

تبیین نقش تعاملات متقابل و سازوکارهای حکمرانی در فرایند تجاری سازی فناوری های

پیشرفته: مطالعه تطبیقی شش محصول جهاد دانشگاهی

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

عباس ناصری*
عضو هیأت علمی جهاد دانشگاهی، تهران، ایران
abbase.nasseri@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۲۳

تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۵/۰۶/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۰۵

چکیده

تجاری سازی فناوری های پیشرفته در نهادهای پژوهشی نظیر جهاد دانشگاهی، پدیده ای پیچیده و چندبعدی است که صرفاً به توانمندی های فنی وابسته نیست. پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش تعاملات متقابل و سازوکارهای حکمرانی در فرایند تجاری سازی، شش پروژه فناورانه در حوزه های پزشکی، فنی- مهندسی و کشاورزی را به روش کیفی و با رویکرد تطبیقی (درون کیسی و میان کیسی) مورد تحلیل قرار داد. یافته ها نشان می دهد که «همکاری متقابل» به تنهایی ضامن موفقیت نیست؛ بلکه اثربخشی آن در گرو کیفیت ساختار حکمرانی به عنوان یک شرط تعدیل کننده است. در موارد موفق بررسی شده، از ساختارهای حکمرانی رسمی، قراردادهای شفاف و ثبات مدیریتی بهره برده اند، در حالی که موارد ناموفق از فقدان این چارچوب ها و عملکرد جزیره ای رنج می برند. این مطالعه نشان می دهد که در موارد بررسی شده، موانع نهادی و بوروکراسی های نظارتی (مانند چالش های اخذ مجوز از سازمان های متولی)، نقش کلیدی ایفا می کنند؛ به طوری که برخی پروژه ها علیرغم دستیابی به بلوغ فنی، با چالش های جدی در مرحله انطباق رگولاتوری مواجه شده اند. همچنین، ضعف در مهارت های نرم تجاری سازی (مذاکره، بازاریابی B2B و برندسازی) به عنوان یکی از موانع کلیدی پروژه های ناموفق شناسایی شد. در نهایت، چارچوب مفهومی پژوهش بیانگر آن است که موفقیت تجاری حاصل تعامل هم زمان «حکمرانی قوی»، «انطباق پیش دستانه با الزامات نظارتی» و «توسعه توانمندی های نرم مدیریتی» است. این چارچوب می تواند به عنوان راهنمایی جهت بازنگری در سیاست های حمایتی جهاد دانشگاهی و ارتقای نرخ موفقیت تجاری سازی محصولات فناورانه مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی

تجاری سازی؛ فناوری های پیشرفته؛ همکاری متقابل؛ جهاد دانشگاهی؛ موانع نهادی؛ حکمرانی فناوری؛ مهارت های نرم تجاری سازی.

سازمان های دریافت کننده فناوری، نتایج آنها به صحنه بازار وارد می شود. هدف از پژوهش و فناوری، حصول به دستاوردهای فناورانه و نوآورانه مورد نیاز برای ارتقای توانمندی های فناورانه و نوآورانه صنایع کشور در راستای رقابت پذیری آنها است. در نتیجه، تولید ثروت از فعالیت های پژوهشی و فناورانه نیازمند تجاری سازی دستاوردهای حاصل از آن است. از این رو، نقش تجاری سازی فناوری ها در سازمان های تحقیقاتی پژوهش محور، به ویژه نهادهایی مانند جهاد دانشگاهی و شرکت های فناورانه اهمیت زیادی یافته است. تجاری سازی فناوری^۱ (TC) به حفظ مزیت رقابتی سازمان ها و شرکت های فناوری پیشرفته کمک می کند. اگرچه محققان ثابت کرده اند که نوآوری محصول و توسعه محصول جدید

۱- مقدمه

بی اغراق، یکی از پیچیده ترین مراحل نوآوری، مرحله انتقال یافته های تحقیقاتی به بازار و تولید است که با عنوان انتقال و تجاری سازی فناوری مطرح می شود. واقعیت این است که هیچ الگوی قطعی و بلامنازعی در این زمینه وجود ندارد. سازمان های تحقیقاتی مأموریت مشخصی دارند. فعالیت های این سازمان ها در جهت تحقیقات بنیادی، کاربردی، توسعه ای و حتی پشتیبانی فنی و اجرایی پروژه هاست. تحقیقات آکادمیک معمولاً در مقیاس کوچک و در دانشگاه ها انجام می شود. اما یافته ها و نتایج تحقیقاتی تا هنگامی که در عرصه عمل استقرار نیابد و عواید آن نصیب جامعه نگردد، نمی توانند منشأ رفاه عمومی و ثروت انسان ها باشند [۱]. بخش اعظم فناوری ها از سازمان های تحقیقاتی سرچشمه می گیرد و پس از عبور از

1. Technology Commercialization

* نویسنده مسئول

متمرکز است که از محصولات موجود بهره برداری می کنند [۱۲]. TC تنها بر نوآوری محصول تأکید دارد، بلکه تحقیقات پایه علمی یا فنی را به محصولات قابل اجرا و قابل فروش تبدیل می کند [۱۲].

علاوه بر تأثیر همکاری های بین کارکردی (CFC)، دانش یکی از مهم ترین منابع پشتیبانی از فعالیت های اصلی یک شرکت است [۱۷]. دانش سازمانی در فرایند TC گنجانده شده و بنابراین به طور مستقیم بر عملکرد TC تأثیر می گذارد [۱۸، ۱۹]. برای تسهیل این فرایند، سازمان ها باید یک مکانیزم خلق دانش را توسعه دهند که اغلب از طریق یک محیط کاری مشارکتی به دست می آید [۲۰]. این مسیر به ویژه 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 تجاری سازی فناوری تولیدکنندگان فناوری پیشرفته در جهاد دانشگاهی تأثیر دارد و سازوکارهای کلیدی آن کدامند؟



شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق [۱۹]

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

در پژوهشی که توسط درودی و شرف پور انجام شد [۲۱]، یافته ها نشان داد که همکاری متقابل کارکردی رابطه مثبت و معناداری با عملکرد تجاری سازی دارد (ضریب همبستگی $r=0.75$)، و متغیرهای میانجی مانند خلق دانش ($\beta=0.62$) و حمایت مدیریت ارشد ($\beta=0.58$) این رابطه را تقویت می کنند. موانع اصلی شامل ناکافی بودن زیرساخت های سازمانی، بوروکراسی پیچیده، و کمبود منابع مالی پایدار شناسایی شدند. در پژوهش با عنوان "بررسی عوامل زمینه ای مؤثر بر تجاری سازی دستاوردهای پژوهشی فناورانه" با رویکرد ترکیبی (کیفی و کمی) انجام شد [۳]. نتایج نشان داد که فرهنگ کارآفرینی ($\beta=0.62$)، نوآوری سازمانی ($\beta=0.55$)، و توسعه زیرساخت های پارک های علم و فناوری ($\beta=0.58$) از عوامل کلیدی موفقیت تجاری سازی هستند. موانع نهادی مانند بوروکراسی در اخذ مجوزها، کمبود منابع مالی، و ضعف در هماهنگی بین پژوهش و صنعت نیز به عنوان چالش های اصلی برجسته شدند. پژوهشی با عنوان "طراحی الگوی تجاری سازی پژوهش ها 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،

با همکاری بین کارکردی و فعالیت های دانش سازمانی افزایش می یابد، اما الزاماً الگوی یکسانی برای تجاری سازی فناوری های پیچیده وجود ندارد. با توجه به دیدگاه دانش محور^۱ (KBV) در مدیریت دانش و تأثیر همکاری متقابل که مؤلفه هایی چون روابط مشارکتی، رهبری مشترک، برقراری ارتباط، اشتراک گذاری اطلاعات و ایجاد اعتماد سازمانی را شامل می شود، مسأله اصلی این مطالعه، کشف چگونگی تعاملات همکاری متقابل و تأثیر آن بر عملکرد TC در زمینه صنعت فناوری های پیشرفته در چارچوب ساختاری جهاد دانشگاهی است.

تحقیقات پیشین نقش مهم همکاری های متقابل در فرایند تجاری سازی فناوری را برجسته کرده اند. با این حال، شکاف های مهمی در درک ما از چگونگی تأثیر این همکاری ها در بسترهای سازمانی بومی و سازمان های تحقیقاتی عمومی/ نیمه دولتی باقی مانده است. مطالعات متعددی بر اهمیت همکاری بین سازمانی و شبکه های متنوع در موفقیت تجاری سازی فناوری تأکید کرده اند [۷-۹]. این پژوهش به دنبال پرکردن این شکاف تحقیقاتی با بررسی چگونگی تأثیر همکاری های متقابل بر عملکرد تجاری سازی فناوری است. به طور خاص، این مطالعه به بررسی این موضوع می پردازد که چگونه همکاری بین بخش های مختلف سازمان (همکاری متقابل) در جهاد دانشگاهی به عنوان یک سازمان تحقیقاتی و فناور برجسته در ایران، به موفقیت تجاری سازی فناوری های پیشرفته کمک می کند. سازمان ها و شرکت های با فناوری پیشرفته به طور فزاینده ای بر تجاری سازی فناوری (TC) به عنوان ابزاری برای حفظ مزیت رقابتی خود در طول دو دهه گذشته متمرکز شده اند [۱۰، ۱۱]. در تعریف فرایند تجاری سازی فناوری دو دیدگاه وجود دارد: از دیدگاه فرایندی، تجاری سازی فرایندی است که با یک ایده بازارمحور شروع شده، فناوری را برای استفاده تجاری آماده می سازد و آن را در محصولات و فرایندها به کار می گیرد [۱۲]. از دیدگاه قابلیت سازمانی، تجاری سازی 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^۲ (NPD) فراوان است [۱۴، ۱۵]، یافته های قبلی ممکن است به دلیل تفاوت های طبیعی در هدف، مقیاس زمانی، ذینفعان و ماهیت تقاضا بین NPD و TC، مستقیماً برای زمینه خاص تجاری سازی فناوری های جدید قابل استفاده نباشد. برای مثال، ادبیات موجود ابعاد هدف و مقیاس زمانی را برای توضیح تفاوت های بین NPD و TC بررسی می کند [۱۲، ۱۶]. فرایند TC با تحقیقات پایه علمی یا فنی آغاز می شود 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

1. Knowledge-Based View

2. New Product Development (NPD)

ردیف	نویسنده و سال	عنوان پژوهش	روش شناسی	خلاصه یافته ها	ارزیابی
۳	[۴]	طراحی الگوی تجاری سازی در دانشگاه علامه	کیفی (تحلیل مضمون)	مدل هفت مؤلفه ای با برازش قوی؛ چالش های بوروکراتیک برجسته اند	الگوی جامع، اما برای جهاد دانشگاهی نیازمند تطبیق است
۴	[۴۰]	تأثیرات همکاری و دانش بر تجاری سازی	کمی (معادلات ساختاری)	همکاری فرصت های تجاری سازی می سازد؛ دانش نقش واسطه ای دارد	دیدگاه جهانی، اما شرایط ایران را نادیده می گیرد
۵	[۲۲]	عوامل موفقیت کار تیمی متقابل	کیفی (تحلیل موردی)	همسویی راهبردی و اعتماد کلیدی اند؛ 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 برجسته اند	دیدگاه جهانی، اما شرایط محلی ایران را پوشش نمی دهد

این جدول نشان می دهد که مطالعات داخلی و خارجی، هرچند اطلاعات مفیدی ارائه می دهند، اما شکاف هایی در مدل سازی خاص تأثیر همکاری های متقابل بر تجاری سازی فناوری های پیشرفته در جهاد دانشگاهی وجود دارد. این شکاف ها شامل نادیده گرفتن موانع نهادی خاص ایران، کمبود تمرکز بر فناوری های پیشرفته، و عدم توجه به همکاری های بین رشته ای است.

۱-۱- اهداف تحقیق

هدف اصلی: مدل سازی تأثیر همکاری های متقابل بر تجاری سازی فناوری های 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 تجاری سازی فناوری های پیشرفته در جهاد دانشگاهی.
- تبیین نقش متغیرهای واسطه ای و محیطی در تعدیل اثر همکاری متقابل در بهبود عملکرد تجاری سازی فناوری های پیشرفته.
- ارائه مدلی جامع و بومی برای ارزیابی و بهبود فرایند تجاری سازی فناوری های پیشرفته در جهاد دانشگاهی.
- ارائه راهکارهای عملی و توصیه های سیاستی برای تقویت همکاری های متقابل و افزایش موفقیت تجاری سازی فناوری ها.

۲- ادبیات پژوهش و مبانی نظری

۲-۱- مفهوم فناوری: پایه ای برای نوآوری و تجاری سازی

فناوری، به عنوان کاربرد نظام مند دانش علمی برای حل مسائل عملی و خلق ارزش های اقتصادی و اجتماعی، هسته مرکزی پیشرفت بشری و توسعه پایدار جوامع را تشکیل می دهد [۲۳]. این مفهوم، که از واژه یونانی tekhnē (به معنای هنر یا مهارت) و logia (به معنای مطالعه) ریشه

مدیریت دانش، حمایت سازمانی، زیرساخت های فناوری، و فرهنگ کارآفرینی. این مدل با شاخص برازش قوی ($CFI=0.92$) تأیید شد، که نشان دهنده انسجام بالای آن است. چالش هایی مانند موانع بوروکراتیک، کمبود بودجه، و ضعف در ارتباط با صنعت نیز مطرح شدند. این مطالعه پیشنهاد کرد که این مدل می تواند برای سایر نهادهای پژوهشی تطبیق داده شود. با این حال، محدودیت اصلی آن تمرکز بر دانشگاه ها به جای نهادهای اجرایی مانند جهاد دانشگاهی بود، و کاربرد مستقیم آن در پروژه های فناوری پیشرفته نیازمند بازنگری است. مطالعات خارجی دیدگاه های جهانی درباره تجاری سازی و همکاری های متقابل ارائه می دهند که می توانند به عنوان الگوهای برای جهاد دانشگاهی مورد استفاده قرار گیرند: این مطالعه با عنوان "تأثیرات همکاری متقابل و ایجاد دانش بر تجاری سازی فناوری" با رویکرد کمی و استفاده از مدل معادلات ساختاری (SEM) انجام شد [۱۹]. تحلیل نشان داد که همکاری های متقابل فرصت های جدیدی برای تجاری سازی ایجاد می کند ($\beta=0.68$)، و دانش به عنوان متغیر واسطه ای نقش قوی دارد ($\beta=0.55$). عوامل موفقیت شامل هماهنگی راهبردی و اشتراک دانش بودند، در حالی که موانع فرهنگی (مانند مقاومت در برابر همکاری) و موانع قانونی (مانند پیچیدگی مالکیت فکری) به عنوان چالش ها 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] یافته ها نشان داد که همسویی راهبردی بین تیم ها (در ۸۰٪ موارد موفق)، فضای سازمانی حمایتی، و اعتماد متقابل بین اعضا، عوامل کلیدی موفقیت همکاری های متقابل هستند. موانع اصلی شامل ضعف در ارتباطات بین دپارتمانی و ساختارهای سلسله مراتبی بودند. در مطالعه ای [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. داده ها از ۲۵۰ شرکت آمریکایی در صنایع مختلف با پرسشنامه استاندارد جمع آوری شد ($R^2=0.54$). نتایج نشان داد که دانش بازار ($\beta=0.60$) و همکاری متقابل عملکردی ($\beta=0.52$) از طریق یکپارچه سازی دانش، تأثیر مثبت و معناداری بر نوآوری و تجاری سازی دارند. موانع ساختاری، مانند عدم هماهنگی بین واحدها، و کمبود منابع نیز به عنوان چالش ها مطرح شدند.

جدول ۱- خلاصه پیشینه پژوهش

ردیف	نویسنده و سال	عنوان پژوهش	روش شناسی	خلاصه یافته ها	ارزیابی
۱	[۲]	تأثیر همکاری متقابل کارکردی بر عملکرد تجاری سازی	کیفی (مصاحبه)	همکاری کارکردی رابطه مثبت با تجاری سازی دارد؛ خلق دانش و حمایت مدیریت میانجی هستند	اهمیت همکاری را برجسته می کند، اما مدل سازی خاص ندارد
۲	[۳]	عوامل زمینه ای مؤثر بر تجاری سازی	ترکیبی (کیفی/کمی)	فرهنگ کارآفرینی و پارک های فناوری کلیدی اند؛ موانع نهادی وجود دارد	چارچوب کلی ارائه می دهد، اما همکاری ها کمتر بررسی شده

نمونه، مشارکت با شرکت های دارویی داخلی مانند داروسازی اسوه برای تولید نانوداروهای هدفمند یا همکاری با استارت آپ های فناوری مانند آپارات برای توسعه حسگرهای هوشمند مبتنی بر نانوفناوری، می تواند مسیر تجاری سازی را تسهیل کند [۱۳].

۲-۲- مفهوم نوآوری: از خلاقیت تا ارزش آفرینی

نوآوری فرایندی پویا، چندبعدی، و خلاق است که طی آن ایده ها، دانش، یا روش های جدید به راه حل های عملی و بهبود یافته تبدیل می شوند و ارزش اقتصادی، اجتماعی، یا زیست محیطی خلق می کنند [۲۶]. برخلاف فناوری که بر ابزارها، فرایندها، و دانش فنی متمرکز است، نوآوری بر کاربرد خلاقانه این عناصر تأکید دارد و می تواند در حوزه های فناورانه، مانند توسعه چاپگرهای سه بعدی برای تولید قطعات صنعتی، یا غیرفناورانه، مانند مدل های نوین کسب و کار مبتنی بر اقتصاد اشتراکی (مانند پلتفرم های اجاره مسکن)، رخ دهد [۱۵]. نظریه تخریب خلاق شومپیتر بیان می کند که نوآوری با جایگزینی روش ها، محصولات، و سیستم های قدیمی با راه حل های نوین، پویایی اقتصادی را تقویت کرده و به ایجاد ارزش های جدید منجر می شود [۲۷]. این مفهوم از زمان انقلاب صنعتی، با اختراعاتی مانند چرخ خیاطی که تولید پوشاک را متحول کرد، تا عصر دیجیتال، با نوآوری هایی مانند پلتفرم های دیجیتال (مانند اوبر و Airbnb) که مدل های سنتی حمل و نقل و اقامت را دگرگون کرده اند، نقشی محوری در تحول جوامع ایفا کرده است. نوآوری های برجسته، مانند رسانه های اجتماعی (فیس بوک، توییتر، اینستاگرام)، هوش مصنوعی (دستیارهای مجازی مانند سیری و الکسا)، و انرژی های تجدیدپذیر (پنل های خورشیدی با راندمان بالا)، نه تنها صنایع را بازتعریف کرده اند، بلکه سبک زندگی، تعاملات اجتماعی، و حتی سیاست گذاری ها را تغییر داده اند [۳۱]. موفقیت نوآوری به تعامل پیچیده بین عوامل داخلی، مانند ظرفیت تحقیق و توسعه (R&D) سازمان ها، و عوامل خارجی، مانند نیازهای بازار، تغییرات جمعیتی، و فشارهای زیست محیطی، وابسته است [۳۲]. در ایران، نوآوری در حوزه هایی مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) رشد چشمگیری داشته است؛ برای مثال، توسعه اپلیکیشن های بومی مانند اسنپ (حمل و نقل آنلاین) و دیجی کالا (تجارت الکترونیک) نشان دهنده پتانسیل بالای نوآوری در این کشور است. با این حال، ضعف در تجاری سازی این نوآوری ها، به دلیل کمبود سرمایه گذاری خطرپذیر، موانع قانونی (مانند پیچیدگی قوانین مالکیت فکری)، و ناکافی بودن زیرساخت های حمایتی (مانند پارک های علم و فناوری کارآمد)، بهره برداری کامل از این پتانسیل را محدود کرده است [۲۱]. نوآوری به عنوان پیش نیاز تجاری سازی، حلقه اتصال ایده به بازار را تشکیل می دهد و درک ابعاد آن برای تحلیل همکاری های متقابل در جهاد دانشگاهی ضروری است. نوآوری را می توان به سه دسته اصلی تقسیم کرد که هر یک نقش متفاوتی در فرایند ارزش آفرینی ایفا می کنند: نوآوری محصول، نوآوری فرایند، و نوآوری سازمانی [۳۳]. نوآوری محصول به خلق

گرفته، فراتر از ابزارها و تجهیزات فیزیکی است و شامل فرایندها، سیستم های پیچیده، و دانش ضمنی می شود که در کنار هم به حل مشکلات واقعی کمک می کنند [۲۴]. تکامل فناوری از ابزارهای ابتدایی، مانند تبرهای سنگی در عصر حجر برای شکار و بقا، تا سیستم های پیشرفته امروزی، مانند الگوریتم های یادگیری عمیق در هوش مصنوعی برای تحلیل داده های کلان، نشان دهنده تأثیر عمیق و چندبعدی آن بر اقتصادها، جوامع، و فرهنگ هاست [۲۵]. برای مثال، اختراع ماشین بخار در قرن هجدهم، با امکان پذیر ساختن تولید انبوه و مکانیزه کردن صنایع، نقطه عطفی در انقلاب صنعتی بود، درحالی که ظهور اینترنت در اواخر قرن بیستم، با بازتعریف ارتباطات جهانی و ایجاد پلتفرم های دیجیتال مانند گوگل و آمازون، اقتصاد دیجیتال را پایه گذاری کرد [۳۰]. فناوری اثرات دوگانه ای بر جوامع دارد که درک آن برای تحلیل نقشش در تجاری سازی و نوآوری ضروری است. از یک سو، با افزایش بهره وری، بهبود کیفیت زندگی، و ایجاد فرصت های جدید، رفاه اجتماعی را ارتقاء می دهد؛ برای مثال، توسعه فناوری های پزشکی مانند دستگاه های MRI، تشخیص بیماری ها را دقیق تر کرده است. از سوی دیگر، چالش هایی چون تخریب محیط زیست (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 ربات ها) را به همراه دارد [۲۸]. به عنوان نمونه، توسعه فناوری های هوش مصنوعی در حوزه سلامت، مانند سیستم های تشخیص بیماری مبتنی بر تصویربرداری، دقت و سرعت تشخیص را افزایش داده، اما در عین حال نگرانی هایی درباره از دست رفتن مشاغل تکسین های سنتی، امنیت داده های بیماران، و هزینه های بالای پیاده سازی ایجاد کرده است [۲۹]. در ایران، فناوری های پیشرفته مانند نانوفناوری، بیوتکنولوژی، و هوش مصنوعی به عنوان اولویت های توسعه در اسناد بالادستی، از جمله سند چشم انداز ۱۴۰۴ و سیاست های کلی علم و فناوری ابلاغی رهبر انقلاب، شناسایی شده اند، اما تجاری سازی آن ها به دلیل موانع ساختاری نظیر کمبود منابع مالی، ضعف در زیرساخت های انتقال فناوری، و ناکافی بودن همکاری های بین سازمانی با مشکلات جدی مواجه است [۳]. در بستر جهاد دانشگاهی، فناوری به عنوان پایه مادی نوآوری و تجاری سازی عمل می کند و نقش آن در پروژه های 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 پوشش های ضدباکتری برای تجهیزات بیمارستانی، نشان دهنده توانمندی بالای جهاد دانشگاهی در تولید دانش فنی است [۲۱]. با این حال، انتقال این دستاوردها به بازار با چالش هایی مواجه است که شامل فقدان زنجیره تأمین مؤثر، کمبود سرمایه گذاری بخش خصوصی، ضعف در شبکه های بازاریابی و برندسازی، و ناکافی بودن حمایت های دولتی (مانند یارانه های تحقیقاتی یا معافیت های مالیاتی) می شود. همکاری های متقابل می توانند این شکاف را پر کنند؛ به عنوان

تولید کیت های تشخیص سریع بیماری های عفونی (مانند کیت های تشخیص کرونا)، دستاوردهای علمی مهمی داشته، اما انتقال این دستاوردها به بازار به دلیل نبود سرمایه گذاری کافی از سوی بخش خصوصی، ضعف در زنجیره تأمین، و ناکافی بودن شبکه های توزیع با مشکل مواجه شده است [۳]. تجاری سازی نه تنها به توسعه فناوری وابسته است، بلکه به همکاری های بین سازمانی، سیاست گذاری های حمایتی، و ابزارهای مالی نیز نیاز دارد که در بخش های بعدی بررسی می شوند.

مراحل تجاری سازی را می توان به پنج مرحله کلیدی تقسیم کرد که هر یک نقش مشخصی در تبدیل دانش به ارزش دارند:

۱- ایده پردازی و تحقیق اولیه، که شامل شناسایی نیازها و تولید دانش پایه است؛

۲- توسعه نمونه اولیه و آزمایش، که قابلیت اجرایی فناوری را ارزیابی می کند؛

۳- حفاظت از مالکیت فکری، که از طریق ثبت پتنت یا علائم تجاری از حقوق پدیدآورندگان محافظت می کند؛

۴- تولید و بازاریابی، که شامل تولید انبوه و تدوین راهبردهای عرضه است؛

۵- عرضه و پشتیبانی پس از فروش، که تضمین کننده پایداری محصول در بازار است [۱۱].

در ایران، این مراحل اغلب به دلیل کمبود منابع مالی در مرحله دوم (توسعه)، ضعف در مطالعات امکان سنجی بازار در مرحله سوم، یا ناکافی بودن زیرساخت های تولید و بازاریابی در مرحله چهارم متوقف می شوند. برای مثال، پروژه های هوش مصنوعی جهاد دانشگاهی، مانند سیستم های پیش بینی ترافیک شهری مبتنی بر داده های کلان، به دلیل ناکافی بودن تحلیل های بازار و نبود شرکای صنعتی برای تولید و عرضه، به مرحله تجاری سازی کامل نرسیده اند. ابزارهای مالی مانند صندوق های سرمایه گذاری خطرپذیر (Venture Capital) و وام های کم بهره می توانند این شکاف ها را پر کنند، اما در ایران این ابزارها هنوز به طور کامل توسعه نیافته اند و بیشتر سرمایه گذاری ها به بودجه های دولتی وابسته است که اغلب ناکافی و غیرهدفمند هستند [۳۶]. به عنوان مثال، در کشورهای پیشرفته مانند آمریکا، شرکت های نوپا از طریق صندوق هایی مانند Sequoia Capital حمایت می شوند، اما در ایران، نبود چنین مکانیزم هایی، استارت آپ ها 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 کپی برداری، ریسک تجاری سازی را افزایش داده است [۳۸]. این بخش با تمرکز بر فرایند تجاری سازی، مراحل آن، چالش های خاص ایران، و نقش آن در اقتصاد دانش بنیان، چارچوبی جامع برای تحلیل همکاری های متقابل در جهاد دانشگاهی فراهم می کند و ضرورت تقویت زیرساخت ها و سیاست گذاری ها را برجسته می سازد.

کالاها یا خدمات جدید اشاره دارد؛ برای مثال، تولید گوشی های هوشمند توسط اپل یا توسعه حسگرهای زیستی توسط جهاد دانشگاهی برای تشخیص سریع بیماری ها، نمونه هایی از این نوع نوآوری هستند. نوآوری فرایند، روش های تولید یا ارائه خدمات را بهبود می بخشد؛ به عنوان نمونه، استفاده از رباتیک در خطوط تولید خودروسازی سایپا یا بهینه سازی فرایندهای کشت سلولی در بیوتکنولوژی جهاد دانشگاهی، کارایی و کاهش هزینه ها را به دنبال داشته است. نوآوری سازمانی نیز ساختارها و سیستم های مدیریتی را تحول می دهد؛ برای مثال، پیاده سازی ساختارهای تیمی چابک (Agile) در استارت آپ های ایرانی مانند زرین پال یا ایجاد واحدهای نوآوری در جهاد دانشگاهی، انعطاف پذیری سازمانی را افزایش داده است [۱۵]. در حوزه فناوری های پیشرفته، نوآوری معمولاً با پیچیدگی های فنی، نیاز به سرمایه گذاری بالا، و ضرورت همکاری های بین رشته ای همراه است. برای مثال، توسعه الگوریتم های هوش مصنوعی در جهاد دانشگاهی برای تحلیل داده های پزشکی، نیازمند نوآوری در طراحی نرم افزار، مدیریت داده ها، و تلفیق دانش پزشکی و مهندسی است، اما تجاری سازی آن به همکاری با بیمارستان ها، شرکت های فناوری، و سیاست گذاران حوزه سلامت وابسته است [۳].

۲-۳- مفهوم تجاری سازی فناوری: پل علم و بازار

تجاری سازی فناوری فرایندی ساختاریافته، چندمرحله ای، و هدفمند است که طی آن ایده ها، اختراعات، یا دانش فنی به محصولات، خدمات، یا فرایندهایی تبدیل می شوند که در بازار ارزش اقتصادی و اجتماعی تولید می کنند [۱۰]. این فرایند شامل مراحل متعددی از جمله ایده پردازی، توسعه نمونه اولیه، حفاظت از مالکیت فکری (مانند ثبت پتنت)، امکان سنجی بازار، تولید، بازاریابی، و عرضه به بازار است [۱۱]. تجاری سازی به عنوان پلی بین علم و صنعت، نقش حیاتی در اقتصاد دانش بنیان دارد و به ایجاد کسب و کارهای جدید، گسترش خطوط تولید، افزایش رقابت پذیری، و تقویت مبادلات تجاری منجر می شود [۳۵]. برای مثال، تجاری سازی فناوری GPS، که ابتدا در دهه ۱۹۷۰ برای مقاصد نظامی توسعه یافت، امروزه به یک صنعت چندمیلیارد دلاری در حوزه ناوبری، حمل و نقل، و خدمات مبتنی بر مکان تبدیل شده است و شرکت هایی مانند Garmin و Google Maps از آن بهره می برند. در ایران، تجاری سازی فناوری های پیشرفته با چالش هایی جدی مواجه است که شامل کمبود بودجه های پایدار برای پژوهش و توسعه، موانع بوروکراتیک (مانند پیچیدگی فرایند اخذ مجوزها و تأییدیه ها)، و ضعف در زیرساخت های انتقال فناوری (مانند نبود مراکز رشد تخصصی یا پلتفرم های تجاری سازی کارآمد) می شود [۴۱]. موفقیت در این حوزه نیازمند ترکیبی از تخصص فنی (برای توسعه محصول)، هوش تجاری (برای شناسایی فرصت های بازار)، و درک عمیق نیازهای مشتریان است [۳۴]. به عنوان مثال، جهاد دانشگاهی در پروژه های بیوتکنولوژی، مانند

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

همکاری متقابل به مشارکت راهبردی و هدفمند بین سازمان ها، دانشگاه ها، نهادهای پژوهشی، یا حتی دولت ها برای دستیابی به اهداف مشترک اشاره دارد که می تواند نوآوری و تجاری سازی را تسریع کند [۱۳]. این همکاری ها ممکن است به صورت قراردادهای تجاری (مانند توافق نامه های تحقیق و توسعه مشترک)، سرمایه گذاری مشترک (Joint Ventures)، یا صدور مجوز فناوری (Licensing Agreements) شکل گیرند [۴۰] و اثربخشی آن ها مستلزم وجود ساختار حکمرانی رسمی، شفافیت تعهدات و اعتماد سازمانی است. نظریه نوآوری باز چسبرو نشان می دهد که استفاده از منابع، دانش، و ایده های خارجی از طریق همکاری های متقابل، سازمان ها را قادر می سازد تا محدودیت های داخلی خود را جبران کرده و فرایندهای نوآوری و تجاری سازی را بهبود بخشند [۸]. برای مثال، همکاری شرکت فایزر با BioNTech برای توسعه واکسن کووید-۱۹، نمونه ای 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 می بخشد، هزینه های تحقیق و توسعه را کاهش می دهد، و پذیرش فناوری های جدید را در بازار تسهیل می کند [۳۷]. به عنوان نمونه، یک استارت آپ فناوری ممکن است با همکاری یک دانشگاه، فناوری خود را توسعه دهد و سپس از طریق صدور مجوز به یک شرکت بزرگ تر، آن را به بازار عرضه کند؛ این مدل در سیلیکون ولی با همکاری دانشگاه استنفورد و شرکت هایی مانند سیسکو به خوبی اجرا شده است [۹]. در ایران، همکاری بین جهاد دانشگاهی و صنایع پتانسیل بالایی دارد، اما موانعی مانند عدم اعتماد متقابل بین بخش های دولتی و خصوصی، ضعف زیرساخت های حقوقی (مانند قراردادهای شفاف)، و موانع بوروکراتیک (مانند تأخیر در تأیید پروژه های مشترک)، موفقیت آن را محدود کرده است [۳]. برای مثال، پروژه های نانوفناوری جهاد دانشگاهی، مانند تولید نانوکامپوزیت ها برای صنایع خودروسازی، می توانند با همکاری شرکت هایی مانند ایران خودرو به بازار برسند، اما نبود هماهنگی و زیرساخت های لازم این فرصت را هدر داده است. همکاری های متقابل می توانند 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، در حالی که همکاری سنتی بر روابط بلندمدت، اعتماد متقابل، و سرمایه اجتماعی استوار است [۳۹]. در بستر جهاد دانشگاهی، تلفیق این دو رویکرد می تواند اثربخشی تجاری سازی را افزایش دهد. برای مثال، همکاری کارکردی با یک شرکت بیوتکنولوژی برای تولید کیت های تشخیصی می تواند به عرضه سریع محصول منجر شود، در حالی که همکاری سنتی با دانشگاه های علوم پزشکی برای توسعه بلندمدت فناوری های زیستی، زیربنای نوآوری های آینده را فراهم می کند [۲۱].

۲-۵- نظریه نهادگرایی و حکمرانی در انتقال فناوری

براساس نظریه نهادگرایی [۴۲، ۴۳]، رفتارهای سازمانی و نتایج تجاری سازی به شدت تحت تأثیر چارچوب های نهادی رسمی (قوانین، مقررات و الزامات رگولاتوری) و غیررسمی (فرهنگ و هنجارها) قرار دارند. در تجاری سازی فناوری های پیشرفته، نهادهای نظارتی (نظیر سازمان غذا و دارو یا سازمان ملی استاندارد) نقشی کلیدی ایفا می کنند [۴۴]. از سوی دیگر، حکمرانی نوآوری به سازوکارهایی اشاره دارد که روابط میان ذی نفعان مختلف را هدایت، هماهنگ و کنترل می کند [۴۵، ۴۶]. ساختارهای حکمرانی تعیین می کنند که حقوق مالکیت فکری چگونه تقسیم شود، تصمیم گیری ها با چه ترتیبی صورت گیرد و مخاطرات پروژه چگونه مدیریت شوند [۴۷]. در ادبیات اخیر انتقال فناوری [۴۸، ۴۹]، حکمرانی شفاف به عنوان عامل تعدیل کننده شناخته می شود که می تواند پتانسیل تعاملات متقابل را به نتایج ملموس تجاری تبدیل کند.

۳- روش شناسی

این پژوهش با رویکرد کیفی و از طریق راهبرد مطالعه موردی تطبیقی (Comparative Multiple Case Study) انجام شده است. جامعه پژوهش شامل طرح های فناورانه جهاد دانشگاهی بوده که از میان آن ها، 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 سرمایه گذار و یک پروژه ناموفق یا متوقف شده در مرحله تجاری سازی انتخاب گردید.

جدول ۲- معرفی طرح

حوزه تخصصی	عنوان پروژه	وضعیت تجاری سازی
پزشکی	خون بند ناف	موفق
پزشکی	تولید زخم پوش ها در ترمیم زخم های 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 مکمل های ورزشی پرمصرف	ناموفق

جمع آوری داده ها از طریق مصاحبه های نیمه ساختاریافته با ۱۸ نفر از متخصصان شامل مدیران پروژه ها، مجریان فنی و مسئولان تجاری سازی (با زمان تقریبی ۴۵ تا ۶۰ دقیقه برای هر مصاحبه)، به همراه بررسی اسناد و مدارک پروژه ها صورت گرفت. فرایند استخراج داده ها 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 مصاحبه شوندگان کلیدی بازبینی و تأیید شد (روایی)؛ همچنین پایایی کدگذاری ها از طریق توافق میان دو کدگذار با ضریب کاپای کوهن ۰/۸۲ به تأیید رسید. تحلیل داده ها در دو مرحله انجام شد: تحلیل درون کیسی (Within-Case Analysis) جهت

استخراج روایت و ویژگی های هر پروژه، و تحلیل میان کیسی (Cross-Case Analysis) جهت مقایسه تطبیقی عوامل متمایزکننده.

۴- یافته های پژوهش

۴-۱- تحلیل درون کیسی (Within-Case Analysis)

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

این پروژه با هدف جمع آوری و نگهداری سلول های بنیادی خون بند ناف اجرا شد. تعاملات بین سازمانی میان پژوهشگاه رویان و سرمایه گذاران حقوقی در قالب یک شرکت مستقل (بن یاخته های رویان) ساختار یافت. ثبات مدیریتی طولانی مدت، چارچوب حقوقی شفاف، و ایجاد شبکه توزیع و نمایندگی در ۳۱ استان، بستر مناسبی برای توسعه بازار ایجاد کرد.

مورد ۲- زخم پوش های ترمیم زخم های مزمن (پزشکی - ناموفق)

پروژه با هدف تولید بومی زخم پوش های 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 کم تجربه گی در تجاری سازی 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. صحت سنجی بازار پیش از تولید نهایی انجام شد و تعامل مستقیم با بهره بردار نهایی (مترو) مسیر تجاری سازی 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 تست های 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 سرمایه گذاری در خط تولید، به مرحله بهره برداری تجاری مستمر نرسید.

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

پژوهشگاه ابن سینا با بومی سازی 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 مکمل های ورزشی پرمصرف (کشاورزی / دارویی - ناموفق)
طرح مشترک بین پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی و پژوهشکده گیاهان دارویی بود. فرمولاسیون ۶ مکمل انجام شد و پروانه بهداشتی اولیه نیز اخذ گردید؛ اما به دلیل پیچیدگی های بوروکراسی نظارتی، تغییر مکرر سیاست های وارداتی و ضعف در بازاریابی B2B در برابر واردکنندگان بزرگ، ورود محصول به بازار با مانع مواجه گردید.

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

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

جدول ۳- ماتریس تطبیقی شش مورد مطالعه شده براساس ابعاد پنج گانه

مورد مطالعه	شریک بیرونی	مهارت های تجاری	صحت سنجی بازار	آمادگی نظارتی	ساختار حکمرانی
خون بند ناف	متناسب (مشارکت با سرمایه گذاران)	قوی (شبکه سازی تخصصی، برندسازی)	بسیار بالا (شناسایی دقیق تقاضای درمان)	بالا (اخذ مجوزهای بهداشتی متناسب با زمان)	عالی (شرکت مستقل، حقوق شفاف، ثبات مدیریت)
زخم پوش ها	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 جزیره ای، عدم هماهنگی واحدهای)
رانش مترو	بسیار قوی (شهرداری و معاونت علمی)	متوسط به بالا (تیم مجرب پروژه های)	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 پروژه های 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 تصمیم گیری روشن)
مکمل ورزشی	ضعیف (عدم جذب پخش کننده بزرگ)	ضعیف (عدم توان رقابت با قاچاقی واردات)	متوسط (سهم بازار نامشخص)	پایین (تاخیر در مجوزها و تغییر سیاست)	متوسط (همکاری بین پژوهشکده ای متزلزل)

۴-۳- مسیر کدهای خام تا مضامین اصلی

با پالایش داده های کیفی و حذف کدهای غیرمرتبط با منابع انسانی عام (نظیر پاداش های فردی، جشن های سازمانی و امنیت شغلی)، کدهای خام بازاریابی شدند تا مستقیماً نشان دهنده فرایند تجاری سازی و تعاملات متقابل باشند.



شکل ۲- مدل مفهومی مضامین اصلی و مقوله های فرعی اثرگذار بر تجاری سازی محصولات فناورانه جهاد دانشگاهی (پالایش شده براساس کدهای تخصصی انتقال فناوری)

۵- نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف «مدل سازی تأثیر همکاری های متقابل بر تجاری سازی فناوری های پیشرفته در جهاد دانشگاهی» از طریق تحلیل تطبیقی شش پروژه در حوزه های پزشکی، فنی- مهندسی و کشاورزی به نتایج کلیدی زیر دست یافت:

- ۱- اهمیت حکمرانی رسمی در همکاری های متقابل: شواهد این مطالعه نشان می دهد که صرف وجود تفاهم نامه یا همکاری بین واحدی به تنهایی ضامن موفقیت نیست؛ بلکه «کیفیت ساختار حکمرانی» تسهیل کننده و جهت دهنده است. پروژه های موفق (مانند سیستم رانش مترو و خون بند ناف) دارای ساختارهای شفاف نظیر «شورای راهبری» یا «قراردادهای رسمی و صریح» بوده اند که ابهامات را برطرف کرده و ثبات راهبردی ایجاد کرده اند. در مقابل، پروژه های ناموفق (مانند زخم پوش و مکمل های ورزشی) از عملکرد جزیره ای و نبود چارچوب حکمرانی شفاف رنج می بردند و تعارضات منافع سازمانی، مانع پیشبرد یکپارچه آن ها شده است.
- ۲- نقش پررنگ موانع نهادی و رگولاتوری: مهم ترین کشف این پژوهش نشان داد که در اکوسیستم فناوری ایران، موانع نهادی و بوروکراسی سازمان های نظارتی (مانند سازمان غذا و دارو و سازمان استاندارد) می توانند چالشی جدی تر از پیچیدگی های فنی هستند. بسیاری از پروژه ها علیرغم دستیابی کامل به دانش فنی و تولید نمونه اولیه، در «دره مرگ» مجوزها و الزامات نظارتی متوقف می شوند زیرا انطباق با الزامات رگولاتوری به انتهای فرایند R&D موکول شده است.

۳- نقش حیاتی مهارت های نرم تجاری سازی: ضعف در مهارت های نرم (شامل مذاکره، برندسازی، بازاریابی B2B، قیمت گذاری و مدیریت مالی) به عنوان یکی از موانع کلیدی و پنهان در پروژه های فناورانه شناسایی شد. اعضای تیم ها غالباً دارای توانمندی عالی فنی هستند، اما کم تجربه در الزامات بازار و نبود مشاوران حرفه ای تجاری سازی باعث شکست پروژه در مرحله عرضه می شود.

۵-۱- جمع بندی نهایی

موفقیت تجاری سازی محصولات فناورانه های تک در جهاد دانشگاهی حاصل ارتباط تنگاتنگی با تعامل سه گانه زیر دارد:

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

مضمون اصلی	مضامین فرعی	کدهای اولیه (نمونه ها)
۱. حکمرانی و تعاملات بین سازمانی	- شفافیت حقوقی و قراردادی - ساختار تصمیم گیری متمرکز - ثبات مدیریتی	- ابهام در حقوق مالکیت فکری بین واحدها - نبود شورای تصمیم گیری مشترک - تغییرات مداوم مدیران پروژه
۲. الزامات نهادی و رگولاتوری	- انطباق پیش دستانه با استانداردها - مدیریت ریسک های نظارتی - تعامل با نهادهای متولی	- تأخیر در دریافت استانداردهای غذا و دارو - عدم تطابق نمونه آزمایشگاهی با الزامات صنعتی - پیچیدگی بوروکراسی مجوزها
۳. صحت سنجی و توسعه بازار	- نیازسنجی اولیه بازار - تحلیل رقبا و ارزش آفرینی - صحت سنجی تقاضا	- عدم نیازسنجی پیش از شروع پروژه - عدم تحلیل پیش دستانه محصولات - رقیب - فقدان تحلیل قیمت گذاری
۴. مهارت های نرم تجاری سازی	- مهارت های نرم مذاکره - بازاریابی تخصصی High-Tech - توانمندی های حقوقی - تجاری	- ضعف در مذاکره با سرمایه گذار بخش خصوصی - عدم آشنایی تیم فنی با اصول بازاریابی B2B - نبود برندسازی تخصصی

۴-۴- صورت بندی نظری نقش حکمرانی به عنوان متغیر تعدیل کننده

براساس یافته های حاصل از تحلیل ۶ مورد، تعامل متقابل میان بخش های مختلف پژوهشی و صنعتی، شرط لازم برای تجاری سازی است اما شرط کافی نیست. ساختار حکمرانی به عنوان یک متغیر شرطی/تعدیل کننده عمل می کند.

اگر تعاملات بین سازمانی در غیاب ساختار حکمرانی شفاف (قراردادهای حقوقی محکم، شورای راهبری و ثبات مدیریت) رخ دهد، به موازی کاری، تعارض منافع و شکست در عبور از مراحل رگولاتوری می انجامد (مانند پروژه های زخم پوش و لوله مغزی سیار). در مقابل، هنگامی که تعاملات متقابل در چارچوب حکمرانی قوی هدایت شوند، هزینه های مبادله کاهش یافته و احتمال موفقیت تجاری سازی در موارد بررسی شده به نحو چشمگیری افزایش می یابد (مانند پروژه های رانش مترو و خون بند ناف)

جدول ۵- ساختار جامع مضامین اصلی و مقوله های فرعی مرتبط با تجاری سازی

مضمون اصلی	مقوله محوری	کدهای استخراج شده
چالش های ساختاری و سازمانی	ضعف در حکمرانی و یکپارچگی	فقدان ساختار تصمیم گیری متمرکز، موازی کاری واحدهای سازمانی، ضعف در حکمرانی شبکه
فرصت های توسعه بازار	چالش های نهادی	بوروکراسی پیچیده در اخذ مجوزهای رگولاتوری
فرهنگ سازمانی نوآوری محور	توانمندسازی تیم ها	آموزش مهارت های نرم تجاری سازی (مذاکره و بازاریابی)
زیرساخت ها و فناوری	راهبردهای ورود به بازار	انطباق پیش دستانه با استانداردهای رگولاتوری، تحلیل تقاضا، شبکه سازی صنعتی
	انگیزش و مشارکت	مشارکت در منافع تجاری سازی، ارتقای انگیزش کارآفرینی
	ارزش های بنیادین	حمایت از ریسک پذیری فناورانه، تعهد به کیفیت محصول نهایی
	مدیریت هوشمند و یکپارچه	دیجیتالی سازی پایش الزامات رگولاتوری، ابزارهای مدیریت یکپارچه پروژه
	تجهیزات فیزیکی	به روزرسانی زیرساخت های آزمایشگاهی و پایلوت

- 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.

- 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 علت و معلولی آماری یا آزمایشی نیست.
- ۲- جامعه نمونه محدود به شش پروژه در جهاد دانشگاهی است؛ از این رو 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. ۱۳۸۳، ۲۸-۱۵.
- 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. ۶۰-۴۵، 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، (۳)۲۵، ۱۳۹۸، ۶۸-۴۵.
- 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. ۱۴۰۱، ۹۵-۷۸.
- 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. ۲۱۰-۱۳۹۹.
- ۶- ف. حسینی و ب. محمدی، «بررسی مکانیزم‌های پاداش و انگیزش در گروه‌های تحقیق و توسعه»، فصلنامه مدیریت راهبردی، دوره ۱۳، شماره ۴۹، صص. ۱۴۰۱، ۱۱۰-۸۸.
- 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*,

- 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.