

تجزیه و تحلیل پویای چالش‌های زیست‌بوم نوآوری فن آورانه سبز با در نظر گرفتن همکاری شرکت‌های فن آور و استارت‌آپ‌هاتحت مداخله دولت

محمدعلی اقبالی^۱، مرتضی راستی بزرگی^{۲*}، سروش صفرزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵ نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

شرکت‌های فن آور در محیط رقابتی پیچیده امروزی، نیاز به خلق نوآوری فن آورانه به صورت مستمر دارند آن‌ها در طول زمان، تحت تاثیر فشارهای ذی‌نفعان فعل در زیست بوم نوآوری ملزم به پیاده‌سازی نوآوری فن آورانه سبز هستند. مهم‌ترین ذی‌نفعان حاضر در زیست بوم نوآوری شامل شرکت‌های فن آور، استارت‌آپ‌ها، شتاب‌دهنده‌ها و مراکز رشد، مصرف‌کننده‌نهایی و دولت می‌باشند. از این‌رو، با توجه به ماهیت پویای مسئله، مدیریت یکپارچه چالش‌های احتمالی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. در این مقاله سعی شده است پس از شناسایی مهم‌ترین چالش‌های زیست‌بوم نوآوری فن آورانه سبز با رویکردی کیفی، تعاملات بین عناصر فعل بررسی و رفتار متغیرهای اصلی مسئله در قالب حلقه‌های بازخوردی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. نتایج حاصله در قالب زیرسیستم‌های سه گانه، حلقه‌های بازخوردی مهم را شناسایی و پس از تعیین قطبیت آن‌ها پویایی‌های زیست‌بوم نوآوری فن آورانه سبز را تشریح می‌نماید. نحوه تعاملات بین ذینفعان و شرایط حاکم بر ساختار سیستم و نیز مداخله دولت می‌تواند در مدیریت چالش‌های مربوطه و تعادل سیستم در بلند مدت اثرگذار باشد.

واژگان کلیدی: نوآوری فن آورانه سبز؛ زنجیره نوآوری سبز؛ مکانیزم‌های تامین مالی استارت‌آپ‌ها؛ مکانیزم‌های همکاری؛ پویایی‌های سیستم

^۱ عضو هیات علمی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی بیر جند.

^۲ استاد، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان.

* نویسنده مسئول: مرتضی راستی بزرگی، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها

تلفن: ۰۳۱۳۳۹۱۱۴۸۰، نامبر: ۰۳۱۳۳۹۱۵۵۲۶، ایمیل: rasti@cc.iut.ac.ir

^۳ استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی قوچان.

۱- مقدمه

اگرچه نوآوری فن آورانه سنتی توسط شرکت‌های بزرگ، رشد اقتصادی قابل توجهی را برای آن‌ها به همراه داشته، اما از سوی دیگر، منجر به بحران منابع جهانی و افت کیفیت محیط زیست شده است. فن آوری سبز به عنوان یک فن آوری نوظهور تعریف می‌شود که می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی، کاهش انتشار آلودگی، بهبود محیط زیست، ارتقا محیط اکولوژیکی و دست‌یابی به یک همزیستی هماهنگ بین انسان و طبیعت شود. برای ایجاد یک محیط پایدار، پیگیری در خصوص دست‌یابی به رشد و توسعه سریع باید جای خود را به تلاش در راستای کیفیت رشد بدهد [۱, ۲]. نوآوری فن آورانه سبز به عنوان یک ابزار مهم و حیاتی برای دست‌یابی به اهداف پایداری بوده و یک نیروی محرک درون‌زا برای دست‌یابی به توسعه با کیفیت بالا محسوب می‌شود [۱].

با توجه به ضرورت خلق نوآوری فن آورانه سبز و نیز توسعه قابلیت‌های پویا در شرکت‌های با فن آوری پیشرفت‌هه در محیط رقابتی پیچیده، اتخاذ استراتژی‌های پیاده‌سازی نوآوری فن آورانه سبز توسط شرکت‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. اجرای سیستم نوآوری فن آورانه سبز را می‌توان با تکیه بر خلق نوآوری‌های تدریجی از طریق تحقیق و توسعه سبز داخلی و یا با استفاده از نوآوری‌های رادیکال خارجی مانند استارت‌آپ‌های سبز محقق نمود. سوال این است که شرکت‌هایی با فن آوری پیشرفت‌هه برای خلق نوآوری سبز از چه استراتژی‌ای استفاده نمایند تا به اهداف پایداری خود دست-یابند؟ با توجه به ویژگی‌های هر استراتژی، بکارگیری کدام یک از استراتژی‌های مذکور در بلندمدت، اهداف پایداری را محقق خواهد کرد؟

با توجه به استراتژی‌های فوق الذکر در پیاده‌سازی سیستم نوآوری فن آورانه سبز، همکاری و تعامل بین شرکت‌های فن آور و استارت‌آپ‌های سبز به عنوان یکی از منابع نوآوری باز، با وجود تفاوت‌های زیادی که بین آن‌ها وجود دارد، امری چالش برانگیز است. اگر هدف از همکاری بین این دو بازیگر ارتقاء نوآوری فن آورانه سبز باشد، موقوفیت این همکاری نه تنها مورد علاقه این دو بازیگر خواهد بود، بلکه می‌توان گفت، برای عموم ذی‌نفعان در جامعه نیز از اهمیت برخوردار است. تحقیقات زیادی تا کنون به بررسی سازوکارهای همکاری با رویکرد کیفی و کمی پرداخته‌اند [۳-۵]. اما تا کنون بررسی و تجزیه و تحلیل تکامل تصمیمات مبتنی بر رفتار نوآوری شرکت‌های با فن آوری پیشرفت‌هه در خصوص همکاری با استارت‌آپ‌ها با جنبه‌های پایداری محور، انجام نگرفته و ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، شرکت‌های فن آور در مسیر همکاری با استارت‌آپ‌ها با چالش‌های متعددی مواجه هستند. از جمله می‌توان به انتخاب سازوکار مناسب برای همکاری و نیز سازوکارهای تامین مالی استارت‌آپ‌ها در حین همکاری اشاره کرد. در تحقیقات پیشین، به موضوع همکاری شرکت‌های فن آور با استارت‌آپ‌ها با تمرکز بر تحلیل با رویکرد ایستا پرداخته شده و فرآیند پویایی همکاری لحاظ نشده است. در فرآیند همکاری فی مابین، انتخاب استراتژی ذی‌نفعان، غیر قابل تغییر

و ایستا نبوده بلکه آن‌ها با مشاهده و مقایسه پیامدهای خود با دیگران، استراتژی‌های خود را در فرآیندی پویا انتخاب می‌کنند. از این‌رو، مطالعه این موارد که بر تعامل سازنده بین شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها اثرگذار است، ضروری می‌باشد. با توجه به ضرورت و اهمیت تحقیق، مقاله حاضر در صدد است تا تعاملات چند جانبه در اکوسیستم نوآوری سبز را با در نظر گرفتن ۱) فشار ذی‌نفعان، ۲) استراتژی‌های پیاده‌سازی نوآوری فن‌آورانه سبز، ۳) سازوکارهای تامین مالی استارت‌آپ‌ها، ۴) پویایی‌های زنجیره نوآوری فن‌آورانه سبز و ۵) سازوکارهای همکاری بین شرکت‌ها و استارت‌آپ‌ها مورد بررسی قرار دهد. برای دست‌یابی به این هدف، برخی از سوالاتی که در مطالعات قبلی مورد توجه قرار نگرفته‌اند را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱. چالش‌های مهم پیش‌روی شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها در فرآیند همکاری مشترک کدامند؟

۲. حلقه‌های بازخوردی مهم که بیان گر چالش‌های همکاری مشترک بین ذینفعان زیست‌بوم نوآوری سبز است، کدامند؟

۳. تأثیر فشار ذی‌نفعان بر رفتار بلندمدت شرکت‌های فن‌آورو در نهایت بر تکامل سیستم چیست؟

۴. تأثیر عملکرد زیست محیطی شرکت‌های فن‌آور بر رفتار بلندمدت و رویکرد خرید مصرف-کنندگان چگونه است؟

۵. مداخله دولت چه تأثیری بر رفتار بلندمدت شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها دارد؟

۶. تأثیر حلقه‌های بازخورد منفی و مثبت بر رفتار شرکت‌های فن‌آور، استارت‌آپ‌ها و شتاب‌دهنده‌ها چیست؟

این مقاله تلاش دارد، با تاکید بر مباحث پایداری از جمله نوآوری فن‌آورانه سبز به عنوان یک مزیت رقابتی مهم، روند تکاملی تصمیمات مبنی بر رفتار نوآوری شرکت‌های فن‌آور را با در نظر گرفتن نقش سایر ذی‌نفعان (استارت‌آپ‌ها، شتاب‌دهنده‌ها، دولت و ...) با رویکردی پویا مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. جهت رسیدن به این هدف، چالش‌های مختلف احصاء و بر این اساس، تعاملات میان شرکت‌های فن‌آور و دیگر ذی‌نفعان در قالب زیرسیستم‌های فعل مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. برای هر زیرسیستم فرضیه پویا مبنی بر واقعیات موجود و پیشینه نظری طراحی می‌شود. از این‌رو، برای هر مسئله به فراخور شکاف‌های تحقیقاتی، سوالات پژوهشی مطرح و با رویکرد پویایی‌های سیستم تحلیل می‌شود. هم‌چنین بینش‌های مدیریتی در جهت کمک به ذی‌نفعان اکوسیستم نوآوری پایدار، جهت تصمیم‌گیری بهتر استخراج خواهد شد. نوآوری‌های اصلی مسائل در نظر گرفته شده در این رساله به شرح ذیل می‌باشد:

(۱) تحلیل رفتار نوآوری سبز و عملکرد زیست محیطی شرکت‌های فن‌آور تحت تاثیر سیاست‌های ذی‌نفعان (مشتریان و دولت).

(۲) بررسی استراتژی‌های پیاده‌سازی نوآوری فن‌آورانه سبز با تمرکز بر سطح بلوغ و سطح نوآوری استارت‌آپ‌های سبز و نیز شدت رقابت شرکت‌های فن‌آور تحت مداخله دولت.

(۳) بررسی و تحلیل سازوکارهای تامین مالی استارت‌آپ‌ها با در نظر گرفتن تعهد اخلاقی و رفتارهای فرصت‌طلبانه آن‌ها.

(۴) تحلیل پویایی‌های زنجیره‌ی نوآوری سبز شامل شرکت‌های فن‌آور، استارت‌آپ‌ها و شتاب‌دهنده‌ها.

در ادامه و در بخش دوم، مرور ادبیات ارائه می‌گردد. در بخش سوم مفهوم سازی و تعریف مسئله در قالب سه زیرسیستم بیان می‌شود. درنهایت در بخش چهارم نتایج و پیشنهادات ارائه شده است.

۲- مرور ادبیات موضوع

در این بخش ادبیات تحقیق در حوزه‌های مربوطه مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحقیقات پیشین به‌گونه‌ای مورد مطالعه و ارزیابی قرار می‌گیرند که در نهایت بتوان شکاف‌های تحقیق را مبتنی بر اهداف و سوالات تحقیق استخراج نمود.

۲-۱- نوآوری فن‌آورانه سبز تحت فشار ذینفعان

نوآوری فن‌آوری سبز یکی از عوامل حیاتی در دست‌یابی به توسعه پایدار است [۶-۸]. فشار ذینفعان (دولت، مصرف‌کنندگان و ...)، شرکت‌های فن‌آور ابر آن داشته تا برای کسب مزیت‌های رقابتی و افزایش سهم بازار در راستای اجرای نوآوری فن‌آورانه سبز تلاش نمایند [۸]. علاوه بر افزایش اثربخشی تولید، شرکت‌های فن‌آور می‌توانند عملکرد زیست محیطی خود را با استفاده از نوآوری فن‌آورانه سبز بهبود بخشنده [۹] و در نهایت اعتبار خود را افزایش داده و از خود تصویری سبز ایجاد کنند [۱۰].

نوآوری فن‌آورانه سبز به دو مولفه‌ی اصلی تحت عنوان نوآوری فرآیند سبز^۱ و نوآوری محصول سبز^۲ طبقه‌بندی می‌شود [۱۰]. نوآوری محصول سبز به عنوان طراحی محصولات جدید که نه تنها برای سلامت مصرف‌کنندگان مفید است، بلکه به آن‌ها اجازه می‌دهد تا در مصرف انرژی صرفه‌جویی و از محیط زیست محافظت کنند، تعریف می‌شود [۱۱]. در نوآوری فرآیند سبز، شرکت‌ها تلاش می‌کنند تا به طور موثر انتشار مواد خطرناک را در فرآیند تولید کاهش داده و بازیافت و استفاده

^۱Green Process Innovation

^۲Green Product Innovation

مجدد از ضایعات را امکان‌پذیر کنند. آن‌ها با ارائه راه حل‌های نوآورانه در فرآیند تولید، مصرف مواد خام، انرژی و منابع را کاهش می‌دهند [۱۲].

سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز شامل ذینفعان مختلفی است که هر کدام سهم خاصی در استقرار آن دارند. عوامل متعددی از جمله مقررات تنظیم‌گری دولت، مقررات مبتنی بر بازار و آشفتگی بازار، شرکت‌ها را به سمت نوآوری سبز ترغیب می‌کنند [۱۳، ۱۴، ۱۵]. سانوژانگ [۱۶]، نقش مقررات دولتی را در جلوگیری از «شستشوی سبز» در میان شرکت‌های تولیدی چینی بررسی کردند. ژانگ و وی [۱۷، ۱۸]، نقش کنترلی دولت و تأثیر آن بر رفتار نوآوری سبز شرکت‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. وانگلی [۱۹]، تکامل سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز را تحت تأثیر انتخاب استراتژی‌های مختلف بازیکنان ارزیابی کرد، جاییکه دولت از تنظیم بازار برای نوآوری فن‌آورانه سبز استفاده می‌کند. ژانگزو [۲۰]، ژانگلیانگ [۱۱] و کیوهو [۱۴]، اثرات فشار سهامداران بر نوآوری فرآیند سبز و نوآوری محصول سبز را بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که فشارهای مصرف‌کننده نسبت به فشارهای دولت، تأثیر مثبت معنادارتری بر نوآوری محصول سبز دارد. آن‌ها هم‌چنین، گزارش دادند که تأثیر مثبت فشار دولت بر نوآوری فرآیند سبز بیشتر از فشار مصرف‌کننده‌است. این به این دلیل است که مصرف‌کنندگان نمی‌توانند روند تولید را مشاهده و نظارت کنند. ویژگی‌های محصول به راحتی توسط مصروف‌کنندگان قابل مشاهده و ارزیابی است، درحالی که ویژگی‌های فرآیند تولید تا حد زیادی قابل مشاهده و ارزیابی نیستند. ویژگی‌های محصول بر تمايل مصرف‌کنندگان برای خرید سریع و مستقیم تأثیر می‌گذارد. در حالی که، اثرات فرآیند تولید، غیرمستقیم و بلندمدت است [۱۹]. بنابراین، افزایش تمايل مصرف‌کننده به پرداخت بیشتر برای محصولی با ویژگی‌های سبز باعث می‌شود، شرکت‌ها به سمت نوآوری محصول سبز حرکت کنند [۲۰]. ازسوی دیگر، دولتی استفاده از ساز و کارهای نظارتی می‌تواند بر نوآوری فرآیند سبز تمرکز کرده و شرکت‌های فن‌آور را به نوآوری سبز در فرآیند تولید تحریک نماید [۱۲]. به چند دلیل، از جمله مقررات زیست محیطی، هزینه و ریسک بالای نوآوری فرآیند سبز، شرکت‌های فن‌آور با این چالش مواجه می‌شوند که آیا فقط روی نوآوری محصول سبز تمرکز کنند یا به طور هم‌زمان، نوآوری فرآیند سبز را نیز در دستور کار قرار دهند؟ اگر شرکت‌های فن‌آور بر اجرای هر دو مولفه‌ی نوآوری فن‌آورانه سبز تمرکز کنند، قیمت نهایی محصول افزایش یافته و تأثیر نامطلوبی بر تمايل مصرف‌کنندگان به خرید خواهد داشت [۲۱، ۲۲]. درنتیجه، نوآوری فرآیند سبز انتخاب مطلوبی برای شرکت‌ها نخواهد بود. این پدیده در قالب یک حلقه بازخورده منفی (تعادلی) قابل مشاهده است. در این میان، دولت می‌تواند شرکت‌ها را از طریق یارانه نوآوری سبز و معافیت‌های مالیاتی به نوآوری فرآیند سبز تشویق کند [۱۲، ۲۳، ۲۴].

با سرمایه‌گذاری در نوآوری فرآیند سبز، شرکت‌های فن‌آور می‌توانند عملکرد زیستمحیطی خود را بهبود داده و در عین حال، با ارائه تصویری سبز از خود، آگاهی زیستمحیطی مصرف‌کننده را افزایش دهند [۲۵]. هرچه مصرف‌کنندگان نسبت به تبعات مثبت اثرات زیستمحیطی آگاه‌تر شوند در نتیجه ترجیح مصرف سبز برای آن‌ها واضح‌تر شده و بر تمايل آن‌ها به پرداخت تأثیر مثبت می‌گذارد [۲۶]. رحمان و همکاران [۲۷]، وسینگ و همکاران [۲۸]، رابطه بین عملکرد محیطی و نوآوری سبز را در شرکت‌های تولیدی بررسی کردند. محققین نشان دادند که نوآوری سبز تأثیر مثبتی بر عملکرد زیست محیطی شرکت دارد. وانگ و همکاران [۲۹]، تأثیر تنظیم بازار بر عملکرد اقتصادی و زیست محیطی شرکت‌های تولیدی را از نقطه نظر نوآوری فن‌آورانه سبز تحلیل کردند. هدف آن‌ها تعیین چگونگی تغییر عملکرد زیست محیطی و اقتصادی شرکت‌ها با توجه به استراتژی‌های مختلف تنظیم بازار توسط دولت بود. کراوس و همکاران [۳۰]، رابطه بین مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها و عملکرد زیست محیطی را با درنظر گرفتن نقش واسطه‌ای نوآوری سبز مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش دادند که نوآوری سبز، به عنوان یک متغیر واسطه، عملکرد زیست محیطی را بهبود می‌بخشد. زامیر و همکاران [۳۱]، اثر نوآوری فرآیند سبز را بر عملکرد محیطی، تجزیه و تحلیل کردند. اگرچه افزایش قیمت محصولات سبز بر تمايل مصرف‌کنندگان به پرداخت، تأثیر منفی می‌گذارد، شرکت‌ها می‌توانند بر انتخاب مصرف‌کنندگان تأثیر بگذارند و با بهبود تصویر سبز وفاداری به برنده خود را ارتقا دهند [۲۱]. ژی و همکاران [۲۶]، تأثیر سیاست‌های تشویقی دولت بر نوآوری فرآیند سبز و تصویر سبز شرکت‌ها را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مشوق‌های مالی دولت، شرکت‌ها را به نوآوری فرآیند سبز تشویق می‌کند و تصویر سبز شرکت را بهبود می‌بخشد.

۲-۲- استراتژی‌های پیاده‌سازی نوآوری فن‌آورانه سبز

نوآوری فن‌آورانه سبز، سیستمی متشکل از چندین عامل از جمله شرکت‌ها، دولت‌ها و موسسات علمی و تحقیقاتی و نیز مشتریان است، که هر کدام نقش و وظایف خاصی در اجرای آن دارند [۳۲]. از سوی دیگر، تفاوت در سطح علائق و استراتژی‌های هر کدام از بازیکنان و نیز عدم تقارن اطلاعات، باعث شده تا تمايل شرکت‌ها برای پیاده‌سازی سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز به عنوان چالشی بزرگ مطرح باشد [۲۹, ۳۳, ۳۴].

با توجه به توسعه فضای کسب و کار و ورود محصولات فن‌آورانه مبتنی بر نوآوری، انتخاب استراتژی مناسب برای پیاده‌سازی سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز از اهمیت بالایی برخوردار است. سال‌ها پیش، شرکت‌ها برای ایجاد محصولات نوآورانه با تکیه بر منابع خود سرمایه‌گذاری زیادی می‌کردند. در حال حاضر، نوآوری در شرکت‌ها در حال تغییر اساسی است. تغییر پارادایم نوآوری بسته به نوآوری باز [۳۵]. در منطق نوآوری بسته شرکت‌ها بر تحقیق و توسعه مستقل تمرکز دارند.

در مقابل، الگوی نوآوری باز فرض می‌کند که بنگاه‌ها می‌توانند و باید از دانش خارجی و همچنین ایده‌های داخلی استفاده کنند [۳۶].

محیط رقابتی پویا و ضرورت دست‌یابی به فن‌آوری‌های جدید، باعث شده تا شرکت‌ها برای خلق نوآوری از استراتژی‌های مختلفی استفاده نمایند [۱۱]. اجرای سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز تحت تاثیر فاکتورهای مختلف دارای ریسک و هزینه زیاد است [۱۲,۱۳,۳۷]. از سوی دیگر، بنا به فشارهای ذینفعان (دولتها، مصرف‌کنندگان) و نیز تغییر نگرش مدیران، تلاش برای اجرای سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز، افزایش یافته است [۳۸,۳۹]. بنابراین، انتخاب استراتژی بهینه و پیاده‌سازی آن در فضای رقابتی، مورد توجه تصمیم‌گیران قرار دارد. شرکت‌ها برای اینکار، دو استراتژی پیش روی خود دارند. استفاده از نوآوری اکولوژیکی بسته و نوآوری اکولوژیکی باز. در استراتژی اول، شرکت‌ها با استفاده از تحقیق و توسعه داخلی مستقل، برای پیاده‌سازی سیستم GTI اقدام می‌کنند. در استراتژی دوم از دانش خارجی^۱ استفاده کرده و با استارت‌آپ‌های سبز در راستای اجرای سیستم GTI همکاری می‌کنند. انعطاف پذیری بالاتر، چاکری و واکنش سریع‌تر نسبت به تغییرات بازار از مزایای استراتژی دوم نسبت به استراتژی اول است. اما در طرف مقابل، طولانی‌تر شدن بازگشت سرمایه و ریسک عدم موفقیت از معاوی استراتژی دوم بشمار می‌رود [۴۰,۴۱]. از سوی دیگر، برخی از ویژگی‌های استارت‌آپ‌های سبز مانند سطح بلوغ و سطح نوآوری سبز آن‌ها موجب افزایش ریسک سرمایه‌گذاری و کاهش تمایل شرکت‌ها برای همکاری با آن‌هاست [۴۲]. تاکنون مطالعات کمی بر رفتار پویای شرکت‌ها در خصوص اتخاذ استراتژی‌های نوآورانه تمرکز داشته‌اند. برخی از آنها رفتار بلندمدت شرکت‌ها را بدون در نظر گرفتن ابعاد پایداری بر پایه استراتژی‌های نوآوری باز و بسته تحت تاثیر فاکتورهای رقابتی پویا [۴۳] و سطح نوآوری شامل نوآوری رادیکال و تدریجی بررسی کرده‌اند [۱۷].

۲-۳- مکانیزم‌های تامین مالی استارت‌آپ‌ها

امروزه، شرکت‌های فن‌آور مستقر باید برای دست‌یابی به اهداف توسعه پایدار و حفظ وضعیت عملی در یک محیط رقابتی پویا، نوآوری فن‌آوری سبز (GTI) را اجرا کنند [۴۴]. با توجه به نیاز به GTI و توسعه قابلیت‌های پویا در شرکت‌های فعال فن‌آور، اتخاذ استراتژی‌های بهینه برای پیاده‌سازی سیستم GTI بسیار مهم است [۴۵]. برای انجام اینکار، شرکت‌های فن‌آور مستقر که به دنبال حفظ مزیت رقابتی و دسترسی به بازارهای جدید هستند، علاوه بر توسعه قابلیت‌های تحقیق و توسعه داخلی (نوآوری بسته) از منابع مخرب نوآورانه مانند استارت‌آپ‌ها (نوآوری باز) نیز می‌توانند سود ببرند [۴۶,۴۷].

^۱External Knowledge

همکاری بین شرکت‌های فن‌آور و کسب و کارهای نوپا پیچیده است [۴۸]. جنبه‌های مختلفی از همکاری بین شرکت‌های مستقر و استارت‌آپ‌ها توسط محققان مورد مطالعه قرار گرفته است [۴۹]. از زوایای مختلفی می‌توان به این موضوع نگاه کرد. اولین و مهم‌ترین نکته این‌که، اگر شکل‌گیری رابطه همکاری بین شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها مبتنی بر اصول پایداری باشد، کدامیک از آن‌ها مایل به برآورده کردن الزامات پایداری هستند؟ آیا پایداری برای هر دو طرف مهم است یا فقط برای یکی؟ این نقطه می‌تواند منشأ چالش‌های گوناگونی باشد [۵۰]. برای مثال، همکاری با شرکت‌های فن‌آور چگونه می‌تواند به گسترش استارت‌آپ‌های پایدارگرا کمک کند؟ آن‌ها باید بر چه چالش‌هایی غلبه کنند؟ از سوی دیگر، شرکت‌های فن‌آور که نیاز به پیاده‌سازی GTI دارند، چگونه می‌توانند اینکار را با هزینه و ریسک کم انجام دهند؟ آیا این چیزی است که استارت‌آپ‌ها می‌توانند در آن کمک کنند؟ شرکت‌های فن‌آور برای پیاده‌سازی GTI از طریق همکاری با استارت‌آپ‌ها با چالش‌های مهمی مواجه هستند [۵۱]. یکی از این مسائل تعهد استارت‌آپ به اهداف شرکت فن‌آور و سطح تلاش‌های سبز نوآورانه‌ی در طول مشارکت است [۵۲]. با توجه به این‌که تلاش‌های سبز نوآورانه استارت‌آپ‌ها در طول همکاری قابل مشاهده نیست، انتخاب ساز و کار تأمین مالی بهینه آن‌ها برای شرکت‌های فن‌آور در طول همکاری و نظارت بسیار مهم است.

عواملی همچون، سطح نوآوری سبز [۵۳]، تلاش سبز نوآورانه [۵۴] و نیز اعتبار استارت‌آپ [۴۹,۵۶] همگی در موقیت همکاری نقش دارند. با افزایش احتمال موفقیت در همکاری، تمایل شرکت فن‌آور برای سرمایه‌گذاری در استارت‌آپ‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مشترک نیز افزایش می‌یابد. از آن‌جا که، سطح تلاش سبز نوآورانه استارت‌آپ برای شرکت فن‌آور در طول همکاری قابل مشاهده نیست، احتمال رفتارهای فرصت‌طلبانه توسط استارت‌آپ وجود دارد که در نهایت منجر به شکست GTI و زیان شرکت‌های فن‌آور می‌شود. برای تحلیل این پدیده می‌توان از یک حلقه بازخورد تعادلی یا کنترلی استفاده کرد. از سوی دیگر، یک استارت‌آپ می‌تواند با افزایش تلاش‌های سبز نوآورانه خود ضمن دست‌یابی به اهداف شرکت فن‌آور، اعتبار و شهرت خود را افزایش داده و با درنظر گرفتن افق بلندمدت، زمینه رشد خود را فراهم کند. این پدیده را می‌توان در قالب یک حلقه بازخورد مثبت یا تقویت کننده تحلیل کرد. با توجه به مباحث مطروحة در حوزه ادبیات تحقیق، برخی از مهم‌ترین تحقیقات انجام شده که حوزه اشتراک قابل توجهی با رساله حاضر دارند در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ خلاصه برخی از تحقیقات مهم در حوزه تحقیق رساله حاضر

پژوهش	سال	اهداف	روش تحقیق	نوآوری‌های اصلی
ژانگ و سان [۴۳]	۲۰۱۹	بررسی تکاملی تصمیمات مبتنی بر رفتار نوآوری شرکت‌های با فناوری پیشرفته با تأکید بر مولفه‌های رقابتی پویا	نظریه بازی و پویایی‌های سیستم	بکارگیری رویکرد ترکیبی بازی تکاملی و شبیه سازی عامل پایه با تأکید بر شدت رقابتین شرکت‌های فن‌آور و زمان ورود آن‌ها به بازار
وانگ و همکاران [۱۳]	۲۰۲۱	تحلیل روند تکاملی سیستم نوآوری فناورانه سبز تحت مقررات تنظیم بازار توسط دولت	بازی تکاملی	رویکرد ترکیبی بازی تکاملی و شبیه سازی با تأکید بر ضرب بیارانه، شدت تنظیم بازار و مزایای برنده تجاری
دانگ و همکاران [۵۷]	۲۰۱۹	تجزیه و تحلیل استراتژی‌های نوآوری سبز برای شرکت‌ها از منظور رقابت سیاسی بین دولتهای محلی تحت دو سناریو.	استکلبرگ و تئوری بهینه سازی	بررسی تاثیر فاکتورهای مهم بر مبنای حالات تصمیم‌گیری مختلف از جمله تسهیم هزینه و تسهیم درآمد بین بازیکنان (دولت های محلی و شرکت‌های فناور) تحت دو سناریو.
ویمین ما و همکاران [۵۸]	۲۰۱۹	بررسی اثرات سیاست حمایتی دولت در قبال انتخاب استراتژی نوآوری سبز تولید کننده	نظریه بازی (بازی ایستا)	تحلیل تاثیر سوبسید و قرارداد همکاری بر سطح بهینه تلاش‌های نوآوری سبز تولید کننده
ژی‌هانگ آی [۵۹]	۲۰۱۹	بررسی انتخاب رفتار نوآوری شرکت، تحت یارانه حمایتی دولت	بازی عالمت دهی	ارائه شاخص رفاه اجتماعی و تحلیل آن تحت سناریوهای مختلف
وانگ و همکاران [۶۰]	۲۰۲۰	تحلیل تاثیر مقررات تنظیم بازار بر عملکرد اقتصادی و زیست محیطی شرکت‌ها تحت دو سناریوی تصمیم متمرکز و غیرمتمرکز	بازی استکلبرگ	تحلیل عملکرد اقتصادی و زیست محیطی شرکت‌ها تحت دو سناریوی تصمیم متمرکز و غیرمتمرکز
چن و همکاران [۶۱]	۲۰۲۱	تجزیه و تحلیل روند تکاملی شرکت‌های رقیب در انتخاب استراتژی نوآورانه	نظریه بازی و پویایی‌های سیستم	توسعه دو مدل بازی تکاملی، اول: بین شرکت‌های رقیب و دوم بین دولت و شرکت‌ها با تأکید بر نوآوری کم کردن

پژوهش	سال	اهداف	نوآوری‌های اصلی	روش تحقیق
دینگ و همکاران [۶۲]	۲۰۱۸	بررسی نقش شرکت‌های دانشبنیان از جمله استارت‌آپ‌ها در رشد اقتصادی چین	بررسی و تحلیل انتخاب استراتژی نوآوری استارت‌آپ‌ها با رویکرد همکارانه و غیر همکارانه	بازی تکاملی
زانگ و تاو [۶۳]	۲۰۱۹	تحلیل سرمایه‌گذاری نوآوری در بین تولیدکنندگان و تامین کنندگان با در نظر گرفتن مکانیزم یارانه‌ای دولت	تحلیل فاکتورهای موثر بر انتخاب استراتژی نوآوری در بین اعضای زنجیره تامین	بازی تکاملی
زانگ و همکاران [۶۴]	۲۰۲۰	بررسی سیاست‌های دولت بر انتخاب استراتژی نوآوری سبز تولیدکننده	تحلیل اثرات مالیات کربن، یارانه، ترجیحات سبز مصرف کننده و قابلیت تولیدکننده بر انتخاب نوآوری رادیکال	بازی تکاملی
زانگ و همکاران [۶۵]	۲۰۲۱	تحلیل مکانیزم‌های انتخاب استراتژیک فن آورانه شرکت‌ها (نوآوری در فناوری و یا تقليد در فناوری)	بررسی تاثیر حمایت از مالکیت معنوی، حق ثبت اختراع، ریسک، ترجیحات قیمت مصرف کننده بر رفتار شرکت‌ها	بازی استکلبرگ و تکاملی
بیتیگنیس و براندر [۶۶]	۲۰۱۹	بررسی مسئله مخاطرات اخلاقی احتمالی از سوی طرفین قرارداد (سرمایه‌گذار و کارآفرین)	بررسی مسئله با دو سرمایه‌گذار و غیر قابل مشاهده بودن سطح تلاش طرفین	بازی ایستا
ورگار و همکاران [۶۷]	۲۰۲۰	بررسی مسئله مخاطرات اخلاقی احتمالی از سوی طرفین قرارداد (سرمایه‌گذار و کارآفرین)	بررسی تاثیر سطح تلاش‌های غیرقابل مشاهده از سوی دو طرف (بازیکنان) بر میزان سهام اعطا‌یابی کارآفرین به سرمایه‌گذار	بازی ایستا
گاویوس و الیترر [۶۸]	۲۰۰۳	بررسی مسئله مخاطرات اخلاقی احتمالی از سوی یکی از طرفین قرارداد (سرمایه‌گذار و کارآفرین)	بررسی رابطه قراردادی بین کارآفرین و سرمایه‌گذار را با فرض مبهم بودن میزان تلاش کارآفرین برای سرمایه‌گذار	بازی چند دوره‌ای
الیترر و گاویوس [۶۹]	۲۰۱۱	بررسی رابطه بین یک کارآفرین، یک فرشته و یک سرمایه‌گذار خطرپذیر از زمان شروع سرمایه‌گذاری اولیه	در نظر گرفتن مخاطرات اخلاقی بازیکنان و پدیده سواری مجاني	بازی علامت دهی

۴-۲- شکاف‌های تحقیق

با توجه به آخرین اطلاعات محققین در خصوص پژوهش‌های انجام شده در حوزه نوآوری فن‌آورانه سبز با رویکردهای کیفی و کمی می‌توان خلاصه‌ای تحقیقات پیشین را به صورت ذیل بیان نمود.

(۱) شکاف تحقیقاتی اول:

سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز به دو مولفه نوآوری فرآیند سبز و نوآوری محصول سبز تقسیم می‌شود. شرکت‌ها برای پیاده‌سازی سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز، تحت تاثیر فشارهای خارجی از سوی ذی-نفعان (دولت و مصرف‌کننده) ملزم به نوآوری سبز در هر دو مولفه (فرآیند و محصول) هستند. در صورت عدم نظارت کافی از سوی هر کدام از ذینفعان ممکن است، شرکت‌ها گاهما با انجام اقدامات فرصت طلبانه در وظایف خود کوتاهی نمایند. سان و ژانگ [۱۶] به بررسی نقش مقررات دولتی در جلوگیری از پدیدهای به نام "شستشوی سبز"^۷ توسط شرکت‌های چینی با رویکردی تحلیلی پرداختند. آن‌ها هیچ اشاره‌ای به نقش فشارهای دیگر ذی‌نفعان از جمله مصرف‌کننده نهایی در جلوگیری از اقدامات فرصت‌طلبانه شرکت‌ها نداشتند. ژانگ [۶۴] نیز ارتباط بین مقررات زیست-محیطی و نوآوری فن‌آورانه سبز را در شهرهای ساحلی چین بررسی کرد. وی تنها به بررسی تاثیر قوانین دولتی بر اجرای سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز پرداخته و نقش دیگر ذی‌نفعان را لحاظ نکرده است. البته تحقیقاتی هستند که با رویکردهای مدل‌سازی نقش نظارتی همه ذی‌نفعان (دولت و مصرف‌کننده) را بر اجرای نوآوری فن‌آورانه سبز در نظر گرفته باشند [۷۰-۱۴، ۷۲]. در این تحقیقات، رفتار پویای سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز تحت تاثیر متغیرهای مختلف بررسی نشده است. به عبارت دیگر، مقالات موجود، رفتار نوآورانه شرکت‌ها در طول زمان، تحت تاثیر فشارهای ذینفعان به صورت همزمان و تحت سناریوهای مختلف را بررسی نکرده‌اند. سوال مهم این است که، رفتار تکاملی و عملکرد اقتصادی و زیست محیطی شرکت‌های فن‌آور تحت تاثیر فشارهای خارجی بر مولفه‌های دوگانه نوآوری فن‌آورانه سبز (فرآیند و محصول) به چه صورت است؟ آیا شرکت‌ها باید برای بهبود عملکرد اقتصادی و زیست محیطی خود بر هر دو مولفه نوآوری فن‌آورانه سبز تمرکز کنند یا بر یکی از آن‌ها؟ سیاست‌های دیگر بازیگران چه تاثیری بر عملکرد اقتصادی و زیست محیطی شرکت‌ها دارد؟ این سوالات مبنای شکل‌گیری زیرسیستم شماره ۱ می‌باشد.

(۲) شکاف تحقیقاتی دوم:

^۷Greenwashing

بیشتر مقالات مربوط به حوزه استراتژی‌ها و ابزار خلق نوآوری به بررسی و تحلیل رفتار پویای بازیکنان بدون در نظر گرفتن ابعاد پایداری پرداخته‌اند. به عنوان مثال برخی از مقالات رفتار پویای شرکت‌ها را با تاکید بر استراتژی‌های نوآوری باز و بسته بررسی کرده‌اند [۴۳]. برخی دیگر، رفتار شرکت‌ها را تحت تاثیر استراتژی‌های نوآوری همکارانه و غیرهمکارانه با دیگر شرکت‌ها بررسی کرده‌اند [۶۵, ۷۳]. در برخی از مقالات نیز نقش مداخله‌ای دولت در یک ساختار پویا لحاظ نشده است. بنابراین، پس از یک بررسی جامع، می‌توان دریافت که مقالات موجود بر استراتژی‌ها و ابزار نوآوری فن‌آورانه بدون در نظر گرفتن ابعاد پایداری (نوآوری سبز) و فاکتورهای خارجی موثر بر تکامل سیستم تمرکز داشته‌اند. به عبارت دیگر، هر یک از استراتژی‌ها و ابزار پیاده‌سازی سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز دارای ویژگی‌های خاصی هستند، که بر تمايل شرکت‌ها برای اتخاذ آن‌ها تاثیرگذار است. به عنوان مثال، ویژگی‌های استراتژی نوآوری اکولوژیکی باز (همکاری با استارت‌آپ‌های سبز) از جمله سطح بلوغ و سطح نوآوری استارت‌آپ‌های سبز چطور بر رفتار نوآورانه شرکت‌ها در طول زمان اثر گذار است؟ یا سیاست‌های دولت در قالب استراتژی‌های مداخله ایستا و پویا چه تاثیری بر زمان تکامل سیستم دارد؟ پاسخ به این سوالات، ادبیات مربوط به استراتژی‌های پیاده‌سازی سیستم نوآوری فن‌آورانه سبز را غنی‌تر کرده و مبنای شکل گیری زیرسیستم شماره (۲) می‌باشد.

(۳) شکاف تحقیقاتی سوم:

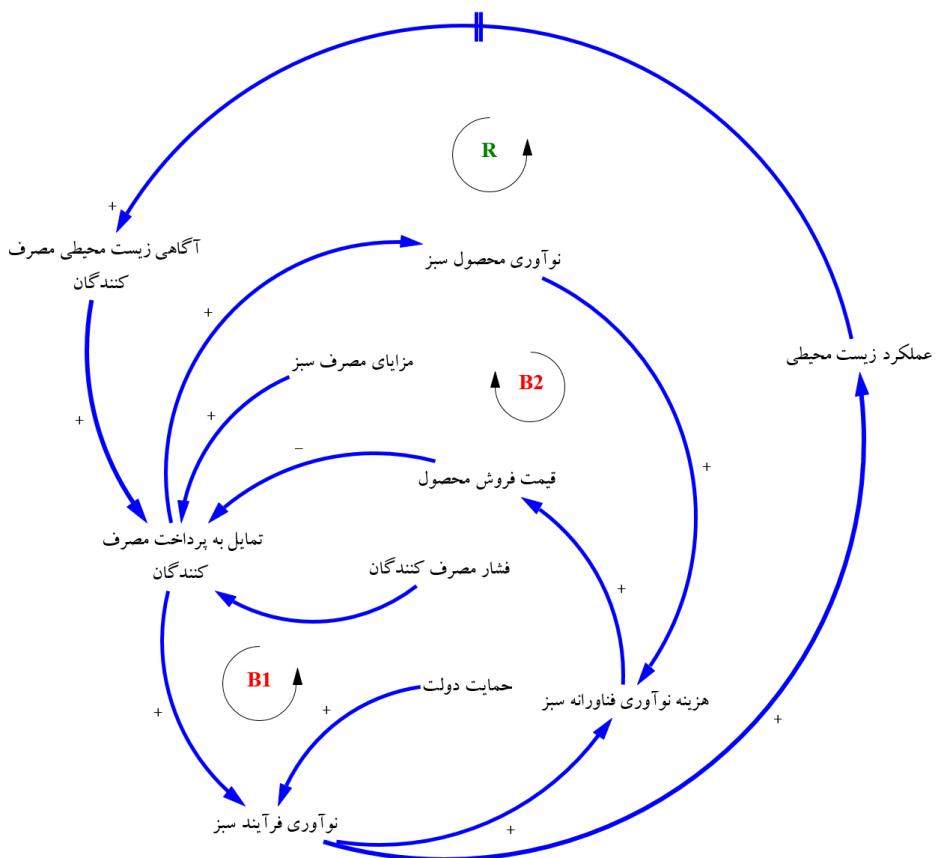
ادبیات حوزه تامین مالی استارت‌آپ‌ها و سرمایه‌گذاری در آن‌ها، به بررسی مسئله با رویکرد مدل‌سازی ایستاده است، و در قالب مدل‌سازی یک دوره‌ای و چند دوره‌ای تعاملات بین سرمایه‌گذار و کارآفرین (استارت‌آپ) را بررسی کرده است. در اکثر مقالات موجود، هدف سرمایه‌گذار بازگشت سریع سرمایه و سودآوری اقتصادی و هدف کارآفرین نیز رشد و بقا استارت‌آپ‌ها در بازار رقابتی لحاظ شده است. همان‌طور که در فصل دوم بیان شد، تفاوت در ساختار قدرت بین شرکت‌های بزرگ و استارت‌آپ‌ها و ایجاد وابستگی احتمالی، باعث بروز اقدامات فرست طلبانه از سوی طرفین همکاری می‌شود. از سوی دیگر، در تحقیقات موجود در حوزه تامین مالی استارت‌آپ‌ها، تمرکز محققین بر ابعاد پایداری نبوده است. بنابراین، اگر شرکت‌ها به دنبال پیاده‌سازی سیستم نوآوری فناورانه سبز باشند، اتخاذ استراتژی مناسب برای سرمایه‌گذاری در استارت‌آپ‌ها خیلی مهم است. از طرف دیگر، رفتار تکاملی شرکت تحت تاثیر استراتژی دیگر بازیکنان (دولت به عنوان تسهیل‌گر و استارت‌آپ به عنوان همکار) متفاوت خواهد بود. استراتژی‌های شرکت شامل سرمایه‌گذاری یکجا و سرمایه‌گذاری چند مرحله‌ای می‌باشد. به طوری که، در سرمایه‌گذاری یکجا، موفقیت یا شکست همکاری فی ما بین، در یک نقطه زمانی ثابت مشخص می‌شود. اما در استراتژی سرمایه‌گذاری چند مرحله‌ای، موفقیت یا شکست این همکاری تحت تاثیر میزان تلاش نوآوری سبز استارت‌آپ‌ها می‌باشد. سوال مهم این است که، رفتار

بلندمدت شرکت‌های فن‌آور تحت تاثیر سیاست‌های مختلف شرکت‌های استارت‌آپ‌ها چطور تغییر می‌کند؟ عملکرد اقتصادی و زیست محیطی شرکت تحت تاثیر استراتژی‌های سرمایه‌گذاری در استارت‌آپ‌ها (یکجا و مرحله‌ای) در طول زمان چطور تغییر می‌کند؟ این سوالات مبنای شکل‌گیری زیرسیستم شماره ۳ می‌باشد. که در بخش مربوطه به تفصیل تشریح می‌گردد.

۳- مفهوم‌سازی

انتخاب استراتژی نوآوری سبز تحت فشار ذی‌نفعان به عنوان چالشی جدی برای شرکت‌های فن‌آور مطرح است. از این‌رو، شرکت‌ها باید استراتژی‌های خود را براساس رفتار ذینفعان پس از مقایسه مداوم پیامدهای خود تنظیم کنند. از سوی دیگر، باید توجه داشت که انتخاب‌های مختلف علاوه بر تغییر تمایل مصرف‌کنندگان به پرداخت، منجر به ساز و کارهای تخصیص منابع مختلف می‌شود [۴۳]. از این‌رو، انتخاب استراتژی مناسب می‌تواند اثرات مثبتی بر وضعیت یک شرکت در بازار رقابتی داشته باشد. مداخله دولت به عنوان یک عامل مهم در هنگام اتخاذ استراتژی، بر رفتار شرکت‌ها اثرگذار است [۷۴]. بنابراین، این شرایط را می‌توان به عنوان یک ساختار نظریه بازی در نظر گرفت.

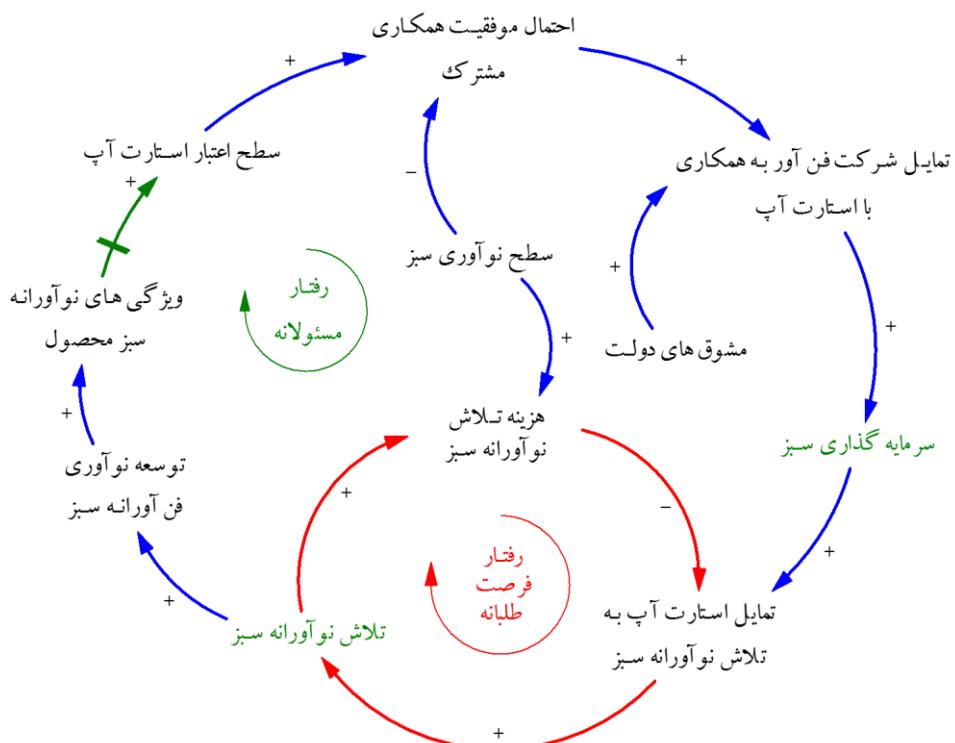
نوآوری فرآیند سبز با افزایش هزینه‌های پیاده‌سازی نوآوری فن‌آورانه سبز می‌تواند منجر به افزایش قیمت محصول نهایی شده و بر تمایل خرید مصرف کننده و درنتیجه تصمیم شرکت‌های فن‌آور برای اتخاذ همزمان هر دو مؤلفه GTI تأثیر منفی بگذارد، (حلقه بازخوردی کنترلی B2 بهبینید). با این حال، برای غلبه بر این مشکل، شرکتهای فن‌آور می‌توانند از طریق نوآوری فرآیند سبز، عملکرد زیست محیطی خود را بهبود دهند. درنتیجه، با ایجاد یک تصویر سبز، ضمن افزایش آگاهی زیست محیطی مصرف‌کنندگان، تمایل به پرداخت آن‌ها افزایش خواهد یافت، (حلقه بازخوردی افزاینده R را بهبینید). هم‌چنین، دولت می‌تواند نقش تسهیل‌گری خود را با حمایت از شرکت‌ها برای اجرای نوآوری فرآیند سبز ایفا کند. نمودار حلقه علی (CLD) در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۲: ساختار بازخوردی نوآوری فناورانه سبز تحت فشار ذینفعان (زیرسیستم شماره ۱)

شرکت‌های فناور، GTI را از طریق استارت‌آپ‌ها پیاده‌سازی می‌کنند. استارت‌آپ‌ها به دلیل ماهیت ذاتی خود می‌توانند با معرفی نوآوری‌های رادیکال به توسعه مزیت‌های رقابتی شرکت‌های فناور کمک کنند. در طول این همکاری، تعامل بین استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های فناور می‌تواند در قالب دو حلقه بازخوردی شکل بگیرد. احتمال موفقیت همکاری تحت تاثیر اعتبار استارت‌آپ‌ها و سطح نوآوری سبز آن‌ها متغیر است. با افزایش احتمال موفقیت همکاری، تمایل شرکت‌های فناور برای همکاری با استارت‌آپ‌ها نیز افزایش می‌یابد. هرچه شرکت‌های فناور تمایل بیشتری به همکاری با استارت‌آپ‌ها داشته باشند، سرمایه‌گذاری سبز بیشتر خواهد بود. به‌طوری‌که بر تمایل استارت‌آپ‌ها به تلاش نوآورانه سبز اثر مثبت دارد. «تلاش‌های نوآورانه سبز» به سطح سازگاری اقدامات استارت‌آپ‌ها با اهداف GTI شرکت‌های فناور اشاره دارد. پس از انعقاد قرارداد، استارت‌آپ دو راه

پیشرو دارد؛ اول، تلاش برای رسیدن به اهداف پایداری شرکت فن‌آور (افق بلند مدت) و دوم، انجام رفتار فرصت طلبانه (افق کوتاه مدت). اگر بنیان گذاران استارت‌آپ افق کوتاه مدتی را اتخاذ کنند و برای برآورده کردن الرامات شرکت فن‌آور تلاش نکنند، همکاری پایان می‌یابد و جریمه می‌شوند (حلقه تعادلی). استارت‌آپ‌ها می‌توانند با افزایش تلاش‌های سبز نوآورانه خود، توسعه GTI را ارتقا دهند. به طوری‌که، افزایش توسعه GTI منجر به بهبود ویژگی‌های آن خواهد شد. ویژگی‌های اشاره به بهبود نوآوری فرآیند و محصول سبز دارد. به عنوان مثال، قابلیت صرفه‌جویی در انرژی، کاهش انتشار کربن، قابلیت بازیافت و غیره. به این ترتیب استارت‌آپ‌ها می‌توانند با ارتقای سطح اعتبار و شهرت (حلقه تقویتی) روند رشد خود را در درازمدت تسهیل کنند. این زیر سیستم از یک رویکرد پویا برای تحلیل رفتار بلندمدت شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها با درنظر گرفتن حلقه‌های بازخورد ذکرشده استفاده می‌کند. نمودار علت و معلولی در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۳: ساختار بازخوردی مکانیزم تامین مالی استارت‌آپ‌ها (زیر سیستم شماره ۲)

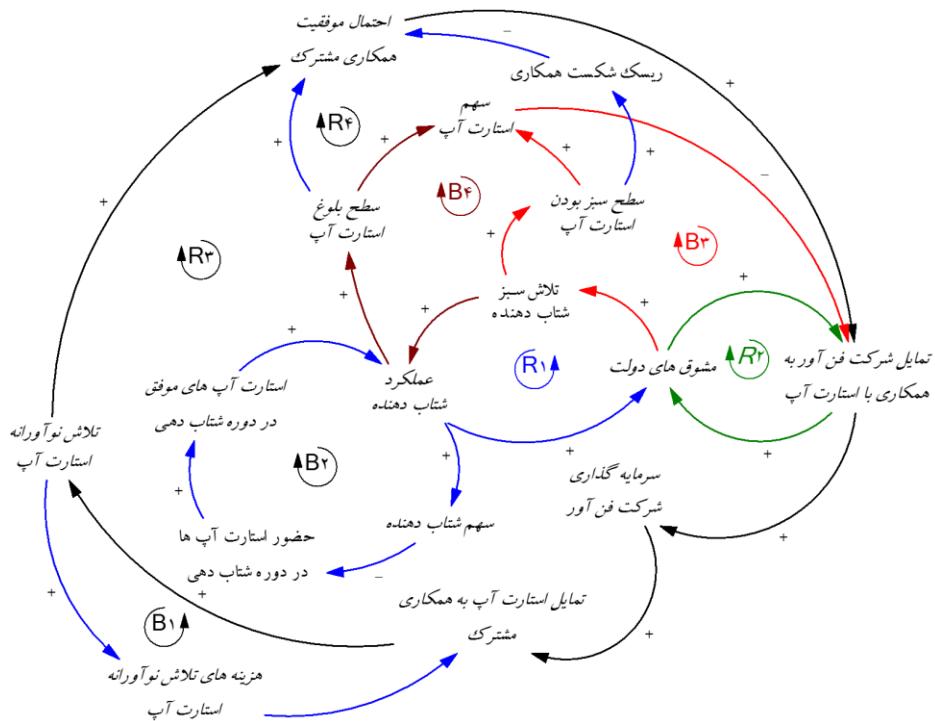
در فضای رقابتی پویا، ضرورت پیاده‌سازی نوآوری فن آورانه سبز به عنوان یکی از عوامل مهم توسعه پایدار انکارناپذیر است [۷۵]. با توجه به حضور بازیکنان و عناصر فعال در زنجیره نوآوری سبز، شرکت‌های فن آور در راستای کسب مزایای رقابتی و سهم بازار و نیز تحت فشار ذینفعان، نوآوری فن آورانه سبز را مورد توجه قرار داده‌اند [۷۶-۷۸]. آن‌ها می‌توانند از طریق نوآوری سبز، علاوه بر افزایش اثربخشی تولید، موجب بهبود عملکرد زیست محیطی و در نهایت ایجاد اعتبار و تصویر سبز شرکت گردد [۱۰].

زنجیره نوآوری سبز شامل سازمان‌های دولتی و غیر دولتی، شرکت‌های فن آور، مراکز رشد، شتابدهنده‌ها و منابع نوآورانه خارجی همچون استارت‌آپ‌ها می‌باشد [۷۹,۸۰]. شرکت‌های فن آور به عنوان سرمایه‌گذار، بسته به نوع صنعت و فاکتورهای رقابتی پویا (شدت رقابت، زمان ورود به بازار) ممکن است با استارت‌آپ‌های بالغ یا نابالغ همکاری کنند [۸۱]. منظور از استارت‌آپ‌های بالغ، استارت‌آپ‌هایی هستند که مراحل رشد خود را در شتابدهنده‌ها و یا مراکز رشد طی کرده و به بلوغ رسیده‌اند [۸۲]. در صورتی که در برنامه‌های شتابدهی شرکت نکرده باشند، از سطح بلوغ مناسبی برخوردار نبوده و اعتبار کافی برای همکاری با شرکت‌ها را ندارند. در این صورت، اگر شرکت‌های فن آور با استارت‌آپ‌های بالغ همکاری کنند هزینه‌های مربوط به شناسایی، غربال‌گری و مری‌گری ندارند و هزینه ریسک شکست استارت‌آپ‌ها در طی همکاری کاهش می‌یابد. اما از سوی دیگر، هزینه‌های بکارگیری استارت‌آپ‌ها (خرید استارت‌آپ، سهام درخواستی استارت‌آپ در طول همکاری و ...) افزایش می‌یابد [۸۳]. اگر شرکت‌های فن آور با استارت‌آپ‌های نابالغ همکاری کنند، هزینه ریسک شکست افزایش یافته و هزینه‌های کنترل و نظارت بر عملکرد استارت‌آپ نیز افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، شرکت برای رشد استارت‌آپ و افزایش قابلیت اعتماد آن باید هزینه کند. همچنین، هزینه‌های بکارگیری استارت‌آپ‌ها (خرید استارت‌آپ، سهام درخواستی استارت‌آپ در طول همکاری و ...) کاهش می‌یابد. استارت‌آپ‌ها نیز برای همکاری با شرکت‌های فن آور دو استراتژی دارند. اول، همکاری با شرکت‌های فن آور پس از گذراندن دوره رشد از طریق حضور در برنامه‌ی شتابدهنده و دوم، همکاری مستقیم با شرکت‌ها بدون گذراندن دوره شتابدهنده. در استراتژی اول، استارت‌آپ‌ها بخشی از سهام خود را در ازای هزینه‌های شتابدهنده در طی برنامه شتابدهی در اختیار وی می‌گذارند [۸۳]. شتابدهنده‌ها به عنوان یکی از اعضای زنجیره نوآوری، ابزاری محبوب برای ترویج توسعه همکاری بین شرکت‌های فن آور (سرمایه‌گذار) و استارت‌آپ‌ها می‌باشند [۸۴,۸۵]. شتابدهنده‌ها در قالب واسطه‌های نوآوری پدیده‌ای نسبتاً جدید هستند [۸۶]. شتابدهنده‌ها در افزایش سطح بلوغ و سطح سبز بودن استارت‌آپ‌ها نقش موثری دارند. به طوری که، هر چه سطح تلاش سبز شتابدهنده در فرآیند توسعه و رشد استارت‌آپ‌ها بیشتر باشد تاثیر بسزایی در موفقیت آن‌ها در آینده دارد [۸۷].

بنابراین، شتاب‌دهنده‌ها به عنوان یکی از عناصر بالا دستی در زنجیره نوآوری دارای دو استراتژی می‌باشد. اول، تلاش سبز در جهت بهبود سطح سبز بودن استارت‌آپ و دوم، عدم تلاش سبز. دولت نیز به عنوان حامی اکوسیستم کارآفرینی سبز می‌تواند تسهیل گر پیاده‌سازی GTI باشد^[۴۵]. بنابراین، نحوه اعمال سیاست‌های دولت در طول زنجیره نوآوری بر روند تکاملی سیستم اثرگذار است^[۷۹]. به عبارت دیگر، دولت با ارائه سیاست‌های تشویقی و تنبیه‌ی به شرکت‌های فن‌آور (پایین‌دست زنجیره نوآوری) یا شتاب‌دهنده‌ها (بالا‌دست زنجیره نوآوری) به صورت جداگانه یا توأمان، بر رفتار تکاملی بازیکنان اثر دارد. با توجه به اهداف اعضای زنجیره نوآوری سبز و نیز تعاملات بین آن‌ها، تحلیل برخی از فاکتورهای موثر بر روند تکاملی سیستم ضروری است. از جمله‌ی این فاکتورها می‌توان به سطح بلوغ و سبز بودن استارت‌آپ‌ها اشاره کرد، که بسته به نوع استراتژی‌های اعضای زنجیره و نیز عملکرد آنان متفاوت است^[۷۴]. هم‌چنین، بررسی عوامل موثر بر تعیین میزان سهام اعضای زنجیره در طول مدت همکاری با توجه به استراتژی‌های مختلف از اهمیت زیادی برخوردار است^[۶۷,۸۸]. علاوه بر این، هزینه‌های رشد و توسعه استارت‌آپ‌ها (شناسایی، غربال‌گری، مرتب‌گری و ...) نیز بسته به نوع استراتژی اعضای زنجیره بر روند تکاملی سیستم اثرگذار است^[۸۳].

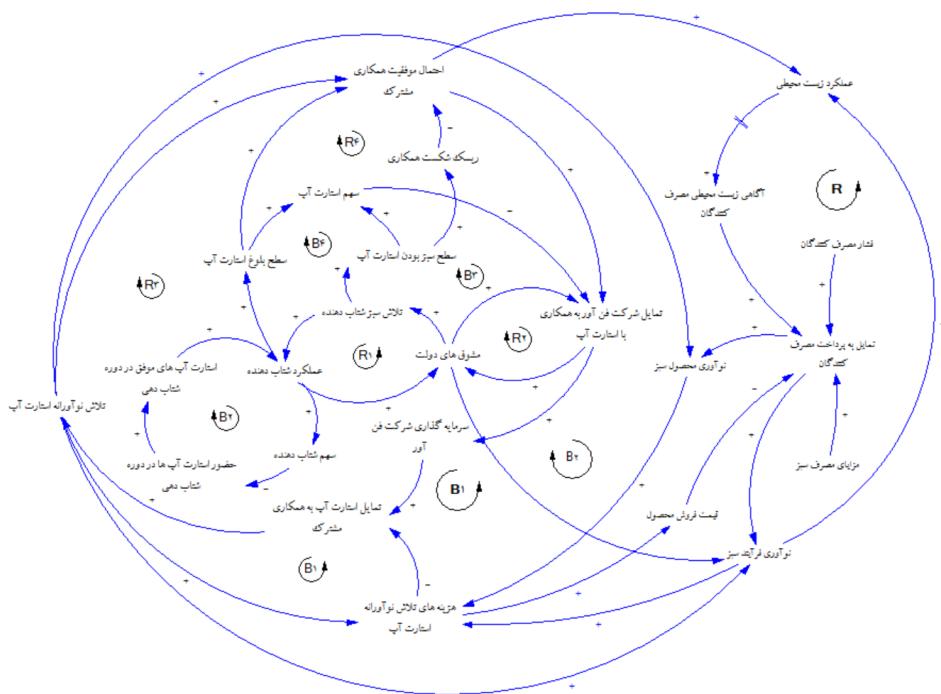
در این زیرسیستم، تعاملات بین اعضای زنجیره نوآوری سبز در قالب ساختار حلقه‌های بازخورده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. از این‌رو، استراتژی‌های شرکت‌های فن‌آور، استارت‌آپ‌ها و شتاب‌دهنده‌ها به عنوان عناصر مهم زنجیره نوآوری سبز مشخص و رفتار تکاملی آن‌ها تحت تاثیر استراتژی‌های سایر اعضا و نیز مداخله دولت موردن بررسی قرار می‌گیرد. عملکرد شتاب‌دهنده به عنوان عنصر بالا‌دستی زنجیره نوآوری سبز تحت تاثیر حمایت‌های دولت بهبود می‌یابد. به طوری‌که، افزایش مشوق‌های دولتی باعث افزایش تلاش سبز شتاب‌دهنده شده و با بهبود عملکرد وی، سطح بلوغ و سطح سبز بودن استارت‌آپ‌ها افزایش می‌یابد. هر چه عملکرد شتاب‌دهنده بهتر باشد، قدرت چانه‌زنی وی در خصوص اخذ درصد بیشتری از سهام استارت‌آپ افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، هرچه سطح بلوغ و سطح سبز بودن استارت‌آپ افزایش می‌یابد. یابد احتمال موفقیت همکاری مشترک با شرکت فن‌آور نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، تحت این شرایط، قدرت چانه‌زنی استارت‌آپ نیز در مقابل شرکت فن‌آور افزایش می‌یابد. عوامل مختلفی بر تمایل شرکت فن‌آور به همکاری با استارت‌آپ‌ها موثر هستند از جمله میزان سهام استارت‌آپ، احتمال موفقیت همکاری و مشوق‌های دولتی. هر چه تمایل شرکت فن‌آور به همکاری با استارت‌آپ‌ها افزایش یابد میزان سرمایه‌گذاری سبز وی نیز افزایش یافته به طوری که این خود بر تمایل استارت‌آپ‌ها برای همکاری مشترک می‌افزاید. این مسئله با استفاده از رویکرد ترکیبی نظریه بازی‌های تکاملی و پویایی‌های سیستم به بررسی و تحلیل رفتار عناصر زنجیره

نواوری سبز مبتنی بر حلقه‌های بازخوردی می‌پردازد. نمودار علت و معلولی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۴: ساختار بازخوردی پویایی‌های زنجیره نوآوری سبز (زیرسیستم شماره ۳)

با ترکیب روابط علت و معلولی و با در نظر گرفتن کلیت مسئله، نمودار علت و معلولی سیستم در شکل ۵ نشان داده شده است. نمودار زیر در برگیرنده زیرسیستم‌های مذکور می‌باشد.



شکل ۶: ساختار بازخوردهای حاکم بر چالش‌های زیست بوم نوادری فن‌آورانه سبز

۴ - بحث و نتیجه‌گیری

همان طور که در بخش مرور ادبیات بیان شد، تحقیقات قبلی به بررسی فشار ذی نفعان بر نوآوری سبز شرکت‌ها با رویکرد کیفی پرداخته و تاثیر آن بر رفتار پویای سیستم را با در نظر گرفتن مولفه‌های GTI به صورت جداگانه، بررسی نکرده‌اند. همچنین، تاثیر سیاست‌های مختلف ذی‌نفعان بر عملکرد زیست محیطی شرکت‌ها با رویکرد پویا بررسی نشده است. در مقابل، رفتار بلند مدت سیستم تحت تأثیر عملکرد محیطی شرکت‌های فن‌آوری در تحقیقات موجود مورد تحلیل قرار نگرفته است.

- پاسخ به این سوال که آیا شرکت‌های فن‌آور بر یک مولفه GTI تمرکز کنند یا هر دو مولفه، از اهمیت زیادی برخوردار است. شرکت‌های فن‌آور برای پیاده‌سازی نوآوری فرآیند سبز با دو چالش عمدۀ مواجهند. اول این‌که، نوآوری فرآیند سبز هزینه‌های GTI را افزایش می‌دهد و با افزایش قیمت محصول نهایی بر تمایل به پرداخت مصرف کنندگان اثر منفی دارد. دوم، در صورت عدم اجرای نوآوری فرآیند سبز، عملکرد زیست محیطی آن‌ها مطلوب نبوده و تحت قوانین زیست محیطی متّحمل

هزینه‌های زیادی خواهند شد. با توجه به این واقعیت و نیز ضرورت حفظ مزیت‌های رقابتی، شرکت‌های فن‌آور می‌توانند با استفاده از مشوق‌های دولت هزینه‌های نوآوری فرآیند سبز را کاهش داده و عملکرد زیست محیطی خود را بهبود دهند. شرکت‌های فن‌آور با ایجاد تصویر سبز و ارتقاء سطح اگاهی زیست محیطی مصرف‌کنندگان، مزایای مصرف سبز آن‌ها را افزایش داده و در نهایت از این طریق تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان افزایش می‌یابد.

از آن‌جا که دولت نقش اساسی در توسعه اکوسیستم کارآفرینی سبز دارد، از این‌رو، مداخله ایستا و پویای وی، رفتار نوآورانه شرکت‌های فن‌آور رقیب را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تغییرات در سطوح بلوغ و نوآوری با تغییر هزینه‌ها و درآمدهای GTI، تغییراتی را در احتمال همکاری شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌های سبز ایجاد می‌کند. درنتیجه، دولت می‌تواند با مشوق‌های مالی و یارانه‌ای، شرکت‌های فن‌آور را به استفاده از استارت‌آپ‌های سبز تشویق و در نهایت کارآفرینی پایدار را بهمود بخشد.

با اتخاذ سیاست‌های حمایتی، دولت می‌تواند شرکت‌های فن‌آور را به همکاری با استارت‌آپ‌ها تشویق کند. درنتیجه، با وجود رفتارهای فرصت طلبانه استارت‌آپ‌ها، تمایل شرکت‌های فن‌آور برای سرمایه‌گذاری در استارت‌آپ‌ها کاهش نمی‌یابد. این در درجه اول به این دلیل است که اگرچه استارت‌آپ‌ها می‌توانند با ایجاد نوآوری‌های سبز به توسعه مزیت‌های رقابتی شرکت‌ها کمک کنند، اما به دلیل ماهیت ذاتی آن‌ها، شرکت‌های فن‌آور در ابتدا تمایلی به سرمایه‌گذاری یکباره به دلیل ریسک بالای اقدامات فرصت طلبانه استارت‌آپ‌ها ندارند. بنابراین، دولت راههای مختلفی برای ایفای نقش تسهیل کننده دارد. با انجام اینکار، دولت علاوه بر توسعه نوآوری‌های فن‌آورانه در راستای اصول زیست محیطی، با اتصال کسب و کارهای نوپا به شرکت‌های بزرگ به ایجاد شغل و رونق آن کمک می‌کند.

برای کاهش اثرات حلقه بازخورد منفی بر اثربخشی سرمایه‌گذاری سبز، شرکت‌های فن‌آور باید به نیازهای استارت‌آپ‌ها توجه کنند. علاوه بر الزامات پایداری، شرکت‌های فن‌آور باید سیاست‌های تشویقی را برای تحریک استارت‌آپ‌ها برای مشارکت در تلاش‌های نوآورانه سبز اجرا کنند. علاوه بر رویکردهای تشویقی، شرکت‌های فن‌آور می‌توانند عملکرد استارت‌آپ‌ها را با استفاده از مکانیسم‌های بازرسی در چارچوب‌های زمانی از پیش تعیین شده ارزیابی کنند. یک قرارداد مناسب می‌تواند تمام الزامات

ذکر شده را پوشش دهد. با این حال، تعهد طرفین تعیین می‌کند که قرارداد تا چه اندازه به اجرا در خواهد آمد.

حمایت‌های هم‌زمان دولت از عناصر زنجیره نوآوری نقش موثری در کاهش هزینه‌ها و تحریک آن‌ها دارد. از سوی دیگر، افزایش تمایل شتاب‌دهنده به تلاش سبز، معیارهای پایدار محور استارت‌آپ‌ها، همچون سطح سبز بودن و بلوغ را تقویت می‌کند به طوری‌که، قدرت چانه‌زنی و سهم خواهی وی را در همکاری با شرکت فن‌آور افزایش‌می‌دهد. افزایش درآمد استارت‌آپ، افزایش درآمد شتاب‌دهنده را در پی دارد. این پدیده در قالب یک حلقه بازخوردی مثبت، رضایتمندی همه عناصر را در پی خواهد داشت.

وجود مخاطرات اخلاقی در فرآیند همکاری فی‌ما بین، می‌تواند موجب بروز مشکلاتی برای طرفین همکاری گردد. فرض بر این است که استارت‌آپ ممکن است با اتخاذ رفتار فرصلت طلبانه، سطح تلاش نوآورانه سبز خود را کاهش داده و شرکت فن‌آور را در دست یابی به اهداف پایدار محور خود با چالش‌هایی مواجه نماید. در این میان، شرکت فن‌آور یک ابزار کنترلی در اختیار دارد که با استفاده از آن می‌تواند از وقوع رفتار فرصلت طلبانه از سوی استارت‌آپ جلوگیری نماید و آن میزان جریمه‌ای است که شرکت در صورت وقوع تخلف از سوی استارت‌آپ برای وی در نظر می‌گیرد. از سوی دیگر، استارت‌آپ نیز یک ابزار چانه‌زنی در اختیار دارد و آن میزان سهم وی از همکاری در مکانیزم مبتنی بر سهام است. هرچه احتمال اتخاذ استراتژی تلاش نوآورانه سبز و نیز درجه تلاش سبز افزایش یابد، قدرت چانه‌زنی استارت‌آپ در مقابل شرکت فن‌آور بیشتر خواهد بود. نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی‌ها به تفصیل در فصل مربوطه ارائه شده است. برخی از بینش‌های مدیریتی که می‌تواند به عنوان نتایج کاربردی مورد استفاده قرار گیرد، به صورت مختصر در ادامه بیان می‌شود:

سطح تلاش نوآورانه سبز استارت‌آپ نقش مهمی در تعیین درآمد نهایی و هزینه‌های فی‌ما بین در فرآیند همکاری دارد. اگر چه افزایش سطح تلاش نوآورانه سبز استارت‌آپ در طول همکاری احتمال موفقیت و درآمدزایی را افزایش می‌دهد، اما در طرف مقابل، افزایش هزینه‌های نوآوری فن‌آورانه سبز را نیز در پی دارد. بنابراین، تحت مکانیزم‌های همکاری مختلف، تغییر در این پارامتر می‌تواند روند تکاملی شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. از سوی دیگر، مولفه‌های درآمدی و هزینه‌ای استارت‌آپ نیز می‌تواند تحت تاثیر احتمال اتخاذ استراتژی تلاش نوآورانه سبز و نیز درجه نوآوری وی متغیر باشد. بنابراین، ارائه سازوکارهای حمایتی منطقی و عملیاتی

از سوی دولت می‌تواند باعث تشویق استارت‌آپ‌ها در جهت بیشینه‌سازی تلاش‌های نوآورانه سبز گردد.

- حمایت و نظارت دولت بر اکوسیستم نوآوری اکولوژیکی باعث استحکام رابطه همکاری بین شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها می‌شود. به طوری که، شرکت‌های فن‌آور نسبت به پیاده‌سازی سیستم نوآوری فن‌آورانه اقدام و تمایل آن‌ها بر بکارگیری منابع نوآورانه خارجی از جمله استارت‌آپ‌ها بیشتر خواهد شد. بکارگیری سازوکارهای نظارتی از طرف شرکت‌های فن‌آور (سرمایه‌گذار سبز) می‌تواند به عنوان یک ابزار موثر، رفتارهای فرصت‌طلبانه استارت‌آپ‌ها را رصد و کنترل نماید.

۵- منابع

- [۱] T. Li, Y. Li, D. An, Y. Han, S. Xu, Z. Lu, J. Crittenden, Mining of the association rules between industrialization level and air quality to inform high-quality development in China, *J. Environ. Manage.* ۲۴۶ (۲۰۱۹) ۵۶۴–۵۷۴. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.022>.
- [۲] S. Zhao, Y. Jiang, S. Wang, Innovation stages, knowledge spillover, and green economy development: moderating role of absorptive capacity and environmental regulation, *Environ. Sci. Pollut. Res.* ۲۶ (۲۰۱۹) ۲۰۳۱۲–۲۰۳۲۰. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05777-9>.
- [۳] F. Friedfinnsson, S.D. Stefansson, Startup Collaboration as a Part of Corporate Innovation, (۲۰۱۹).
- [۴] M. Larkin, D. O'Halloran, Collaboration between Start-ups and Corporates, A Practical Guide for Mutual Understanding, World Econ. Forum (۲۰۱۸) ۳–۲۱. http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Collaboration_between_Start-ups_and_Corporates.pdf%20https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1218063,1217978.
- [۵] K. Thieme, The strategic use of corporate-startup engagement, (n.d.).
- [۶] X. Li, Z. Hu, Q. Zhang, Environmental regulation, economic policy uncertainty, and green technology innovation, *Clean Technol. Environ. Policy* ۲۳ (۲۰۲۱) ۲۹۷۵–۲۹۸۸. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02219-4>.
- [۷] X. Luo, W. Zhang, Green innovation efficiency: a threshold effect of research and development, *Clean Technol. Environ. Policy* ۲۳ (۲۰۲۱) ۲۸۰–۲۹۸. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01977-x>.
- [۸] P.L. Show, P.L. Lau, D.C.Y. Foo, Green technologies: innovations, challenges, and prospects, *Clean Technol. Environ. Policy* ۲۰ (۲۰۱۸) ۱۹۳۹. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1605-4>.
- [۹] M.A.S. de Jesus, A.R. de Aguiar Dutra, C.B.S. Cirani, K.R.E. Jesus, R.C.S. Neto, J.B.A. Guerra, Eco-innovation assessment of biodigesters technology: an application in cassava processing industries in the south of Brazil, Parana state,

Clean Technol. Environ. Policy ۲۴ (۲۰۲۲) ۹۳۱–۹۴۸.
<https://doi.org/10.1007/s10098-021-02232-7>.

- [۱۰] F. Zhang, L. Zhu, Enhancing corporate sustainable development: Stakeholder pressures, organizational learning, and green innovation, *Bus. Strateg. Environ.* ۲۸ (۲۰۱۹) ۱۰۱۲–۱۰۲۶. <https://doi.org/10.1002/bse.2298>.
- [۱۱] J. Zhang, G. Liang, T. Feng, C. Yuan, W. Jiang, Green innovation to respond to environmental regulation: How external knowledge adoption and green absorptive capacity matter?, *Bus. Strateg. Environ.* ۲۹ (۲۰۲۰) ۳۹–۵۳. <https://doi.org/10.1002/bse.2349>.
- [۱۲] J. Liu, M. Zhao, Y. Wang, Impacts of government subsidies and environmental regulations on green process innovation: A nonlinear approach, *Technol. Soc.* ۶۲ (۲۰۲۰). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101417>.
- [۱۳] M. yue Wang, Y. Li, Z. Cheng, C. Zhong, W. Ma, Evolution and equilibrium of a green technological innovation system: Simulation of a tripartite game model, *J. Clean. Prod.* ۲۷۸ (۲۰۲۱) ۱۲۳۹۴۴. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123944>.
- [۱۴] L. Qiu, D. Hu, Y. Wang, How do firms achieve sustainability through green innovation under external pressures of environmental regulation and market turbulence?, *Bus. Strateg. Environ.* ۲۹ (۲۰۲۰) ۲۶۹۰–۲۷۱۴. <https://doi.org/10.1002/bse.2530>.
- [۱۵] H. Badri Ahmadi, H.W. Lo, H. Gupta, S. Kusi-Sarpong, J.J.H. Liou, Analyzing interrelationships among environmental sustainability innovation factors, *Clean Technol. Environ. Policy* ۲۴ (۲۰۲۲) ۱۱۹۱–۱۲۰۷. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02086-z>.
- [۱۶] Z. Sun, W. Zhang, Do government regulations prevent greenwashing? An evolutionary game analysis of heterogeneous enterprises, *J. Clean. Prod.* ۲۳۱ (۲۰۱۹) ۱۴۸۹–۱۵۰۲. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.330>.
- [۱۷] S. Zhang, Y. Yu, Q. Zhu, C.M. Qiu, A. Tian, Green innovation mode under carbon tax and innovation subsidy: An evolutionary game analysis for portfolio policies, *Sustain.* ۱۲ (۲۰۲۰). <https://doi.org/10.3390/su12041380>.
- [۱۸] L. Wei, B. Lin, Z. Zheng, W. Wu, Y. Zhou, Does fiscal expenditure promote green technological innovation in China? Evidence from Chinese cities, *Environ. Impact Assess. Rev.* ۹۸ (۲۰۲۲). <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106940>.
- [۱۹] H. Zarei, M. Rasti-barzoki, I. Moon, A mechanism design approach to a buyer's optimal auditing policy to induce responsible sourcing in a supply chain, *J. Environ. Manage.* ۲۵۴ (۲۰۲۰) ۱۰۹۷۲۱.

[https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109721.](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109721)

- [۲۰] S. Rosenkranz, Simultaneous choice of process and product innovation when consumers have a preference for product variety, *J. Econ. Behav. Organ.* ۹۰ (۲۰۰۳) ۱۸۳–۲۰۱. [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(02\)0047-1](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(02)0047-1).
- [۲۱] X. Xie, J. Huo, H. Zou, Green process innovation , green product innovation , and corporate financial performance : A content analysis method ☆, *J. Bus. Res.* ۱۰۱ (۲۰۱۹) ۶۹۷–۷۰۶. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.010>.
- [۲۲] Y. Eiadat, A. Kelly, F. Roche, H. Eyadat, Green and competitive? An empirical test of the mediating role of environmental innovation strategy, *J. World Bus.* ۴۳ (۲۰۰۸) ۱۳۱–۱۴۵. <https://doi.org/10.1016/j.jwbt.2007.11.012>.
- [۲۳] W. Wu, L. Sheng, F. Tang, A. Zhang, J. Liu, A system dynamics model of green innovation and policy simulation with an application in Chinese manufacturing industry, *Sustain. Prod. Consum.* ۲۸ (۲۰۲۱) ۹۸۷–۱۰۰۵. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.007>.
- [۲۴] S. Hu, S. Liu, Do the coupling effects of environmental regulation and R&D subsidies work in the development of green innovation? Empirical evidence from China, *Clean Technol. Environ. Policy* ۲۱ (۲۰۱۹) ۱۷۳۹–۱۷۴۹. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01740-7>.
- [۲۵] M. Wang, Y. Li, J. Li, Z. Wang, Green process innovation, green product innovation and its economic performance improvement paths: A survey and structural model, *J. Environ. Manage.* ۲۹۷ (۲۰۲۱) ۱۱۳۲۸۲. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113282>.
- [۲۶] X. Xie, Q. Zhu, R. Wang, Turning green subsidies into sustainability: How green process innovation improves firms' green image, *Bus. Strateg. Environ.* ۲۸ (۲۰۱۹) ۱۴۱۶–۱۴۳۳. <https://doi.org/10.1002/bse.2323>.
- [۲۷] S.U. Rehman, S. Kraus, S.A. Shah, D. Khanin, R. V. Mahto, Analyzing the relationship between green innovation and environmental performance in large manufacturing firms, *Technol. Forecast. Soc. Change* ۱۶۳ (۲۰۲۱). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120481>.
- [۲۸] S. Kumar, M. Del, R. Chierici, D. Graziano, Technological Forecasting & Social Change Green innovation and environmental performance : The role of green transformational leadership and green human resource management, ۱۰۰ (۲۰۲۰).
- [۲۹] M. Wang, Z. Cheng, Y. Li, J. Li, K. Guan, Impact of market regulation on economic and environmental performance: A game model of endogenous green technological innovation, *J. Clean. Prod.* ۲۷۷ (۲۰۲۰) ۱۲۳۹۶۹.

[https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122969.](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122969)

- [۳۰] S. Kraus, S. Ur, F.J. Sendra, Technological Forecasting & Social Change Corporate social responsibility and environmental performance : The mediating role of environmental strategy and green innovation, ۱۶۰ (۲۰۲۰).
- [۳۱] H. Zameer, Y. Wang, D.G. Vasbievea, Q. Abbas, Exploring a pathway to carbon neutrality via reinforcing environmental performance through green process innovation, environmental orientation and green competitive advantage, J. Environ. Manage. ۲۹۶ (۲۰۲۱). [https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113283.](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113283)
- [۳۲] R. Garcia, K. Wigger, R.R. Hermann, Challenges of creating and capturing value in open eco-innovation: Evidence from the maritime industry in Denmark, J. Clean. Prod. ۲۲۰ (۲۰۱۹) ۶۴۲–۶۵۴. [https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.027.](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.027)
- [۳۳] Y. Wang, X. Wang, S. Chang, Y. Kang, Product innovation and process innovation in a dynamic Stackelberg game, Comput. Ind. Eng. ۱۳۰ (۲۰۱۹) ۳۹۰–۴۰۳. [https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.042.](https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.042)
- [۳۴] D. Xia, M. Zhang, Q. Yu, Y. Tu, Developing a framework to identify barriers of Green technology adoption for enterprises, Resour. Conserv. Recycl. ۱۴۳ (۲۰۱۹) ۹۹–۱۱۰. [https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.022.](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.022)
- [۳۵] H. Gao, X.H. Ding, S. Wu, Exploring the domain of open innovation: Bibliometric and content analyses, J. Clean. Prod. ۲۷۵ (۲۰۲۰). [https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122580.](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122580)
- [۳۶] V. Chistov, N. Aramburu, J. Carrillo-Hermosilla, Open eco-innovation: A bibliometric review of emerging research, J. Clean. Prod. ۳۱۱ (۲۰۲۱). [https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127627.](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127627)
- [۳۷] W. Ma, R. Zhang, S. Chai, What drives green innovation? A game theoretic analysis of government subsidy and cooperation contract, Sustain. ۱۱ (۲۰۱۹). [https://doi.org/10.3390/su11200584.](https://doi.org/10.3390/su11200584)
- [۳۸] H. Wu, S. Hu, The impact of synergy effect between government subsidies and slack resources on green technology innovation, J. Clean. Prod. ۲۷۴ (۲۰۲۰) ۱۲۲۶۸۲. [https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122682.](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122682)
- [۳۹] Q. Zhou, X. Zhang, Q. Shao, X. Wang, The non-linear effect of environmental regulation on haze pollution: Empirical evidence for ۷۷۷ Chinese cities during ۲۰۰۲–۲۰۱۰, J. Environ. Manage. ۲۴۸ (۲۰۱۹). [https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109274.](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109274)
- [۴۰] P.D. Hegeman, R. Sørheim, Why do they do it? Corporate venture capital

- investments in cleantech startups, *J. Clean. Prod.* ۲۹۴ (۲۰۲۱) ۱۲۶۳۱۰. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126310>.
- [۱] P. Demirel, Q.C. Li, F. Rentocchini, J.P. Tamvada, Born to be green: new insights into the economics and management of green entrepreneurship, *Small Bus. Econ.* ۵۲ (۲۰۱۹) ۷۸۹–۷۷۱. <https://doi.org/10.1007/S11187-017-9933-z>.
- [۲] F. Simon, R. Harms, H. Schiele, Managing corporate-startup relationships: What matters for entrepreneurs?, *Int. J. Entrep. Ventur.* ۱۱ (۲۰۱۹) ۱۶۴–۱۸۶. <https://doi.org/10.1007/IJEV.2019.09877>.
- [۳] R. Zhang, B. Sun, A competitive dynamics perspective on evolutionary game theory, agent-based modeling, and innovation in high-tech firms, *Manag. Decis. ۵۸* (۲۰۲۰) ۹۴۸–۹۶۷. <https://doi.org/10.1108/MD-06-2018-0666>.
- [۴] M. Zhou, K. Govindan, X. Xie, How fairness perceptions, embeddedness, and knowledge sharing drive green innovation in sustainable supply chains: An equity theory and network perspective to achieve sustainable development goals, *J. Clean. Prod.* ۲۶۰ (۲۰۲۰). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120905>.
- [۵] M.A. Eghbali, M. Rasti-Barzoki, S. Safarzadeh, A hybrid evolutionary game-theoretic and system dynamics approach for analysis of implementation strategies of green technological innovation under government intervention, *Technol. Soc.* ۷۰ (۲۰۲۲). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102039>.
- [۶] F. Pinkow, J. Iversen, Strategic objectives of corporate venture capital as a tool for open innovation, *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* ۶ (۲۰۲۰) ۱–۲۱. <https://doi.org/10.3290/joitmc6.4.1057>.
- [۷] M. Hossain, H. Simula, Recycling the unused ideas and technologies of a large corporation into new business by start-ups, *Technol. Soc.* ۴۸ (۲۰۱۷) ۱۱–۱۸. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.10.005>.
- [۸] Jack Mason, Entrepreneurship in knowledge-based services: Opportunity and challenges for new venture, economic, and workforce development, *J. Bus. Ventur. Insights* ۱۰ (۲۰۱۸). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352673418300374>.
- [۹] T. Weiblen, H.W. Chesbrough, Engaging with startups to enhance corporate innovation, *Calif. Manage. Rev.* ۵۷ (۲۰۱۵) ۶۶–۹۰. <https://doi.org/10.1025/cmr.2015.07266>.
- [۱۰] G. Chapman, H. Hottenrott, Green start-ups and the role of founder personality, *J. Bus. Ventur. Insights* ۱۷ (۲۰۲۲) e00316. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2022.e00316>.

- [۵۱] L. Bergset, L. Bergset, Green start-up finance – where do particular challenges lie ?, (۲۰۱۷). <https://doi.org/10.1108/IJEBR-11-2010-0260>.
- [۵۲] T. Kohler, Corporate accelerators: Building bridges between corporations and startups, Bus. Horiz. ۵۹ (۲۰۱۱) ۳۴۷–۳۵۷. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.01.008>.
- [۵۳] X. Zhang, Q. Meng, Y. Le, How Do New Ventures Implementing Green Innovation Strategy Achieve Performance Growth?, Sustain. ۱۴ (۲۰۲۲). <https://doi.org/10.3390/su14042299>.
- [۵۴] J. ling Jiao, X. lan Zhang, Y. shu Tang, What factors determine the survival of green innovative enterprises in China? -- A method based on fsQCA, Technol. Soc. ۶۲ (۲۰۲۰). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101314>.
- [۵۵] P.T.I. Lam, A.O.K. Law, Crowdfunding for renewable and sustainable energy projects: An exploratory case study approach, Renew. Sustain. Energy Rev. ۷۰ (۲۰۱۶) ۱۱–۲۰. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.046>.
- [۵۶] L. Cacciolatti, A. Rosli, J.L. Ruiz-Alba, J. Chang, Strategic alliances and firm performance in startups with a social mission, J. Bus. Res. ۱۰۶ (۲۰۲۰) ۱۰۶–۱۱۷. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.08.047>.
- [۵۷] Y. Deng, D. You, J. Wang, Optimal strategy for enterprises' green technology innovation from the perspective of political competition, J. Clean. Prod. ۲۳۵ (۲۰۱۹) ۹۳۰–۹۴۲. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.248>.
- [۵۸] W. Ma, R. Zhang, S. Chai, What Drives Green Innovation ? A Game Theoretic Analysis of Government Subsidy and Cooperation Contract, (۲۰۱۹). <https://doi.org/10.3390/su11200584>.
- [۵۹] Z. Ai, Enterprise 's Innovation Behavior Choice under the Government Subsidy -Analysis Based on Signaling Game, ۲۸ (۲۰۱۹) ۲۳۶۹–۲۳۷۶.
- [۶۰] M. Wang, Z. Cheng, Y. Li, J. Li, K. Guan, Impact of market regulation on economic and environmental performance : A game model of endogenous green technological innovation, J. Clean. Prod. ۲۷۷ (۲۰۲۰) ۱۲۳۹۶۹. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123969>.
- [۶۱] H. Chen, J. Wang, Y. Miao, Evolutionary game analysis on the selection of green and low carbon innovation between manufacturing enterprises, Alexandria Eng. J. ۶۰ (۲۰۲۱) ۲۱۳۹–۲۱۴۷. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.12.010>.
- [۶۲] X. Ding, T. Guo, Z. Guo, Research on Innovation Strategy Choice of Science and Technology Entrepreneurial Firms Based on Technological Innovation Input,

- (۲۰۱۹). <https://doi.org/10.1007/s1178-019-93301-1>.
- [۶۳] C. Zhang, Evolutionary Game of Technology Innovation Investment in Supply Chain Enterprises with Government Subsidy Mechanism, ۲۲۳ (۲۰۱۸) ۱۳۵۹–۱۳۶۴.
- [۶۴] Q. Zhang, Rethink the Relationship between Environmental Regulations and Green Technology Innovation in Coastal Cities, *J. Coast. Res.* ۱۱۰ (۲۰۲۰) ۴۸۱–۴۸۴. <https://doi.org/10.2112/JCR-SI110-1331>.
- [۶۵] Y. Zhang, R. Fan, M. Luo, M. Chen, J. Sun, Evolutionary Game Analysis of Firms' Technological Strategic Choices: A Perspective of the Behavioral Biases, *Complexity* ۲۰۲۱ (۲۰۲۱). <https://doi.org/10.1100/2021/4294120>.
- [۶۶] J.E. de Bettignies, J.A. Brander, Financing entrepreneurship: Bank finance versus venture capital, *J. Bus. Ventur.* ۲۲ (۲۰۰۷) ۸۰۸–۸۳۲. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2007.07.009>.
- [۶۷] M. Vergara, C.A. Bonilla, J.P. Sepulveda, The complementarity effect: Effort and sharing in the entrepreneur and venture capital contract, *Eur. J. Oper. Res.* ۲۰۴ (۲۰۱۶) ۱۰۱۷–۱۰۲۵. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.04.040>.
- [۶۸] R. Elitzur, A. Gavious, Contracting, signaling, and moral hazard: A model of entrepreneurs, “angels,” and venture capitalists, *J. Bus. Ventur.* ۱۸ (۲۰۰۳) ۷۰۹–۷۲۰. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(03\)00027-2](https://doi.org/10.1016/S0883-9۰۲۶(0۳)۰۰۰۲۷-۲).
- [۶۹] R. Elitzur, A. Gavious, Selection of entrepreneurs in the venture capital industry: An asymptotic analysis, *Eur. J. Oper. Res.* ۲۱۰ (۲۰۱۱) ۷۰۰–۷۱۲. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.06.029>.
- [۷۰] Y. Liu, A. Wang, Y. Wu, Environmental regulation and green innovation: Evidence from China's new environmental protection law, *J. Clean. Prod.* ۲۹۷ (۲۰۲۱) ۱۲۶۶۹۸. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126698>.
- [۷۱] M. Shahzad, Y. Qu, A.U. Zafar, X. Ding, S.U. Rehman, Translating stakeholders' pressure into environmental practices – The mediating role of knowledge management, *J. Clean. Prod.* ۲۷۰ (۲۰۲۰). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124163>.
- [۷۲] J. Zhai, X. Xu, J. Xu, X. Lyu, Research on Green Collaborative Innovation Mechanism of Cloud Manufacturing Enterprises under Government Supervision, *Math. Probl. Eng.* ۲۰۲۱ (۲۰۲۱). <https://doi.org/10.1100/2021/8820791>.
- [۷۳] N. Corrocher, I. Solito, How do firms capture value from environmental innovations? An empirical analysis on European SMEs, *Ind. Innov.* ۲۷۱۶ (۲۰۱۷)

.. <https://doi.org/10.1080/13662716.2017.1302792>.

- [^{٧٤}] A.H.E. Game-theoretic, Technology in Society A Hybrid Evolutionary Game-Theoretic and System Dynamics Approach for Analysis of Implementation Strategies of Green Technological Innovation under Government Intervention, (n.d.).
- [^{٧٥}] Q. Guoyou, Z. Saixing, T. Chiming, Y. Haitao, Z. Hailiang, Stakeholders' Influences on Corporate Green Innovation Strategy: A Case Study of Manufacturing Firms in China, Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag. ٢٠ (٢٠١٣) ١–١٤. <https://doi.org/10.1002/csr.283>.
- [^{٧٦}] Shubham, P. Charan, L.S. Murty, Secondary stakeholder pressures and organizational adoption of sustainable operations practices: The mediating role of primary stakeholders, Bus. Strateg. Environ. ٢٧ (٢٠١٨) ٩١–٩٢٣. <https://doi.org/10.1002/bse.2041>.
- [^{٧٧}] J.W. Lee, Y.M. Kim, Y.E. Kim, Antecedents of Adopting Corporate Environmental Responsibility and Green Practices, J. Bus. Ethics ١٤٨ (٢٠١٨) ٣٩٧–٤٠٩. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-324-y>.
- [^{٧٨}] R. Kattel, J. Mazzucato, Mariana Algers, O. Mikheeva, The Green Giant: New Industrial Strategy for Norway. IIPP policy report (PR ٢١/٠١), (٢٠٢١).
- [^{٧٩}] J.S. Lim, K.M. Shin, J.S. Yoon, S.H. Bae, Study of US/EU National Innovation Policies Based on Nanotechnology Development, and Implications for Korea, J. Inf. Sci. Theory Pract. ٣ (٢٠١٥) ٥٠–٦٥. <https://doi.org/10.1623/jistap.2015.3.1.4>.
- [^{٨٠}] Z. Liang, J. Chen, D. Jiang, Y. Sun, Assessment of the spatial association network of green innovation: Role of energy resources in green recovery, Resour. Policy ٧٦ (٢٠٢٢) ١٠٣–٧٧. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103077>.
- [^{٨١}] T. Gutmann, Harmonizing corporate venturing modes: an integrative review and research agenda, Manag. Rev. Q. ٦٩ (٢٠١٩) ١٢١–١٥٧. <https://doi.org/10.1007/s11130-018-1484-z>.
- [^{٨٢}] S. Bhatt, Entrepreneurship Today: The Resurgence of Small, Technology-Driven Businesses in a Dynamic New Economy, Entrep. Today Resurgence Small, Technol. Businesses a Dyn. New Econ. (٢٠٢٢) ١–٢٣٣. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-11490-3>.
- [^{٨٣}] H. Zarei, M. Rasti-Barzoki, I. Moon, A Game Theoretic Approach to the Selection, Mentorship, and Investment Decisions of Start-Up Accelerators, IEEE Trans. Eng. Manag. ٦٩ (٢٠٢٢) ١٧٥٣–١٧٦٨.

<https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2974532>.

- [۸۴] A. Moritz, T. Naulin, E. Lutz, Accelerators as drivers of competition among early-stage startups, *Technovation* ۱۱ (۲۰۲۲). <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102378>.
- [۸۵] A. Lasplia, G. Sansone, P. Landoni, D. Racanelli, E. Bartezzaghi, The organization of innovation services in science and technology parks: Evidence from a multi-case study analysis in Europe, *Technol. Forecast. Soc. Change* ۱۷۳ (۲۰۲۱). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121090>.
- [۸۶] I. Drori, M. Wright, Accelerators: Characteristics, trends and the new entrepreneurial ecosystem, *Accel. Success. Ventur. Creat. Growth* (۲۰۱۸) ۱–۲۰. <https://doi.org/10.4237/vsgc.20181786434098>,
- [۸۷] A. Sreenivasan, M. Suresh, Green Start-ups: Start-ups Accelerating Sustainability, *Int. J. Glob. Bus. Compet.* ۱۸ (۲۰۲۳) ۸۰–۸۹. <https://doi.org/10.1007/s42943-022-00068-6>.
- [۸۸] S.N. Kaplan, P. Strömberg, Financial contracting theory meets the real world: An empirical analysis of venture capital contracts, *Rev. Econ. Stud.* ۷۰ (۲۰۰۳) 281–310. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00240>.