

تجاری سازی فناوری های نانو با استفاده از سرمایه گذاری جسورانه

فهرست مطالب

۳	 مقدمه
۴	 سرمایه پرخطر: پرکردن یک شکاف
۵	 پروفایل سرمایه گذاری
۶	 صنعت سرمایه گذاری پرخطر
۷	 ارائه یک مدل پیشنهادی برای سرمایه گذاری در پروژه های نانو
۹	 بررسی بازار جهانی تامین مالی جسورانه
۱۱	 نمونه های سرمایه گذاری های انجام شده در فناوری های نانو
۱۳	 جمع بندی

تجاری سازی فناوری های نانو بنیان با استفاده از سرمایه گذاری جسورانه

مقدمه

در دو دهه اخیر با گسترش تحقیق و توسعه در فناوری نانو نیاز به تجاری سازی و حرکت از مقیاس آزمایشگاه به صنعت بیش از پیش برجسته شده است. ظرفیت بالای تجاری سازی، کارایی بالا و دانش بنیان بودن این فناوری باعث ثبت اختراعات و امتیازات انحصاری فراوانی در این حوزه شده است. این موضوع انگیزه بسیاری را برای سرمایه گذاری جسورانه در فناوری های نانو بنیان فراهم می آورد. در این گزارش تلاش شده است تا بر اساس منابع معتبر جهانی، مبانی سرمایه گذاری جسورانه در فناوری های نانو بنیان تشریح شود.

تکنولوژی نانو بنیان را می توان بصورت مطالعه و استفاده از خواص منحصر به فرد مواد نانو مقیاس، در مقیاس های سنتی مولکولی که بر اساس مبانی فیزیک و شیمی کلاسیک رفتار می کنند، و در سطح اتمی که قوانین فیزیک کوانتومی کاربرد دارد، تعریف کرد. حوزه نانو یک انتخاب ناب برای بررسی تصمیم سرمایه گذاران پرخطر برای سرمایه گذاری به حساب می آید. درواقع، ثبت اختراع و متعاقب آن امتیاز انحصاری استفاده از ایده در در کنار فرمولاسیون منحصر به فرد، این حوزه را به یکی از جذاب ترین حوزه های سرمایه گذاری تبدیل کرده است. زیرا یک امتیاز انحصاری برای یک اختراع، می تواند دوره بازگشت سرمایه را کوتاه تر نماید. در واقع برای بسیاری از استارت آپ های نانو، حقوق مالکیت معنوی یک دارایی (asset) به حساب می آید. ویژگی دیگر این فناوری، بین رشته ای بودن آن است. زیرا این فناوری (که به عنوان یک فناوری با هدف عمومی، General-purpose technology، هم شناخته می شود) با شکل پیشرفته خود تمامی صنایع و همچنین جامعه را تحت تاثیر قرار می دهد. لذا این حوزه دانشمندان مختلفی را از رشته هایی مانند فیزیک، شیمی، زیست شناسی، علوم کامپیوتر و... جذب کرده که این موضوع باعث گسترده شدن کسب و کار در این حوزه شده است.^۱ شکل یک برخی از کاربردهای نانو را نمایش می دهد.

^۱ - برای آشنایی بیشتر با فناوری نانو و امتیازات انحصاری در این حوزه مطالعه منابع زیر توصیه می شود:

Munari, F., Toschi, L. Do patents affect VC financing? Empirical evidence from the nanotechnology sector. Int Entrep Manag J 11, 623-644 (2015)
Rambaran, T., & Schirhagl, R. (2022). Nanotechnology from lab to industry—a look at current trends. Nanoscale advances, 4(18), 3664-3675



شکل ۱. کاربرد فناوری نانو در حوزه های مختلف

در این مطالعه ابتدا مبانی سرمایه گذاری پرخطر در تکنولوژی های دانش بنیان موشکافی می شود. سپس به تبیین مبانی نظری سرمایه گذاری در تکنولوژی های نانو بنیان پرداخته می شود. در انتها نیز به بررسی روند سرمایه گذاری جهانی در تکنولوژی های دانش بنیان مبادرت خواهد شد.

سرمایه پرخطر^۲: پرکردن یک شکاف

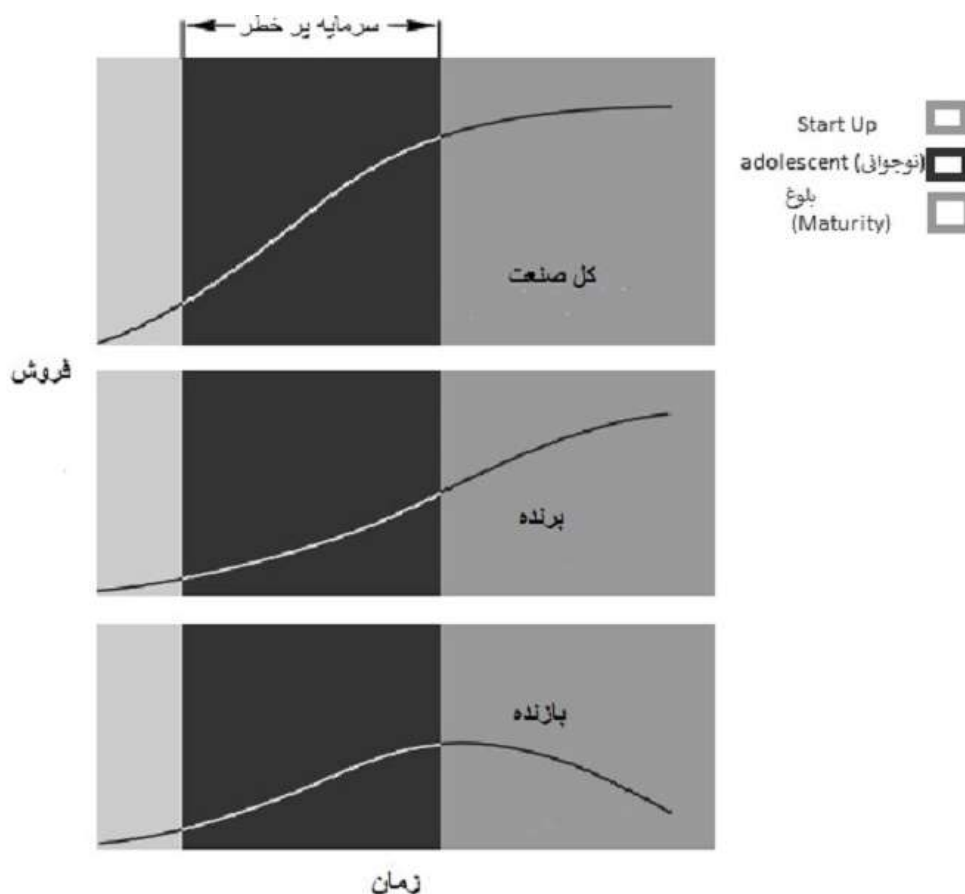
اختراع و نوآوری نقش بسزایی در شکوفایی اقتصادی یک کشور دارند. در پس موفق ترین استارت آپ های دنیا در سیلیکون ولی (Silicon Valley)، همواره سرمایه گذاران پرخطر قرار داشته اند. به لحاظ تاریخی، VC همواره نقش مهمی را در تجاری سازی نوآوری ها ایفا نموده است. در واقع به دلیل ساختار بازار سرمایه و همچنین وجود قوانین بسیار در آن، VC به عنوان یک روش سرمایه گذاری توسعه پیدا کرده است. در حقیقت برای یک فرد/شرکت با یک ایده و یا فناوری جدید بهترین ابزار تجاری سازی، استفاده از VC است. اینطور باید گفت که به دلیل محدودیت های قانونی برای اعمال بهره سنگین بازپرداخت وام (Usury)، بانک ها تمایل چندانی برای سرمایه گذاری در تکنولوژی های دانش بنیان ندارند؛ زیرا حداکثر نرخ بهره (Interest) مشخص شده توسط قانون نمی تواند ریسک سرمایه گذاری در استارت آپ های دانش بنیان را پوشش دهد و لذا سرمایه گذاری بانک ها در استارت آپ ها اغلب قابل توجیه نمی باشد. در واقع تا جایی که دارایی های فیزیکی و ملموس وجود داشته باشند (که به نوبه خود بازپرداخت وام را برای بانک تضمین کند)، بانک ها حاضر به تامین مالی خواهند بود. واضح است که دارایی های استارت آپ های امروزی بیشتر از جنس فناوری می باشد و مقدار دارایی فیزیکی اینگونه شرکت ها اغلب کفاف تضمین بازپرداخت بدهی های مالی را نخواهد داشت. به علاوه، بانک های سرمایه گذاری و همین طور سهام عمومی، هر دو تحت تاثیر قوانین عملیاتی قرار دارند. برای مثال برای عرضه اولیه سهام، IPO، شرکت ها اغلب باید به یک سقف فروش مشخصی رسیده باشند. در این بین VC می تواند با پر نمودن شکاف موجود بین نوآوری های دانش بنیان با منابع تامین مالی زمینه رشد و

² - Venture Capital

شکوفایی استارت آپ ها را فراهم نماید. ذکر این نکته ضروری است که شرکت های سرمایه گذار پرخطر می بایست یک بازده بیشتر از بازار سرمایه کم خطر را برای ذی نفعان فراهم آورد تا از این طریق سرمایه های جدید جذب شوند.

پروفایل سرمایه گذاری

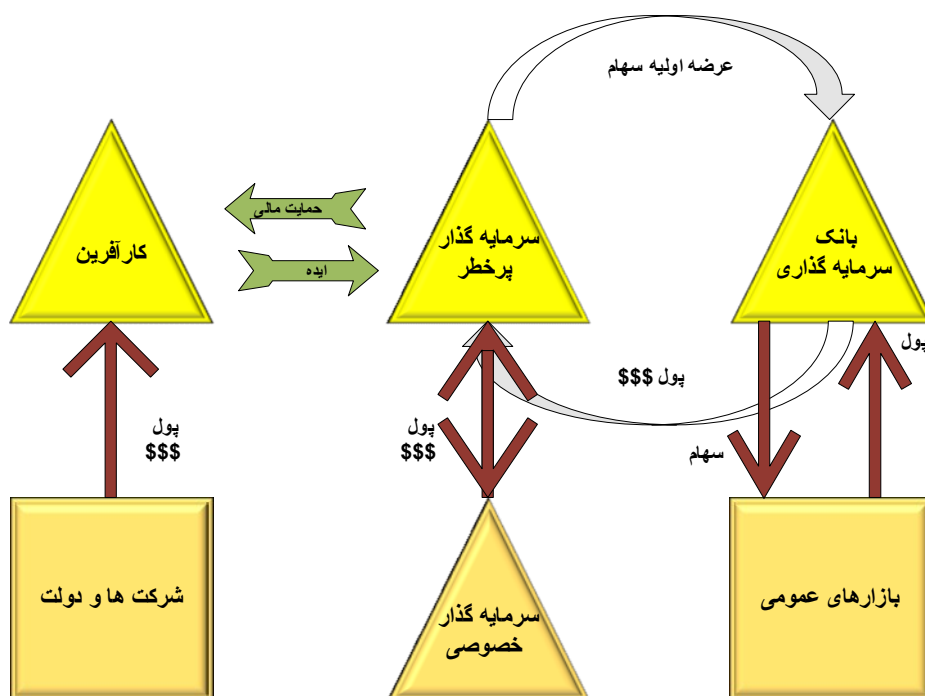
تصور اشتباهی که از VC وجود دارد این است که سرمایه گذاران پرخطر اغلب بر روی ایده های خوب و افراد توانمند سرمایه گذاری می کنند. اما واقعیت این است که سرمایه گذاران پرخطر اغلب در صنایع خوب، یعنی صنایعی که رقابت پذیری بیشتری را دارند، سرمایه گذاری می کنند. به عبارت دیگر، فارغ از توانمندی، استعداد، و کارزیمای شخص/شرکت فناور، اگر یک کسب و کار در یک بازار روبه رشد نباشد، به ندرت امکان دریافت VC را خواهد داشت. زیرا اغلب سرمایه گذاران به دنبال کسب منفعت در میان مدت (near-term) هستند. در چنین بازارهایی اغلب شرکت ها در مراحل اولیه شکل گیری قرار دارند و تشخیص برنده ها (winners) از بازنده ها (losers) کار سختی است. در واقع حدود ۸۰ درصد از VC به فاز نوپایی (adolescent) شرکت ها اختصاص می یابد. این موضوع در شکل زیر ترسیم شده است. همانطور که نمایان است در این مرحله تشخیص برنده از بازنده برای سرمایه گذار کار بسیار مشکلی است.



شکل ۲- ترسیمی از سرمایه گذاری در استارت آپ ها در دوره نوپایی (adolescent)

صنعت سرمایه گذاری پرخطر

به طور کلی، صنعت VC از چهار بخش (بازیگر یا actor) اصلی تشکیل شده است: ۱- کارآفرینانی که نیاز به حمایت مالی دارند، ۲- سرمایه‌گذارانی که به نرخ بازگشت بیشتر از نرخ موجود در بازار نیاز دارند، ۳- بانک‌های سرمایه‌گذاری که به فروش شرکت‌ها مشغول هستند و سرنجام ۴- سرمایه‌گذاران پرخطر که با ایجاد یک بازار برای سایر بازیگران به کسب درآمد مشغول هستند. شکل ۳ نمایی از این کارکرد را نشان می‌دهد. بر این اساس، کارآفرینان با لحاظ نیازهای جامعه ایده‌های خود را به سرمایه‌گذار ارائه داده و سرمایه‌گذار پرخطر با استفاده از منابع موجود اقدام به سرمایه‌گذاری می‌نماید و پس از دریافت و انباشت سرمایه، نرخ بازده قابل قبول را به سرمایه‌گذارها پرداخت نموده و بدین ترتیب مقدمه فروش شرکت و عرضه سهام اولیه پدید می‌آید.



شکل ۳- نمایی از کارکرد صنعت سرمایه پرخطر

نکته قابل ذکر در اینجا، احتمال وجود نرخ بازگشت سرمایه جذاب برای VC است. به طور متوسط، از هر ۱۰ کسب و کار خوب صرفاً یکی موفق می‌شود. برای دانستن این موضوع، کافی است که عوامل بیشمار دخیل در موفقیت یک شرکت را در نظر بگیرید. بهترین شرکت‌ها ممکن است که حدود ۸۰ درصد شانس موفقیت در هر یک از عوامل را داشته باشند (جدول یک). حتی با این احتمال بالا، شانس کلی موفقیت حدود ۱۷ درصد خواهد بود؛ زیرا عدم موفقیت شرکت در هر یک از عوامل مذکور، باعث شکست شرکت خواهد شد.^۳

۳ - از علاقه مندان دعوت می شود تا برای مطالعه بیشتر به منبع زیر رجوع کنند:

Zider, B. (1998). How venture capital works. *Harvard business review*, 76(6), 131-139

جدول ۱ - محاسبه احتمال کلی موفقیت یک کسب و کار

احتمال	عوامل موفقیت
۸۰٪	سرمایه کافی
۸۰٪	توانایی مدیریت مجموعه
۸۰٪	برنامه تولیدی مطابق انتظار پیش رود
۸۰٪	مواد اولیه و سایر ملزومات مطابق برنامه تهیه شود
۸۰٪	رفتار رقبا پیش بینی شود
۸۰٪	مصرف کننده تولیدات را بخرد
۸۰٪	قیمت گذاری به درستی انجام شده باشد
۸۰٪	پتنت ها قابل اجرا و حمایت باشد
۱۷٪	احتمال کلی موفقیت

ارائه یک مدل پیشنهادی برای سرمایه گذاری در پروژه های نانو^۴

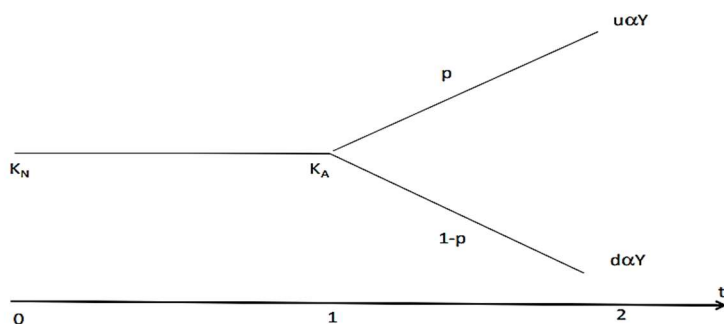
مانند تکنولوژی های دیگر، تجاری سازی یک ایده نانو بنیان تحت تاثیر فضای کلی اقتصاد قرار می گیرد. در واقع، برای درک مکانیزم های بازار و روابط متقابل بین کارآفرین و سرمایه گذار، نیاز است تا از مدل های پیچیده تری استفاده شود؛ زیرا در فناوری های نانو بنیان بازار سه ویژگی مشخص دارد که آن را از سایر بازارهای سرمایه گذاری مجزا می کند. اولین ویژگی وجود عدم قطعیت بالا است. زیرا چنین بازارهایی به شدت تحت تاثیر پیشرفت های تکنولوژیکی و تغییر قوانین قرار دارند. دومین ویژگی منحصر به فرد بازار نانو، همکاری بین شرکت های مختلف است. برای رسیدن محصول با تکنولوژی نانویی به تولید انبوه، نیاز است تا بخش تحقیق و توسعه را از بخش تولیدی جدا نمود. مورد آخر نیز دخالت دولت در این بازار است. زیرا با توجه به هزینه بالای تحقیق و توسعه، انگیزه کافی برای شرکت های خصوصی وجود ندارد.

برای یک درک بهتر بازار سرمایه گذاری نانو، شکل ۴ را در نظر بگیرید. در زمان صفر کمپانی نانوتک (KN)، مقدار سرمایه گذاری) با محاسبه ارزش فعلی سرمایه گذاری در سال صفر تصمیم به اجرای برنامه تحقیق و توسعه می گیرد. شرکت ارزش فعلی پروژه را از صفر (تا زمان رسیدن به درآمد) محاسبه می کند. اگر KN هزینه شود، تکنولوژی در زمان ۱ به دست سازنده خواهد رسید و وی ارزش فعلی عرضه محصولات به بازار را از دوره یک به بعد محاسبه می کند و در صورت مثبت بودن اقدام به سرمایه گذاری می نماید (KA، میزان سرمایه گذاری سازنده را نمایش می دهد) و سهمی (α) از درآمد (Y) را به فناور

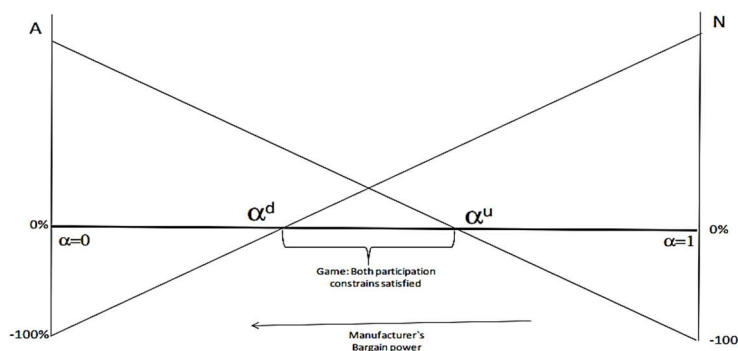
⁴ - Casparri, M. T., & GARCIA FRONTI, J. A. V. I. E. R. (2010). A nanotechnology joint investment framework. In *Computational Intelligence in Business and Economics* (pp. 161-168)

پرداخت می نماید. با احتمال P امکان دارد که شرکت به یک درآمد بالا و با احتمال $(1-P)$ نیز یک درآمد پایین تر از حد متوسط یعنی dY دست پیدا کند. در انتهای پروژه نیز با محقق شدن Y سهم هر دو شرکت مشخص خواهد شد.

بنابراین همانطور که در بالا هم اشاره شد هر کدام از بازیگران، پروژه را از دیدگاه خود ارزیابی می کنند. اگر فرض کنیم که دو دوره داریم، آنگاه شرکت نانوتک سهم α^d را برای دو دوره تنزیل کرده و با میزان سرمایه اولیه خود مقایسه کرده و در صورت بیشتر بودن سهم، وارد بازار می شود. در طرف دیگر هم سرمایه گذار ارزش فعلی سهم یعنی α^u را برای یک دوره محاسبه نموده و در صورت بیشتر شدن این مقدار از K_A آنگاه سرمایه گذاری و تولید را انجام خواهد داد. برای درک بهتر این فرآیند شکل ۵ را در نظر بگیرید. با توجه به شکل اگر تمامی درآمد به تولید کننده اختصاص داده شود ($\alpha=0$) نقطه A حداکثر سود وی خواهد بود. در حالت افراطی دیگر، اگر $\alpha=1$ شود سهم فناور برابر با N خواهد شد. با دانستن این نقاط می شود منحنی های عکس العمل را برای فناور و سرمایه گذار ترسیم نمود. باید توجه شود که در جایی که این منحنی ها محور افقی را قطع می کنند سهم هریک از دو بازیگر متناظر با سود صفر خواهد شد. بنابراین با توجه به شکل بدیهی خواهد بود که جواب بهینه (سهم منصفانه) در بازه ای بین α^d و α^u قرار خواهد گرفت. در نهایت در بازه مذکور، سهم های متناسب از طریق چانه زنی و با توجه به قدرت هر بازیگر تعیین خواهد شد.



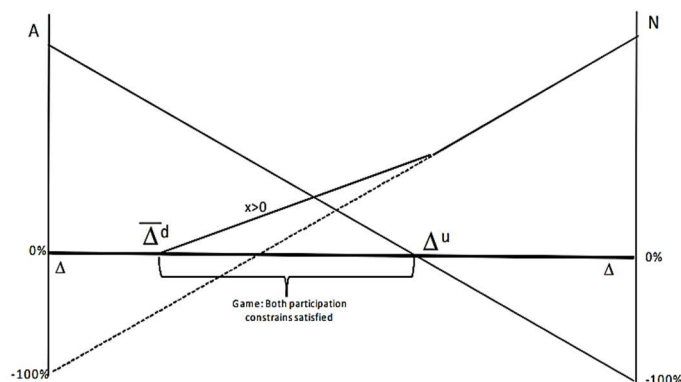
شکل ۴. فرآیند سرمایه گذاری در پروژه های نانو بنیان



شکل ۵. تعیین سهم فناور و سرمایه گذار براساس تئوری بازیها در تکنولوژی های نانو محور

اگر فرض کنیم قدرت چانه زنی سرمایه گذار بسیار بیشتر از فناور باشد، آنگاه ممکن است سهم فناور از α^d کمتر شده و در نتیجه انگیزه سرمایه گذاری در سود منفی برای فناور وجود نخواهد داشت. بنابراین هیچ گونه سرمایه گذاری مشترکی صورت

نخواهد پذیرفت (به عبارت دیگر قید مشارکت یا participation فناوری تامین (satisfy) نمی شود). در چنین شرایطی، دولت می تواند با دخالت در بازار و وضع قوانین حمایتی، بازه مشارکت بین سرمایه گذار و فناوری را افزایش دهد (دولت در کوتاه مدت نقش حمایتی خواهد داشت اما در بلند مدت به درآمد های مالیاتی خواهد رسید). این موضوع در شکل ۶ نمایش داده شده است. در این شرایط، واضح است که بازه مشارکت برای فناوری و سرمایه گذار وسیع تر شده زیرا دولت نقش حمایت از فناوری را خواهد داشت. بنابراین انتظار افزایش سرمایه گذاری در فناوری های نانو-بنیان معقول خواهد بود.



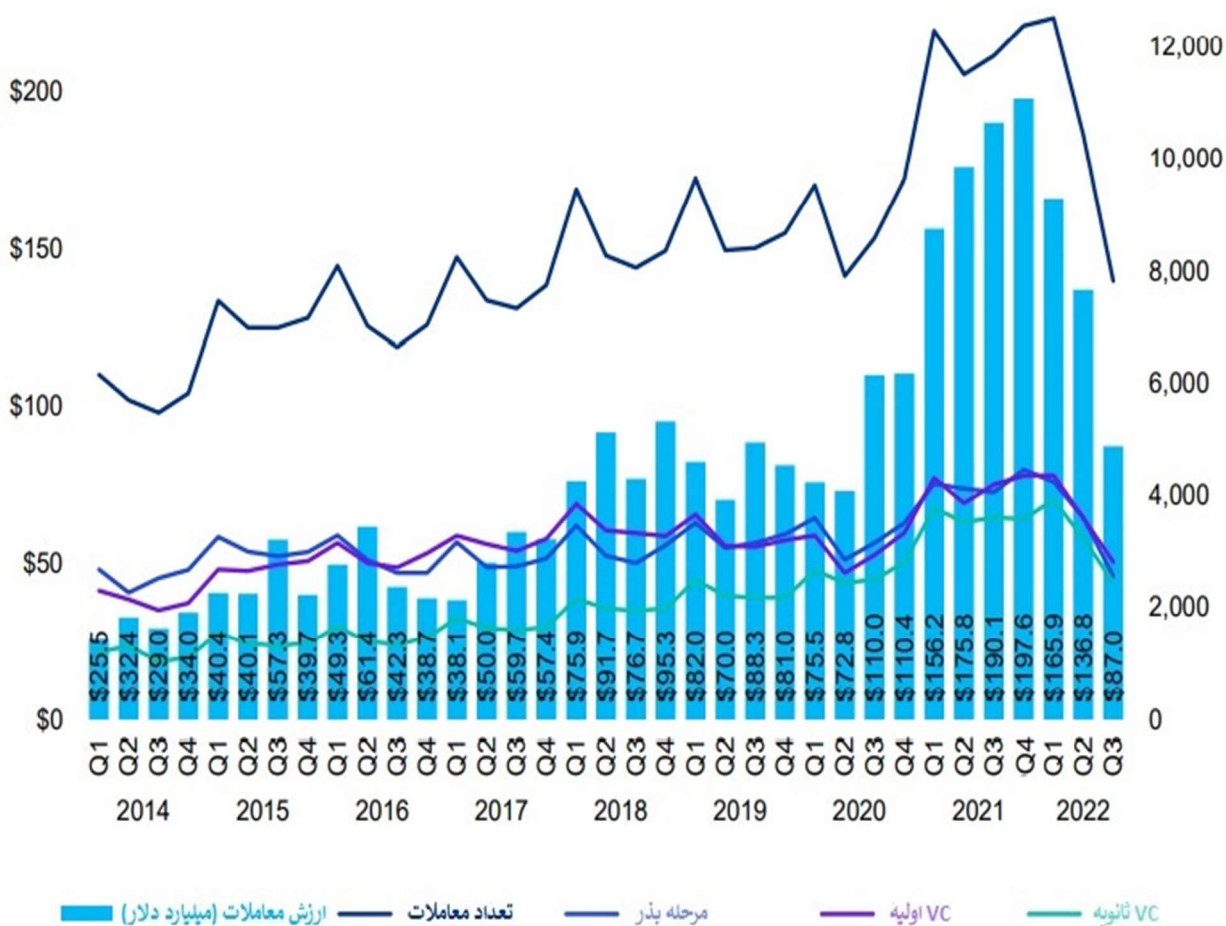
شکل ۶. دخالت دولت برای افزایش بازه مشارکت در تعیین سهم بهینه برای فناوری و سرمایه گذار

بررسی بازار جهانی تامین مالی جسورانه

در یک زمینه جهانی، تامین مالی VC همواره نقش برجسته ای را در فراهم نمودن سرمایه مورد نیاز شرکت های دانش بنیان بازی کرده است. بر اساس گزارش گروه KPMG^۵، در فصل سوم ۲۰۲۲، مقدار (تعداد) سرمایه گذاری VC در ایالات متحده، آسیا و اروپا به ترتیب ۴۳ میلیارد دلار (۳۰۷۶)، ۲۱،۷ میلیارد دلار (۲۳۵۲)، و ۱۸،۷ میلیارد دلار (۱۹۲۰) رسیده که اهمیت این بازار را نشان می دهد.

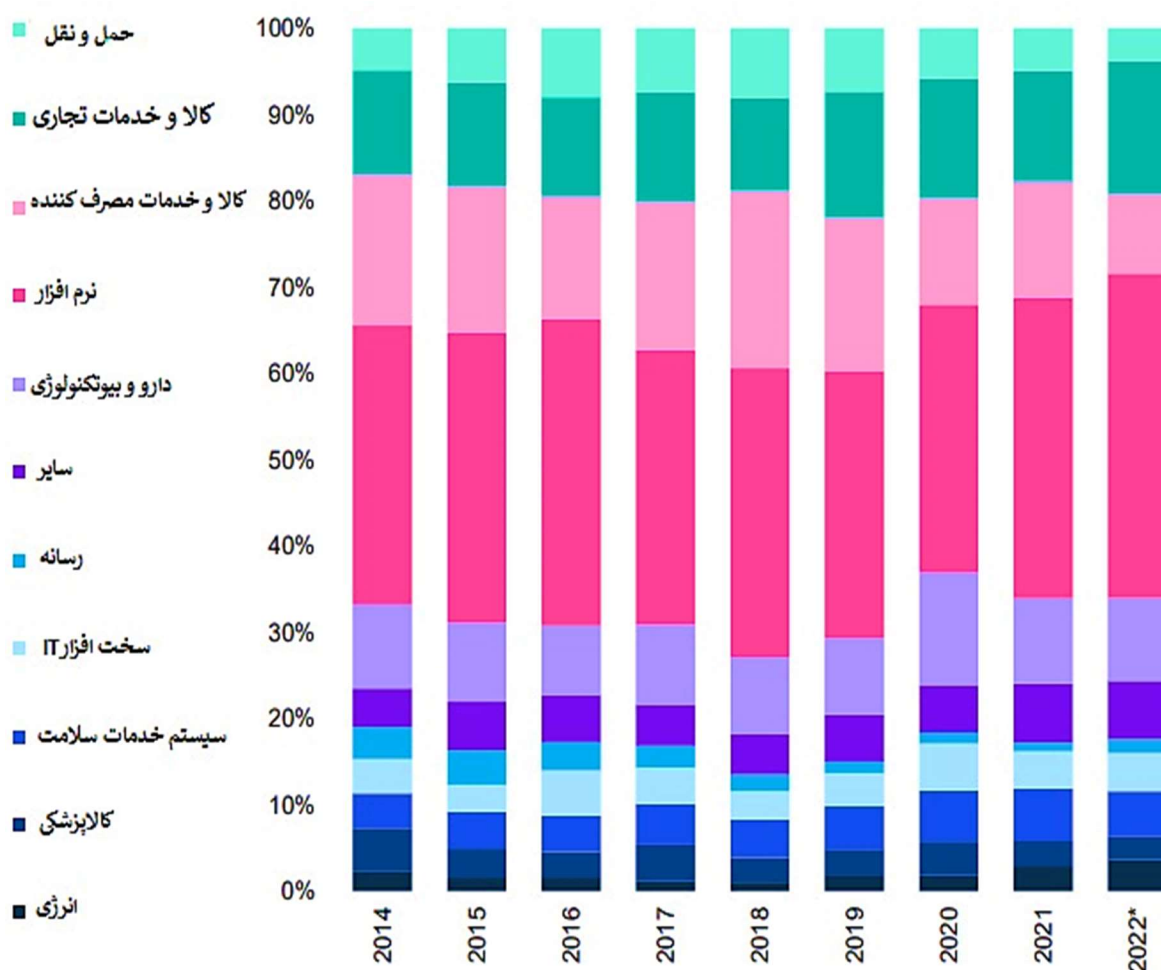
اگرچه در سال ۲۰۲۲ VC یک روند کاهشی داشته اما می توان انتظار داشت که با بهبود شرایط کلان اقتصادی و خارج شدن از رکود، مقدار آن در سال های آتی افزایش یابد. شکل ۷ روند جهانی تامین مالی VC را بر اساس ارزش معاملات، تعداد قراردادهای و همچنین مرحله رشد شرکت نمایش می دهد. چنانکه مشخص است ارزش معاملات VC در بازه ۲۰۲۱-۲۰۱۴ از ۲۵،۵ میلیارد دلار (در فصل اول ۲۰۱۴) به بیش از ۱۹۷ میلیارد دلار در فصل آخر ۲۰۲۱ رسیده که نشان دهنده اهمیت فوق العاده VC در تامین مالی شرکت های دانش بنیان است. همچنین بیشترین حجم سرمایه گذاری در این دوره نیز به ترتیب در مراحل اولیه و مرحله اولیه شکل گیری (بذر) بوده است.

⁵ - <https://home.kpmg/xx/en/home/campaigns/2022/10/q3-venture-pulse-report-global.html>



شکل ۷- روند تامین مالی VC طی ۲۰۲۲-۲۰۱۴ منبع : <https://home.kpmg/xx/en/home/campaigns/2022/10/q3-venture-pulse-report-global.html>

همچنین VC به بخش های مختلفی از قبیل کالا و خدمات تجاری، IT و نرم افزار، خدمات بخش سلامت، کالا و خدمات مصرفی و ... اختصاص داده شده است (شکل ۸). بر این اساس، حوزه های نرم افزار، کالا و خدمات برای مصرف کننده نهایی، کالا و خدمات تجاری و حمل و نقل همواره بیشترین جذب سرمایه پرخطر را طی ۲۰۲۲-۲۰۱۴ داشته اند. نکته قابل ملاحظه دیگر، افزایش سهم VC در بخش های سلامت و انرژی در سه سال اخیر است. در واقع با شیوع بیماری کووید-۱۹ و همچنین افزایش قیمت انرژی شرکت های دانش بنیان بیشتری وارد این حوزه شده و حمایت مالی دریافت نموده اند.



شکل ۸- حوزه های دریافت کننده VC طی ۲۰۲۲-۲۰۱۴

نمونه های سرمایه گذاری های انجام شده در فناوری های نانو

با توجه به کاربرد نانو تکنولوژی در تمامی حوزه های صنعتی، تامین مالی فناوری های نانو بنیان در سال های اخیر رشد قابل توجهی پیدا نموده است. برای مثال در جدول ۲ نام شرکت های برتر دریافت کننده VC آمده است. چنانکه ملاحظه می شود گردش مالی صنعت مذکور بسیار قابل توجه بوده و با توجه به پیشرفت روز افزون صنایع نانو بنیان، انتظار بر افزایش بیشتر گردش مالی این صنایع در آینده خواهد بود.

جدول ۲- برترین سازمان های نانو در افزایش منابع تامین مالی در سال ۲۰۱۸^۱

نام سازمان	آخرین مبلغ تامین مالی	کل مبلغ تامین مالی
Oxford Nanopore Technologies	\$100,000,000	\$679,000,000

\$121,100,000	\$29,700,000	Nantero
\$99,299,994	\$25,500,000	Liquidia Technologies
\$60,000,000	\$25,000,000	DigiLens Inc.
\$27,700,000	\$20,300,000	Abionic
\$146,000,000	\$20,000,000	StoreDot
\$19,755,749	\$13,750,000	Lyncean Technologies
\$22,336,347	\$12,400,000	NuMat Technologies
\$12,000,000	\$12,000,000	Nanotech Industrial Solutions
\$17,658,526	\$11,658,526	Onconano Medicine
\$11,500,000	\$11,500,000	Nano-C
\$53,450,000	\$10,710,000	Oxford Photovoltaics
\$92,800,000	\$10,000,000	BlueWillow Biologics
\$44,683,837	\$7,600,000	Pixelligent
\$39,639,501	\$7,000,000	Nanomech

منبع: <https://www.pixelligent.com/news/15-nanotechnology-companies-getting-funding-in-2018>

تاکنون کشورهای مختلف سرمایه بسیاری را برای پیاده سازی پروژه های نانو تکنولوژی اختصاص داده اند. برای نمونه، در جدول ۳ برخی از برنامه های سرمایه گذاری نانو و همچنین برنامه تامین مالی آنها، نمایش داده شده است. مشاهده می شود که دولت های مختلف همواره مبالغ قابل توجهی را در طی برنامه های مختلف به بخش نانو اختصاص داداند.

جدول ۳. برنامه های سرمایه گذاری انجام شده در کشورهای مختلف در حوزه نانو تکنولوژی

کشور	برنامه تامین مالی	دوره سرمایه گذاری	ارزش سرمایه
برزیل	وزرات علم و تکنولوژی	تخمین سالانه	۴,۹ میلیون یورو
چین	برنامه توسعه میان مدت و بلند مدت	۲۰۰۶-۲۰۰۸	۲۹,۱ میلیون یورو
اتحادیه اروپا	چارچوب برنامه ۷	۲۰۰۷-۲۰۱۳	۳,۵ میلیارد یورو
فرانسه	برنامه نانو ۲۰۱۲	۲۰۰۸-۲۰۱۲	۵۰۰ میلیون یورو

آلمان	برنامه نانو-برنامه عمل ۲۰۱۰	۲۰۱۳-۲۰۰۸	۳۷۰ میلیون یورو
هند	ماموریت نانو	۲۰۱۲-۲۰۰۷	۱۴۴,۸ میلیون یورو
ژاپن	MEXT	تخمین سالانه	۴۷۰ میلیون یورو
روسیه	توسعه تکنولوژی نانو در فدراسیون روسیه برای ۲۰۰۸- ۲۰۱۱	۲۰۱۱-۲۰۰۸	۶۹۳,۳ میلیون یورو
انگلستان	مجمع پژوهشی انگلستان/ هیئت استراتژی تکنولوژی	تخمین سالانه	۲۵۶ میلیون یورو
ایالات متحده	برنامه ملی نانوتکنولوژی	۲۰۱۲	۲,۱ میلیارد دلار

جمع بندی

امروزه در تمامی اقتصادهای بزرگ جهان، از سرمایه گذاری جسورانه به عنوان موتور محرک رشد شرکت های دانش بنیان استفاده شده است. در واقع کاربرد نانوفناوری در حوزه های مختلف و همچنین امکان ثبت اختراع بازار جذابی را برای سرمایه گذاران VC پدید آورده است. لذا انتظار بر این است که با گسترش بازار این فناوری، شرکت های دانش بنیان بیشتری وارد این حوزه شوند. این موضوع، باعث رشد بیشتر VC در این حوزه خواهد شد.



Santa-co.ir



Info@santa-co.ir



۰۲۱-۵۸۱۵۶۱۰۰



**خیابان شهید بهشتی، خیابان یکم بخارست،
پلاک ۲۱**



صنایع نانوتک آینده