

## **A Historical Analysis on the Challenges of Development and Commercialization in a Knowledge- Based Medical Equipment Company**

**Elnaz Mesma Khosroshahi<sup>1</sup>, Javad Soltanzadeh<sup>2\*</sup>**

1- MSc in Technology Management, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran.

### **Abstract**

In response to various financial, managerial, structural, and marketing challenges, technology commercialization researchers and policymakers have proposed and implemented solutions to overcome the Death Valley challenge. The case study describes an experience of using Technology Holding Company as a structural response in technology commercialization in a knowledge-based firm manufacturing Iranian medical equipment. Data were collected during six months (September 2020 to March 2021) by conducting semi-structured interviews with experts. The company's experience during its life cycle of more than five years to date (stages of birth, growth, maturity, and resuscitation) is described with a historical narrative approach. The results show that although institutional strategies such as establishing research and production units of the company in growth centers and financing before industrial production since 2017 and in the stages of birth, growth, and maturity were able to achieve success, the challenge of doing activities. The market questioned the effectiveness of these strategies in the recovery phase. Also, creating a technology holding company in the revival stage, the company has offered a new solution to overcome the Valley of Technology Death challenge in knowledge-based companies. In cooperation with large companies and the establishment of subsidiaries in the field of "design and construction" and "marketing and sales" and establishing research institutes for pre-clinical and clinical studies, the company focuses on the technical aspects of the innovation process and acquires specialized activities. Furthermore, it has entrusted the work to experts in this field and has succeeded in commercializing its products.

**Keywords:** Knowledge-Based Firm, Valley of Death, Technology Commercialization, Medical Equipment, Covid-19.

**DOI:** 10.22034/JMI.2021.284091.2553

---

1. [khosroshahi.e67@gmail.com](mailto:khosroshahi.e67@gmail.com)

2. \*Corresponding author: [jsoltanzadeh@yahoo.com](mailto:jsoltanzadeh@yahoo.com)



## تحلیلی تاریخی بر چالش‌های توسعه و تجاری‌سازی در یک شرکت دانش بنیان حوزه تجهیزات پزشکی

دوره ۱۵ شماره ۳ (پیاپی ۵۳) نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۰) صفحات ۲۲۰ - ۲۰۱  
پاییز ۱۴۰۰

الناز مسماع خسروشاهی<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.  
جواد سلطانزاده<sup>۲</sup> استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

### چکیده

محققان و سیاست‌گذاران تجاری‌سازی فناوری در پاسخ به چالش‌های متنوع مالی، مدیریتی، ساختاری و بازاریابی، راهکارهایی را برای خروج از بحران دره مرگ ارائه نموده‌اند. پژوهش حاضر، تجربه‌ای در راستای غلبه بر چالش‌های تجاری‌سازی فناوری ارائه کرده است. مقاله حاضر به بررسی تجربه عملی شرکت دانش‌بنیان در حوزه تجهیزات پزشکی ایران در قالب مطالعه موردی پرداخته است. داده‌ها طی شش ماه (مهر تا اسفند ۱۳۹۹) با انجام مصاحبه نیمه ساختار یافته گردآوری شده و با رویکرد روایت تاریخی تجربه عملی شرکت طی چرخه عمر بیش از پنج‌ساله آن تا به امروز (مراحل تولد، رشد، بلوغ و احیا) تشریح شده است. نتایج نشان می‌دهد، هر چند راهکارهای نهادی مانند استقرار واحدهای پژوهشی و تولیدی شرکت در مراکز رشد و تأمین هزینه‌های پیش از تولید صنعتی از سال ۱۳۹۶ و در مراحل تولد، رشد و بلوغ امکان تحصیل موفقیت‌هایی را به همراه داشته اما در تجاری‌سازی با چالش مواجه شد. شرکت در مرحله احیا با ایجاد یک شرکت هلدینگ فناور توانسته راهکاری نوین جهت غلبه بر چالش دره مرگ فناوری در شرکت‌های دانش‌بنیان ارائه نماید. شرکت در همکاری با شرکت‌های بزرگ و تأسیس شرکت‌های تابعه در زمینه «طراحی و ساخت» و «بازاریابی و فروش» و ایجاد پژوهشکده‌ای جهت مطالعات پیش‌بالینی و بالینی، تمرکز خود را بر جنبه‌های فنی فرایند نوآوری متمرکز ساخته و فعالیت‌های تخصصی کسب و کار را به متخصصین این حوزه محول و موفق به تجاری‌سازی محصولات خود شده است. یافته‌های این مقاله دلالت‌های سیاستی و مدیریتی برای سیاست‌گذاران و مدیران شرکت‌های دانش بنیان در تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته دارد.

**واژگان کلیدی:** شرکت دانش‌بنیان، دره مرگ، تجاری‌سازی فناوری، تجهیزات پزشکی، کووید-۱۹.

۱. [Khosroshahi.c67@gmail.com](mailto:Khosroshahi.c67@gmail.com)

۲. مسئول مکاتبات: [j.soltanzadeh@umz.ac.ir](mailto:j.soltanzadeh@umz.ac.ir)

## ۱- مقدمه

رشد سریع فناوری‌ها و کاهش چرخه عمر آن‌ها، موضوع تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته را برجسته کرده (Khalilzadeh et al., 2017) و شرکت‌های بسیاری اولویت اول خود را به این مبحث و فعالیت‌های مرتبط با آن اختصاص داده‌اند. اما حتی کشورهای پیشرفته و صنعتی نیز به دلایل متعدد مالی، وجود بوروکراسی ناکارآمد سازمانی و عدم درک استراتژی‌های سازمانی با موانع متعددی در این زمینه روبرو شده‌اند (Dehghani., 2015) و علیرغم سرمایه‌گذاری‌های عظیم جهانی در زمینه تحقیق و توسعه فناوری‌های پیشرفته، نرخ تجاری‌سازی فناوری‌ها کمتر از حد انتظار گزارش شده است (Khalilzadeh et al., 2017). تجاری‌سازی فرایندی است که دانش و فناوری از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به صنایع و کسب و کارهای جدید منتقل می‌شود. این فرایند پیچیده تحت تأثیر عوامل متعدد زیرساختی، فناوریانه، اجتماعی، سیاسی و تاریخی قرار دارد (Dehghani., 2015).

مفهوم «دره مرگ»<sup>۱</sup> که دلالت بر چالش‌های تجاری‌سازی فناوری نه فقط در رشد شرکت، بلکه عملی بر سر راه بقاء شرکت‌هاست، زمانی رخ می‌دهد که کسب و کار فناور محور دارای نمونه اولیه از محصول یا خدمت است اما به دلیل دشواری‌های مالی، نیازهای متغیر بازار و تمرکز بر جنبه‌های فنی و نادیده گرفتن جنبه‌های مدیریتی کسب و کار قادر به تجاری‌سازی و کسب درآمد در مقیاس تجاری نشده است (Frank et al., 1996؛ McIntyre, 2014؛ Ellwood et al., 2020؛ Lebeuvre et al., 2020).

از آن‌جا که منطق هنجاری و فرهنگی علم (تحقیق) و کسب و کار (تجاری‌سازی) متفاوت است، انتقال از مرحله تحقیقات علمی تا تجاری‌سازی فناوری باید مدیریت شود تا مانعی بر سر راه این گذار رخ ندهد (Ellwood et al., 2020). محققان به راه‌حل‌های متعددی نظیر آموزش و توانمندسازی، نهادسازی، ارتقای توانمندی‌های مالی و شبکه‌سازی برای کمک به خروج از این چالش اشاره کرده‌اند. اما برخی مطالعات معتقدند انکوباتورها و پارک‌های علم و فناوری با وجود ارائه خدمات مشاوره‌ای و فراهم‌سازی فضا برای تجاری‌سازی فناوری، اثربخشی یکسانی برای تمام انواع کسب و کارها و محصولات نوآورانه نداشته‌اند (Son et al., 2020). در همکاری میان شرکت‌های کارآفرین و شرکت‌های بزرگ نیز مدیران شرکت‌های کارآفرین اغلب احساس می‌کنند به‌طور ناعادلانه‌ای مورد سوء استفاده قرار گرفته‌اند چرا که شرکت بزرگ قادر به درک و تحقق پتانسیل فناوری جدید برای ورود به بازار است و بیش‌ترین ارزش اقتصادی اتحاد نصیب او خواهد شد (Alvarez and Barney., 2001).

در سرمایه‌گذاری مشترک و تأسیس شرکت جدید توسط نخبگان دانشگاهی و شرکای صنعتی در خصوص مالکیت و کنترل شرکت جدید و مسائل مربوط به حقوق مالکیت معنوی نگرانی‌های بسیاری وجود دارد (Markman et al., 2008). در اعطای حق امتیاز فناوری نیز اعطا کننده مجوز، قدرت کنترل

<sup>1</sup> Valley of Death

خود را از دست خواهد داد و اندازه‌گیری کاربرد مجوز توسط دریافت‌کننده آن در سایر فرایندها دشوار خواهد بود (Leckner., 2004).

با توجه به ویژگی‌هایی نظیر استقلال و حفظ هویت علمی اساتید دانشگاه از طریق واگذاری امور فنی به آنان و واگذاری مسئولیت امور کسب و کار به شرکت‌های انتفاعی و امکان‌سنجی پروژه‌ها پیش از شروع تجاری‌سازی، ساختار هلدینگ فناوری<sup>۱</sup> یکی از رهیافت‌های کارآمد است (Son et al., 2020).

هدف مطالعه حاضر بیان تجربه عملی شرکت دانش‌بنیان «نانو حسگرسازان سلامت آریا» در ساخت تجهیزات پزشکی طی چرخه عمر شرکت تاکنون (بیش از پنج ساله گذشته) است. چرا که فعالیت شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات پزشکی در بازار تقریباً ۲,۵ میلیارد دلاری کشور، ماهیتاً مبتنی بر نوآوری است و سهم بالایی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه در آن‌ها ضروری است (سلامی و همکاران، ۱۴۰۰). این شرکت طی سه مرحله عمر خود (تولد، رشد و بلوغ) علیرغم ثبت دستاوردهای پژوهشی (بالغ بر بیست پتنت بین‌المللی و پنجاه مقاله در مجلات معتبر) به نام خود و استفاده از خدمات ارائه شده در جهت حمایت از شرکت‌های نوپای فناور نظیر تسهیلات صندوق نوآوری و شکوفایی و امکان استقرار در مراکز رشد و استفاده از خدمات آن‌ها، عملاً در تجاری‌سازی محصولات فناورانه خود عواید مالی چشم‌گیری کسب نکرده است. این شرکت علاوه بر تنگناهای مالی، کاستی در توانمندی‌های شناسایی بازار محصول، بازاریابی، فروش، تجاری و مدیریت یک کسب و کار داشته و عمده تمرکز آن بر مباحث تحقیق و توسعه و جنبه‌های فنی محصول معطوف بوده است. بنابراین در تجاری‌سازی فناوری‌های توسعه یافته خود با چالش دره مرگ مواجه شده است.

اما در مرحله احیا با ایجاد یک واحد جهت انجام فعالیت‌های فنی درون شرکت و مجوز تأسیس شرکت‌های تابعه در زمینه «طراحی و ساخت» و «بازاریابی و فروش» و یک پژوهشکده جهت مطالعات فاز پیش‌بالینی و بالینی<sup>۲</sup> توانسته راهکاری نوین جهت غلبه بر مشکلات تجاری‌سازی دستاوردهای پژوهشی خود و رهایی از چالش دره مرگ ارائه دهد. در این راستا پس از مرور پیشینه دره مرگ در تجاری‌سازی فناوری و راهکارهای متداول خروج از آن، در بخش سوم به بیان روش انجام پژوهش و نحوه گردآوری داده‌ها پرداخته شده است. در بخش چهارم، یافته‌های پژوهش مبتنی بر مراحل بلوغ شرکت تشریح، و در بخش پایانی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات مدیریتی و سیاستی ارائه می‌شود.

<sup>۱</sup> Technology Holding Company

<sup>۲</sup> در مقاله حاضر بر اساس چارچوب میلر و فریسون (۱۹۸۴) چهار مرحله تولد، رشد، بلوغ و احیا مورد توجه قرار گرفته‌اند.

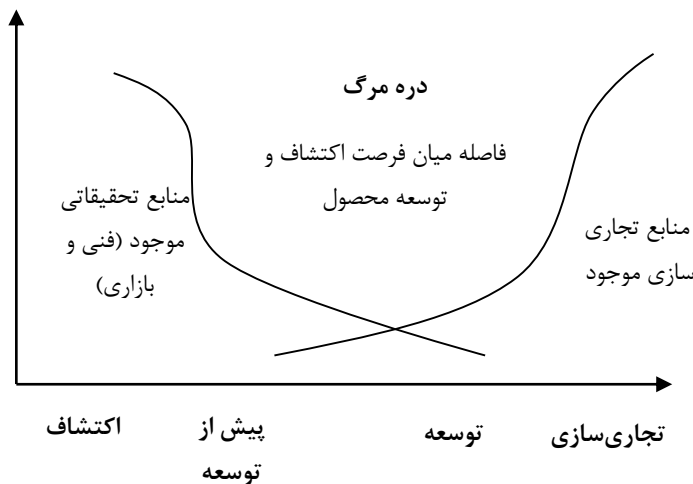
<sup>۳</sup> پژوهشکده الکتروتکنیک سرطان با مجوز مشترک دانشگاه تهران و دانشگاه علوم پزشکی تهران

## ۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

### ۲-۱- دره مرگ در تجاری‌سازی فناوری

مفهوم «دره مرگ» اولین بار توسط بروس مریفیلد (۱۹۹۵) برای اشاره به چالش‌های موجود انتقال فناوری‌های حوزه کشاورزی به کشورهای جهان سوم به کار رفت. بعدها از این مفهوم برای توصیف شکاف منابع میان واحد تحقیق و توسعه و واحد تجاری‌سازی سازمان استفاده شد (Markham et al., 2010).

دره مرگ شکاف میان مرحله تحقیق تا توسعه محصول جدید است که در فاصله میان کشف فرصت (اختراع) و توسعه محصول (نوآوری) رخ می‌دهد (شکل ۱) و یک شرکت نوپای فناور در مسیر فرایند نوآوری، یعنی از مرحله اول (تولید ایده) تا مرحله پایانی (تجاری‌سازی محصول جدید) دچار چنین چالشی می‌شود (Klitsie et al., 2019; Dean et al., 2020) و علیرغم دارا بودن نمونه اولیه از محصول یا خدمت در کسب درآمد در مقیاس تجاری موفق عمل نمی‌کند (Mcintyre., 2014).



شکل ۱: منحنی دره مرگ (Markham et al., 2010)

بر اساس نتایج مطالعات، مشکلات عمده تجاری‌سازی فناوری در شرکت‌های نوپای فناور به چهار حیطة اصلی محیط کسب و کار (ناتوانی در فراهم آوردن منابع مورد نیاز تجاری‌سازی، عدم وجود زیرساخت‌های مناسب)، بازاریابی (تمرکز بر جنبه‌های فنی توسعه محصول، عدم درک پتانسیل بازار محصول، عدم آغاز فعالیت‌های بازاریابی در زمان مناسب)، مالی (عدم تخصیص منابع مالی مورد نیاز تجاری‌سازی، دسترسی محدود به منابع مالی، ناتوانی در تأمین وثایق مورد نیاز جهت جذب سرمایه خارجی) و مدیریتی (فقدان تخصص و تجربه در زمینه‌های مالی و بازاریابی، عدم استفاده از فرصت‌های

<sup>1</sup> Bruce Merrifield

موجود در بازار، تخصیص نامناسب منابع و فعالیت‌های مورد نیاز) مرتبط است (Pellikka and Virtanen., 2009).

بنابراین مسائلی نظیر دشواری‌های تأمین مالی، تمرکز بر جنبه‌های فنی و نادیده گرفتن جنبه‌های مدیریتی کسب و کار، عدم اطمینان در بازار به دلیل نیازهای متغیر بازار و فقدان ارتباط میان تلاش جهت توسعه فناوری و تلاش در جهت کاربرد آن موجب بروز چالش دره مرگ و ناکامی در تجاری‌سازی فناوری‌ها می‌شود (Frank et al., 1996; Ellwood et al., 2020). علاوه بر این موارد، از آن‌جا که جذب ارزش در اکوسیستم تجاری رخ می‌دهد، زمانی که کنشگران نوآوری نتوانند چنین اکوسیستمی را ایجاد کنند، حیات آن متوقف و دره مرگ رخ خواهد داد (مختار زاده و همکاران، ۱۳۹۹).

## ۲-۲- ساختار هلدینگ فناور برای پیشبرد کسب و کار و تجاری سازی فناوری

شرکت در قالب هلدینگ فناور نه تنها زیرمجموعه دانشگاه نیست، بلکه از طریق سرمایه‌گذاری در فناوری، شرکت‌های تابعه‌ای را ایجاد و از طریق ادغام و تملک<sup>۱</sup> و عرضه اولیه سهام<sup>۲</sup> اقدام به سودآوری می‌کند و هدف اصلی آن تجاری‌سازی مستقیم فناوری است (Son et al., 2020). چنین شرکتی با دو شیوه کلی تصاحب کامل و سهامداری قادر به راهبری بر شرکت‌های تابعه است (Alvarez., 2003) و دارای مزایای قابل توجهی به شرح ذیل است (Son et al., 2020).

این ساختار ریسک و عدم قطعیت قراردادهای کاهش و فرایندها را از طریق رویکردی سیستماتیک تسریع می‌کند و به‌عنوان شرکتی مستقل (نه زیرمجموعه‌ای از دانشگاه) به دنبال سودآوری است. به علاوه، مشارکت کارآفرینان دانشگاهی که در ایجاد شرکت‌های زایشی دانشگاهی عاملی ضروری برای موفقیت آن‌هاست را افزایش می‌دهد. البته گاهی دانشمندان دانشگاهی برای حفظ هویت علمی خود تمایلی به ایجاد آن ندارند. در مدل شرکت هلدینگ فناور، اساتید دانشگاه مسئول جنبه‌های علمی شرکت زایشی و شرکت‌های انتفاعی مسئول مدیریت کسب و کارند. به علاوه، چنین ساختار هلدینگ فناور، نقش یک "دروازه‌بان" را ایفا می‌کند و برای حرکت پروژه‌ها به فرایند بعدی نوآوری معیارهایی در نظر دارد و تنها به پروژه‌هایی که دارای این معیارها باشند، منابع لازم را اختصاص خواهد داد (امکان سنجی).

ایجاد شرکت «هلدینگ فناور شینگهوا» توسط دانشگاه شینگهوا در چین در سال ۲۰۰۳ نمونه موفق بارزی از نظر درآمدی در سال ۲۰۱۷ می‌باشد که در ردیف ۱۶۳ در میان ۵۰۰ شرکت برتر چینی قرار گرفته است. دانشگاه‌های کره جنوبی نیز تجربیات موفق شاخصی در این زمینه داشته‌اند. از جمله آن‌ها می‌توان به ایجاد شرکت هلدینگ فناور متعلق به دانشگاه هان یانگ<sup>۴</sup> کره جنوبی در سال ۲۰۰۸

<sup>1</sup> Merge and Acquisition (M&A)

<sup>2</sup> Initial Public Offering (IPO)

<sup>3</sup> Tsinghua

<sup>4</sup> Hanyang

اشاره کرد که با ایجاد شرکت‌های تابعه متعددی به دنبال تسهیل همکاری میان صنعت و دانشگاه جهت تجاری‌سازی مستقیم فناوری‌هاست.<sup>۱</sup>

### ۲-۳- راهکارهای خروج از دره مرگ در تجاری‌سازی فناوری

با توجه به مشکلات متداول شرکت‌های نوپای فناور در تجاری‌سازی فناوری، محققان و سیاست‌گذاران راهکارهای متعددی را در ابعاد مالی، مدیریتی، ساختاری، بازاریابی برای خروج از بحران دره مرگ ارائه و اجرایی کرده‌اند که در دو سطح کلی بنگاه و سیاست‌گذاری قابل طبقه‌بندی هستند. راهکارهای سیاستی به فعالیتهایی نظیر تصویب و اجرایی کردن قوانین و تسهیلاتی در حمایت از شرکت‌های نوپای فناور، ایجاد پارک‌های علمی دانشگاهی، دفاتر انتقال فناوری، مراکز رشد کسب و کار و ... اشاره دارد (Chan and Lau., 2005; Markman et al., 2008; Son et al., 2020).

راهکارهای بنگاهی توصیه‌هایی به شرکت‌های نوپای فناور در زمینه کنترل هزینه‌ها طی مراحل فرایند نوآوری، عدم تمرکز صرف بر جنبه‌های فنی، تخصیص مناسب منابع به فعالیتهای بازاریابی، همکاری با شرکت‌های بزرگ، اعطای حق امتیاز اختراع و نظایر آن است که بر اساس جمع‌بندی نویسندگان از پیشینه به شرح زیر جمع‌بندی و تشریح شده است.

**ارتقا مهارت‌ها و توانمندی‌های مدیریتی:** در طول مسیر فرایند نوآوری با حرکت از مرحله اولیه (تولید ایده) به سوی انجام تست‌های آزمایشگاهی، ساخت نمونه اولیه و تولید انبوه، در کنار کاهش مرحله‌ای ریسک‌ها، هزینه‌ها به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. بنابراین ایجاد تعادل میان ریسک‌ها و منافع حاصل در تمامی مراحل نوآوری الزامی است که این امر تحت تأثیر مدیریت مناسب روابط دینفعان قرار دارد (Mcintyre., 2014).

شرکت‌های نوپای فناور، اغلب بر مسائل فنی توسعه محصول متمرکزند و در زمینه درک پتانسیل بازار یک محصول فناور محور جدید دارای مشکلات عدیده‌ای هستند. تخصیص بیش از حد منابع به توسعه فناورانه موجب کمبود منابع مورد نیاز برای انجام فعالیتهای بازاریابی می‌شود. بنابراین کسب مهارت‌های مکمل برای تخصیص کافی و مناسب منابع به فعالیتهای بازاریابی یکی از الزامات مورد نیاز مدیران این شرکت‌هاست (Pellikka and Virtanen., 2009).

**همکاری فناورانه:** همکاری شرکت‌های نوپای فناور با شرکت‌های بزرگ یکی از گزینه‌های اصلی برای غلبه بر مشکلات مالی و تولید صنعتی و دستیابی مستقیم به بازار است (فرتاش و همکاران، ۱۴۰۰). انجام سرمایه‌گذاری مشترک مرسوم‌ترین شکل همکاری است که در آن یک نهاد قانونی مجزا توسط یک یا چند شریک ایجاد می‌شود و از طریق مالکیت سهام اداره می‌شود و هر چه مهارت و منابع مکمل شرکا بیش تر باشد احتمال موفقیت بالاتر خواهد بود. اتحاد استراتژیک نیز شکل دیگری از همکاری است

<sup>۱</sup> <https://www.hanyang.ac.kr>

که در آن دو یا چند شرکت در پروژه‌های نزدیک به مرحله توسعه بازار طبق اهداف و زمانبندی مشخصی با هم همکاری می‌کنند اما شرکت مجزایی تأسیس نمی‌شود. در اینجا تجمیع مهارت‌ها و تخصص‌ها امکان تبادل بهتر ایده‌ها و فناوری را جهت کاربرد محصول فراهم می‌کند (Leckner., 2004).

**اعطای حق امتیاز (لایسنس) اختراع:** در این روش دارنده لایسنس مسئول توسعه، تولید و بازاریابی محصول می‌باشد و اعطا کننده حق امتیاز فناوری به سرعت به جریان درآمدی حاصل که به تنهایی فاقد تخصص و منابع مالی و انسانی کافی برای بهره‌برداری از آن بوده دست می‌یابد و زمان و هزینه ورود به بازار را کاهش می‌دهد (Leckner., 2004).

### ۳- روش‌شناسی

با توجه به کاربرد توصیفات و عبارات جهت بررسی واقعیات و تجربیات در خصوص پدیده مورد مطالعه از دیدگاه شرکت‌کنندگان، پژوهش حاضر به لحاظ ماهیت داده‌ها مطالعه‌ای کیفی است (Palmer and Bolderston., 2006) که هدف آن روایت تجربه عملی شرکت پیشرو و دانش بنیان «نانو حسگرسازان سلامت آریا» در ساخت تجهیزات پزشکی در بیش از پنج ساله گذشته طی چرخه عمر شرکت است که توانسته در مرحله احیا، راهکاری نوین جهت غلبه بر چالش دره مرگ در تجاری‌سازی فناوری‌های توسعه‌یافته خود ارائه دهد.

روایت پژوهی، روایت سلسله‌ای از رویدادها درون یک کلیت و گفتمان‌هایی با نظم زمانی واضح است که رویدادها را به طریقی معنادار برای مخاطب به هم مرتبط کرده و بینش‌هایی در مورد تجربیات افراد آن ارائه می‌دهد (تولایی و محمدزاده، ۱۳۹۶) که در پژوهش حاضر جهت انجام آن، طی انجام مطالعه‌ای موردی به بررسی گزارش داستانی و تجربیات عملی شش نفر از افراد فعال در این شرکت به شرح جدول ۱ پرداخته شده است. داده‌های مورد نیاز برای نگارش این تجربه تاریخی از طریق انجام مصاحبه نیمه ساختار یافته در بازه زمانی مهر تا اسفند ۱۳۹۹ جمع‌آوری شده و روایت تاریخی تجربه عملی شرکت از سال ۱۳۹۶ تا سال ۱۴۰۰ را ارائه می‌نماید. جهت ارائه نظام‌مند یافته‌ها، چهار مرحله عمر شرکت شامل تولد، رشد، بلوغ و احیا مطابق با میلر و فریسون (۱۹۸۴) مبنای روایت تاریخی وقایع هر دوره قرار گرفته و در هر مرحله به چالش‌های پیش‌روی شرکت، راهکارهای برون‌رفت از آن و نیز دستاوردهای حاصل اشاره شده است.

جهت سنجش کیفیت مطالعه موردی سه آزمون اعتبار سازه‌ای (ایجاد مقیاس‌های عملیاتی مناسب برای مفاهیم بررسی شده)، اعتبار درونی (بررسی روابط علی میان متغیرها) و اعتبار بیرونی (قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌ها) مطرح است (عباس‌زاده، ۱۳۹۱) که با توجه به هدف تحقیق (عدم بررسی روابط علی میان متغیرها و عدم تعمیم‌پذیری یافته‌ها) جهت بررسی روایی سازه اقدام به مثلث‌سازی روش و استفاده از منابع متعدد داده‌ها (طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۲) برای ترسیم نتایج شده است. بدین ترتیب



برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز ابتدا اقدام به انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختار یافته با افراد کلیدی و مطلع شرکت از بدو تأسیس تاکنون شد و پس از آن، یافته‌های حاصل با اسناد و مدارک موجود و در دسترس شرکت انطباق داده شد. پایایی تحقیقات کیفی از طریق هدایت دقیق جریان مصاحبه‌ها حاصل می‌شود (عباس‌زاده، ۱۳۹۱). در این راستا و جهت اطمینان از پایایی پژوهش حاضر، برای انجام مصاحبه‌ها و بررسی مستندات مرتبط، پروتکلی یکسان تعریف و اجرایی شد.

جدول ۱: اطلاعات مربوط به مصاحبه‌ها و مصاحبه‌شوندگان

ردیف	سمت	مدت زمان مصاحبه (دقیقه)
۱	مؤسس شرکت	۱۲۰
۲	مدیر عامل شرکت	۱۰۰
۳	طراح صنعتی در شرکت	۹۰
۴	مدیر پروژه در شرکت	۱۲۰
۵	کارشناس اخذ استاندارد در شرکت	۱۰۰
۶	مدیر توسعه کسب و کار شرکت	۶۰

#### ۴- یافته‌ها

شرکت نانو حسگرسازان سلامت آریا شرکتی دانش‌بنیان بر پایه تحقیقات در شاخه‌های تخصصی مختلف شامل تراشه‌های میکرو سیال، نانو بیوسنسورها، پروب‌های تشخیصی، نانو سیم‌ها<sup>۱</sup> و نانو لوله‌هاست که در آن طیفی از پژوهشگران در رشته‌های مهندسی الکترونیک، مهندسی شیمی، بیولوژی و مهندسی پلیمر با همکاری جراحان و متخصصان حوزه سرطان، آنکولوژی<sup>۲</sup> و پاتولوژی<sup>۳</sup> فعال هستند. شرکت مذکور با حمایت مالی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در سال ۱۳۹۶ در آزمایشگاه نانو بایو الکترونیک دانشگاه تهران به سرپرستی محمد عبدالاحد<sup>۴</sup> از محققین حوزه نانو الکترونیک با هدف تولید و تجاری‌سازی محصولات نوآورانه و دانش‌محور در زمینه تولید تجهیزات پیشرفته پزشکی تأسیس شده و در عمر کوتاه مدت خود توانسته پژوهش‌های پیشرویی در حوزه تشخیص و درمان سرطان و همچنین تشخیص عفونت‌های ریه را به سرانجام و بالغ بر بیست پتنت بین‌المللی (عمدتاً در USPTO) را نیز در حوزه تشخیص و درمان سرطان به ثبت برساند.

<sup>۱</sup> Nanowire

<sup>۲</sup> Nanotubes

<sup>۳</sup> متخصص آنکولوژی در سه حوزه تشخیص سرطان (نمونه‌برداری، تصویربرداری و ...)، درمان (جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی) و پیگیری وضعیت بیمار سرطانی پس از مداوا فعالیت دارد.

<sup>۴</sup> متخصص پاتولوژی با انجام بررسی بافت‌شناسی به تشخیص نوع توده (اعم از سرطانی و غیر سرطانی)، شدت و مرحله تهاجم می‌پردازد.

<sup>۵</sup> دکتر محمد عبدالاحد (عضو هیات علمی و دانشیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران) از دانشمندان برجسته کشور در حوزه فناوری نانو و کاربردهای فناوری نانو در حوزه تجهیزات پزشکی است که در سال ۱۳۹۸ (۲۰۱۹) برنده جایزه بین‌المللی مصطفی (ص) شده و در مجلات معتبری نظیر Nature یافته‌های پژوهشی خود را منتشر کرده است. این مقاله در واقع روایت تلاش‌های تجاری‌سازی دستاوردهای پژوهشی تراز بین‌المللی دکتر عبدالاحد می‌باشد.



شکل ۳: محصول RDSS



شکل ۲: محصول CDP

#### ۴-۱- مراحل عمر شرکت

**مرحله تولد:** آغاز فعالیت مؤسس شرکت؛ دکتر محمد عبدالاحد به زمانی باز می‌گردد که او به‌عنوان یکی از دانشجویان دکتری مهندسی برق دانشگاه تهران طی صحبتی با یکی از اساتید خود به موضوع تشخیص و درمان سرطان علاقمند می‌شود. «استاد طی صحبتی اتفاقی به این موضوع اشاره کردند که یک هواپیمای مسافربری بیش از ۱۰ هزار حسگر دارد که چگونگی عملکرد هواپیما را به اطلاع خلبان رسانده و امکان پیش‌بینی مشکلات را فراهم می‌کنند. بدن ما نیز به سیستم اطلاعات مشابهی مجهز است که می‌تواند درباره هر بیماری قریب‌الوقوعی هشدار دهد. خواندن این اطلاعات به یک دسترسی جامع سلولی نیاز دارد که ما چنین دسترسی‌ای نداریم.» (مصاحبه‌شونده ۱).

وی پس از آن به علوم زیستی مربوط با سرطان و کاربردهای الکترونیک در آن به‌عنوان یک موضوع جذاب پژوهشی علاقمند شد و یادگیری و پژوهش در زمینه علوم زیستی را به‌صورت جدی آغاز کرد. «معلوم شد که بدون پشتوانه قوی در علوم زیستی پیشرفت در این حوزه کار دشواری است. بنابراین مطالعه علوم زیستی در مورد سرطان، آسیب‌شناسی رفتار زیست‌شیمیایی سلول و ترجمه آن در حوزه الکترونیک را آغاز کردم و طی دو سال در زمینه رفتار الکتریکی سلول‌های سرطانی و سالم چند مقاله منتشر و چند دستگاه اختراع کردم.» (مصاحبه‌شونده ۱).

پس از اخذ مدرک دکتری به‌دلیل دستاوردهای علمی، از سوی دانشگاه تهران یک آزمایشگاه اختصاصی و از سوی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بودجه‌ای جهت انجام تحقیقات در اختیار وی قرار می‌گیرد. وی پس از اتمام تحصیلات به عضویت هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران درآمد و پژوهش در زمینه روش‌ها و ابزارهای تشخیص سرطان را به‌همراه دانشجویان تحت سرپرستی‌اش ادامه داد. اولین دستاورد شرکت طراحی و ساخت یک تراشه زیستی میکروالکترونیکی بود که پس از چالشی ۱۰ ماهه به چاپ مقاله در ژورنال معتبر "Nature Communications" در دسامبر سال ۲۰۱۷ منجر شد.

اما معرفی فناوری در قالب انتشار مقاله کافی نبود و او به سرمایه‌جهت ساخت محصول حاصل و پیاده‌سازی سایر ایده‌های خود نیاز داشت که این امر از طریق سرمایه‌گذاری ستاد توسعه فناوری نانو و ثبت شرکتی سهامی در سال ۱۳۹۶ محقق شد. «با انتشار مقاله، ما فناوری را معرفی کردیم اما ساختن محصولی کاربردی با طراحی مناسب گام بزرگ بعدی بود. به‌علاوه من ایده‌های بسیاری داشتم که پیاده‌سازی آن‌ها در سطح محصولی کاربردی نیازمند سرمایه بود که ستاد توسعه فناوری نانو آن‌را انجام داد» (مصاحبه‌شونده ۱).

**مرحله رشد:** پس از تأسیس شرکت در سال ۱۳۹۶ و به‌کارگیری متخصص طراحی صنعتی، طراحی و ساخت محصولی کاربردی (حاصل از اولین مقاله) انجام شد. این محصول یک تراشه زیستی میکروالکترونیکی موسوم به «متاس-چیپ» بود که با دقت بسیار بالایی می‌توانست وجود بافت متاستاز<sup>۱</sup> را در نمونه‌های بافت‌برداری تشخیص دهد. "در ابتدای ورود من، مؤسس درک درستی از کار طراح صنعتی نداشت. بخش تحقیقات دستگاهی را توسعه داد که فاصله معناداری با یک تجهیز پزشکی برای استفاده در اتاق عمل داشت. در واقع مجموعه‌ای از مدارهای الکتریکی و نمایشگر و...! در بازه زمانی کوتاهی بدنه محصول را طراحی کردم. پس از ساخت اولین نمونه، ما با آن در نمایشگاه ایران ساخت شرکت کردیم که به وضوح مورد تحسین بازدیدکنندگان قرار گرفت" (مصاحبه‌شونده ۳).

برای انجام فعالیت‌های کارآزمایی، در ادامه همکاری میان گروه پژوهشی شرکت و دانشگاه علوم پزشکی تهران این امکان را فراهم می‌آورد که تراشه متاس-چیپ برای تشخیص مورد استفاده قرار گیرد و این دستگاه که اختراعش در سال ۲۰۱۷ در آمریکا ثبت شده بود، قابلیت‌های عملیاتی خود را اثبات کرد. «متاس-چیپ توانست ظرف کمتر از ۵ ساعت موارد متاستاز را در بیش از هفتاد بیمار مبتلا به سرطان پستان تشخیص دهد. علاوه بر این، تراشه در غده‌های لنفاوی نه (۹) بیمار نیز متاستاز را تشخیص داد که در رویه متعارف آسیب‌شناختی از قلم افتاده بودند» (مصاحبه‌شونده ۱).

اما پس از ساخت تعداد بسیار محدودی دستگاه، از آن‌جا که کار صرفه اقتصادی نداشته است، تولید آن متوقف و همزمان پروژه دیگری در شرکت تعریف می‌شود. آنچه در این مرحله مورد تأکید بود اثبات عملیاتی دستگاه بود و عملاً نگاه تجاری در سایه توسعه بنیان دانشی قرار داشت. «از آن‌جا که تهیه سنسورها بسیار گران بود و توجیه اقتصادی نداشت، تنها شش نمونه از محصولی که حاصل آزمون و خطای بسیاری بود تولید شد و در ادامه شرکت از اواخر سال ۱۳۹۶ بر روی پروژه دیگری در زمینه تشخیص به‌هنگام سلول‌های بدخیم و پیش-بدخیم پستان حین عمل جراحی متمرکز شد.» (مصاحبه‌شونده ۲).

از آنجا که کار بر روی پروژه جدید نیازمند همکاری متخصصانی از شاخه‌های متفاوت مهندسی و پزشکی است، گروهی از متخصصان از رشته‌های گوناگون در آزمایشگاه ادوات نانو-بیو الکترونیک گرد

<sup>۱</sup> مجموعه کوچکی از سلول‌های سرطانی خارج شده از تومور اصلی که از طریق سیستم لنفاوی عروقی به قسمت دیگری از بدن گسترش یافته‌اند.

هم می‌آیند. در این پروژه جراحان و متخصصان سرطان در فاز مطالعات پیش بالینی و نیز انجام تست‌ها در اتاق عمل بر روی بیماران در فاز مطالعات بالینی نقش فعالی ایفا می‌کنند. برای اولین بار در مرحله انجام مطالعات، یک جراح سرطان به تیم ملحق شد و پس از پایان تست‌های سلولی و حیوانی، او و دستیارانش به انجام تست‌ها بر روی بدن بیماران در اتاق عمل و گزارش نتایج آن اقدام کردند. اتمام موفقیت‌آمیز مرحله تحقیق و توسعه، ثبت پتنت در آمریکا در سال ۲۰۱۸ و تجربه حاصل از اولین آزمون و خطا در طراحی و تولید محصول، در نهایت منجر به تولید محصولی نهایی و مورد تأیید پزشکان تحت عنوان "CDP" یا «پروپ تشخیص مارچین‌های سرطانی» با قابلیت تشخیص به‌هنگام سلول‌های سرطانی و پیش سرطانی پستان حین عمل جراحی می‌شود. در این مرحله حضور طراحان صنعتی علاوه بر آنکه امکان حضور دستگاه و ساده‌سازی کاربری در حین عمل را محقق کرد، نگاه صنعتی به تجهیز را ارتقا بخشید. همچنین افزوده شدن پزشکان جراح موجب آشنایی اولیه جامعه پزشکی کشور با اهمیت تجهیزات و نقش برجسته آن‌ها در فرآیندهای تشخیص و درمان گردید.

**مرحله بلوغ:** پس از ثبت پتنت فناوری در آمریکا و طراحی و ساخت یک نمونه نهایی از محصول CDP، شرکت در سال ۱۳۹۸ تصمیم به تولید انبوه دستگاه می‌گیرد که این امر مستلزم اخذ استانداردها و مجوزهای لازم بوده است. بنابراین در این گام کارشناسانی جهت اخذ مجوزهای لازم به مجموعه اضافه می‌شوند. «از آن‌جا که دستگاه دارای هیچ نمونه مشابه داخلی و خارجی نبود و این فناوری برای اولین بار در جهان ارائه شده بود، کارشناسی استانداردها، نهادهای صادر کننده و فرایند اخذ آن‌ها زمان نسبتاً زیادی از ما گرفت.» (مصاحبه‌شونده ۵).

سال ۱۳۹۸ در کنار موفقیت شرکت در توسعه فناوری جدید کاربردی و اقدام به تجاری‌سازی محصول، موفقیت مهم دیگری را برای دکتر محمد عبدالاحد به همراه داشته و آن دریافت جایزه مصطفی (ص) توسط وی به پاس اثر «ترجمه رفتار آسلول‌های سالم و سرطانی در حوزه الکترونیک (شیوه‌های نوین تشخیص و درمان سرطان)» در حوزه علم و فناوری نانو بوده است (مصاحبه‌شونده ۱). اواخر سال ۱۳۹۸، با ظهور ویروس کرونا در ایران، تیم تحقیق و توسعه شرکت در کنار فعالیت‌های اصلی خود در توسعه فناوری‌های نوآورانه تشخیص و درمان سرطان، بر توسعه فناوری نوین تشخیص بیماری Covid-19 نیز متمرکز می‌شوند که حاصل این تلاش چند ماهه، تجاری‌سازی دستگاه موسوم به "RDSS" جهت تشخیص سریع بیماری کووید ۱۹ و انتشار نتایج حاصل در ژورنال معتبر بین‌المللی بوده است. «دستگاه RDSS برای اولین بار با استفاده از فناوری نانو بایوالکترونیک و از طریق رصد سطح ROS مایعات مخاطی نظیر خلط، قادر به تشخیص عفونت کووید ۱۹ در کسری از دقیقه و بدون نیاز به کیت و مواد مصرفی است. نتایج حاصل در نشریه "Biosensors and Bioelectronics" که جزء یک درصد

<sup>1</sup> Cancer Diagnostic Probe

<sup>۲</sup> منظور از ترجمه رفتار، توضیح و تشریح رفتار است.

<sup>3</sup> ROS Detector of Sputum Sample

ژورنال‌های شاخص این حوزه می باشد چاپ شده است. چاپ این مقاله و توسعه دستگاه RDSS نشان داد ما به تحلیلی نوین از رفتار سلول‌ها دست پیدا کرده ایم که می‌تواند پارادایم جدیدی در تشخیص و درمان و همچنین سلامت عمومی شود» (مصاحبه‌شونده ۴).

سال ۱۳۹۹ با اخذ استانداردها و مجوز فروش، آغاز مرحله تجاری‌سازی دو محصول CDP و RDSS و خروج از جنبه‌های فنی بوده و در کنار آن، از ابتدای تأسیس شرکت تا این مرحله، به صورت تجمیعی بیش از بیست پتنت در دفتر مالکیت فکری آمریکا و بالغ بر پنجاه مقاله در ژورنال‌های معتبر حوزه تشخیص سرطان از طریق فناوری نانو الکترونیک به ثبت می‌رسد. بنابراین ضرورت وجود واحد توسعه کسب و کار و بهره‌گیری از متخصصان بازار به شدت احساس شد. از آن‌جا که فناوری بدیعی بدون نمونه مشابه تولید شده بود، شرکت باید برای اولین بار پروتکلی جهت قیمت‌گذاری چنین محصولاتی ارائه و مراحل اخذ تعرفه را در وزارت بهداشت طی می‌کرد. در نهایت پروپزالی تهیه و قیمت و تعرفه محصول پس از اصلاحات متعدد مشخص شد. سپس متخصصان بازار، شروع به مطالعه بازار محصول کردند. «پس از مطالعات بازار، در نهایت خط تولید محصول راه‌اندازی و ۵ دستگاه CDP و ۳۰ دستگاه RDSS تولید و فروخته شد» (مصاحبه‌شونده ۶).

**مرحله احیا:** اما در ادامه راه فرایند تولید و فروش محصولات CDP و RDSS با مشکلات متعدد مالی، تولیدی و مدیریتی همراه می‌شود. همزمان پروژه‌های دیگری نیز تعریف شده بودند که نیازمند تأمین بودجه جهت فعالیت‌های تحقیق و توسعه بودند. «برخی از پروژه‌ها در نیمه راه تحقیق و توسعه به دلیل کسب نتایج ضعیف متوقف می‌شدند که این زمان و هزینه زیادی از ما می‌گرفت» (مصاحبه‌شونده ۴). به دلیل نوسانات قیمتی و کمبودهای موجود در بازار، ما قادر به تأمین قطعات مورد نیاز برای تولید محصول نبودیم (مصاحبه‌شونده ۳). بیش‌ترین بودجه و تسهیلات دریافتی از نهادهایی نظیر صندوق نوآوری و شکوفایی صرف فعالیت‌های تحقیق و توسعه میشد و به دلیل تجربه و تخصص پایین مدیریتی فرایند معرفی و فروش محصول به صورت موفقیت‌آمیزی پیش نمی‌رفت» (مصاحبه‌شونده ۶).

در ادامه به دلیل وجود مشکلات مذکور و عدم تحقق سود مورد انتظار توسط شرکت، در اواخر سال ۱۳۹۹ پیشنهاد تأسیس یک شرکت هلدینگ فناور (جهت انجام فعالیت‌های فنی و مهندسی درون شرکت) با دو شرکت تخصصی در زمینه «طراحی و تولید» و «بازاریابی و فروش» و پژوهش‌شده‌ای جهت انجام مطالعات پیش‌بالینی و بالینی توسط پزشکان و متخصصان حوزه سرطان، به‌عنوان راهکاری ساختاری جهت حل مشکلات موجود ارائه و اقدام به تأسیس آن می‌شود. «شرکت فروش و درآمد خوبی نداشت و تسهیلات دریافتی برای حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان پاسخگوی هزینه‌ها نبود. بنابراین پیشنهاد ایجاد یک شرکت هلدینگ فناور پس از مطالعات و ارائه گزارشی علمی از جانب واحد توسعه کسب و کار مطرح و در هیئت مدیره مورد بررسی و تأیید قرار گرفت» (مصاحبه‌شونده ۶). اگر چه در حال حاضر نمی‌توان با قطعیت از نتیجه و دستاوردهای این اقدامات صحبت نمود، اما به دلایلی که در

ادامه تشریح شده، خروج از دره مرگ تجاری‌سازی در این برهه زمانی توسط شرکت نانو حسگرسازان سلامت آریا محتمل به نظر می‌رسد.

## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با استفاده از مطالعه موردی و از طریق انجام مصاحبه نیمه ساختار یافته با افراد کلیدی و مطلع یکی از شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در ساخت تجهیزات پزشکی در ایران، به بیان تجربه عملی این شرکت در تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته خود و غلبه بر چالش دره مرگ طی عمر بیش از پنج ساله آن پرداخته است.

بر اساس یافته‌ها، شرکت مذکور تا پیش از تأسیس در سال ۱۳۹۶ با توجه به ایده‌ها و پژوهش‌های مؤسس آن در زمینه علوم زیستی مربوط به سرطان و کاربردهای الکترونیک در آن موفق به ثبت پتنت در ایالات متحده آمریکا و انتشار مقاله در ژورنال‌های معتبری نظیر "Nature Communications" می‌شود. در این گام به‌دلیل نتایج و دستاوردهای علمی، از سوی دانشگاه تهران یک آزمایشگاه اختصاصی و از سوی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بودجه‌ای پژوهشی به وی اختصاص داده می‌شود. اما با توجه به چالش مالی و نیاز به وجود متخصصین طراحی صنعتی برای پیاده‌سازی نتایج تحقیق در قالب محصولی کاربردی، با سرمایه‌گذاری ستاد توسعه فناوری نانو در سال ۱۳۹۶ شرکتی سهامی در زمینه ساخت تجهیزات پیشرفته تشخیص و درمان سرطان تأسیس و شرکت مذکور با توجه به ویژگی‌های شرکت در مرحله تولد با ساختاری ساده و غیررسمی و توسط مؤسسان اولیه (Miller and Friesen., 1984) متولد می‌شود.

در سال ۱۳۹۶ با تأمین سرمایه و به‌کارگیری متخصصان طراحی صنعتی و پس از آزمون و خطاهای متعدد، محصول نهایی متاس-چیپ طراحی و تولید و در نمایشگاه ایران ساخت ارائه می‌شود. اما به‌دلیل عدم صرفه اقتصادی، پس از تولید تعداد بسیار محدودی از این محصول، تولید آن متوقف و از اواخر سال ۱۳۹۶ پروژه دیگری در شرکت تعریف می‌شود. وجه تمایز این پروژه با تجربه ابتدایی شرکت، همکاری متخصصان رشته‌های مختلف مهندسی الکترونیک و شیمی و مشارکت جراحان سرطان در مراحل مطالعات پیش‌بالینی و بالینی بوده و نتیجه آن ثبت پتنت در سال ۲۰۱۸، طراحی و تولید محصول کاربردی CDP با قابلیت تشخیص به‌هنگام سلول‌های سرطانی و پیش‌سرطانی پستان حین عمل جراحی بوده است. بدین ترتیب شرکت با توجه به شکل‌گیری ساختار سازمانی و تفویض برخی اختیارات (Miller and Friesen., 1984) مرحله رشد خود را پشت سر می‌گذارد.

سال ۱۳۹۸ موفقیت مهم دیگری را برای مؤسس شرکت به همراه داشته و آن دریافت جایزه مصطفی (ص) به پاس اثر «ترجمه رفتار سلول‌های سالم و سرطانی در حوزه الکترونیک (شیوه‌های نوین تشخیص و درمان سرطان)» در حوزه علم و فناوری نانو بوده است. اواخر سال، ظهور ویروس کووید ۱۹ در ایران موجب گسترش حیطه فعالیت تیم تحقیق و توسعه شرکت و توسعه محصولی با عنوان RDSS

جهت شناسایی مبتلایان به این بیماری از طریق نمونه خلط و انتشار نتایج پژوهشی آن در نشریه "Biosensor and Bioelectronics" می‌شود و فرایند تجاری‌سازی محصول از سال ۱۳۹۹ آغاز می‌شود. در این مرحله پس از ملحق شدن کارشناسان اخذ مجوز و استانداردها از سال ۱۳۹۸ و کارشناسان توسعه کسب و کار از سال ۱۳۹۹، فرایند شناسایی و اخذ استانداردها و مجوزهای مورد نیاز و نیز قیمت‌گذاری محصولات با توجه به بدیع بودن فناوری و عدم وجود نمونه‌های مشابهی از آن‌ها، زمان نسبتاً زیادی را صرف خود می‌کند و پس از انجام مطالعات بازار توسط واحد توسعه کسب و کار تعداد ۵ عدد دستگاه CDP و ۳۰ عدد محصول RDSS تولید و روانه بازار می‌شود و با توجه به ایجاد رسمیت در سازمان و دستیابی به سطح مناسبی از فروش (Miller and Friesen., 1984) بلوغ سازمان اتفاق می‌افتد. در این گام شرکت طی فعالیت کوتاه‌مدت خود موفق به ثبت بیش از بیست پتنت بین‌المللی و بالغ بر پنجاه مقاله در ژورنال‌های برجسته حوزه تشخیص سرطان از طریق فناوری نانو الکترونیک نیز می‌شود.

در مرحله چهارم از چرخه عمر شرکت (مرحله احیا) شرکت جهت گسترش بازارهای خود و تولید و فروش محصول در مقیاسی وسیع با چالش‌های متعدد مالی، مدیریتی و بازاری همراه می‌شود؛ چرا که بیش‌ترین بودجه و تسهیلات دریافتی از نهادهایی نظیر صندوق نوآوری و شکوفایی به دلیل تمرکز بر جنبه‌های فنی محصول صرف فعالیت‌های تحقیق و توسعه شده و برخی پروژه‌ها نیز به دلیل عدم انجام امکان‌سنجی اولیه پس از صرف زمان و هزینه بالا به دلیل کسب نتایج نامطلوب در نیمه راه و حتی مراحل آخر تحقیق و توسعه متوقف می‌شدند. نوسانات قیمتی بازار نیز تهیه مواد و قطعات اولیه را دشوار می‌ساخته و در نهایت تجربیات پایین مدیریتی مانع اختصاص منابع کافی به فعالیت‌های بازاریابی و معرفی به موقع محصول می‌شده است. بنابراین شرکت از سال ۱۳۹۹ علیرغم ساخت نمونه اولیه از محصول به دلیل دشواری‌های مالی، نیازهای متغیر بازار و تمرکز بر جنبه‌های فنی و نادیده گرفتن جنبه‌های مدیریتی کسب و کار امکان تجاری‌سازی و کسب درآمد در مقیاس تجاری را نداشته و چالش دره مرگ فناوری را تجربه می‌کند (Frank et al., 1996; McIntyre., 2014; Ellwood et al., 2020; Lebevre et al., 2020).

در نهایت با توجه به ویژگی‌هایی نظیر استقلال شرکت هلدینگ فناور از دانشگاه، کسب سود از طریق ایجاد شرکت‌های تابعه، حفظ هویت علمی فناور (اساتید دانشگاهی) و پرداختن آنان به امور فنی و تحقیق و توسعه پروژه‌ها و واگذاری امور مربوط به اداره کسب و کار به افراد حرفه‌ای در این زمینه، غربالگری و امکان‌سنجی پروژه‌ها قبل از رسیدن به گام تجاری‌سازی و تخصیص منابع به پروژه‌های منتخب و کاهش ریسک‌های رایج در انواع تجاری‌سازی‌ها و با توجه به تجربیات موفق برخی از دانشگاه‌ها در ایجاد شرکت‌های هلدینگ فناور نظیر ایجاد شرکت «هلدینگ فناور شینگهوا» توسط دانشگاه شینگهوا در چین (son et al., 2020) و ایجاد شرکت هلدینگ فناور توسط دانشگاه هان‌یانگ کره جنوبی در سال ۲۰۰۸ جهت تجاری‌سازی مستقیم فناوری‌ها، در نهایت ایجاد یک شرکت هلدینگ فناور و مجوز تأسیس دو شرکت تابعه جهت فعالیت‌های تخصصی طراحی و تولید و بازاریابی و فروش محصول و یک

پژوهشکده، به عنوان راهکاری جهت خروج از این چالش ارائه و اجرایی می‌شود. اگر چه در زمان نگارش این مقاله، اثرات دقیق نتایج حاصل از تلاش‌های تجاری‌سازی شرکت کاملاً مشهود نیست (به دلیل اخیر بودن این اقدامات، هنوز نتایج آن حاصل نشده است)، اما به دلایل زیر به نظر می‌رسد، این راه‌حل‌ها بتواند بخشی از چالش‌های شرکت در عبور از دره مرگ تجاری‌سازی فناوری را پوشش دهد.

#### جدول ۲: جمع‌بندی تجربه عملی شرکت طی چرخه عمر شرکت (جمع‌بندی نویسندگان)

مرحله عمر	زمان	چالش‌ها	دستاوردها
تولد	۱۳۹۴- ۱۳۹۶	<ul style="list-style-type: none"> <li>- فقدان طراح صنعتی جهت طراحی و تولید نمونه محصول نهایی</li> <li>- فقدان همکاری میان مهندسين (توسعه‌دهندگان تجهیزات پزشکی) و پزشکان (فعالیت‌های بالینی)</li> </ul>	<p><b>منابع دانشی:</b> ثبت پتنت متاس چیپ/ انتشار مقاله در ژورنال معتبر بین‌المللی</p> <p><b>منابع فیزیکی:</b> آزمایشگاه اختصاصی دانشگاه تهران</p> <p><b>منابع مالی:</b> دریافت بودجه پژوهشی از طرف ریاست جمهوری</p>
رشد	۱۳۹۶- ۱۳۹۷	<ul style="list-style-type: none"> <li>- فقدان کارشناسان اخذ مجوز و استاندارد</li> <li>- فقدان کارشناسان توسعه کسب و کار</li> <li>- فقدان خط تولید انبوه</li> </ul>	<p><b>منابع دانشی:</b> ثبت پتنت فناوری CDP و انتشار مقاله در ژورنال معتبر بین‌المللی</p> <p><b>منابع انسانی:</b> آغاز همکاری با متخصصین طراحی صنعتی؛ همکاری میان گروه پژوهشی شرکت و دانشگاه علوم پزشکی تهران جهت کارآزمایی بالینی محصول متاس چیپ؛ همکاری میان متخصصین شاخه‌های مهندسی و پزشکی جهت توسعه محصول CDP؛ همکاری جراحان سرطان پستان در مطالعات پیش-بالینی و بالینی</p> <p><b>طراحی و تولید:</b> طراحی و تولید نمونه نهایی محصول متاس چیپ؛ طراحی و تولید محصول نهایی CDP</p>
بلوغ	۱۳۹۸- ۱۳۹۹	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تمرکز بر جنبه فنی</li> <li>- عدم تخصیص بودجه کافی به فعالیت‌های بازاریابی</li> <li>- عدم تجربه کافی مدیریتی</li> </ul>	<p><b>منابع دانشی:</b> ثبت پتنت RDSS/ انتشار مقاله در ژورنال معتبر بین‌المللی؛ ثبت بالغ بر ۲۰ پتنت و ۵۰ مقاله برجسته بین‌المللی در تشخیص سرطان با فناوری نانو الکترونیک؛ دریافت جایزه مصطفی توسط فناوری مؤسس شرکت</p> <p><b>منابع انسانی:</b> کارشناس مجوز و استاندارد/ کارشناس توسعه کسب و کار</p> <p><b>منابع فیزیکی:</b> خط تولید انبوه و تجاری‌سازی محصولات RDSS و CDP</p>



مرحله عمر	زمان	چالش‌ها	دستاوردها
احیا	۱۳۹۹- ۱۴۰۰	- تداخل فعالیت‌های چندگانه توسعه‌ای - ویژگی‌های انحصاری بازار تجهیزات پزشکی	<b>تغییرات ساختاری:</b> ایجاد شرکت هلدینگ فناور/ مجوز ایجاد شرکت‌های تابعه تخصصی در زمینه طراحی و تولید و بازاریابی و فروش و تأسیس پژوهشکده جهت مطالعات پیش-بالینی و بالینی

نخست، پژوهشگران مهندسی و پزشکی شرکت که هسته مرکزی شرکت را تشکیل می‌دهند نه تنها با مباحث مدیریتی آشنایی ندارند بلکه علاقه‌مندی چندانی به آموختن این مباحث هم ندارند. چنین تفکیک ساختاری سطح تعارض درون سازمانی را به طرز چشمگیری کاهش می‌دهد. دوم، ساخت چنین تجهیزاتی مستلزم دسترسی به قطعات با فناوری بالا است که تأمین آن عمدتاً به صورت بین‌المللی انجام می‌شود؛ از آنجایی که در سال‌های اخیر تعاملات بین‌المللی با چالش‌های متعددی همراه بوده، وجود شرکتی که به طور تخصصی به این امر بپردازد، تاب‌آوری شرکت را بیشتر می‌کند. چرا که وجود سهام‌داران و مدیرانی با تجربه تأمین جهانی، سطح بالاتری از آشنایی با کانال‌های فرعی تأمین و لجستیک را مهیا می‌نماید. سوم، بخش مهمی از فعالیت‌های تجاری‌سازی محصولات شرکت مستلزم بازاریابی است. این محصولات هم رقبای جدی دارند و هم جامعه پزشکی کشور با محصولات رقیب خو گرفته و بعضاً جایگزینی محصولات شرکت منافع آن‌ها را دستخوش تهدید می‌کند. از این‌رو، فعالیت یک شرکت تخصصی بازاریابی علاوه بر امکان انجام بازاریابی تخصصی، امکان تأمین منافع مالی دیگر ذی‌نفعان را نیز فراهم می‌آورد.

بدین ترتیب کلیه فعالیت‌های فنی و تحقیق و توسعه درون شرکت هلدینگ و مطالعات فاز پیش‌بالینی و بالینی با همکاری متخصصان سرطان و پزشکان مربوطه در پژوهشکده مستقر در دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام خواهد شد که این امر موجب حفظ هویت علمی افراد فناور خواهد شد. فعالیت‌های تخصصی طراحی و تولید و بازاریابی و فروش نیز توسط متخصصان این حوزه و از طریق شرکت‌های تابعه انجام خواهد شد. جمع‌بندی دستاوردها و چالش‌های شرکت در هر یک از مراحل عمر در جدول ۲ ارائه شده است.

#### ۵-۱- پیشنهادات مدیریتی در خصوص تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در حوزه تجهیزات پزشکی

با توجه به نتایج حاصل از بررسی تجربه شرکت شرکت نانو حسگرسازان سلامت آریا در غلبه بر چالش تجاری‌سازی محصولات، به مدیران شرکت‌های دانش‌بنیان توصیه‌هایی جهت عبور موفق از دره مرگ تجاری‌سازی فناوری به شرح زیر قابل ارائه می‌باشد.

اولاً، تجاری‌سازی تحقیقات بین‌رشته‌ای و پیچیده دستاورد تلاش طیف متنوعی از محققان است که به جهت بینشی دارای تفاوت‌های معنادار هستند؛ لذا ارتقای توانمندی مدیران برای تعامل سازنده با افرادی که هر یک در حوزه خود نفرات برتر هستند، نیازمند دقت نظر جدی است. به علاوه، راهکارهای تجاری‌سازی متنوع زمانی مفید هستند که درک درستی از جایگاه شرکت‌های دانش‌بنیان در منحنی عمر و همچنین اقتضائات بخشی صنعت و بازار ایجاد شود.

دوم، با توجه به کاستی راهکارهای متعدد مالی، مدیریتی، ساختاری و بازاریابی مرسوم جهت خروج از بحران دره مرگ فناوری، بهتر است مدیران شرکت‌های دانش‌بنیان عمده تمرکز خود را بر دریافت تسهیلات نهادی موجود معطوف سازند و با ایجاد تغییراتی در ساختار سازمانی خود به دنبال تجاری‌سازی محصولات خود باشند.

سوم، شکاف معناداری میان توانمندی تحقیق و توسعه با توانمندی تجاری‌سازی در شرکت‌های سازنده تجهیزات پزشکی وجود دارد. مرتفع نمودن این شکاف علاوه بر فهم نیازمندی‌های طرف تقاضا، نیازمند تعاملات گسترده با بدنه تنظیم‌گر در وزارت بهداشت است. به ویژه فعالیت در بازار سلامت که ذاتاً از جمله بازارهای به شدت تنظیم‌شده محسوب می‌شود، علاوه بر مجوزهای فعالیت و استانداردهای محصول و خدمت، حتی در قیمت‌گذاری‌ها و تعرفه‌های خدماتی نیز به صورت دستوری انجام می‌شود. بدین ترتیب در مواجهه با محصولاتی که مشابهی در بازارهای جهانی ندارند، بهره‌مندی از خود تنظیمی و اخذ مشورت از شرکت‌های دانش‌بنیان در تدوین مقررات غیر قابل اجتناب است و مدیران شرکت‌ها باید از الزامات این امر آگاهی کافی داشته باشند.

در نهایت، با توجه به اهمیت حفظ هویت علمی اساتید و فناوران و عدم تجربه کافی آنان در امور مربوط به اداره یک کسب و کار، تفکیک فعالیت‌های فنی (تحقیق و توسعه) و فعالیت‌های تخصصی تولید و تجاری‌سازی (طراحی و تولید / بازاریابی و فروش) از طریق ایجاد شرکت‌های تابعه می‌تواند راهکاری مؤثر جهت خروج از بحران تجاری‌سازی محصولات این شرکت‌ها باشد. در این راستا، تفکیک فعالیت‌های فنی - مهندسی و فعالیت‌های تخصصی تولید و تجاری‌سازی راهکاری مؤثر در مدیریت بهینه منابع سازمانی از طریق امکان‌سنجی پروژه‌ها و تخصیص منابع مورد نیاز به پروژه‌های منتخب است.

## ۵-۲- پیشنهادات سیاستی در خصوص حمایت از تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در حوزه تجهیزات

### پزشکی

حمایت از رشد و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان؛ شرکت‌های دانش‌بنیان برای تحقق هدف‌گذاری‌های اقتصاد دانش‌بنیان نیازمند به بزرگ‌شدن از نظر اندازه و متعاقباً حجم فروش هستند. هر چند در مراحل نخستین عمر این شرکت‌ها، حمایت‌های دولتی بیشتر معطوف به طرف عرضه است، در مراحل بعدی عمر این شرکت‌ها، حمایت‌ها می‌بایست به سمت طرف تقاضا نیز گسترش یابد.

**رها سازی شرکت‌های دانش‌بنیان؛** به جهت گسست توسعه‌ای در کشور و فقدان بازیگران و نظام تامین مالی شرکت‌های دانش‌بنیان، عمده منابع مالی این شرکت‌ها توسط دولت تامین می‌شود. اما چنین راهکار حمایتی، آفت بنگاه‌داری صندوق‌های پژوهش و فناوری را به همراه دارد. از این‌رو رفتار هوشمندانه و بایسته دولت در قطع این رحم حمایتی علاوه بر شناخت واقعی مطالبات بازار توسط این شرکت‌ها، نفوذ دولت (که عموماً منطق کسب و کاری هم ندارد) بر آن‌ها را نیز کاهش خواهد داد.

**پذیرش شرکت‌های دانش‌بنیان به عنوان بازیگران جدید اقتصادی؛** فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان دارای اثرات جانبی است و یا اثرات جانبی موجود دیگر بازیگران را تعدیل می‌کند. در هر دو قسم آن کشور نیازمند بازآرایی نهادی و تنظیم‌گری است. اما سخن از تنظیم‌گری مقولاتی است که بدنه تنظیمی کشور نسبت به جنبه‌های فنی و علمی آن درک ناقصی دارد. از این‌رو پذیرش تسهیل شده «اولین‌بارها» برای حامیان توسعه‌ای و تنظیم‌گران بخشی در مواجهه با این شرکت‌ها ضروری است.

## منابع

- تولایی، روح اله و محمد زاده علمداری، مهرداد. (۱۳۹۶). *فنون و ابزارهای روش تحقیق در مدیریت*. تهران: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.
- سلامی، سید رضا؛ بامداد صوفی، جهانیار؛ خاتمی، سید محمد علی و شفیعی، مهرداد. (۱۴۰۰). "مسیر شکل‌گیری و توسعه توانمندی نوآورانه فناورانه در شرکت‌های نوپای فناور بخش تجهیزات پزشکی استان فارس"، *فصلنامه بهبود مدیریت*، سال پانزدهم، شماره ۱، صص ۹۴-۶۹.
- طباطبایی، امیر؛ حسنی، پرخیده؛ مرتضوی، حامد و طباطبایی چهر، محبوبه. (۱۳۹۲). "راهبردهایی برای ارتقاء دقت علمی در تحقیقات کیفی"، *مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی*، سال پنجم، شماره ۳، صص ۶۷-۶۳.
- عباس‌زاده، محمد. (۱۳۹۱). "تأملی بر اعتبار و پایایی در تحقیقات کیفی"، *فصلنامه جامعه‌شناسی کاربردی*، دوره بیست و سوم، شماره ۱، صص ۳۴-۱۹.
- فرتاش، کیارش؛ محسنی کیاسری، مصطفی؛ مسماع خسروشاهی، الناز و سعدآبادی، علی اصغر. (۱۴۰۰). "تحلیل عوامل مؤثر بر همکاری فناورانه شرکت‌های بزرگ و شرکت‌های فناور در حوزه‌های فناوری زیستی و نانو"، *فصلنامه بهبود مدیریت*، سال پانزدهم، شماره ۱، صص ۶۷-۳۹.
- مختارزاده، نیما؛ کارشناس، عباسعلی و قاضی نوری، سید سپهر (۱۳۹۹). "چالش‌های دره مرگ اکوسیستم نوآوری زیست دارو ایران و بررسی توانمندی‌ها و عوامل زمینه‌ای مؤثر"، *فصلنامه بهبود مدیریت*، سال چهاردهم، شماره ۴، صص ۵۴-۳۵.
- Alvarez, S. A., & Barney, J. B. (2001). How entrepreneurial firms can benefit from alliances with large partners. *Academy of Management Perspectives*, 15(1), 139-148.
- Chan, K. F., & Lau, T. (2005). Assessing technology incubator programs in the science park: the good, the bad and the ugly. *Technovation*, 25(10), 1215-1228.
- Dean, T., Zhang, H., & Xiao, Y. (2020). The role of complexity in the Valley of Death and radical innovation performance. *Technovation*, 102160.
- Dehghani, T. (2015). Technology commercialization: From generating ideas to creating economic value. *International Journal of Organizational Leadership*, 4, 192-199.
- Ellwood, P., Williams, C., & Egan, J. (2020). Crossing the valley of death: Five underlying innovation processes. *Technovation*, 102162.
- Frank, C., Sink, C., Mynatt, L., Rogers, R., & Rappazzo, A. (1996). Surviving the "valley of death": A comparative analysis. *The Journal of Technology Transfer*, 21(1-2), 61-69.
- Khalilzadeh, N. K., Khalilzadeh, M., Mozafari, M., Vasei, M., & Ojaki, A. A. (2017). Challenges and difficulties of technology commercialization— a mixed-methods study of an industrial development organization. *Management Research Review*.
- Klitsie, J. B., Price, R. A., & De Lille, C. S. H. (2019). Overcoming the Valley of Death: A Design Innovation Perspective. *Design Management Journal*, 14(1), 28-41.
- Leckner, Å. (2004). Commercialisation strategies for entrepreneurial firms-A case study at Layerlab AB.
- Lefebvre, V., Certhoux, G., & Radu-Lefebvre, M. (2020). Sustaining trust to cross the Valley of Death: A retrospective study of business angels' investment and reinvestment decisions. *Technovation*, 102159.
- Markman, G. D., Siegel, D. S., & Wright, M. (2008). Research and technology commercialization. *Journal of Management Studies*, 45(8), 1401-1423.
- Markham, S. K., Ward, S. J., Aiman-Smith, L., & Kingon, A. I. (2010). The valley of death as context for role theory in product innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 27(3), 402-417.
- Mcintyre, R. A. (2014). Overcoming "The Valley of Death". *Science progress*, 97(3), 234-248.
- Miller, D., & Friesen, P. H. (1984). A longitudinal study of the corporate life cycle. *Management science*, 30(10), 1161-1183.
- Palmer, C., & Bolderston, A. (2006). "A Brief Introduction to Qualitative Research". *The Canadian Journal of Medical Radiation Technology*, 37(1), 19-16.

- Pelikka, J., & Virtanen, M. (2009). Problems of commercialisation in small technology-based firms. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 9(3), 267-284.
- Son, H., Chung, Y., & Yoon, S. (2020). How can university technology holding companies bridge the Valley of Death? Evidence from Korea. *Technovation*, 102158.