

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

داستان نانو تافته  
روایتی متفاوت از تجاری سازی فیلتر نانو الیاف

پدیدآورندگان: سید حمزه حسینی، سید مجتبی قافله باشی، سعید حسین رفیعی  
تهیه و تنظیم: الگو پیشرفت نانو؛ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو  
با همکاری: الگو نگار پیشرفت؛  
پژوهشکده سیاستگذاری علم و فناوری صنعت دانشگاه صنعتی شریف  
به اهتمام: مؤسسه علمی - فرهنگی سدید  
ناشر: انتشارات بسیج دانشجویی دانشگاه امام صادق علیه السلام  
موضوع: مدیریت دانش، اقتصاد مقاومتی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۸۵۰-۶۵-۷

نوبت چاپ: اول - تابستان ۱۳۹۵

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۳۵۰۰ تومان

آدرس: تهران خیابان انقلاب - بین فلسطین جنوبی و ابوریحان - پلاک ۱۱۱۸ -

واحد ۱/۲ - انتشارات بسیج دانشجویی دانشگاه امام صادق علیه السلام

همراه: ۰۹۱۰۹۸۰۵۰۵۵

تلفن: ۶۶۴۸۶۱۲۰

۶۶۴۸۵۸۵۰

sadid.basijisu.com

rc.basijisu.com

sadidisu@gmail.com



# داستان نانوماقه

روایتی متفاوت از تجاری سازی فیلتر نانوالیاف

سید حمزه حسینی

سید مجتبی قافله باشی

سعید حسین رفیعی





پیشرفت کار فناوری نانو در واقع برای ما علاوه بر اینکه خودش ارزش دارد؛ از این جهت هم که یک نمونه‌ای است که ما بتوانیم در همه کارهای کشور از این نمونه تبعیت کنیم و آن را معیار قرار بدهیم، برای ما ارزش دارد.

از بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی

در نمایشگاه پیشرفت جمهوری اسلامی ایران

در فناوری نانو

۱۳۹۳/۱۱/۱۱



# فهرست

❖ مقدمه مؤلفین | ۱۱

❖ راهنمای مطالعه کتاب | ۱۷

❖ راهنمای آشنایی با تجهیزات و محصولات | ۲۱

## فصل اول: درس‌های استاد؛ شکل‌گیری یک ایده فناورانه | ۲۳

❖ روایت اول: یک پایان‌نامه کاربردی؛ نحوه تعریف، دریافت حمایت

و اجرای پایان‌نامه دکتر فریدی | ۳۱

## فصل دوم: یک حامی مهم؛ آغاز تلاش‌ها برای ساخت نمونه

اولیه دستگاه الکتروریسی | ۳۹

❖ روایت دوم: تفاوت دو شرکت؛ آشنایی و نحوه مواجهه ستاد نانو با

شرکت‌های مدعی توسعه فناوری | ۵۱

## فصل سوم: شکست در بازار؛ ساخت نمونه اولیه دستگاه و

آغاز بازاریابی | ۶۳

❖ روایت سوم: مأموریت ویژه؛ نقش‌آفرینی شرکت آرادین در

کارگزاری رسوخ فناوری در صنعت | ۷۹

## فصل چهارم: چند تصمیم سخت؛ ساخت دستگاه پایلوت صنعتی | ۸۹

❁ روایت چهارم: شرکت خاص؛ ویژگی‌های شرکت بهران فیلتر و نحوه آشنایی آن با فناوری نانوالیاف | ۱۰۵

## فصل پنجم: همکاری پرفراز و نشیب؛ رسوخ فناوری در صنعت فیلترنیروگاهی | ۱۱۵

❁ روایت پنجم: کار نشد ندارد؛ چالش‌های فنی توسعه فناوری | ۱۳۱

## فصل ششم: در قلمروی انرژی؛ بازاریابی محصول فناورانه در صنایع بزرگ | ۱۴۳

❁ روایت ششم: آنچه خود داشت؛ فراز و فرودهای فروش محصولات به مجتمع گاز پارس جنوبی | ۱۵۷

## فصل هفتم: چرخه تحقیق؛ تولید انبوه، فروش و صادرات تجهیزات جانبی و دستگاه الکتروریسی با کاربرد آزمایشگاهی | ۱۶۷

❁ روایت هفتم: عامل درونی؛ ویژگی‌ها، چالش‌ها و جهت‌گیری‌های فناوران نانومقیاس | ۱۸۱

❁ سخن پایانی | ۱۹۳

❁ پیوست ۱- تصاویر | ۱۹۷

❁ پیوست ۲- سیر توسعه تجاری‌سازی نانوفیلترهای نیروگاهی و شرکت فناوران نانومقیاس در یک نگاه | ۲۰۹

❁ پیوست ۳- شرح مدل توسعه فناوری و تجاری‌سازی | ۲۱۷

❁ پیوست ۴- شرح فناوری نانوالیاف | ۲۲۹



## مقدمه ناشر

یکی از مهم‌ترین لوازم تحقق جامعه اسلامی و به تبع آن، تحقق آرمان تمدن نوین اسلامی - چنان که در تأکیدات رهبر معظم انقلاب مشهود است - توجه به تولید علم و فناوری به عنوان پایه و مبنای قدرت و اقتدار تمدن اسلامی است.

در این راستا پیشرفت‌های علمی کشور در حوزه‌های مختلف گرچه خود به عنوان بخشی از دستاورد نظام مقدس جمهوری اسلامی در اعتلای کشور مغتنم می‌باشد اما پرواضح است که به بارنشستن تا آن‌جا که موفقیت‌های علمی زمانی به تقویت کارآمدی نظام به‌طور محسوس خواهد انجامید که ثمره آن در ساحت عینی زندگی آحاد جامعه اسلامی قابل لمس باشد. این اتفاق حلقه پایانی فرآیند بسیار مهمی است که از احصاء و تحلیل مشکلات عینی در ابعاد معنوی و مادی زندگی مردم آغاز شده و طی مراحل پس از تبدیل به مجموعه‌ای از مسائل علمی به کشف پاسخ امتداد می‌یابد و در نهایت باید با اتخاذ تدابیر لازم جهت به‌کار بستن این پاسخ‌ها نتیجه آن در زندگی مردم مشاهده شود. اما متأسفانه در بسیاری موارد حتی چنانچه مشکل به درستی شناسایی شده باشد و پاسخ آن نیز در عرصه علمی کشف شده باشد؛ به دلیل مفقود بودن حلقه نهایی، این فرآیند اثری در زندگی مردم نخواهد داشت. ماهیت این حلقه مفقوده ترکیبی از علم، مدیریت و اقتصاد است که از آن به تجاری‌سازی یاد می‌شود. اکسیری که می‌توان آن را به عنوان شالوده و وجه ممیز شرکت‌های دانش‌بنیان معرفی کرد.

در کنار همه هیاهوها و شعارها و حتی مباحث علمی و نظری پیرامون «اقتصاد مقاومتی»، بدون شک تحقق این مهم در گرو تحقق چرخه مذکور در عرصه علمی کشور خواهد بود. لذا مرکز تحقیقات بسیج دانشگاه امام صادق علیه السلام با شعار علوم

انسانی اسلامی از اندیشه تا زندگی، در کنار دستاوردهای علمی و نظری خود با رویکرد تخصصی در حوزه اقتصاد مقاومتی، با اعتقاد به ضرورت کار ترویجی مبتنی بر دستاوردهای نظری خود اقدام به انعکاس تجربیات تجاری سازی علم به عنوان یکی از الزامات اساسی اقتصاد مقاومتی نموده است. اثر حاضر به عنوان اولین جلد از مجموعه کتاب‌های «به توان داخل» تلاشی است تا از طریق تجربه‌نگاری حرکت‌های علمی جهادی که در آن‌ها مصدر توانستن به فعل انجامیده و با تحقق کامل چرخه علم، آجری به حصن اقتصاد مقاوم میهن اسلامی افزوده است؛ به گفتمان‌سازی مبتنی بر اقدام و عمل به جای شعار و نظرپردازد.

امید است ان‌شاءالله به زودی مجلدات دیگر این مجموعه نیز با هدف انعکاس تجربیات داخلی چرخه علم و مدیریت دانش شفاهی انقلاب اسلامی در قالب آثاری جداگانه با روایت دستاوردهای نظام مقدس در عرصه علم و عمل به زیور طبع آراسته گردد و چراغی باشد فراوری دانشجویان، اساتید و اهالی علم در این مرز و بوم تا هم امید را دوچندان نماید هم راه پیشرفت را روشن‌تر نماید. مرکز تحقیقات در این راستا از پیشنهادها، دیدگاه‌های مخاطبان ارجمند درباره این اثر و نیز ایده‌ها، تجربیات و آثار مفید در زمینه یاد شده به گرمی استقبال می‌نماید.

در پایان لازم است ضمن تشکر از زحمات پژوهشگران ارزشی این اثر آقایان حسنی، قافله‌باشی و رفیعی بابت نگارش این اثر و نیز پژوهشکده سیاست‌گذاری علم و فناوری که تهیه این اثر مرهون دغدغه و حمایت معنوی کار بوده است و از تلاش‌های هم‌سنگران مؤسسه علمی فرهنگی سدید صمیمانه قدردانی نمایم.

وما توفیقی الا بالله العلی العظیم

محمد جواد نیک‌روش

مسئول مرکز تحقیقات بسیج

دانشگاه امام صادق علیه‌السلام

## مقدمه مؤلفین

تجاری سازی فناوری یکی از مراحل اصلی فرآیند نوآوری، و کلیدواژه‌ای است که با توسعه اقتصادی کشورها گره خورده است. در واقع تجاری سازی فناوری، رمز عبور دانش از مسیر پرفراز و نشیبی است که از مطالعات اولیه آغاز شده و به بازار ختم می شود؛ و به این ترتیب امکان ایجاد ارزش افزوده از دانش و حرکت به سمت قله های اقتصاد دانش بنیان را فراهم می آورد. اما عبور از این مسیر مستلزم شناخت پیچیدگی هایی است که از نظام نوآوری، بازیگران آن، و سازوکارهای درهم تنیده اش نشأت گرفته است. بنابراین تجاری سازی، مسیری است با کوره راه های بسیار، میانبرهای پنهان، و دره های عمیق که بدون در نظر گرفتن آن ها، نمی توان رسیدن به مقصد را متصور بود.

موضوع تجاری سازی فناوری در سیاست های علم و فناوری بسیاری از کشورها، از جمله کشور ما نیز مورد توجه بوده است؛ شکل گیری پارک های فناوری، مراکز رشد، دفاتر ارتباط با صنعت، ستادهای توسعه فناوری و امثال آن، مؤید همین مطلب است. با این حال، نتایج به دست آمده از مجموعه این تلاش ها، در مقایسه با برخی دیگر از کشورها، چندان رضایت بخش نبوده اند. به راستی، تفاوت ما و کشورهای پیشرو در رویکرد به تجاری سازی فناوری چیست؟

شاید تفاوت اصلی در توجه به جزئیات، تأمل در تجربیات، و یادگیری از درس آموخته های گذشته باشد. به این ترتیب هر یک از بازیگران اصلی نظام نوآوری، اعم از مشتریان فناوری؛ محققان و فناوران؛ توسعه دهندگان و سیاست گذران، می توانند با مطالعه رفتار یکدیگر و فهم عملکرد سازوکارهای درگیر در نظام نوآوری،

نقاط شکست روال‌های مرسوم را شناسایی کرده و خود را برای رویارویی با آن آماده نمایند. با این حال، به رغم اهمیت یادگیری از تجربیات گذشته، کم‌تر اثری را می‌توان یافت که در عین جذابیت روایی، تصویر آموزنده‌ای از تجاری‌سازی یک محصول و ظرافت‌های عبرت‌آموز آن را ترسیم کرده باشد.

بر همین اساس ایده نگارش تاریخ شفاهی تجاری‌سازی فناوری در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو شکل گرفت؛ چرا که تجربیات متعدد ستاد در توسعه فناوری، و مرور شکست‌ها و موفقیت‌های تجاری‌سازی می‌توانست یادگیری‌های بسیاری را به دنبال داشته باشد. به این ترتیب در روزهای پایانی سال ۱۳۹۲، تدوین طرح تاریخ شفاهی توسعه فناوری الکترونیسی و تجاری‌سازی فیلتر نیروگاهی با فناوری نانوالیاف، به عنوان یکی از آموزنده‌ترین تجربیات ستاد در توسعه فناوری و محصول به «پژوهشکده سیاست‌گذاری علم، فناوری و صنعت دانشگاه صنعتی شریف» و «گروه الگونگار پیشرفت» سپرده و به کتاب حاضر ختم شد.

داستان این کتاب، روایت مسیر پریپیچ و خم جریان توسعه فناوری و تجاری‌سازی محصول است؛ جریانی که ایده اولیه آن در حاشیه طرحی تحقیقاتی در صنعت پتروشیمی شکل گرفته، مراحل نوزادی خود را در دانشگاه طی کرده، کودکی خود را در صنعت دفاعی گذرانده، با حمایت‌های ستاد توسعه فناوری نانو رشد یافته و به مرحله نوجوانی رسیده است. سپس برای ورود به صنعت خودرو مهیا شده، اما از صنعت دیگری سردرآورده و به بلوغ رسیده است. به این جهت مرور سرگذشت پرفراز و نشیب این فناوری و توسعه دهندگان آن می‌تواند یادگیری‌های بسیاری را به دنبال داشته باشد؛

به مانند هر تجربه تجاری‌سازی دیگری، در لابه لای وقایع این داستان، ظرافت‌هایی نهفته است که می‌تواند راهنمای خوبی برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های مدیریت فناوری باشد؛ این که مراحل توسعه فناوری چیست؟ چالش‌های پیش روی هر مرحله کدام است؟ کدام عوامل می‌توانند پیشران تجاری‌سازی باشند؟ تیم فناور چگونه شکل می‌گیرد؟ شکست نهادی در تجاری‌سازی چگونه جبران می‌شود؟ نقش سیاست‌گذار در کدام مرحله کنشی و در کدام مرحله واکنشی است؟ و...

اگرچه ممکن است برای هریک این ابهامات، پاسخ منحصر به فردی در تجربیات مختلف تجاری سازی یافت، اما کنکاش عالمانه در پاسخ به این سؤالات می تواند پرسشگر را در دستیابی به نگاه عمیق و تحلیلی از تجاری سازی یاری کند. لذا در این اثر تلاش شده است تا ضمن حفظ سادگی و بیان شفاف ماجرا، روایتی ملموسی از چالش های تجاری سازی، پیشران های آن، و چگونگی مواجهه بازیگران کلیدی توسعه فناوری با موقعیت های تصمیم گیری ارائه شود. بنابراین خواننده بدون آن که با واژگان ثقیل و مفاهیم پیچیده گلاویز شود، عینک مدیریت فناوری را به چشم زده و از لابه لای ماجراهای کتاب عبور می کند. به این ترتیب، او خود را در کنکاش فراز و نشیب های داستان می یابد، در دوراهی های پیش روی بازیگران قصه تصمیم می گیرد، در شکست ها و موفقیت های آنان شریک می شود، و در نهایت به تحلیل عالمانه ای از داستان تجاری سازی دست می یابد.

به همین منظور در ابتدای هر فصل، تصویری از فرآیند تجاری سازی و نوآوری - که به منظور توصیف روند توسعه فناوری و تجاری سازی در این کتاب توسعه یافته است - ترسیم شده است. این تصویر بخش هایی از فرآیند تجاری سازی را نشان می دهد که در آن فصل مورد بررسی قرار گرفته است. مشروح فرآیند تجاری سازی و نوآوری - که به بیان جزئی تر مراحل فرآیند و تطبیق آن بر روند این کتاب می پردازد - را می توان در پیوست این کتاب مطالعه کرد. همچنین در پیوست کتاب، اینفوگرافی هایی ارائه شده است که روند تکامل محصول در طول زمان را نشان می دهد. این نمودارها به ایجاد تصویر زمانی از مراحل تجاری سازی در ذهن مخاطب کمک می کند.

شیوه داستان نیز در این اثر، در نوع خود منحصر به فرد است؛ جریان محوری قصه در قالب «فصل» های مختلف کتاب بیان می شود. راوی هر فصل، دانای کلی است که بنا به ضرورت، یکی از بازیگران را برای بیان بخشی از ماجرا فرا می خواند. با این حال مخاطب می تواند روایت های فرعی خارج از مسیر اصلی داستان را در «روایت» های پایانی همان فصل بخواند. در واقع هر روایت برش عمیقی از داستان است که از کلام کلیدی ترین بازیگران بخش بیان می شود.

لازم به ذکر است که داستان نگارش این اثر از مرحله تعریف پروژه، تدقیق چارچوب‌ها، طراحی روش روایت‌گری، کنکاش در مدل‌های تجاری‌سازی و نگارش نهایی داستان، خود ماجرای جذابی است که می‌تواند یادگیری‌هایی را برای نگارش آثار مشابه به دنبال داشته باشد. لذا بخش پایانی کتاب به این موضوع اختصاص یافته و تلاش شده است تا این طریق، دین نویسندگان در انتقال تجربه نگارش این کتاب - که بیش از یک سال به طول انجامیده است - در حد بضاعت ادا شود.

در نهایت نویسندگان این اثر، خواننده را به چالشی از جنس تجربه تجاری‌سازی یک محصول فناورانه دعوت می‌کنند تا به این وسیله، علاوه بر تجربه لذت مطالعه یک داستان پرفراز و نشیب، با واقعیت‌های دنیای نوآوری آشنا شوند.

گروه نویسندگان

سید حمزه حسینی

سید مجتبی قافله‌باشی

سعید حسین رفیعی

## تقدیر و تشکر

این کتاب حاصل بررسی اسناد و انجام مصاحبه با آقایان دکتر سلطانی، دکتر ابراهیمی، مهندس نجیمی، مهندس ضیغمی و مهندس کوچکی از ستاد ویژه توسعه فناوری نانو؛ مهندس مواسات، مهندس فقیهی و مهندس فروندی از شرکت بهران فیلتر؛ دکتر فریدی مجیدی و مهندس نادری از شرکت فناوران نانومقیاس؛ و مهندس پهلوانزاده از شرکت توسعه کسب و کار آرادین بوده است.

بر خود لازم می‌دانیم تا بدین وسیله، مراتب تشکر و قدرانی خود را از همه این بزرگواران، به خاطر وقتی که در اختیار ما قرار داده و هر یک به سهم خود، ابعاد مهمی از تجربه توسعه فناوری را عیان نمودند، اعلام نماییم.

در این میان آقای مهندس نادری با سعه صدر و همکاری مثال‌زدنی خود، نقش ویژه‌ای در تدوین این کتاب و تدقیق جزئیات آن داشتند که از درگاه خداوند، موفقیت روز افزون ایشان را خواستاریم.

همچنین بر خود لازم می‌دانیم تا از آقای دکتر سرکار، و آقای دکتر سلطانی - که نگارش این کتاب حاصل تشخیص و حمایت آن‌ها می‌باشد - قدردانی نماییم. از همکاران کارگروه سیاست‌گذاری و ارزیابی ستاد، آقای مهندس صاحبی‌نژاد و آقای مهندس خادم نیز به واسطه همراهی دغدغه‌مند و مداوم در طول بیش از یک سال تدوین این تجربه تشکر می‌نماییم. از آقایان دکتر اسدی‌فرو و مهندس جعفری نیز که نظرات خود را در مورد این اثر در اختیار ما قرار دادند، قدردانی می‌نماییم.

همچنین از همکاران مان در پژوهشکده سیاست‌گذاری علم، فناوری و صنعت دانشگاه صنعتی شریف، و بالاخص آقایان حاجی‌پور، طباطبایی و عبدی که در تدوین این کتاب یاری مان کردند تشکر می‌کنیم.

به رسم ادب، قطره‌ای از زحمات بی‌منت پدران و مادران خود را خاضعانه ارج می‌نهمیم و از خانواده‌های خود که ساعت‌های زیادی از بودن در کنارشان را مدیونیم، تشکری بی‌انتها به جای می‌آوریم.

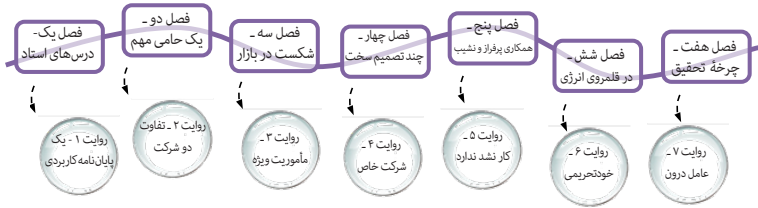
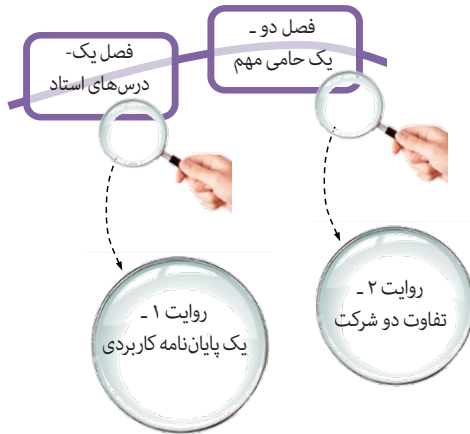
در نهایت، خداوند متعال را به خاطر توفیق نگارش این اثر شاکریم، و عاجزانه، خلوص نیت را از آستان کریمش مسئلت داریم.



## راهنمای مطالعه کتاب

خواننده گرامی؛ این کتاب داستانی است از تجربه توسعه و تجاری سازی فناوری. برای سهولت در مطالعه این کتاب، از ابزارها و روش هایی استفاده شده است که در ادامه به آن اشاره می شود؛

این کتاب از هفت فصل تشکیل شده است. جریان اصلی کتاب نیز در طی این هفت فصل بیان می شود. با این حال، در پایان هر فصل روایتی بیان شده است که جنبه مهمی از همان فصل را عمیق می نماید؛ روایتی که از زبان یکی از فعالان توسعه این فناوری نقل شده و تلاش می کند تا برخی لایه های پنهان و آموزنده داستان را تبیین نماید. به این ترتیب، با پایان هر فصل، خواننده مختار به یک تصمیم گیری است؛ این که برای مطالعه ادامه داستان، به فصل بعد مراجعه کند؛ و یا به روایت آن فصل - که حاوی جنبه مهمی از همان فصل است - رجوع نماید.



همچنین در ابتدای هر فصل، تصویری از فرآیند توسعه فناوری و تجاری سازی ارائه شده است. این فرآیند، مراحل توسعه فناوری، از مرحله شکل گیری ایده تا ثبات در بازار، و نیز حامیان تجاری سازی در هر مرحله را به تصویر کشیده است.<sup>۱</sup> به این ترتیب که در ابتدای هر فصل، تصویری از این فرآیند ارائه شده و نشان می دهد که کدام بخش از مراحل توسعه فناوری در آن فصل مورد بررسی قرار گرفته است. در واقع این فرآیند عینکی است که به خواننده کمک می کند تا جزئیات متن را به صورت جهت دار و نظام مند مطالعه نماید.

۱. برای اطلاع از کلیات تصویر فرآیند به صفحه بعد و برای اطلاع از جزئیات آن به پیوست ۳ کتاب مراجعه نمایید.





همچنین در ابتدای هر فصل، مطلع کوتاهی در برابر خواننده قرار می‌گیرد. این مطلع، خلاصه‌ای از فصول قبل را بیان داشته و سؤالاتی را طرح می‌کند که مخاطب می‌تواند در آن فصل، پاسخ‌هایی برای آن بیابد.

در انتهای کتاب و در پیوست‌های ۱ و دو نیز تلاش شده با استفاده از تصاویر، جداول و اینفوگراف، برگزیده کتاب افزوده شده و در پیوست‌های سه و چهار به‌طور مشروح به ابعاد توسعه‌ای و فنی فناوری پرداخته شود.



## راهنمای آشنایی با تجهیزات و محصولات

در متن پیش رو، به کزات از نام دستگاه‌ها، تجهیزات و محصولات مختلفی نام برده شده است. برای درک بهتر خواننده از ماهیت و ویژگی‌های این محصولات، تصویری از آنها به همراه توضیحات مرتبط ارائه شده است:

نام محصول	تصویر	توضیح
نمونه آزمایشگاهی دستگاه الکتریسی (ست آپ)		نمونه آزمایشگاهی دستگاه که معمولاً به صورت ست آپ ساخته می‌شود، از کنار هم قرار گرفتن تجهیزات ساخته می‌شود و هنوز به صورت یک دستگاه یکپارچه در نیامده است. هدف از ساخت نمونه آزمایشگاهی، دستیابی به جزئیات و پارامترهای اصلی فناوری است.
نمونه اولیه دستگاه الکتریسی		نمونه اولیه دستگاه الکتریسی اگرچه تا کاربرد نهایی و در شرایط واقعی فاصله بسیار دارد، اما قادر است تصویر نسبتاً کاملی از عملکرد محصول را به نمایش بگذارد. این دستگاه در ظاهر، کارکردها و ابعاد با دستگاه نهایی تفاوت‌هایی دارد.
دستگاه پایلوت الکتریسی صنعتی		پس از ساخت نمونه اولیه دستگاه، دستگاه پایلوت صنعتی با هدف نزدیک شدن به ساخت نمونه کامل دستگاه در ابعاد و کارکردها و نمایش به خریداران ساخته می‌شود. این نمونه ممکن است در برخی ویژگی‌ها، با نمونه نهایی مورد نظر خریدار تفاوت داشته و نیاز به اصلاحات اساسی داشته باشد.
دستگاه الکتریسی صنعتی		دستگاه الکتریسی صنعتی دستگاهی است که با دارا بودن تمامی شرایط تولید از نظر کارکردها و مقیاس تولید، از پایداری خوبی برای قرار گرفتن در خط تولید فیلترهای صنعتی برخوردار است.



## فصل اول

### درس‌های استاد

### شکل‌گیری یک ایده فناورانه

ایده توسعه فناوری نانو الیاف در کشور، توسط جمعی از دانشجویان دانشکده شیمی دانشگاه تهران و خصوصاً در همکاری‌های تحقیقاتی با شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی شکل گرفت. این جریان با تعریف یک پایان‌نامه دکتری حول «الیاف نانویی» و جذب حمایت‌های مالی برای این پایان‌نامه تسریع شد؛ پایان‌نامه‌ای که توانست مشخصه‌های کلیدی این فناوری را آزمایش و اثبات نماید. در فصل اول می‌خوانیم: جرقه‌های نخستین ایده چگونه زده شد؟ یک ایده اولیه طی چه فرآیندی به یک نمونه آزمایشگاهی رسید؟ مطالعات اولیه و تحقیق و توسعه بعد از آن، چگونه مورد حمایت قرار گرفت؟ و ...





به یک تعبیر، آغاز ماجرای توسعه فناوری فیلترهای نانودر کشور به سال ۱۳۸۰ بازمی‌گردد. یعنی زمانی که آقایان فریدی<sup>۱</sup>، نادری<sup>۲</sup> و کوچکی<sup>۳</sup>، هر سه در دانشکده شیمی دانشگاه تهران مشغول تحصیل بودند؛ فریدی در مقطع دکتری، و نادری و کوچکی در مقطع کارشناسی ارشد. جالب این‌که هر سه نفر، دکتر شریفی<sup>۴</sup> را به عنوان استاد راهنمای خود انتخاب کرده بودند. انتخاب دکتر شریفی به عنوان استاد راهنما دلایل بسیاری داشت؛ محافل علمی این مرد سال‌خورده را با نام پدر پلیمر ایران می‌شناختند. او سال‌ها در شرکت‌های صنعتی بسیاری فعالیت کرده بود و به همین سبب، می‌شد غیر از وجه علمی، ارتباط عمیق وی با صنعت را به وضوح مشاهده کرد؛ او از دریچه نیازهای صنعت به موضوعات علمی می‌نگریست و قویاً معتقد بود که توسعه علم باید معطوف به پیشرفت صنعت باشد. مهم‌تر آن‌که او در انتقال این دیدگاه به دانشجویان خود نیز موفق بود. همین موضوع نیز باعث شده بود تا بسیاری از دانشجویان دانشکده علاقه‌مند شوند که وی را به عنوان استاد راهنما معرفی کنند؛

### نادری:

پس از ورود به دانشگاه تهران، تمایل زیادی برای انتخاب دکتر شریفی به عنوان استاد راهنمایم داشتم. خیلی هم سخت می‌شد با ایشان پایان‌نامه گرفت. نزد ایشان رفتم. بار اول گفت: حالا ببینم چه می‌شود. بار دوم که از فرصت مطالعاتی خارج از کشور برگشته بود، به من گفت برو در مورد «Core-shell» (هسته-لایه) تحقیق کن. ایشان طوری سریع این واژه را گفت که من فکر کردم عبارت «Corrosion» را می‌گوید. لذا رفتم و یک هفته در مورد خوردگی تحقیق کردم و مقاله درآوردم. وقتی گزارش تحقیقاتم را نشان دادم، گفت: «من این را نگفتم! من هسته-لایه را گفتم.» دکتر شریفی در همین حد به ما کلید واژه می‌داد و فردی نبود که توضیح بسیطی ارائه دهد و ما را نسبت به

۱. رضا فریدی مجیدی

۲. نادر نادری

۳. ابوالقاسم کوچکی

۴. ناصر شریفی سنجابی

ابعاد مختلف موضوع توجیه کند. شاید در وهله اول از این ویژگی ایشان در عدم توضیح مبسوط موضوعات، چندان خوشمان نمی‌آمد، اما با توجه به نگرش صنعتی ایشان، توصیه‌های مؤثری برای بهبود روند کار دریافت می‌کردیم. همین مسئله در کنار سایر ویژگی‌ها باعث می‌شد تا به مرور استقلال عمل و اعتماد به نفس خوبی پیدا کنیم؛ طوری که الان دانشجویان ایشان هر کدام رئیس یک مجتمع پتروشیمی شده‌اند و در پتروشیمی‌های مختلفی اثرگذارند. در واقع هنر ایشان پیشنهاد موضوعات مناسب، برخورداری از دیدگاه صنعتی و ارائه راهنمایی‌های کوتاه اما مؤثر بود.

دکتر شریفی علاوه بر ارتباط مؤثر با صنعت، ویژگی بارز دیگری نیز داشت؛ اعتماد به دانشجویان و تعامل نزدیک با آنان. برای مثال او به راحتی هزینه آزمایشات مختلف را در اختیار دانشجویان خود قرار می‌داد و دست آنان را در مدیریت هزینه تحقیقات باز می‌گذاشت. این امر باعث شده بود تا دانشجویان وی در مسائل علمی توانمند شده و اعتماد به نفس کافی را برای انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به دست آورند. این ویژگی در کنار ارتباط وسیع دکتر شریفی با بخش صنعت، زمینه‌ساز ورود سریع دانشجویان به عرصه صنعت و مشارکت در طرح‌های مطالعاتی و پروژه‌های کاربردی را فراهم می‌آورد. این همان فرصت ارزشمندی بود که برای فریدی، نادری و کوچکی نیز پیش آمد و آن‌ها توانستند به واسطه یکی دیگر از دانشجویان دکتر شریفی، در پروژه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی<sup>۱</sup>، به صورت پاره‌وقت مشغول فعالیت شوند؛ این، آغاز فعالیت مشترک این سه نفر بود.

طرح‌های مطالعاتی و تحقیقاتی شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی شامل طیف وسیعی از مطالعات مرتبط با صنعت پتروشیمی می‌شد که یکی از آن‌ها مرتبط با

۱. شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی از جمله شرکت‌های تحت مدیریت شرکت ملی صنایع پتروشیمی (NPC) محسوب می‌شود که وظیفه اصلی آن پژوهش در حوزه پتروشیمی است. این شرکت دارای سه مرکز پژوهشی است که طور مستقیم با شرکت ارتباط داشته و از مراکز تابعه شرکت هستند: مرکز منطقه ویژه اقتصادی بندر امام خمینی (ع.ج)، مرکز اراک جهت اجرای پژوهش‌های کاربردی؛ و مرکز تهران با مأموریت پژوهش‌های بنیادی که بیشترین همکاری را با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی داشته و حمایت‌کننده اصلی از پایان‌نامه‌های دکتری و کارشناسی ارشد است.