

الله أكبر

١٣٨٦ / ١٢ / ٢٥

٩٢٩٥٥



دانشگاه تبریز

دانشگاه بوعلی سینا

دانشکده مهندسی

گروه صنایع

پایان نامه ارائه شده جهت اخذ

درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع گرایش سیستم های اقتصادی و اجتماعی

موضوع :

## اولویت بندی موضوعات نانو تکنولوژی در ایران

استاد راهنما :

دکتر سید سپهر قاضی نوری

استاد مشاور:

دکتر امیرسامان خیرخواه

۱۳۸۶ / ۱۶ / ۲۵

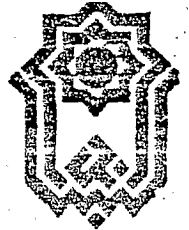
نگارش :

مجید زارعی

زمستان ۱۳۸۵

کتابخانه دانشگاه تبریز  
تبریز

۹۲۹۴۸



دانشگاه بوعلی سینا  
دانشکده مهندسی

بسته‌ای

تاریخ  
شماره  
پوست

## گواهی تصویب پایان نامه

موضوع پایان نامه: ... اولویت بندی سازه‌های ... با نرم افزار ... در ایران

بدینوسیله گواهی می‌شود جلسه دفاعیه پایان نامه خانم / آقای: ... جبرانی ...  
رشته: ... ورودی: ... نیمسال انتخابی: ...  
در روز: ... مورخ: ... از ساعت: ... تحت سرپرستی:  
۱- استاد راهنما: جناب آقای / سرکار خانم: ...  
۲- استاد مشاور: جناب آقای / سرکار خانم: ...

در محل ... برگزار گردید که پس از بررسی از طرف نامبردگان پایان نامه فوق با  
نمره ... و درجه عالی ... در تاریخ ... به تصویب رسید.

نام و نام خانوادگی و امضاء استاد راهنما: ...  
نام و نام خانوادگی و امضاء استاد مشاور: ...  
نام و نام خانوادگی و امضاء اساتید مدعو: ۱- ...  
۲- ...  
۳- ...  
نام و نام خانوادگی و امضاء ناظر تحصیلات تکمیلی: ...  
نام و نام خانوادگی مدیر گروه یا نماینده و امضاء: ...  
مدیر گروه مهندسی: ...  
نام و نام خانوادگی و امضاء: ...

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات ، کنفرانس ها و یا سخنرانی ها باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت .

## چکیده:

بسیاری از محققین و صاحب نظران، برتری در نانوتکنولوژی را مساوی برتری در آینده دانسته اند. به دلیل تأثیرات این تکنولوژی بر تکنولوژی های موجود، امکان رشد آنها بدون همگرایی با نانو محدود خواهد شد. نانوتکنولوژی تنها شاخه ای از تکنولوژی است که ایران به موقع نسبت به اهمیت آن آگاه شده است. از همین رو برنامه ریزی و سیاست گذاری صحیح و به موقع اهمیت بیشتری می یابد. از آنجایی که نانوتکنولوژی مبحثی فرا رشته ای و فرابخشی است و به عنوان مکمل بسیاری از علوم می-توان آن را بکار برد، دارای شاخه ها و زیر مجموعه های زیادی است. از سوی دیگر با توجه به ظرفیت-ها و امکانات و توانمندی های محدود ایران، امکان فعالیت و سرمایه گذاری یکسان در تمامی این شاخه ها و موضوعات برای کشور وجود ندارد. بر همین اساس می بایست از این میان تعدادی از شاخه ها را شناسایی کرد و تلاش و سرمایه بیشتری را صرف آنها نمود. در این پژوهش از یکی از مدل های تصمیم گیری یعنی روش PROMETHEE جهت حل مسئله استفاده شده است. در ابتدا یک تقسیم بندی مناسب از تکنولوژی نانو شناسایی شده و از آنجا شاخه های نانو معرفی شده است. سپس معیارهایی که می بایست جهت انتخاب اولویت ها مد نظر قرار داد انتخاب شده است. در مرحله آخر نیز در یک فرایند نظر سنجی اهمیت نسبی هر گزینه نسبت به گزینه های دیگر مشخص شده است.

## تشکر و قدردانی

در اینجا لازم می دانم از تمام عزیزانی که به هر نحوی در نگارش این پایان نامه مرا یاری نمودند تشکر نمایم؛ خصوصاً از جناب آقای دکتر قاضی نوری که دلسوزانه مرا در طول این راه هدایت نمودند. همچنین از آقای دکتر خیرخواه به خاطر راهنمایی های ارزشمندشان سپاس گزارم. در آخر نیز از تمامی دوستان و خصوصاً آقایان مهندس علی جمال آبادی و جواد محمدی تشکر می نمایم و سعادت و سلامت همه این عزیزان را از حق تعالی آرزومندم.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول : کلیات تحقیق</b>
۱	۱-۱. مسأله و موضوع تحقیق
۲	۲-۱. اهمیت و ارزش پژوهش
۳	۳-۱. اهداف تحقیق
۳	۴-۱. پیش فرض های تحقیق
۴	۵-۱. دامنه تحقیق
۴	۶-۱. روش انجام تحقیق
۵	۷-۱. جامعه و نمونه آماری
۵	۸-۱. محیط پژوهش
۵	۹-۱. روش گردآوری داده ها
۶	۱۰-۱. تعریف برخی مفاهیم پژوهش
	<b>فصل دوم بررسی سوابق تحقیق</b>
۸	۱-۲. مقدمه
۹	۲-۲. درآمدی گذرا بر مفاهیم و رویکردهای اولویت بندی
۹	۱-۲-۲. انواع اولویت بندی
۹	۲-۲-۲. بازیگران در اولویت گذاری چه کسانی هستند؟
۱۱	۳-۲-۲. رویکردهای بکاررفته در تعیین اولویت ها
۱۱	۳-۲. مطالعه اجمالی تجارب اولویت گذاری در برخی کشورها
۱۲	۱-۳-۲. ژاپن
۱۳	۲-۳-۲. کره جنوبی
۱۴	۳-۳-۲. کانادا
۱۷	۴-۳-۲. ایرلند
۱۷	۵-۳-۲. آلمان
۱۸	۶-۳-۲. ویژگی های مشترک کشورها در تعیین اولویت ها
۱۹	۷-۳-۲. سابقه اولویت بندی تحقیقات در ایران
۲۰	۸-۳-۲. ویژگی های تجارب ایران در ارتباط با اولویت بندی

۲۰	۴-۲. متدلوژی های تعیین اولویت های تحقیقاتی
۲۱	۱-۴-۲. پیش بینی تکنولوژی
۲۱	۲-۴-۲. ارزیابی تکنولوژی
۲۱	۳-۴-۲. آینده نگاری تکنولوژی
۲۱	۴-۴-۲. مقایسه میان رویکردهای مختلف در تعیین اولویت ها
۲۲	۵-۲. روش های مختلف آینده نگاری
۲۳	۱-۵-۲. روش های کمی
۲۳	۲-۵-۲. روش های شبه عددی
۲۴	۳-۵-۲. روش های کیفی
۲۴	۶-۲. مروری بر وضعیت نانو تکنولوژی در برخی کشورها
۲۴	۱-۶-۲. تاریخچه نانو تکنولوژی
۲۷	۲-۶-۲. تجربیات برخی کشورها در حوزه اولویت گذاری نانو
۳۴	۷-۲. وضعیت کلی ایران در حوزه نانو تکنولوژی
۳۷	۱-۷-۲. سابقه اولویت بندی موضوعات نانو تکنولوژی در ایران
۴۱	۸-۲. جمع بندی

### فصل سوم: انتخاب روش تحقیق

۴۵	۱-۳. مقدمه
۴۷	۲-۳. مرور اجمالی مدل های MADM
۴۷	۱-۲-۳. مدل های غیر جبرانی
۴۷	۲-۲-۳. مدل های جبرانی
۵۱	۳-۳. مقایسه روش های مختلف MADM
۵۴	۱-۳-۳. نقاط قوت روش PROMETHEE
۵۴	۲-۳-۳. نقاط ضعف روش PROMETHEE
۵۵	۴-۳. روش PROMETHEE
۶۰	۱-۴-۳. اولویت بندی جزئی PROMETHEE I
۶۱	۲-۴-۳. اولویت بندی جزئی PROMETHEE II
۶۲	۳-۴-۳. بهینگی تحت محدودیت PROMETHEE V
۶۳	۴-۴-۳. روش مدلسازی GAIA
۶۳	۵-۳. جمع بندی



#### فصل چهارم : مدل سازی تحقیق

۶۵	۱-۴. مقدمه
۶۵	۲-۴. انتخاب گزینه های نانو
۶۷	۱-۲-۴. میکرو و نانو سیستم های الکترومکانیک
۶۷	۲-۲-۴. قطعات نانو سیالاتی
۶۸	۳-۲-۴. نانوسیم
۶۹	۴-۲-۴. نانوکپسول
۷۰	۵-۲-۴. نانوذرات
۷۱	۶-۲-۴. فولرین ها
۷۱	۷-۲-۴. نانولوله
۷۳	۸-۲-۴. مواد نانوبلوری
۷۴	۹-۲-۴. نانوالیاف
۷۵	۱۰-۲-۴. نانوکامپوزیت ها
۷۵	۱۱-۲-۴. نانو ساختارهای آلی
۷۷	۱۲-۲-۴. نانوقطعات الکترونیکی و نوری
۷۷	۱۳-۲-۴. مواد نانوحفره ای
۷۸	۳-۴. تعیین معیارهای تصمیم گیری
۸۲	۱-۳-۴. زیرساخت ها و امکانات موجود
۸۲	۲-۳-۴. اثربخشی فناوری در بهبود کیفیت زندگی و تولید ثروت
۸۳	۳-۳-۴. شاخص های مربوط به امکان دستیابی و بومی سازی
۸۵	۴-۳-۴. شاخص های مربوط به مسائل اقتصادی و پیش بینی بازار
۸۵	۴-۴. استخراج وزن نسبی شاخص ها
۸۷	۵-۴. وزن گزینه های نانو
۹۲	۱-۵-۴. نتایج تحلیل داده ها بر اساس تابع U شکل
۹۴	۲-۵-۴. نتایج تحلیل داده ها بر اساس تابع پله ای
۹۶	۶-۴. جمع بندی

#### فصل پنجم : دستاوردهای تحقیق

۹۸	۱-۵. مقدمه
۹۸	۲-۵. تعیین اولویت های نانو تکنولوژی کشور
۹۸	۱-۲-۵. نتایج تحلیل اولویت ها بر اساس از تابع U شکل

۹۹	۲-۲-۵. نتایج تحلیل اولویت ها بر اساس از تابع پله ای
۹۹	۳-۵. بررسی اعتبار نتایج تحقیق
۱۰۲	۴-۵. پیشنهاد برای پژوهش های آتی
۱۰۳	۵-۵- محدودیت های پژوهش
۱۰۵	فهرست منابع
۱۰۹	پیوست ۱
۱۱۸	پیوست ۲
۱۲۳	پیوست ۳
۱۲۵	پیوست ۴

## فهرست جداول و نمودارها

صفحه	<u>فهرست جداول</u>
۲۲	جدول ۱-۲. مقایسه میان رویکردهای مختلف در تعیین اولویت ها
۳۰	جدول ۲-۲. عناوین مرتبط با نانو تکنولوژی در فرآیند آینده نگاری اسرائیل
۳۴	جدول ۳-۲. تأثیرات نانو تکنولوژی در حوزه های مورد نظر آفریقای جنوبی
۳۷	جدول ۴-۲. اسامی دانشگاه ها و مأموریت های محوله آنها
۳۹	جدول ۵-۲. شاخه های نانو تکنولوژی در سؤال دوم
۴۳	جدول ۶-۲. جدول مقایسه روش های آینده نگاری
۴۶	جدول ۱-۳. ماتریس تصمیم گیری چند شاخصه
۵۸	جدول ۲-۳. معرفی توابع تعمیم یافته
۸۷	جدول ۱-۴. وزن نسبی شاخص ها
۸۹	جدول ۲-۴. جدول برآیند نظرات کارشناسان
۹۲	جدول ۳-۴. وزن نهائی شاخه های نانو
۹۴	جدول ۴-۴. وزن نهائی شاخه های نانو
۱۰۰	جدول ۱-۵. وزن نسبی گزینه های نانو در شاخص های قابلیت - جذابیت
۱۰۲	جدول ۲-۵. تعیین استراتژی شاخه های نانو
	<u>فهرست نمودارها</u>
۲۶	شکل ۱-۲. منحنی S شکل توسعه نانو تکنولوژی
۳۸	شکل ۲-۲. درصد فراوانی پاسخ به سؤال اول
۳۹	شکل ۳-۲. نمودار فراوانی پاسخ به سؤال دوم
۴۰	شکل ۴-۲. درصد فراوانی پاسخ ها
۵۷	شکل ۱-۳. نمایش تغییرات P
۵۸	شکل ۲-۳. نمایش مفهوم ارتباط طبقه بندی بیرونی
۶۰	شکل ۳-۳. نمایش مفهوم جریان طبقه بندی خارجی مثبت و منفی
۸۰	شکل ۱-۴. شاخص های اولیه در تعیین اولویت های نانو کشور
۸۱	شکل ۲-۴. شاخص های نهائی در تعیین اولویت های نانو کشور
۹۳	شکل ۳-۴. نمودار وزن نهائی شاخه های نانو
۹۵	شکل ۴-۴. نمودار وزن نهائی شاخه های نانو
۱۰۱	شکل ۱-۵. ماتریس ارزیابی قابلیت - جذابیت

# فصل اول

"کلیات تحقیق"

## ۱-۱- مسأله و موضوع تحقیق

اولویت گذاری مناسب در علم و فناوری به طور راهبردی امکان رشد و توسعه مطلوب و برطرف نمودن نیازهای ملی را به هر کشوری اعطا می کند و موجب استفاده بهینه از منابع محدود می گردد. [۱]

با توجه به ویژگی های ذاتاً جدید مواد و سیستم های نانومقیاس، سرمایه گذاری هنگفتی در سطح جهان روی آن انجام شده است. به فاصله اندکی از اوج گیری همه‌مه نانوفناوری در سطح دنیا شاهد حرکت هایی در بدنه تحقیقاتی و اجرایی کشورمان در جهت ورود به موقع کشور به این عرصه بوده ایم.

این مسأله که نانوفناوری تنها موجی از فناوری است که کشور ما به موقع نسبت به اهمیت آن هوشیار شده است، لزوم برنامه ریزی و سیاست گذاری صحیح و به موقع را بیشتر می نماید. تجربه تلخ موج فناوری اطلاعات و زیست فناوری بیانگر میزان آسیب پذیری توسعه کشورمان از ناپختگی مباحث سیاست گذاری فناوری است.

در این راستا نانوفناوری نیز مثل هر موج فناوری دیگر برای ایجاد جو ایده پردازی، نشاط کارآفرینی و همه‌مه تجاری سازی نیازمند زیرساختار، نیروی انسانی، شبکه سازی و هماهنگی، انضباط اجرایی و برنامه ریزی و بالاخره افزایش آگاهی و دغدغه عمومی است. لذا نقاط ضعفی که در رابطه با موارد فوق در سطح برنامه ریزی و اجرایی کشورمان در هنگام برخورد با فناوری های گذشته رخ نمود، اکنون نیز توسعه نانوفناوری را تهدید می کند. [۲]

بدون شک دستیابی به یک فناوری کلیدی و تکامل و تحول آن، بدون طراحی و ایجاد سیستمی نظام مند برای آن امکان پذیر نیست؛ سیستمی که از مرحله ایده تا مرحله بازار را به طور کامل در قالب یک زنجیره ببیند و بتواند به طور پویا و در مرحله بالاتر به طور تکاملی و مداوم مسیریابی نموده و بهترین عملکرد را از خود بروز دهد. بنابراین سیاست های تولید فناوری نباید منحصر به سیاست هایی در جهت افزایش ایده و دانش صرف باشد؛ بلکه باید همزمان با تولید ایده های جدید، فرآیندهایی در جهت تبدیل این ایده ها به محصولات (کالا و خدمات) قابل عرضه در بازار را نیز داشته باشد. از سوی دیگر نباید در همه حوزه های فناوری سرمایه گذاری کرد بلکه باید با توجه به منابع و توانایی های محدود کشور به سمت فناوری های محدود و مشخص حرکت نمود که این فناوری ها با توجه به نیازها و پتانسیل های کشور دارای اولویت بالاتری هستند. از اینرو لازم است در این حوزه های اولویت دار، با صرف هزینه کافی و برنامه ریزی صحیح زمینه پیشرفت را فراهم کرد و کشور را به سطوح بالاتر تکنولوژی در آن زمینه ها رساند. [۳]

با توجه به مطالب بیان شده، می‌بایست حوزه‌هایی از فناوری نانو، که می‌تواند سرمایه‌گذاری در آنها برای ایران با ریسک کمتری همراه بوده و در آینده برای کشور می‌تواند ایجاد مزیت رقابتی نماید، شناسایی گردد. در این پژوهش، حوزه‌های مختلف نانو مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته و در پایان مشخص می‌گردد که هر یک از آنها دارای چه درجه‌ای از اهمیت در مقایسه با یکدیگر می‌باشند.

### ۲-۱- اهمیت و ارزش پژوهش

بسیاری از صاحب‌نظران و محققان، نانو تکنولوژی را مساوی آینده دانسته‌اند. به دلیل تأثیرات این تکنولوژی بر اکثر تکنولوژی‌های موجود، صاحب‌نظران بر این عقیده‌اند که متخصصان رشته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث مقیاس نانو در دهه‌های آینده فرصتی برای رشد نخواهند داشت و شکوفایی بسیاری از تکنولوژی‌های مهم از جمله تکنولوژی اطلاعات و بیوتکنولوژی، به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم بدون بهره‌گیری از نانوتکنولوژی دچار اختلال خواهند شد. نانوتکنولوژی را باید به عنوان مقوله‌ای بلندمدت نگاه کرد که حداقل نیمه اول قرن بیست و یکم را به طور مداوم تحت تأثیر قرار خواهد داد. [۴]

اما نکته حائز اهمیت درسی است که ما از کشور خود در برخورد با فناوری‌های جدید می‌گیریم؛ هم‌زمان با مطرح شدن علم الکترونیک به صورت یک مبحث جدی و نقش آن در اقتصاد جهانی، در کشور ما از جهت آموزش به خوبی این موضوع اهمیت داده شد تا آنجا که بهترین دانشجویان کشور در این رشته تحصیل کرده و آزمایشگاه‌های خوبی در دانشگاه‌ها تجهیز شدند؛ ولی نقش الکترونیک در توسعه کشور و جایگاه ما در شبکه جهانی این صنعت چیست؟ [۵] به عنوان مثالی دیگر از این گونه فناوری‌ها می‌توان به آخرین مورد آنها یعنی بیوتکنولوژی اشاره کرد. صاحب‌نظران دلایل عدم رشد و توسعه بیوتکنولوژی در ایران را، نداشتن برنامه ملی بیوتکنولوژی در ایران، عدم وجود اولویت‌بندی در حوزه فعالیت‌های بیوتکنولوژی، فقدان فرهنگ تحقیقات تیمی در کشور و پراکنده کاری محققین و عدم درک عمیق مسئولین از اهمیت بیوتکنولوژی، می‌دانند و اعتقاد دارند با وجود اینکه از ورود بیوتکنولوژی در ایران بیش از یک دهه می‌گذرد، امروز تقریباً در همان جایی قرار داریم که ده سال پیش قرار داشتیم. [۶]

این‌گونه مسائل در مورد نانوتکنولوژی، با توجه به اینکه بحثی فرارشته‌ای و فرابخشی است اهمیت بسیاری دارد؛ اما به دلیل اینکه بیش از چندسالی از ظهور فناوری نانو در جهان نمی‌گذرد و اکثر کشورهای جهان در ابتدای راه

هستند، ایران فاصله چندانی با کشورهای صنعتی و توسعه یافته جهان ندارد؛ ولی باید هوشیار بود و از اشتباهاتی که در مورد فناوری های دیگر مرتکب شدیم درس بگیریم؛ که البته اقدامات صورت گرفته، گواه این مطلب است که دولت در زمینه نانوفناوری منسجم تر و با برنامه تر عمل کرده است؛ که از آن جمله می توان تدوین سند "راهبرد ۱۰ ساله توسعه فناوری نانو در ایران"، تشکیل ستاد نانو و فعالیت های صورت گرفته توسط این ستاد را نام برد.

از آنجائیکه نانوفناوری مبحثی فرارشته ای و فرابخشی است و به عنوان مکمل بسیاری از علوم می توان آن را به کار برد؛ دارای شاخه ها و زیرمجموعه های زیادی است و همین طور با توجه به ظرفیت ها و امکانات و توانمندی های محدود ایران، امکان فعالیت و سرمایه گذاری یکسان در تمامی این شاخه ها و موضوعات برای کشور وجود ندارد. بر همین اساس می بایست از این میان، تعدادی از این شاخه ها را شناسایی نمود و تلاش بیشتری را صرف آنها نمود. این تحقیق سعی دارد تا در حل این مشکل گام بردارد و به شناسایی موضوعات دارای اولویت برای کشور ایران بپردازد.

### ۱-۳- اهداف تحقیق

۱-۳-۱- هدف کلی: هدف کلی از انجام این پژوهش برگرفته از عنوان این تحقیق است که همانا "اولویت بندی موضوعات مختلف نانوفناوری برای ایران" می باشد؛ و در پایان این تحقیق لیستی از شاخه های مختلف نانوفناوری به همراه میزان وزن (اهمیت نسبی) آنها ارائه خواهد شد.

۱-۳-۲- اهداف ویژه: اهداف ویژه تحقیق که عموماً از مسأله پژوهش و اهداف کلی نشأت می گیرد را می توان "خرده مسأله پژوهش" نیز نامید. در این تحقیق موارد ذیل را می توان به عنوان اهداف ویژه معرفی کرد:

- تعیین و استفاده از یک تقسیم بندی مناسب از علم و فناوری نانو
- تعیین شاخص ها و معیارهایی که تعیین اولویت های نانوفناوری در ایران باید لحاظ گردد و مشخص نمودن اهمیت نسبی هریک از آنها
- تعیین اهمیت نسبی (وزن) هریک از شاخه های علم نانو در هر شاخص

### ۱-۴- پیش فرض های تحقیق

پیش فرض های این تحقیق ، که در واقع پژوهش بر مبنای آنها استوار است و با فرض درستی و وقوع آنها انجام این پژوهش صورت گرفته است ، از قرار ذیل می باشد :

- عزم کشور در ورود به علم و فناوری نانو
- با توجه به امکانات و توانمندی های موجود در کشور امکان ورود و سرمایه گذاری همزمان در تمامی شاخه های نانو فناوری برای ایران وجود ندارد و اولویت بندی این شاخه ها امری بدیهی است .

### ۱-۵- دامنه تحقیق

همان گونه که از عنوان تحقیق برمی آید ، در این پژوهش سعی بر آن است تا اولویت های نانو تکنولوژی کشور بدون گرایش به بخش یا حوزه خاصی تعیین گردد ؛ بر همین اساس در مرحله جمع آوری داده ها در فرآیند نظرسنجی ، کارشناسان منتخب از علوم مختلف گزینش شده اند. اما با این حال ، با توجه به اینکه فناوری نانو در حال حاضر در بسیاری از حوزه ها در مرحله تحقیقات قرار دارد لذا کارشناسان مورد گزینش از جامعه اساتید و پژوهشگران کشور می باشند . در رابطه با حوزه زمانی پژوهش نیز یادآوری می گردد که اطلاعات این تحقیق در نیمه اول سال ۸۵ و با توجه به شرایط حاکم در این برهه زمانی گردآوری شده است .

### ۱-۶- روش انجام تحقیق

در انجام تحقیق ، به منظور جمع آوری اطلاعات اولیه ، مطالعات ابتدایی به صورت میدانی و اکثراً از منابع و مقالات خارجی و در مواردی نیز درمطالب مندرج در سایت ها و پژوهش های داخلی استفاده شده است . سپس با بررسی متدلوژی و روش های بکار رفته برای مسائلی از این دست ، روش PROMETHEE از مدل های تصمیم گیری به عنوان روش مناسب جهت انجام تحقیق انتخاب گردیده است . در مرحله بعد ، با بررسی تقسیم بندی های مختلفی که از فناوری نانو تاکنون ارائه شده است ، مناسب ترین دسته بندی شناسایی گردید ؛ سپس ، ابتدا از طریق مطالعات میدانی تجارب برخی کشورها در زمینه اولویت بندی نانو ، لیستی از شاخصهایی که می بایست در تعیین این اولویت ها مدنظر قرار داد تهیه شد ؛ سپس این لیست از طریق مصاحبه حضوری در اختیار تعدادی از



کارشناسان سیاست گذاری قرار گرفت تا تصحیحات لازم بر روی آن اعمال و در نهایت لیست نهائی این شاخص ها تهیه گردد. همچنین از این کارشناسان خواسته شد تا با مقایسه شاخص ها با یکدیگر وزن نسبی به هر یک از آنها اختصاص دهند. در مرحله بعد، از طریق پرسشنامه، از گروه دیگری از کارشناسان حوزه نانو در علوم مختلف خواسته شد تا در مورد وضعیت هر یک از شاخه های نانو در شاخص هایی که در مرحله قبل نهائی گشت اعلام نظر کنند و اهمیت نسبی هر گزینه را مشخص نمایند. در مرحله آخر نیز داده های حاصل از اخذ پرسشنامه ها به عنوان ورودی به برنامه ای که براساس منطق روش PROMETHEE و با زبان برنامه نویسی ۶ Visual Basic طراحی شده، داده شد و در نهایت وزن نسبی (اهمیت نسبی) هر یک از شاخه های نانو به عنوان خروجی برنامه اخذ گردید.

### ۷-۱- جامعه و نمونه آماری پژوهش

جامعه پژوهش، کارشناسان و نخبگان علمی کشور هستند که علاوه بر برخورداری از اطلاعات و دانش کافی نسبت به دانش نانو، از کاربردها و تأثیرگذاری آن بر بخش های مختلف تولیدی و خدماتی در کشور نیز اطلاع کافی داشته باشند؛ با توجه به این نکته، که تنها تعداد اندکی از کارشناسان داخلی کشور دارای چنین اطلاعاتی هستند و نمونه برداری تنها از میان این کارشناسان صورت خواهد گرفت، در این پژوهش از طرح نمونه برداری هدفدار غیرتصادفی قضاوتی استفاده شده است؛ بدین گونه که با بررسی سوابق کارشناسان در حوزه نانو، افرادی که دارای صلاحیت بیشتری هستند انتخاب شده اند.

### ۸-۱- محیط پژوهش

باتوجه به اینکه افراد منتخب، جهت شرکت در نظرسنجی پیرامون موضوع تحقیق، دارای مسئولیت های فراوان در نهادها و سازمان های مختلف کشور می باشند و هیچگونه الزامی در همکاری برای آنان وجود نداشته است، لذا پژوهش در محیط طبیعی و درخواستی آنها که محل خدمت آنها بوده، صورت گرفته است.

## ۱-۹- روش گردآوری داده ها

با توجه به شرایط کارشناسان منتخب در نمونه برداری، که در بخش محیط پژوهش به آن اشاره شد، به نظر می‌رسد که بهترین روش گردآوری داده ها بصورت میدانی و به صورت حضوری پرسشنامه در اختیار آنان قرار گرفته است و سعی گردیده تا ابهامات به وجود آمده برای آنان از طریق مصاحبه حضوری رفع گردد؛ در رابطه با نوع داده ها نیز لازم به ذکر است که داده های بدست آمده اغلب کیفی بوده و کمتر داده ای به صورت کمی حاصل گردیده است.

## ۱-۱۰- تعریف برخی مفاهیم پژوهش

برخی از مفاهیم در این پژوهش بارها تکرار خواهند شد که در ذیل شرح مختصری از آنها آمده است:

۱. نانوتکنولوژی<sup>۱</sup>: فناوری نانو، مطالعه، طراحی، ایجاد، ترکیب و کاربرد اساسی مواد، ابزار و سیستم ها از طریق

کنترل ماده در مقیاس نانومتر (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) می باشد. [۷]

۲. اولویت گذاری<sup>۲</sup>: عبارت است از تلاشی نظامند در جهت اختصاص بهینه منابع محدود به فرصت های پیش رو در

آینده؛ به طوری که در پایان فرآیند، شخص یا اشخاص تصمیم گیرنده مواردی که دارای اهمیت بالاتری هستند

مشخص نمایند. [۸]

۳. روش PROMETHEE<sup>۳</sup>: این روش در دهه هشتاد میلادی توسط دو پروفیسور بلژیکی به نام های Brans و

Mareschal ارائه گردید؛ که از مفهوم "غیررتبه ای"<sup>۴</sup> برای طبقه بندی گزینه ها استفاده می کند. این روش بر

اساس مقایسه زوجی گزینه ها به منظور طبقه بندی آنها از حیث تعداد معیار می باشد. [۱۲]

<sup>۱</sup> Nanotechnology

<sup>۲</sup> Priority Setting

<sup>۳</sup> Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations

<sup>۴</sup> Outranking

# فصل دوم

"بررسی سوابق تحقیق"

## ۲-۱- مقدمه

تحولات اقتصادی و اجتماعی دهه پنجاه میلادی که مصادف با توسعه علوم و فناوری و همراه با پروژه های عظیم بازسازی بعد از جنگ جهانی در کشورهای صنعتی بود ، خود زمینه ساز تغییرات تکاملی چشمگیری در نظریات مرتبط با رشد و توسعه اقتصادی گردید . اگر تا دهه ۱۹۶۰ میلادی عوامل تولید شامل نیروی کار ، سرمایه و زمین به عنوان فاکتورهای اصلی تولید و افزایش آنها شاخص مزیت رقابتی و توسعه اقتصادی - اجتماعی در فعالیت های اقتصادی به شمار می رفت ؛ این معادله به موازات پیشرفت های علوم و تکنولوژی و کاهش چرخه عمر آنها به خصوص با ظهور تکنولوژی های نو مانند بیوتکنولوژی ، مواد نو ، نانوتکنولوژی و انرژی های تجدید شونده از یک طرف و تنگ تر شدن عرصه رقابت در بازار جهانی از طرف دیگر اهمیت خود را از دست داد . در این مرحله با بحران اول انرژی در اوایل دهه هفتاد میلادی همراه بود عامل تکنولوژی به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای تولید و مزیت رقابتی در مرکز توجه سیاست گذاران کشورهای صنعتی قرار گرفت . به عبارت دیگر تکنولوژی و نوآوری به عنوان موتور اصلی رشد و توسعه اقتصادی - اجتماعی پایدار شناخته شد . لذا عدم توجه به علم و تکنولوژی و نوآوری به عنوان مزیت های پایدار و پایان ناپذیر به جای مزیت های نسبی ناپایدار و پایان پذیر منابع زیرزمینی و همچنین نیروی انسانی غیرماهر ، راهبردی کارشناسانه برای بنای توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی پایدار در بلند تعلق نمی گردد . از طرف دیگر انتخاب و سرمایه گذاری بر فناوری به خصوص فناوری های نوظهور بدون توجه به توانمندی و مزیت های موجود موجب استفاده ناکارآمد از سرمایه ها خواهد بود . لذا در اینجا مسئله تعیین اولویت ها با بهره گیری از توانمندی های علمی ، فنی ، تکنولوژیکی ، فرهنگی و مالی موجود و با نگاه به آینده اهمیت پیدا می کند . [۱۰]

بنابراین تعیین اولویت های فناوری با استفاده از تجارب داخل و کشورهای خارجی باید به روش علمی و با اتکاء به نظرات طیف گسترده ای از محققین ، دانشمندان ، سیاست گذاران و برنامه ریزان دولتی و بخش صنعت به عنوان سه رکن اصلی توسعه فناوری و یا به عبارت دیگر با وفاق جمعی ایجادکنندگان فناوری ، حامیان و تسهیل کنندگان فناوری و بکارگیرندگان آن به اجرا درآید .