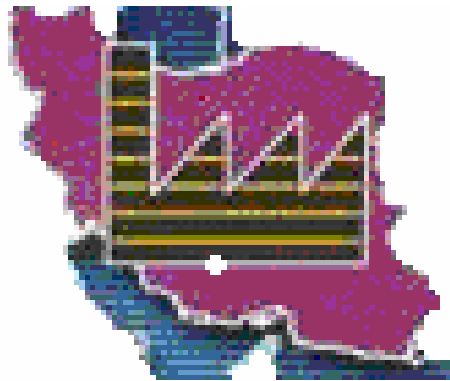




معاونت پژوهشی



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده

بتن با نانو ذرات



خلاصه طرح

نام محصول	تولید نانو ذرات ترمیم‌کننده بتن	
موارد کاربرد	صنعت ساختمان و راه‌سازی	
ظرفیت پیشنهادی طرح	400 (تن)	
میزان مصرف سالیانه مواد اولیه	800 (تن)	
سرمایه‌گذاری ثابت طرح	100000	ارزی (دلار)
	3400	ریالی (میلیون ریال)
	4400	مجموع (میلیون ریال)
سرمایه در گردش طرح	--	ارزی (دلار)
	2400	ریالی (میلیون ریال)
	2400	مجموع (میلیون ریال)
زمین مورد نیاز	500	(متر مربع)
زیربنا	350	تولیدی (متر مربع)
	50	انبار (متر مربع)
	60	خدماتی (متر مربع)
مصرف سالیانه آب، برق و گاز	1500	آب (متر مکعب)
	540000	برق (کیلو وات)
	35000	گاز (متر مکعب)
محل‌های پیشنهادی برای احداث واحد فناورانه	پارک‌های علمی و فناوری پردیس، آذربایجان شرقی، اصفهان، تربیت مدرس، ارومیه، تهران، سمنان، خراسان، فارس، قزوین، کرمان، کرمانشاه، گیلان و مرکزی	



فهرست مطالب

صفحه	عناوین
4	1- معرفی محصول
12	1-1- نام و کد آیسیک محصول
13	1-2- شماره تعرفه گمرکی
14	1-3- شرایط واردات و صادرات
14	1-4- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)
15	1-5- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول
17	1-6- توضیح موارد مصرف و کاربرد
21	1-7- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول
22	1-8- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز
22	1-9- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود)
30	2- وضعیت عرضه و تقاضا
31	2-1- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم کننده



معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

صفحه	عناوین
32	2-2- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)
33	2-3- بررسی روند واردات محصول طی پنج سال گذشته (چقدر از کجا)
33	2-4- بررسی روند مصرف طی پنج سال گذشته
34	2-5- بررسی روند صادرات محصول طی پنج سال گذشته و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است)
34	2-6- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم
34	3- بررسی تکنولوژی و روشهای تولید-عرضه محصول در کشور و مقایسه با دیگر کشورها
35	4- نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم در فرآیند تولید محصول
37	5- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO، اینترنت، بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌ها تکنولوژی و تجهیزات و ...)
39	6- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی-ریالی و بررسی تحولات اساسی تأمین اقلام مورد نیاز گذشته و آینده
40	7- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح
41	8- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده



معاونت پژوهشی

بن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

صفحه	عناوین
41	9- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب طرح
42	10- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی
42	- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی
42	- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذار...
43	11- تجزیه، تحلیل، ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی احداث واحدهای جدید
44	12- منابع و مآخذ



1. معرفی محصول

در کشور ما با توجه به حجم بالای ساخت و ساز و در دسترس بودن نسبی مصالح لازم برای تولید سیمان و بتن، استفاده از بتن بسیار رواج دارد. یکی از مشکلات و معضلات اساسی در به‌کارگیری بتن، مسأله پایایی آن است. در کشورهای مختلف جهان سالانه میلیون‌ها دلار صرف نگهداری و بازسازی سازه‌های بتنی می‌شود. در کشور ما نیز هزینه‌های بسیار زیادی از این بابت پرداخت می‌گردد، هر چند تخمین دقیقی از این هزینه‌ها وجود ندارد.

با توجه به مشکلات عدیده‌ای که در زمینه پایایی سازه‌های بتنی کشور با آن مواجه است و هزینه‌های زیادی که در این زمینه سالیانه می‌پردازد، استفاده از فناوری‌های نوین دنیا جهت بهبود پایایی سازه‌ها بیشتر از اینکه یک انتخاب باشد، یک ضرورت محسوب می‌شود. نگاهی به عمر مفید سازه‌های اجرا شده در ایران ما را به این نتیجه می‌رساند که متأسفانه در بحث پایایی، کشور ما با مشکلات جدی روبروست و یقیناً ایجاد توسعه پایدار در کشور بدون توجه به این مقوله ممکن نیست. با توجه به شرایط خاص آب و هوایی کشورمان و اختلاف دمایی نسبتاً زیاد در فصول مختلف سال و همچنین غلظت بالای املاح به ویژه یون کلر در سواحل آبی، مشکلات فراوانی در اجرای سازه‌ها و اسکله‌های بتنی وجود دارد. در سالهای اخیر استفاده از برخی افزودنی‌های معدنی مانند میکروسیلیس جهت بهبود وضعیت سازه‌های اجرا شده در جنوب کشور مورد توجه قرار گرفته است. انتظار می‌رود ظرفیت تولید میکروسیلیس در کشور تا سال 85 یا 86 به 20000 تن در سال برسد و این درحالیست که درخواست

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 5	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



پروژه‌های عمرانی فعال در عسلویه و ماهشهر به تنهایی حدود 12000 تن می‌باشد. به این ترتیب لزوم یافتن فناوری‌های جدیدی که بتوانند در سطح وسیعتری پاسخگوی حل معضلات پایایی باشند به خوبی احساس می‌شود.

نانوفناوری جهت بهبود پایایی بتن، در راستای کاهش هزینه‌های گزاف ناشی از تخریب زودهنگام سازه‌های بتنی، پیشرفت‌هایی را نشان داده است. با توجه به ریزساختار بتن و وجود حفراتی در ابعاد نانو در آن، استفاده از نانوذرات می‌تواند در پر کردن تخلخل‌های بسیار ریز خمیرسیمان و افزایش مقاومت و بخصوص دوام بتن مؤثر باشد. در بسیاری از موارد که عامل مخرب بتن در محیط خارج وجود دارد و لذا نفوذپذیری بتن نقش بسیار مهمی در پایایی و سرعت تخریب خواهد داشت. از سوی دیگر این ذرات با انجام واکنش‌هایی می‌توانند ترکیبات شیمیایی خمیر را نیز تغییر دهند. یکی از موارد بسیار جالب توجه در این زمینه نانوسیلیس می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از ذرات سیلیس بی-شکل در ابعاد زیر 100 نانومتر (نانوسیلیس) می‌تواند به نحو بسیار مناسبی پایایی بتن را بهبود بخشد. از سوی دیگر میزان لازم این ماده برای رسیدن به تأثیری مشابه دوده سیلیس بسیار کمتر است و این از جنبه‌های مختلفی باعث ایجاد مزیت نسبی در استفاده از نانوسیلیس می‌باشد. از طرفی استفاده از این ماده مزایای دیگری در انواع خاص بتن، مثلاً بتن‌های خودتراکم^۱ و یا بتن‌های توانمند^۲ به همراه دارد [1]. به طور کلی استفاده از نانوذرات، هر چند که در واکنش‌های هیدراتاسیون وارد نشوند، به دلیل نقشی که به لحاظ فیزیکی در پر کردن حفره‌های بسیار کوچک خمیر سیمان دارند، می‌تواند تأثیر

¹ . Self – Compacting concrete (SCC)

² . High performance concrete (HPC)

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 6	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مناسبی در بهبود ریزساختار و پایایی بتن داشته باشد. با توجه به جستجوهای صورت گرفته، مواردی از استفاده نانوآلومینا، نانوآکسید آهن و نانوسیلیس در خمیر سیمان گزارش شده است [۲]. از آنجائیکه ریزساختار بتن نقش بسیار مهمی در تعیین خواص آن دارد، انتظار می‌رود استفاده از نانوذرات در آن، تأثیرات قابل توجهی در خواص بتن داشته باشد. نانوذرات استفاده شده در بتن از یک سو نقش پرکنندگی حفرات بسیار ریز در خمیر سیمان (به‌خصوص در سطح تماس خمیر سیمان با سنگ‌دانه‌ها^۱) را دارند و از سوی دیگر می‌توانند تغییراتی را در فرآیند هیدراتاسیون ایجاد نمایند [2]. با کاهش یافتن اندازه ذرات، نسبت سطح مؤثر به حجم ذرات افزایش می‌یابد و اثرات سطحی قوی‌تر می‌شوند. به این ترتیب می‌توان گفت واکنش‌پذیری مواد در ابعاد نانو بسیار افزایش می‌یابد. این افزایش در واکنش-پذیری، به عنوان مثال، به نانوسیلیس خواص ویژه‌ای (نسبت به دوده سیلیس یا سایر پوزولان‌ها) می‌دهد. از طرفی ذرات با ابعاد نانو می‌توانند بر واکنش‌های محیط نیز تأثیر بگذارند. می‌دانیم که فرآیندهای کاتالیستی عموماً در سطح مواد کاتالیزوری روی می‌دهد. با کاهش ابعاد ذرات تا حدود نانو، سطح مخصوص و همین‌طور نیروهای سطحی افزایش می‌یابد و بنابراین کاتالیزورهای نانوذره‌ای نسبت به موارد بزرگ مقیاس‌تر خواص ممتازی دارند. البته به دلیل کوچکتر بودن ابعاد نانوذرات از طول موج نور مرئی، این ذرات خواص نوری ویژه‌ای دارند و طبیعتاً شفاف هستند، که این به نوبه خود ویژگی مفیدی محسوب می‌شود.

^۱. Interfacial transition zone (ITZ)

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 7	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



به نظر می‌رسد به لحاظ فناوری تولید و مسایل اقتصادی، استفاده از نانوذرات و بخصوص نانوسیلیس، از اولین کاربردهای نانوفناوری در عرصه صنعت بتن باشد. در این مطالعه تمرکز بر نانو سیلیس و بررسی تأثیر استفاده از آن در صنعت سیمان و بتن پرداخته شده است.

مواد ترمیم‌کننده بتن یک موضوع بین رشته‌ای هستند. یکی از دشواری‌های پیش‌روی ماهیت بین رشته‌ای آن است. اصولاً چون موضوع استفاده از نانوفناوری در صنعت بتن است، طبیعی است نیاز به دانش‌های مرتبط با «نانو» و «بتن» همزمان وجود دارد. از سوی دیگر متخصصان نانوفناوری کمتر با مفاهیم مربوط به فناوری بتن آشنایی دارند. همچنین کمبود منابع اطلاعاتی در دسترس موضوع مهم دیگری است که در کشور با آن روبرو هستیم.

در این مطالعه امکان‌سنجی تولید نانو سیلیس به عنوان یکی از اصلی‌ترین افزودنی‌های نانو مواد ترمیم‌کننده بتن مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا در مورد تجاری‌سازی فناوری نانو توضیحاتی ارائه شده و سپس به مشروح امکان‌سنجی پرداخته شده است.

تجاری‌سازی فناوری نانو نانوذرات ترمیم‌کننده بتن

رشته فناوری نانو مملو از اصطلاحات مبهم است و افراد گوناگون با به کار بردن کلمات یکسان، به چیزهای کاملاً مختلفی اشاره می‌کنند. فناوری نانو عبارت است از مهندسی هدفمند مواد در مقیاس کمتر از 100 نانومتر (nm) برای به دست آوردن ویژگی‌ها و عملکردهای وابسته به اندازه. برای درک

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 8	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



منطقی کاربردهای تجاری فناوری نانو، باید ابتدا از قید سه باور غلط در مورد فناوری نانو رها شد. باور عمومی غیردقیق اول این است که «صنعتی به نام فناوری نانو وجود دارد». بسیاری از فعالان حوزه کسب و کار فناوری نانو بر این باورند که یک صنعت یا بخش نوظهور به نام فناوری نانو وجود دارد که از «شرکت‌های فناوری نانو» هم‌فکر با پیش‌ران‌های و چالش‌های تجاری مشابه تشکیل شده است و همگی «محصولات فناوری نانو» را به فروش می‌رسانند. این مفاهیم هم غیردقیق و هم نامفید می‌باشند، چرا که فناوری نانو در بخش‌های مختلفی گسترده شده است. بیایید نگاهی به یک مشابه تاریخی از یک فناوری دیگر با افق مشابه و کاربردهای وسیع بیاندازیم: الکترونیسته، یا همان دستکاری هدفمند الکترون‌ها. الکترونیسته موجب ایجاد کاربردهای بسیار متنوعی از جمله روشنایی، تلفن، و صنعت نیمه‌هادی‌ها شد، اما تمام این کاربردها چنان وسیع و گسترده می‌باشند که به غیر از استفاده از فناوری‌های بنیادی مشترک، هیچ وجه اشتراک دیگری باهم ندارند. این امر در مورد فناوری نانو نیز صدق می‌کند. شرکت نوپای C Sixty با شرکت بزرگ مواد دارویی Merck برای ساخت داروهای محافظت‌کننده اعصاب¹ (با استفاده از خاصیت آنتی‌اکسیدانی فولرین) همکاری می‌کند؛ از سوی دیگر، شرکت American Bowling Services از فولرین‌ها برای ساخت توپ‌های بولینگ با ساختار سطحی نانو (که مسیر مورد نظر را بهتر طی می‌کند) بهره می‌برد. این دو شرکت به هیچ طبعه‌بندی صنعتی یکسانی تعلق نداشته و نخواهد داشت.

¹ Neuroprotectant drugs

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 9	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



دومین باور عمومی غیردقیق این است که «اگر نانو هست، پس جدید است». آنچه به طور روشن در فناوری نانو جدید می‌باشد، مهندسی هدفمند برای به دست آوردن ویژگی‌های وابسته به اندازه می‌باشد. برای مثال نانو سیلیکا فیوم از روش فاز گاز مانند دوده سال هاست که به عنوان افزودنی در بتن مورد استفاده قرار می‌گیرد. از روش باور عمومی غیردقیق سوم این است که «اگر نانو است، پس قابلیت سودآوری بالایی دارد». کاربردهای فناوری نانو از قبل در محصولات متنوعی وارد شده است. بسیاری از این محصولات کالاهایی هستند که بر مبنای قیمت و دسترسی و با حاشیه سود پایین (که به نظر می‌رسد همیشه پایین بماند) به فروش می‌رسند. این حاشیه سود پایین به دلیل ویژگی‌های مشتریان و محصولات می‌باشد که تغییر نخواهد کرد (بدون توجه به این که در محصول مورد نظر فناوری نانو به کار رفته است یا نه).

با وجودی که خریداران در ابتدا مقدار کمی هزینه اضافی بابت ویژگی‌های متفاوت محصول فناوری نانو پرداخت می‌کنند، اما این امر زمان زیادی دوام نخواهد داشت. زمانی که رقبا بتوانند به پیشرفت‌های مشابهی دست پیدا کنند، رقابت موجب خواهد شد که این سود بالایی که پیش‌تازان از آن بهره‌مند شده‌اند، از بین رفته و حاشیه سود به سمت میانگین‌های آن صنعت رانده شود. در دراز مدت، این امر به معنای آن است که حاشیه سود محصولاتی که در آنها از فناوری نانو استفاده شده است، به سمت میانگین سود آن محصول در صنعت مربوطه میل خواهد کرد. شکل زیر مقایسه باورهای موجود با واقعیت تجاری آنها را بطور خلاصه نشان داده است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 10	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



واقعیت تجاری	باور موجود
چیزی به نام «بازار فناوری نانو» وجود ندارد؛ آنچه موجود است زنجیره ارزش فناوری نانو است.	یک بازار «فناوری نانو» در حال ظهور می‌باشد که مشکل از «شرکت‌های فناوری نانو» است که «محصولات فناوری نانو» را می‌فروشند.
تمام فناوری نانو جدید نیست. فناوری نو ظهور نانو بر روی زمینه‌ای از فناوری‌های جاافتاده قدیمی در حال توسعه می‌باشند.	تمام «محصولات فناوری نانو» جدید می‌باشند.
بسیاری از محصولاتی که از فناوری نانو بهره می‌برند حاشیه سود پایینی خواهند داشت.	هر چیز نانویی بتانسیل ایجاد سود بالایی را داراست.

مقایسه باورهای غیردقیق موجود با واقعیت تجاری در مورد فناوری نانو در شکل نشان داده شده است. هر سرمایه‌گذار در حوزه فناوری نانو باید به دقت از باورهای غیردقیق پرهیز نماید.

زنجیره ارزش رکن مهم تجاری سازی فناوری نانو

ساختار زنجیره ارزش برای ثمررسانی فناوری نانو از مواد خام اولیه تا محصول نهایی ضروری است. بخش‌های اصلی زنجیره ارزش عبارتند از: نانومواد، حدواسط‌های نانومقیاس محصولات توانمند شده توسط نانو نانواپزارها. در ادامه توضیحات هر بخش ارائه شده است.

نانومواد ساختارهای مهندسی شده هدفمندی از مواد می‌باشند که حداقل یکی از ابعاد آنها زیر 100 نانومتر بوده و خصوصیات وابسته به اندازه‌ای را از خود نشان می‌دهند. نانومواد خصوصیات منحصر به فردی از خود نشان می‌دهند که می‌توان این خصوصیات را به اندازه آنها نسبت داد. این مواد به خودی خود مفید نمی‌باشند؛ در عوض، این مواد در محصولاتی در رده‌های پایین‌تر زنجیره ارزش وارد شده و باعث ایجاد خصوصیات مطلوب می‌گردند. حدواسط‌های نانومقیاس محصولات میانی (نه اولین مرحله

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 11	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده

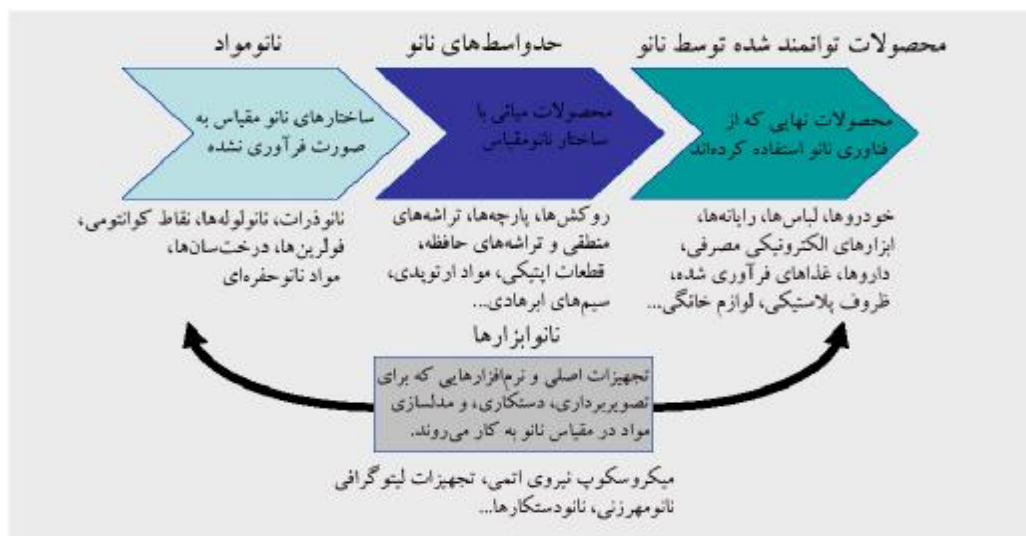


معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

و نه آخرین مرحله از زنجیره ارزش) می‌باشند که یا از نانومواد استفاده نموده و یا از مواد دیگری بهره می‌برند تا ساختارهای نانومقیاس تولید کنند. محصولات توانمند شده توسط نانو کالاهایی هستند که در انتهای زنجیره ارزش قرار گرفته‌اند و در ساختار خود از نانومواد یا حدواسط‌های نانومقیاس بهره برده‌اند. سه مرحله قبلی زنجیره ارزش ذکر شده در طول هم قرار می‌گیرند. نانومواد در حدواسط‌های نانو مورد استفاده قرار می‌گیرند و این حدواسط‌ها در ساخت محصولات توانمند شده توسط نانو به کار گرفته می‌شوند. در فعالیت‌های تحقیقاتی، توسعه‌ای و تولیدی از بخش چهارم زنجیره ارزش، نانو ابزارها استفاده می‌شود که شامل تجهیزات و نرم‌افزارهای اصلی می‌باشد که در تصویربرداری، دستکاری، و مدلسازی مواد در مقیاس نانو مورد استفاده قرار می‌گیرند همانند میکروسکوپ‌های پروب پیمایشگر و میکروسکوپ‌های الکترونی. شکل زیر توصیف زنجیره ارزش را نشان داده است.



زنجیره ارزش رکن مهم تجاری سازی فناوری نانو است. هر کارآفرین فناوری نانو لازم است شفاف نماید در کجای این زنجیره قرار خواهد گرفت. اگر سرمایه گذاری در یک بخش بدون در نظر گرفتن دیگر بخشهای زنجیره ارزش انجام شود، به احتمال زیاد آن ناموفق خواهد شد. این یکی از تفاوت‌های مهم فناوری پیشرفته با فناوری سطح پایین میباشد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 12	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



با توجه به نکات مهم ذکر شده روشن است که هر گونه ورود به سرمایه‌گذاری در حوزه فناوری‌های پیشرفته به ویژه فناوری نانو تفاوت‌های ظریفی با دیگر حوزه‌ها دارد. از این رو هرگونه مطالعات امکان‌سنجی و طرح‌های تجاری در این حوزه میبایست به نکات فوق‌الذکر اهتمام کافی داشته باشد. برای مثال این مهم است که سرمایه‌گذار در کجای زنجیره ارزش تولید مواد ترمیم‌کننده بتن بخواهد سرمایه‌گذاری نماید. شرایط و وضعیت سرمایه‌گذاری در بخش تولیدی نانو ذرات، مواد واسطه و سرانجام محصول نهایی هر کدام شرایط و ویژگی‌های خاص خودش را دارا میباشند. این امکان‌سنجی به صورت کلی بیشتر در بخش تولید نانو ذرات متمرکز شده است اما این از اهمیت بالای دیگر بخش‌های زنجیره ارزش نمی‌کاهد. بدیهی است امکان‌سنجی یک بخش از این زنجیره به تنهایی نمیتواند اطلاعات کافی برای سرمایه‌گذار را فراهم نماید. برای سرمایه‌گذاری دقیق و کامل بررسی زنجیره ارزش در هر بخش لازم و ضروری است.

1-1- نام و کد آیسیک محصول

متداول‌ترین طبقه‌بندی و دسته‌بندی در فعالیتهای اقتصادی همان تقسیم‌بندی آیسیک است. تقسیم‌بندی آیسیک طبق تعریف عبارت است از: طبقه‌بندی و دسته‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیتهای اقتصادی. این دسته‌بندی با توجه به نوع صنعت و محصول تولید شده به هر یک کدهایی دو، چهار و هشت رقمی اختصاص داده می‌شود. سیلیس دارای کد آیسیک می‌باشد. در جدول زیر کد مرتبط با آن آورده شده است. کد آیسیک مشخصی برای نانو سیلیکا هنوز تعیین نشده است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 13	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده



معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

کد آیسیک سیلیس، برای نانو سیلیس کد آیسیک مشخص نشده است.

واحد سنجش	نام کالا	کد آیسیک
تن	سیلیس	14291326
تن	دانه بندی و فراوری سیلیس	26991454

اطلاعات فوق از وبگاه وزارت صنایع و معادن، بخش سامانه ثبت مجوزهای صادره صنعتی (لینک زیر)، در اسفند ماه 1389 استخراج گردید:

<http://webims.mim.gov.ir/GuestPage/GSearchISIC.aspx>

2-1- شماره تعرفه گمرکی

در داد و ستدهای بین‌المللی جهت کدبندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه‌بندی استفاده می‌شود که عبارت است از طبقه‌بندی و نامگذاری براساس بروکسل و طبقه‌بندی مرکز استاندارد و تجارت بین‌المللی بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه‌بندی بروکسل جهت طبقه‌بندی کالاها استفاده می‌شود. بررسی مقررات صادرات و واردات کشور سال 1389 (به آدرس زیر) نشان می‌دهد تا کنون برای نانوذرات سیلیس تعرفه‌ای در نظر گرفته نشده است:

<http://www.tpo.ir/tlaw/tariff.aspx>

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 14	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



3-1- شرایط واردات

سیلیکا فیوم هم اکنون به عنوان سیلیس وارد می‌شود و مشکلی نیز برای آن وجود ندارد و شرایطی در مورد واردات آن تعریف نشده است. واردات این محصول بیشتر از شرکتهای آلمانی به ویژه دگوسا صورت می‌گیرد.

4-1- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)

با مراجعه به مستندات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (وبگاه زیر)، مشخص شد که استاندارد ملی مشخصی برای استفاده از نانو ذرات سیلیس در کشور تدوین نشده است:

<http://www.isiri.org/UserStd/StdSearch.aspx>

با توجه به اهمیت موضوع استانداردسازی برای حوزه های فناوری نانو به ویژه برای توسعه و تجاری‌سازی این فناوری، کمیته فنی متناظر استانداردسازی فناوری نانو با مشارکت موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، با عنوان کمیته فنی ISIRI/TC229 در تیرماه 85 تشکیل شده است. این کمیته به صورت متناظر با کمیته بین‌المللی استانداردسازی فناوری نانو (ISO/TC229) که با هدف تهیه و تدوین استانداردهای مورد نیاز در حوزه فناوری نانو توسط مؤسسه ISO در سال 2005 ایجاد شده‌است، فعالیت می‌کند. هنوز اظهار نظر مشخص و معینی در مورد استاندارد نانوسیلیکا ارایه نشده است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 15	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده



معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در دنیا نیز این موضوع در حال بحث و بررسی است. بررسی استانداردهای منتشر شده ملی کشورها در حوزه فناوری نانو و همچنین استانداردهای منتشر شده بین‌المللی کشورها در حوزه فناوری نانو نشان می‌دهد که هنوز برای نانو سیلیکا استاندارد وضع نشده است. وبگاه زیر استانداردهای منتشر شده ملی کشورها در حوزه فناوری نانو است:

<http://www.nano.ir/standard/country.pdf>

وبگاه زیر استانداردهای منتشر شده بین‌المللی کشورها در حوزه فناوری نانو است:

<http://www.nano.ir/standard/international.pdf>

5-1- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

قیمت نانوذرات سیلیس بسته به مشخصات نانوذره، توزیع ذرات، سطح ذرات، مورفولوژی آنها و حتی گاهی روش تولید متفاوت است. از این رو مقایسه قیمت‌های شرکت‌های تولیدی مختلف با یکدیگر بسته به هر کدام از عوامل فوق‌داشته و لذا به سادگی محصولات معمولی نیست. در ابتدا مقایسه‌ای بین قیمت افزودنی نانو سیلیس و دیگر افزودنی‌ها در جدول زیر انجام شده است. سپس قیمت محصول احتمالی ایرانی و خارجی مقایسه شده است.

استفاده از نانو سیلیس در بتن می‌تواند موجب کاهش مصرف دوده سیلیس گردد. نانو سیلیس از دوده سیلیس و یا خاکستر بادی گران‌تر است، اما در عین حال میزان مصرف آن در بتن نیز کمتر می‌شود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 16	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مقایسه خصوصیات و قیمت نانوسیلیس، دوده سیلیس و خاکستر بادی [4]

ماده	ابعاد ذرات، نانو متر	درصد سیلیس بی شکل	قیمت (یورو)
نانوسیلیس	1-50	بیش از 99 درصد	0/45 بر لیتر امولوسیون حاوی 25% ماده خشک
دوده سیلیس	10-1000	حدود 90 درصد	0/25 تا 0/5 برای هر کیلو گرم
خاکستر بادی	100-40000	حدود 40 درصد	0/02 تا 0/03 برای هر کیلو گرم

از سوی دیگر در بلندمدت به نظر می رسد که بتن حاوی نانوسیلیس خواص مناسب تری از خود بروز بدهد. با توجه به نتایج تحقیقات در دسترس نمی توان درباره صرفه اقتصادی ناشی از کاهش هزینه های نگهداری سازه ها و یا افزایش طول عمر آنها در شرایط محیطی سختی مانند خلیج فارس، اظهار نظر دقیقی نمود ولی استفاده از نانوسیلیس در کشور می تواند با صرفه اقتصادی فراوانی همراه باشد. یقیناً اظهار نظر دقیق تر در این باره مستلزم انجام آزمایشها و بررسی های تکمیلی است. در هر صورت مقایسه قیمت با موارد مشابه نشان از صرفه اقتصادی نانو سیلیس است.

هم اکنون قیمت محصول صنعتی آلمانی شرکت دگوسا نانو سیلیس (فیوم) 6000 تومان به ازاء هر کیلوگرم است. پیش بینی شرکت های ایرانی به ویژه مجتمع فناوریهای نوین فدک که یکی از مجموعه های موفق در این حوزه به شمار می رود، این است که قیمت نهایی تولید صنعتی آنها حدود 20% از نمونه خارجی ارزانتر خواهد شد.



نمونه‌های آزمایشگاهی با قیمت‌های متفاوت است. برای کسب اطلاعات دقیق در قیمت نمونه‌های آزمایشگاهی داخلی و خارجی به وبگاه‌های زیر مراجعه کرد:

- www.nanosav.com
- www.nanoshop.ir
- www.nanoshop.com

6-1- توضیح موارد مصرف و کاربرد

با توجه به ریزساختار بتن و وجود حفراتی در ابعاد نانو در آن، استفاده از نانوذرات می‌تواند در پرکردن تخلخل‌های بسیار ریز خمیرسیمان و افزایش مقاومت و بخصوص دوام بتن مؤثر باشد. در بسیاری از موارد که عامل مخرب بتن در محیط خارج وجود دارد، نفوذپذیری بتن نقش بسیار مهمی در پایایی و سرعت تخریب خواهد داشت [5]. از سوی دیگر این ذرات با انجام واکنش‌هایی می‌توانند ترکیبات شیمیایی خمیر را نیز تغییر دهند. به طور کلی استفاده از نانوذرات، هر چند که در واکنش‌های هیدراتاسیون وارد نشوند، به دلیل نقشی که به لحاظ فیزیکی در پر کردن حفره‌های بسیار کوچک خمیر سیمان دارند، می‌تواند تأثیر مناسبی در بهبود ریزساختار و پایایی بتن داشته باشد. در ادامه به بررسی و ارائه نتایج تحقیقات انجام شده در زمینه آثار استفاده از نانوسیلیس بر خمیر سیمان و بتن در سطح دنیا پرداخته شده است.

نانو افزودنی سیلیس خواص زیر را در سیمان و بتن ایجاد میکند:

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 18	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



افزایش مقاومت فشاری و خمشی

استفاده از نانوسیلیس در بتن باعث افزایش مقاومت فشاری آن می‌شود [1، 4، 6]. معمولاً نانوسیلیس به تنهایی در بتن استفاده نمی‌شود. در تحقیقات انجام شده عمدتاً از نانوسیلیس به همراه دوده سیلیس و یا خاکستر بادی استفاده می‌کنند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که در بتن‌های حاوی خاکستر بادی و نانوسیلیس مقاومت بیش از بتن‌های حاوی خاکستر بادی و یا بتن‌های معمولی خواهد بود. استفاده از نانوسیلیس در بتن، نه تنها مقاومت فشاری آن را افزایش می‌دهد، بلکه روند کسب مقاومت در بتن‌های حاوی خاکستر بادی را نیز افزایش می‌دهد. تحقیق مشابهی نیز توسط آقای دکتر کلپاردی در ایران در این زمینه انجام شده است [7]. با توجه به این موارد به نظر می‌رسد که استفاده از نانوسیلیس به همراه پوزولان ارزان قیمتی مانند خاکستر بادی، بتواند به تولید بتن‌های توانمندی با مقاومت بالا که مشکلات مربوط به طولانی بودن دوره کسب مقاومت را ندارند و همچنین به لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه‌اند، منجر شود.

کاهش نفوذپذیری

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از نانوسیلیس در بتن باعث کاهش نفوذپذیری آن در مقابل آب می‌شود [8] و با کاهش نفوذپذیری آن موجب افزایش پایداری خواهد شد.

بهبود ریز ساختار بتن

استفاده از نانوسیلیس در بتن باعث بهبود چشمگیر ریزساختار آن می‌شود [8].

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 19	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



کاهش گرمای هیدراتاسیون

می‌دانیم که یکی از مسایل بتن‌های حجیم، مشکلات ترک خوردگی ناشی از گرمای هیدراتاسیون است. به همین دلیل، در بسیاری موارد (مانند سدسازی)، برای رسیدن به یک طرح اختلاط مناسب مجبوریم میزان عیار سیمان را تا حدود 250 تا 200 کیلوگرم بر مترمکعب کاهش دهیم. این امر به نوبه خود کاهش آب را به همراه دارد. بنابراین در این حالت ابعاد سنگدانه‌ها بسیار بزرگ (بین 100 تا 150 میلیمتر) خواهد شد. طبیعتاً اگر در سازه آرماتوربندی متراکمی داشته باشیم استفاده از چنین بتنی امکانپذیر نخواهد بود، بخصوص اگر مقاومت کوتاه مدت بتن اهمیت زیادی داشته و استفاده از مقادیر زیاد پوزولان مقدور نباشد. در چنین شرایطی استفاده از نانوسیلیس به عنوان جایگزین بخشی از مواد سیمانی می‌تواند کارگشا باشد، تا حدی که می‌توان مفاهیمی مانند بتن خود متراکم و بتن حجیم را (که اولی مستلزم عیار بالای سیمان و دومی مستلزم عیار پایین سیمان است)، با هم جمع نمود [1].

تغییر توزیع اندازه حفرات

آزمایشات انجام شده بر میزان تخلخل چند نمونه نشان می‌دهد میزان تخلخل بتن حاوی خاکستر بادی در این حالت کمتر از بتن معمولی است، اما بتن حاوی نانوسیلیس کمترین مقدار تخلخل را دارد [6]. نتایج مشابهی در کاهش تخلخل و ریزتر کردن توزیع اندازه حفرات درباره نانولوله‌های کربنی نیز مشاهده شده است. به نظر می‌رسد کاهش تخلخل و متراکم‌تر شدن ساختار بتن، با تاثیر بر کاهش نفوذپذیری نقش مؤثری در بهبود پایایی آن ایفا نماید.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 20	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



کاهش سرعت نفوذ یون کلر در بتن

با توجه به اثرات استفاده از نانوسیلیس در بتن که در بخش‌های قبلی توضیح داده شد، از جمله بهبود ریزساختار، کاهش نفوذپذیری، کاهش اندازه تخلخل‌ها و افزایش مقاومت فشاری، می‌توان استدلال نمود که استفاده از نانوسیلیس در بتن سرعت نفوذ یون کلر را در آن کاهش می‌دهد [1، 4].

کاهش سرعت کربناتاسیون بتن

استفاده از نانوسیلیس در بتن، باعث کاهش سرعت نفوذ دی‌اکسید کربن به درون آن می‌شود [1، 4] و در نتیجه پایایی آن را افزایش می‌دهد همانطور که درباره نفوذ یون کلر در بتن توضیح داده شد، تحقیقاتی نیز در زمینه نفوذ دی‌اکسید کربن در بتن‌های حاوی مخلوط سه‌تایی دوده سیلیس، خاکستر بادی و نانوسیلیس انجام شده است.

افزایش مقاومت سایشی

تحقیقات نشان می‌دهد که افزودن نانوسیلیس به بتن، مقاومت سایشی آن را افزایش می‌دهد [7]. افزودن یک درصد نانوسیلیس به بتن می‌تواند مقاومت سایشی آن را دو تا سه برابر حالتی که از فیبرهای پلی پروپیلین در بتن استفاده شده است، افزایش دهد. از سوی دیگر با افزایش میزان نانوسیلیس اضافه شده به بتن، مقاومت سایشی با کاهش مواجه می‌شود. از دلایل این امر می‌توان به تأثیرات شدید نانو ذرات بر آب مورد نیاز خمیر سیمان، کاهش کارپذیری بتن حاوی نانو ذرات و عدم پخش یکنواخت نانو ذرات در بتن با افزایش مقدارشان اشاره نمود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 21	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



7-1- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

افزودنیهای معدنی مختلفی وجود دارد که خواص متفاوتی به بتن و سیمان می‌دهد. در جدول زیر بعضی از این افزودنی‌ها نشان داده شده‌اند.

افزودنیهای معدنی بتن و سیمان و که خواص متفاوتی که ایجاد می‌کنند

مشکل کاهش دوام بتن	علت احتمالی مشکل	افزودنی رفع‌کننده مشکل
1 یخ زدن و آب شدن	نفوذپذیری بتن، انبساط منافذ آب در اثر یخ زدن	مواد حباب‌ساز
2 شوره زدن	نفوذپذیری بتن، یخ زدن و آب شدن، آسیب در اثر حضور نمکها	افزودنیهای معدنی (برای مثال دوده سیلیس)، کاهش دهنده‌های آب، افزودنیهای بازدارنده از زنگ زدگی.
3 زنگ زدگی میلگردها	نفوذپذیری بتن، نفوذ کلرید یا کربنات، فزونی کلرید در ترکیبات بتن.	افزودنیهای کاهش دهنده آب، بازدارنده از زنگ-زدگی، و افزودنیهای مربوط به افزایش مقاومت (برای مثال، دوده سیلیس).
4 واکنش سنگدانه‌های قلیایی	سنگدانه‌های واکنش‌پذیر، سیمان با قلیایی بالا.	افزودنیهای معدنی مثل سرباره، بعضی از خاکسترهای بادی و یا دوده سیلیس.
5 حمله شیمیایی	نفوذ مواد شیمیایی مهاجم به درون بتن نفوذپذیر.	افزودنیهای معدنی خاص (برای کاهش نفوذپذیری).
6 حمله سولفاتها (حمله شیمیایی شامل سولفاتها)	نفوذپذیری بتن، اجرای نامناسب و واکنش سولفات با منشاء داخلی یا خارجی، با اجزاء سیمان.	افزودنیهای کاهنده آب، افزودنیهای معدنی خاص، استفاده از سیمان مقاوم در برابر سولفات.



همانطور که دیده می‌شود طیف وسیعی افزودنی وجود دارد که خواص مختلفی در سیمان ایجاد میکند. قیمت‌های افزودنی‌ها نیز متفاوت است. دوده سیلیس جزء گرانترین ماده افزودنی معدنی بتن است. از طرف دیگر، خاکستر بادی در مقادیر زیادتری موجود است و قیمت آن نیز نسبت به دوده سیلیس ارزان‌تر است. اما کارآیی آن به دلیل مقدار کمتر سیلیس بی‌شکل (40%-35%) و همچنین اندازه بزرگ دانه‌هایش (دانه‌های کروی 0/1 تا 40 میکرومتر) کمتر از دوده سیلیس است. نانو ذرات سیلیکا بنا به دلایل مختلف کارایی خود را دارد و در بعضی موارد منحصر به فرد است و در بعضی موارد شاخص‌هایی مانند قیمت و سهولت تعیین‌کننده نوع افزودنی می‌باشد.

8-1- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

محصول مورد بررسی جزء محصولات استراتژیکی به حساب نمی‌آید اما با توجه به توان تولید و میزان مصرف بتن و سیمان کشور، می‌تواند ارزش افزوده بسیاری برای کشور به ارمغان بیاورد و از این رو میتوان آن را جزء محصولات ضروری محسوب کرد. اقتصاد کشور با توجه به میزان پایداری بتن می‌تواند تغییر کند و این نشان‌دهنده اهمیت فوق‌العاده این محصول است.

9-1- کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده محصول

برای بررسی کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده محصول بهتر است به آمار تولید و مصرف سیمان پرداخته شود که عملاً به عنوان نمادی از مصرف بتن است و هر تولیدکننده یا مصرف‌کننده بتن به انوان یک بازار بالقوه برای مواد ترمیم‌کننده به شمار می‌رود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 23	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی



تولید مواد ترمیم‌کننده

معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در جدول زیر مقادیر تولید سیمان کشورهای تولیدکننده عمده سیمان جهان طی سالهای 1995 تا 2003 ارائه شده است. سپس در ادامه در جدول بعدی مقادیر مصرف کشورهای مصرف‌کننده عمده سیمان جهان نشان داده شده است. کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده هر دو مشتریان این محصول به شمار می‌آیند.

مقدار تولید سیمان در بزرگترین کشورهای تولیدکننده از سال 1995 تا 2003 (میلیون تن در سال)

2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	نام کشور	
660	640	620	586	573	536	511	491	475	چین	1
92/6	90/3	88/8	83/5	98	96	94	90	87	آمریکا	2
112	102	93/6	94/2	98	86	81	76	66	هند	3
69	76/5	79/5	83/3	82	81	62	63	60	ژاپن	4
56	55/5	52/05	51/2	48	47	60	57	55	کره	5
41	39/9	38/9	39/6	40	40	38	34	28	برزیل	6
40/7	40	39/8	39	37	36	34	34	34	ایتالیا	7
57	55/5	52	51/3	36	33	30	28	28	اسپانیا	8
30/3	30/6	31/8	35/6	36	34	31	31	33	آلمان	9

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 24	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده



معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

32/5	30/3	39/96	35/9	35	38	37	36	35	ترکیه	10
34/5	31/3	30/4	31/7	31	30	30	29	14	مکزیک	11
39	37	35/3	32/4	25	26	27	28	36	روسیه	12
41/4	39/2	34/5	32/2	25	23	27	28	11	تایلند	13
34/4	34/6	33/6	30/7	24	22	27	25	21	اندونزی	14
30/4	28/4	26/6	23/9	22	20	19	18	16	ایران	15
29	28/5	25/7	24/1	21	21	19	18	17	مصر	16
20/2	20/2	20/43	20/04	20	20	20	19	21	فرانسه	17
18	18	18	17	18	19	20	21	11	تایوان	18

مقادیر مصرف بزرگترین مصرف‌کنندگان سیمان در جهان از سال 1995 تا 2003 (میلیون تن در سال)

2002	2001	2000	1999	1998	1997	1995	نام کشور	
640	620	560	557	511	493	430	چین	1
111/3	116/5	115/5	108/1	102/5	90/9	87/9	آمریکا	2
99	90/3	105/5	59/9	83/5	73/5	60/6	هند	3
65	68/6	70	70/8	71/6	78/6	79/6	ژاپن	4

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 25	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی



تولید مواد ترمیم‌کننده

معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

54/3	50/1	48	44/7	44/6	61/5	56/5	کره جنوبی	5
39/5	38/5	39/4	40/2	39/7	38/1	28	برزیل	6
40/3	39/5	38	36/1	34/7	33/7	32/5	ایتالیا	7
44/8	42/2	37/7	34/6	31	26/7	25/5	اسپانیا	8
28/7	30/5	35/5	38/3	37/3	34/2	38	آلمان	9
35	33/3	32/2	28/4	26	25/9	35/3	روسیه	10
25	25/3	32	31/5	34/1	32/6	28/5	ترکیه	11
29	28/3	29/4	27/5	26/2	24/3	21	مکزیک	12
27/4	26/7	26/8	27/2	23/8	21/6	18/4	مصر	13
20/4	20/7	21	20/2	19	18/7	18/7	فرانسه	14
27/6	25/4	22/4	20/5	19/6	18/6	16/3	ایران	15
27/1	25/6	22/3	18/1	19/1	27/5	24	اندونزی	16
16	16/7	20	18/9	20/7	21	26/2	تایوان	17
22/6	18/5	17/9	18/8	21/5	35/3	33/6	تایلند	18

همان‌طور که مشاهده می‌شود، چین با اختلاف نسبتاً زیادی با سایر کشورها، بیشترین تولید و مصرف

سیمان را در جهان دارد. اما به هر حال بازار بسیار بزرگی در این حوزه وجود دارد. اکنون به وضعیت

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 26	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی

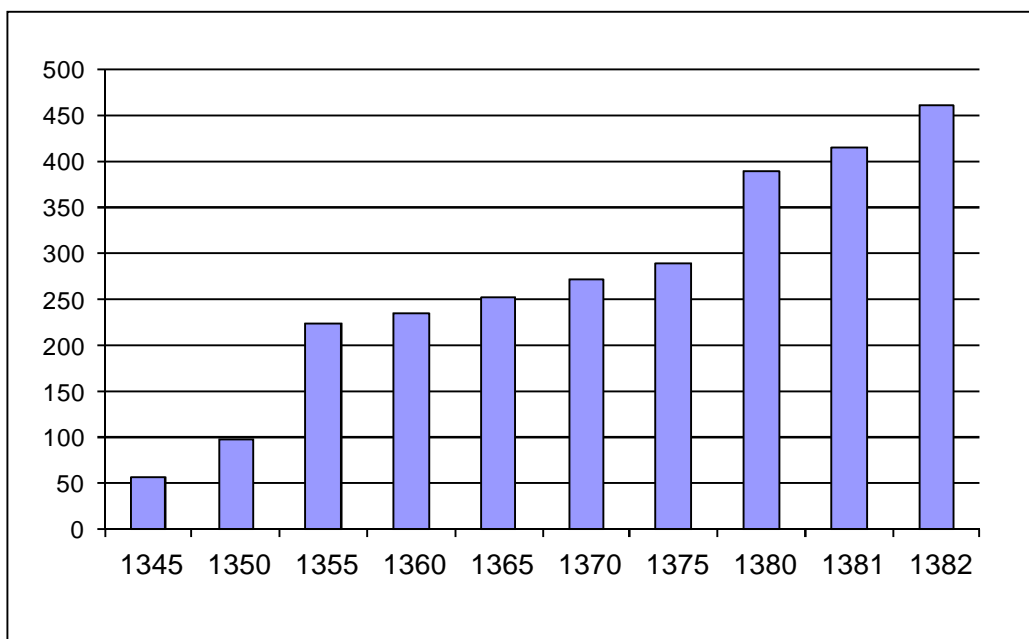


کلی تولید سیمان در ایران پرداخته می‌شود. جدول زیر و نمودارهای آن وضعیت تولید و مصرف سیمان در ایران را نشان می‌دهند.

وضعیت تولید و مصرف سیمان ایران. آمار نشان دهنده رشد بالای مصرف و تولید سیمان است.

سال	تولید سیمان (تن)	مصرف (تن)	مصرف سرانه (kg)
1350	2831000	2886000	98
1355	7375000	8675000	223
1360	9231000	9331000	235
1365	12439000	12441000	251
1370	15151000	15063000	271
1375	18490000	17546000	290
1380	26640000	22500000	390
1381	28600000	27500000	416
1382	30460000	29770000	460

نمودار رشد مصرف سیمان ایران در سال‌های اخیر (میلیون تن)





همان‌طور که می‌بینیم وضعیت تولید سیمان ایران، روند کاملاً رو به رشدی دارد. متوسط رشد 5 سال اخیر 7/1% است که نسبت به متوسط رشد چهل ساله (6/48%) قابل توجه می‌باشد. آمار نشان می‌دهد سهم تولید سیمان ایران در جهان از 0/04 درصد در سال 1950 به 1/7 درصد در سال 2003 رسیده است و این روند در سال‌های اخیر نیز رشد بیشتری را تجربه کرده است.

تولید سیمان در ایران مزیت‌های مختلفی از جمله مواد اولیه مناسب، انرژی ارزان، موقعیت جغرافیایی مناسب، تجربه نیروی انسانی متخصص، امکانات طراحی، ساخت و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات فرآیند تولید و ... دارد. از این رو سرمایه‌گذاری در این حوزه توسعه زیادی یافته است. در همین راستا، در برنامه چهارم توسعه، پیش‌بینی شده که ظرفیت تولید سیمان کشور به 70 میلیون تن برسد و سرانه مصرف از 460 کیلوگرم به نفر در آخر برنامه سوم، به 830 کیلوگرم به نفر در آخر برنامه چهارم خواهد رسید. اطلاعات دقیق‌تر در جدول وضعیت سیمان طی برنامه چهارم توسعه نشان داده شده است.

وضعیت سیمان ایران طی برنامه چهارم توسعه

	1384	1388	رشد متوسط	رشد کلی
ظرفیت کلی	34/25	70	+19/5	+104
تولید سیمان	31	60	+15/2	+76
سرانه تولید	496	829	13/7	+67



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده



معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

از مقایسه جداول و نمودارهای ارائه شده و با توجه به آنچه که در برنامه چهارم توسعه آمده است، به نظر می‌رسد ایران طی سالهای آینده در فهرست ده کشوری که بیشترین میزان تولید سیمان را در جهان دارند قرار خواهد گرفت. با توجه به این نکته بدیهی است که توجه به بهبود کیفیت سیمان و بتن تولیدی در کشور در راستای جلوگیری از اتلاف سرمایه‌های ملی می‌تواند اهمیت بسزایی داشته باشد.

اگر نسبت افزودنی نانوسیلیس به سیمان 0.005 جرمی گرفته شود، مقدار مورد نیاز نانوسیلیس بالغ بر 30000 تن در سال می‌شود که ارقام بسیار بزرگی در این حوزه به شمار می‌رود که هر سرمایه‌گذاری را وسوسه می‌کند.

از اطلاعات ارایه شده مشخص می‌شود که بخش سوم زنجیره ارزش در صنعت سیمان و بتن در کشور بازار فوق‌العاده بزرگی را تشکیل می‌دهد و ارزش هر گونه سرمایه‌گذاری هوشمند در بخش اول و دوم زنجیره ارزش فوق‌العاده است و جوابگوی صاحبان سرمایه خواهد بود. یعنی کشور خود ما بازار بزرگی خواهد بود حتی اگر از صادرات و بازارهای خارج از کشور صرف نظر شود.

کشورهای تولیدکننده این ماده متعدد هستند. آلمان یک از مرغوب‌ترین نانو سیلیس دنیا را ارایه می‌کند. کشورهای دیگری مانند هند و چین نانو سیلیس بسیار نامرغوب ارایه می‌کنند. کشورهای دیگری نیز در این بازار حضور دارند. کشورهای آسیای شرقی، کشورهای اروپایی و آمریکا نیز تولید نانو سیلیس را دارا می‌باشند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 29	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



10-1- شرایط صادرات

با توجه به اینکه هنوز نانو سیلیس در ایران تولید نمی‌شود، لذا تاکنون صادراتی انجام نشده است. البته در صورت تولید در کشور، صادرات از چند منظر قابل بررسی است. اولاً صادرات فناوری‌های پیشرفته قبل از بازاریابی نیاز به بازاریابی دارد تا مشتریان با محصول و کاربردهای آن آشنا شوند. کشورهای توسعه یافته که معمولاً این محصولات را می‌شناسند و بازار آنها بالغ یافته است، در دسترس شرکتهای ایرانی نیستند. کشورهای در حال توسعه یا کشورهای همسایه که بازار آنها به نسبت دیگر کشورهای پیشرفته در دسترس بیشتر ایرانی‌هاست، با این محصول و کاربردهایش آشنا نیستند.

ثانیاً با توجه به چالشهای مختلفی که شرکتهای ایرانی پیش روی صادرات محصولات خود دارند، در عمل صادرات محصولات فناوری پیشرفته با چالشهای بیشتری روبرو است.

ثالثاً شرکتهای فناور ایرانی بیشتر شرکتهای مبتنی بر فناوری هستند و موضوع صادرات باید توسط افراد حرفه‌ای این حوزه پیگیری و دنبال شود. معمولاً بازرگانان ایرانی علاقه‌ای به ورود در حوزه فناوری‌های پیشرفته ندارند. پیچیدگی‌ها، چالشهای ورود به بازار، عدم شناخت محصول و ... باعث دوری آنها شده است. از نظر آنها صادرات کالاهای معمول سود منطقی و بهتر و کم‌درده‌تر دارد. این دلایل در جمع‌بندی نشان می‌دهد که در عمل تولید این کالا در بیش از چند سال اول تقریباً تنها جهت تامین بازار داخلی خواهد بود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 30	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



2- وضعیت عرضه و تقاضا

حوزه فناوری‌های جدید در کشورهای در حال توسعه مانند ایران با وضعیت خاصی روبرو است. ادعاهای مختلف در این حوزه روز افزون است و هنوز بازار معناداری در این حوزه‌ها شکل نگرفته است. ساز و کارهای بازار، شبکه‌های توزیع، افراد بانفوذ در بازار، همگی از ساختارهای سنتی پیروی کرده و از این رو چالشهای متعددی پیش روی محصولات جدید و کاربری‌های نوین آنها قرار دارد. از طرف دیگر اکثر شرکتهای نانو معمولاً کوچک و یا در حد شرکتهای مرکز رشدی هستند و بیشتر آنها فاقد تجارب کسب و کاری ضروری برای رشد و توسعه میباشند.

این در حالی است که وضعیت بازار نانو ذرات بازار رو به رشد است. میزان تقاضای بازار هر سال بیشتر از سال قبل با رشد کاملاً صعودی می‌گردد. شکل زیر میزان تقاضای بازار برای نانو پودرهای اکسید فلزی از جمله نانو سیلیکا را نشان میدهد. این در منظر کلی است. یعنی در جهان روند رو به رشدی در بازارهای نانو سیلیکا مشاهده می‌شود. اما در ایران از طرف دیگر بازارهای بزرگی در صنعت سیمان و بتن برای نانو سیلیکا وجود دارد.

جمع‌بندی‌های نشان می‌دهد در ایران بازار بزرگی وجود دارد اما عرضه‌کننده نانو مواد یعنی بخش اول زنجیره ارزش وجود ندارد. همچنین بخش دوم زنجیره ارزش نیز در کشور موجود نیست. به عبارت دیگر استفاده از نانو سیلیس در بتن، هنوز فرمولاسیون تجاری مشخصی ندارد و کسی بر این موضوع فعالیت نکرده است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 31	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



میزان تقاضای بازار برای نانو پودر های اکسید فلزی از جمله نانو سیلیکا در جدول نشان داده شده است. در دنیا جهان روند رو به رشدی در بازارهای نانو ذرات از جمله سیلیکا مشاهده می شود (نانو مواد، مطالعات صنعتی گزارش 2003، Freedonia).

	Year				
	2000	2002	2007	2012	2020
Total Metal Oxide Demand (\$B)	10	11	13	15	20
% Nanoscale	0.9	1.3	4.7	11.3	33.5
Nanoscale Metal Oxides Demand (\$M)	88	140	675	2100	11500
Silicon Dioxide (\$M)	59	73	225	525	1500
Alumium Oxide/Hydroxide (\$M)	12	20	100	260	850
Titanium Oxide (\$M)	5	15	110	325	1000
Zinc Oxide (\$M)	4	12	90	160	300
Iron Oxide (\$M)	4	12	35	75	150
Other (\$M) - Ce, Li, Co, Mn, In, Sb, Sn, Ni, Fe, Sr, Ti, Ba, Zr, Cu, Bi, Mg etc.	4	8	55	355	2900

در ایران دو مجموعه در این حوزه فعالیت هایی را انجام داده اند. مجتمع فناوری های نوین فدک و شرکت مدیریت بهبود نیرو از فعالان در این حوزه هستند. مجتمع فناوری های نوین فدک هم اکنون تولید آزمایشگاهی نانو سیلیس را داشته و به دنبال جذب سرمایه برای تولید انبوه است.

1-2- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید طی پنج سال گذشته تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 32	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



همانطور که اشاره شد تاکنون شرکتی در ایران موفق به تولید صنعتی نانو سیلیس ترمیم‌کننده بتن نشده است. فقط دو شرکت به دنبال تولید نانو سیلیس بوده و مجتمع فناوری های نوین فدک حتی در بعد آزمایشگاهی موفق به تولید آن شده است. بقیه شرکتها بیشتر واردات کننده و توزیع کننده هستند.

روشهای تولید نانوذرات سیلیس متفاوت است. روش فاز گاز که معمولا توسط شرکتهای توسعه یافته مانند دگوسا استفاده میشود، بسیار هزینه های بالایی دارد و شرکتهای ایرانی در شرایط فعلی علاقه ای به آن نشان نمی دهند. روش آسیاب یا پودر کردن بیشتر مد نظر شرکتهای ایرانی است. ماشین آلات مورد نیاز این روش بیشتر عمومی بوده و از کشورهای مختلف قابل تهیه است. آسیاب دآگلمره مورد نیاز نیز طبق گفته شرکت مجتمع فناوری های نوین فدک توسط خود آنها طراحی و ساخته شده است. در مورد بقیه تجهیزات کشورهای تولید کننده معمولا چینی یا داخلی هستند. البته بهترین ماشین آلات آلمانی است اما با توجه به قیمت بالای آنها معمولا شرکتهای ایرانی از ماشین آلات چینی خریداری می کنند.

2-2- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)

مراجعه به مرکز اطلاعات و آمار وزارت صنایع و ستاد ویژه توسعه فناوری، نشان میدهد طرحی در این زمینه وجود نداشته است. در لایه اول زنجیره ارزش همانطور که اشاره شد مجتمع فناوری های نوین

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 33	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



فدک به دنبال جذب سرمایه‌گذار برای تولید صنعتی می‌باشد اما هنوز موفق به شروع طرح صنعتی خود نشده است. در لایه دوم زنجیره ارزش نیز شرکتی وجود ندارد و اقبال چندانی به این حوزه نیز نشده است. در بخش سوم زنجیره ارزش بالقوه شرکت‌های بزرگ و زیادی وجود دارند که تا دو بخش اول زنجیره ارزش کامل نشود، آنها درگیر این حوزه نخواهند شد.

3-2- بررسی روند واردات محصول در طی 5 سال گذشته (چقدر از کجا)

واردات این محصول بیشتر سیلیکا فیوم بوده که به نام سیلیس وارد می‌شود و امکان تفکیک آن از سیلیس معمول نیست. طبق بررسی‌های انجام شده و با پرسش از فعالان بازار، بیشتر واردات محصول به ترتیب از کشورهای آلمان و چین صورت گرفته است. تخمین زده می‌شود که این ماده حدود 500 تن در سال وارد کشور می‌شود که البته در صنایع رنگ و بیشتر در فایبرگلاس استفاده می‌شود. فیوم شرکت دگوسا از کشور آلمان در بازار شهرت زیادی دارد. مواد غیر مرغوب از کشورهایی مانند هند و چین وارد می‌شوند.

4-2- بررسی روند مصرف در طی 5 سال گذشته

تاکنون بیشتر صنعت فایبرگلاس و رنگ و مقداری نیز در لاستیک از این ماده به عنوان پرکننده استفاده می‌شود. هنوز بازار صنعتی بتن و سیمان این ماده ایجاد نشده است. زیرا فرمولاسیون کاربست این ماده در سیمان در ایران شناخته شده نیست. بازار بی‌نهایت بزرگ نانو سیلیس در سیمان است که هنوز

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 34	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



کشور شناختی از آن ندارد. از متولیان این حوزه مانند ستاد ویژه توسعه فناوری نانو نیز فعالیت مشخصی در این حوزه مشاهده نشده است.

2-5- بررسی روند صادرات محصول طی 5 سال گذشته و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است)

با توجه به عدم تولید در کشور صادراتی نیز انجام نشده است. بنظر میرسد این حوزه پتانسیل بالایی برای صادرات به ویژه کشورهای در حال توسعه یا کشورهای همسایه داشته باشد.

2-6- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

با توجه به سرانه مصرف سیمان در پایان برنامه چهارم که 830 کیلوگرم بر هر نفر است و جمعیت ایران مصرف سیمان کل کشور 58/1 میلیون تن تخمین زده میشود. اگر 0.005 وزنی نانو سیلیس افزوده شود، مصرف نانو سیلیس حدود سیصد هزار تن میشود که 0.001 آن نیز رقمی نجومی است! اگر بخش دوم زنجیره ارزش فعال شود و بخش اول نیز نانو سیلیس تولید کند، این معجزه دور نخواهد بود.

3- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش‌های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها

اصلی‌ترین روش مد نظر شرکتهای ایرانی فرآیندهای حالت جامد است. لذا به این روش پرداخته شده است. از روش آسیاب یا پودر کردن می‌توان برای ایجاد نانوذرات استفاده نمود. خواص نانوذرات

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 35	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



حاصل از این روش تحت تأثیر نوع ماده آسیاب‌کننده، زمان آسیاب و محیط اتمسفری آن قرار دارد. در این فرآیند، گلوله‌های کوچک در درون یک استوانه غربال می‌چرخند و با نیروی ثقل بر روی ماده جامد وارد شده سقوط می‌کنند. سایش از طریق آسیاب گلوله‌ای ساختار ماده جامد را تا حد نانو کریستالیتها می‌شکند و بسیار ریز می‌کند. مهمترین مزیت این روش آسانی اجرای آن در مقیاس صنعتی است. این روش همچنین برای تولید محدود گسترده‌ای از پودرهای عنصری و اکسیدی مفید است. به عنوان مثال پودر آهن با ذراتی در ابعاد 13 تا 30 نانومتر را می‌توان با استفاده از این روش تولید کرد.

4- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در

فرآیند تولید محصول

از مشکلات روش آسیاب کردن می‌توان به وجود ناخالصی‌های حاصل از آسیاب و مواد سازنده آن اشاره کرد. همچنین سطوح ذرات تشکیل شده با استفاده از این روش نقایصی خواهند داشت. بازه گسترده توزیع اندازه ذرات حاصل نیز از مسایل موجود در این روش است. به عبارت بهتر میتوان گفت کنترل کاملی بر روی اندازه و توزیع اندازه ذرات در این روش وجود ندارد. نانوذرات بدست آمده با استفاده از این روش عموماً در تولید نانو کامپوزیت‌ها به کار گرفته می‌شوند، چرا که در این حالت وجود ناخالصی‌ها و یا نقایص سطحی ذرات مشکل‌زایی در محصول ایجاد نمی‌کند. با توجه به حجم زیاد مورد نیاز در صورت استفاده تجاری از نانوذرات در بتن، طبیعی است که روش‌های تولید

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 36	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



اینچنین مناسب تر خواهند بود. اما نانو سیلیس چالش‌هایی نیز پیش رو دارد که بررسی آنها نیز در هر امکان‌سنجی ضروری است.

نانوسیسیس و چالش‌های پیش‌رو

هر چند که مطالب ارائه شده در بخش‌های قبلی خواص ویژه و بعضاً فوق‌العاده‌ای را برای نانو سیلیس مطرح می‌کند اما برای استفاده از آن در سطح کلان در کشور مواردی چند باید در نظر گرفته شود:

- آنچه در بخش‌های قبلی به عنوان آثار استفاده از نانو سیلیس در بتن مطرح شده، حاصل آزمایش‌هایی با سیمان و مصالح استاندارد و در شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی در کشورهایی پیشرفته مانند چین، ایتالیا و سوئد بوده است. اینکه با وضع وجود مصالح مصرفی در کشور ما نانو سیلیس دقیقاً چه تأثیری می‌تواند روی بتن داشته باشد و یا عملکرد بتن حاوی نانو سیلیس در شرایط محیطی مانند خلیج فارس چگونه خواهد بود نیاز به بررسی دقیق و موشکافانه دارد.
- یکی دیگر از مسایل مطرح در استفاده از نانو سیلیس در کشور، شرایط موجود در کارگاه‌های ساختمانی کشور است. به عبارت بهتر، حساسیت بتن حاوی نانو سیلیس (و احتمالاً پوزولان بالا) در برابر دقت اجرا و عمل‌آوری چقدر است؟ طبیعتاً اگر استفاده از نانو سیلیس در بتن دقت‌های اجرایی بالایی را بطلبد، در کشور چندان موفق نخواهد بود.
- فناوری تولید نانو سیلیس و شرایط لازم برای تولید آن در کشور باید مورد بررسی قرار گیرد. امکان تولید آن در مقیاس صنعتی در کشور چقدر وجود دارد؟ همچنین در صورت وارد

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 37	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



کردن نانوسیلیس از سایر کشورها، قیمت تمام شده و شرایط اقتصادی استفاده از آن در بتن

چگونه خواهد بود؟

همانطور که ذکر گردید فناوری تولید نانو سیلیس اگرچه بازار فوق العاده بزرگی در انتظار دارد، اما هنوز راه طولانی تا توسعه دارد. نکته مثبت این است که بعضی قابلیت‌های این فناوری‌ها هم اکنون بومی بوده و توسعه آن نیز می‌تواند با موفقیت دنبال شود. با توجه به اینکه وضعیت بتن کشور رضایت بخش نیست، از این رو عملاً توسعه فناوری این حوزه در بنگاه‌ها می‌تواند تحولات شگرفی را ایجاد نماید و لازم است ساز و کاری برای این روند توسط دولت اندیشیده شود.

5- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ...)

در این بخش بررسی‌های پارامترهای مهم اقتصادی احداث یک واحد صنعتی تولید نانوذرات سیلیس مورد نظر است. همانطور که اشاره شد بسته به اینکه کجای زنجیره ارزش قرار گرفته باشیم شرایط اقتصادی متفاوت خواهد بود. برآورد هزینه‌های ثابت و در گردش مورد نیاز واحد، نقطه سر به سر، سرانه سرمایه‌گذاری و ... برای تولید نانوذرات سیلیس، تولید فرمولاسیون کاربست نانو ذرات سیلیس

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 38	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی



تولید مواد ترمیم‌کننده

معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در سیمان و بتن متفاوت است. در ادامه بهتر است در ابتدا از بخش دوم زنجیره ارزش شروع شود تا بررسی شده و فرمولاسیون کاربردی نانو سیلیس در بتن تجاری گردد. سپس شرایط کلی ایجاد یک واحد صنعتی نانو سیلیس بررسی شود.

با توجه به تعدد فعالیت‌های علمی انجام شده در این حوزه، بنظر میرسد از نظر کلی این توانمندی کم و بیش در کشور موجود است اما موجودیت آن بیشتر در آزمایشگاه و بعد تحقیقاتی و علمی است. برای تبدیل آن به فرمولاسیون صنعتی فرایند توسعه ای باید صورت گیرد. هزینه این فرایند توسعه ای حداکثر حدود 150 میلیون تومان خواهد شد. این هزینه تخمینی بوده و از ارزیابی نقطه نظرات متخصصین میباید. در عمل ریسک فنی نیز شامل این بخش خواهد شد. تخمین هزینه های توسعه بخش دوم زنجیره ارزش نانو ذرات سیلیس در جدول زیر آمده است:

تخمین هزینه های توسعه بخش دوم زنجیره ارزش نانو ذرات سیلیس

موضوع	هزینه (میلیون ریال)
نیروی انسانی متخصص (تحقیقات و رصد پتنت)	700
مواد شیمیایی و وسایل مصرفی	300
آزمایشها، تستها و خدمات تخصصی	300
سایر هزینه ها	200
جمع کل	1000

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 39	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید مواد ترمیم‌کننده



معاونت پژوهشی

بتن با نانو ذرات

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در جریان این فرآیند تعامل با صنعت برای صنعتی سازی نتایج لازم و ضروری است. هزینه های صنعتی سازی شاید چند برابر این هزینه باشد اما در صورت جواب دادن، متحول کننده صنعت بتن و سیمان خواهد بود. هزینه تقریبی هر صنعتی سازی طبق محاسبات انجام شده در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بسته به هر صنعت متفاوت میباشد. هزینه های محاسبه شده توسط ستاد نشان میدهد که متوسط منابع لازم برای صنعتی سازی و تولید حد واسط نانو بین 340 میلیون تومان تا 720 میلیون تومان است. این اعداد از محاسبه هزینه های انجام شده صنعتی سازی و تولید حد واسط های انجام شده در حوزه فناوری نانو میباشد.

سرمایه ثابت به آن دسته از دارائی‌ها اطلاق می‌شود که دارای طبیعتی ماندگار داشته که در جریان عملیات واحد تولیدی از آنها استفاده می‌شود. این دارائی‌ها شامل زمین، ساختمان، وسایل نقلیه، ماشین‌آلات تولید، تأسیسات جانبی و ... می‌باشد. این هزینه ها برای بخش اول زنجیره ارزش است که مرحله دوم فعالیت خواهد بود. برای بخش فعالیت در پارک علم و فناوری یا مراکز رشد دانشگاهی مناسب تر است. قسمت اعظم این هزینه ها در این شرایط دیگر وجود نخواهند داشت.

6- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا

داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند

تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 40	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مواد اولیه مورد نیاز برای بخش دوم زنجیره ارزش نانو سیلیس تولیدی شرکت‌های خارجی است که هزینه آن در جدول هزینه‌های ساماندهی بخش دوم زنجیره ارزش در نظر گرفته شد. برای تولید نانو سیلیس بسته به روش آن مواد اولیه متفاوتی بکار می‌رود. اگر روش آسیاب استفاده شود، مواد اولیه آن محلول سیلیکاتی قلیائی، ماده اسیدی غلیظ و ماده‌های متفرقه است. مشکلی از نظر تامین مواد اولیه در هر دو نوع وجود ندارد.

7- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

شرکت‌های فناور معمولاً در مناطقی که به همین منظور تحت عنوان پارک‌های علم و فناوری یا مراکز رشد تعبیه شده است، مستقر میشوند.

در حوزه فناوری‌های جدید نکته مهم در دسترس بودن نیروی انسانی متخصص و دسترسی به زیرساخت‌های اطلاعاتی و ارتباطی است. نیروی‌های متخصص دانشگاهی معمولاً در اطراف مراکز دانشگاهی هستند. لذا پارک‌های علم و فناوری تهران و مراکز بزرگ شهری مانند اصفهان و شیراز مناسب می‌باشند. برای تامین نیازهای زیربنایی مانند شبکه برق سراسری، راه‌های ارتباطی و شبکه آبرسانی و فاضلاب و غیره، در سطح نیاز این طرح هیچ‌یک از استان‌های کشور دارای محدودیت خاصی نمی‌باشند. شرکت‌های صنعتی که بخش سوم زنجیره ارزش هستند که در کشور در جغرافیای متفاوت قرار دارند و نیازهای آنها کاملاً صنعتی است و آنها فقط به عنوان یک مصرف‌کننده محصولات نانو در بخش صنعتی مطرحند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 41	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



8- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

نیروی انسانی دارای تخصص‌های مورد نیاز در حوزه فناوری نانو در کشور توسط سیاست‌های توسعه نیروی انسانی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ایجاد شده است لذا مشکلی در مورد تخصیص نیروی انسانی متخصص در زمینه نانو سیلیس وجود ندارد. اما متخصص بتن و سیمانی که دارای تخصص نانو باشد، به سختی یافت خواهد شد. از همچنین ستاد نانو حمایت‌های ویژه‌ای از اشتغال نیروی‌های متخصص نانو به عمل می‌آورد. برای مثال 50% حقوق نیروی‌های متخصص نانو توسط ستاد پرداخت می‌شود. همچنین اطلاعات دقیق در مورد تخصص افراد نانویی کشور در دسترس است. برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه می‌توانید به سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به آدرس زیر مراجعه نمایید:

www.talent.nano.ir

9- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و

ارتباطی (راه - راه آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها

در منطقه مناسب برای اجرای طرح

تمامی امکانات مورد نظر در شهرهای بزرگ ایران مانند تهران وجود دارد و مشکلی از این منظر نیست. حوزه‌های فناوری پیشرفته معمولاً فناوری مبناست و امکانات خاصی از نظر برق و آب که

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 42	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



ویژه باشد معمولاً نیاز ندارند. طیف زیادی از این شرکتها در کنار شهرها و در دل دانشگاه‌های و پارک‌های علم و فناوری تشکیل می‌شوند و نیازهای صنعتی ویژه ندارند.

10- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی

حمایت تعرفه گمرکی شامل دو بخش تعرفه واردات ماشین‌آلات و مواد نیاز طرح حقوق گمرکی صادرات محصولات واحد تولیدی است که می‌بایست در جهت رشد صنعت انتخاب و اعمال شود. حقوق ورودی ماشین‌آلات خارجی مورد نیاز طرح همانند اکثر ماشین‌آلات صنعتی تعرفه پایینی است و به سرمایه‌گذاران هزینه بالایی را تحمیل نمی‌کند.

- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذار

یکی از مهمترین چالشهای شرکت‌های فناور در بخش جذب سرمایه است. در ایران ساختارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر هنوز شکل نگرفته است و با توجه به ذات فناوری‌های جدید که ریسک‌های مختلفی دارند و خطرپذیری بالایی می‌طلبند، بانک‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذار معمولی علاقه‌ای به سرمایه‌گذاری از خود نشان نمیدهند. برای مثال دارایی‌های این شرکتها معمولاً از جنس دارایی فکری بوده و قابل مشاهده و حصر توسط نهاد سرمایه‌گذار نیست. بانکها معمولاً زمین و

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 43	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



تجهیزات و مانند آن را دارایی لحاظ نمیکنند نه دارایی‌های فکری و دانش فنی را. از این منظر بانک نمیتواند این شرکتها را تامین مالی نماید. نهادهای خطرپذیری در حوزه‌های فناوری‌های جدید حضور دارند که البته خدمات آنها محدود میباشد. برای مثال میتوان از موسسه توسعه فناوری نخبگان نام برد که این موسسه با حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو تاکنون در چند طرح نانو به صورت خطرپذیر سرمایه‌گذاری کرده است. همچنین صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران و صندوق توسعه فناوری نانو (در شرف تاسیس) از این نوع فعالیتها حمایت میکنند.

طبق قانون جدید حمایت از شرکتهای دانش بنیان مقرر شده است این شرکتها از شرایط بهینه‌ای برای دریافت منابع مالی بهره‌مند شوند. البته هنوز قوانین و آیین‌نامه‌های مشخص در این زمینه ایجاد نشده است.

11- تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث

واحدهای جدید

نانوسیلیس و افزودنی‌های دیگر نانویی به بتن و سیمان مزایای فوق‌العاده‌ای ایجاد می‌کنند. با توجه به مصرف روز افزون سیمان در کشور، بازار بزرگی در انتظار نانو سیلیس و بقیه افزودنی‌های نانو پیش‌بینی میشود. نکته مهم فرمولاسیون تجاری سازی افزودنی نانو سیلیس به سیمان ایران است. فرآیندی که هنوز اهتمام جدی به آن نشده است. بدون آن تولید این ماده از یک بازار بزرگ محروم خواهد ماند. همچنین اگر دولت به وظایف قانونی مصرح در برنامه چهارم و قانون

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 44	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



شرکتهای دانش بنیان عمل نکند، عملا امکان رشد و توسعه این شرکتها وجود ندارد. در کشورهای توسعه یافته مانند کشورهای OECD که همه زیرساختهای مورد نیاز توسعه فراهم است، دولت نیز حمایتهای ویژه از توسعه فناوری های جدید مینماید. اگر در ایران این نوع حمایتها نباشد، در حالیکه بخش زیادی از زیرساختهای کشور نیز برای این فعاليتها مساعد نیست، امکانی برای توسعه این فعاليتها وجود نخواهد داشت.

12- منابع و ماخذ

1. 13. prof. Mario collepari, J. Jacob ogoumah olagot, Ulf skarp, Roberto Troli, Influence of amorphous colloidal silica on the properties of self – compactig concretes, 2005
2. 4. V. Balzani, A. Credi, M. Venturi, Molcular Devices and machines A journey in to the Nanoworld, 2003, 3
3. 3. National Nanotechnology Initiative 2000 Leading to the Next Industrial Revolution, A Report by the Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technolog (Washintion, DC: Committee on Technology, National Science and Technology Council) <http://www.nano.gov>.
4. 43. M. Collepari, S. Collepari, U. Skarp and R. Troli, Optimization of silica Fume, Fly Ash and Amorphous Nano – Silica in superplasticized High – Performance Concrete,
5. 2. Laila Raki, Cement – based Nano Composites for Controlled Release of Admixtures, Nano Forum CANADA, 2005, Presented as a poster.
6. 44. Gengynig Li, Ptoperties of high – volume fly ash Concrete in corporating nano – sio₂, cement and Concrete Research, 34, P 1043 – 1049, 2004
7. 46. Hui Li, Mao – hua zhang, Jin – ping ou, Abration resistance of concrete containing nano – particles for Parement, wear, 2005

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 45	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



8. 45. Tao Ji, Preliminary study on the water Permeability and microstructure of concrete in incorporating nano – SiO_2 , cement and concrete Research, 35, P 1943 – 1947, 2005

9. مقررات صادرات و واردات کشور سال 1389

<http://www.tpo.ir/tlaw/tariff.aspx>

10. وزارت صنایع و معادن، بخش سامانه ثبت مجوزهای صادره صنعتی

<http://webims.mim.gov.ir/GuestPage/GSearchISIC.aspx>

11. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

<http://www.isiri.org/UserStd/StdSearch.aspx>

12. سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بخش استانداردها، بخش گزارشات و مقالات و نیروی

انسانی

13. گزارش بررسی استفاده از نانوفناوری در دوام بتن، شرکت تدسای، 1387.

14. گزارش Lux Research، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، 1386.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 46	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی