

خلاصه طرح توجیهی برای زنجیره ارزش سیلیکان

از معدن تا خورشید

محمد صادق ذبیحی

PRTTO Technical Group

زنجیره صنعت سیلیسیوم

■ بخش بالادستی

- معدن کاری و آماده سازی سیلیس
- تولید سیلیسیوم متال (۹۹-۹۹/۹۹ درصد) از سیلیس
- تولید سیلیسیوم خورشیدی (تا ۹N) و سیلیسیوم الکترونیک (تا ۱۲N) از سیلیسیوم متال

- تولید ترکیبات شیمیایی بسیار خالص سیلیسیومی
- تولید انواع پودرهای سیلیسیومی با خلوص بالا

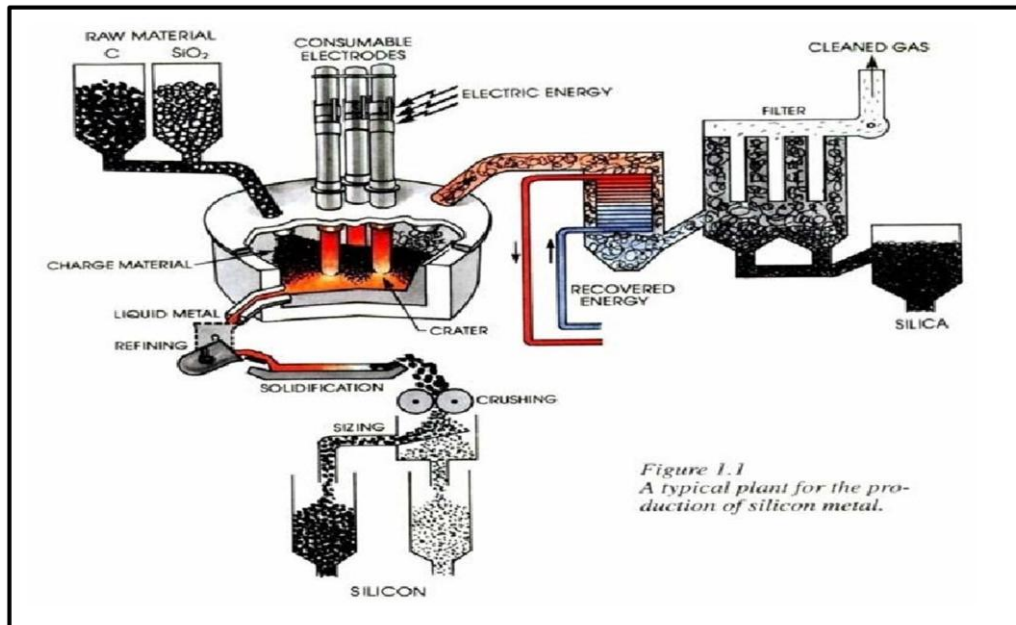
- تولید شمش
- تولید ویفر

■ بخش پایین دستی

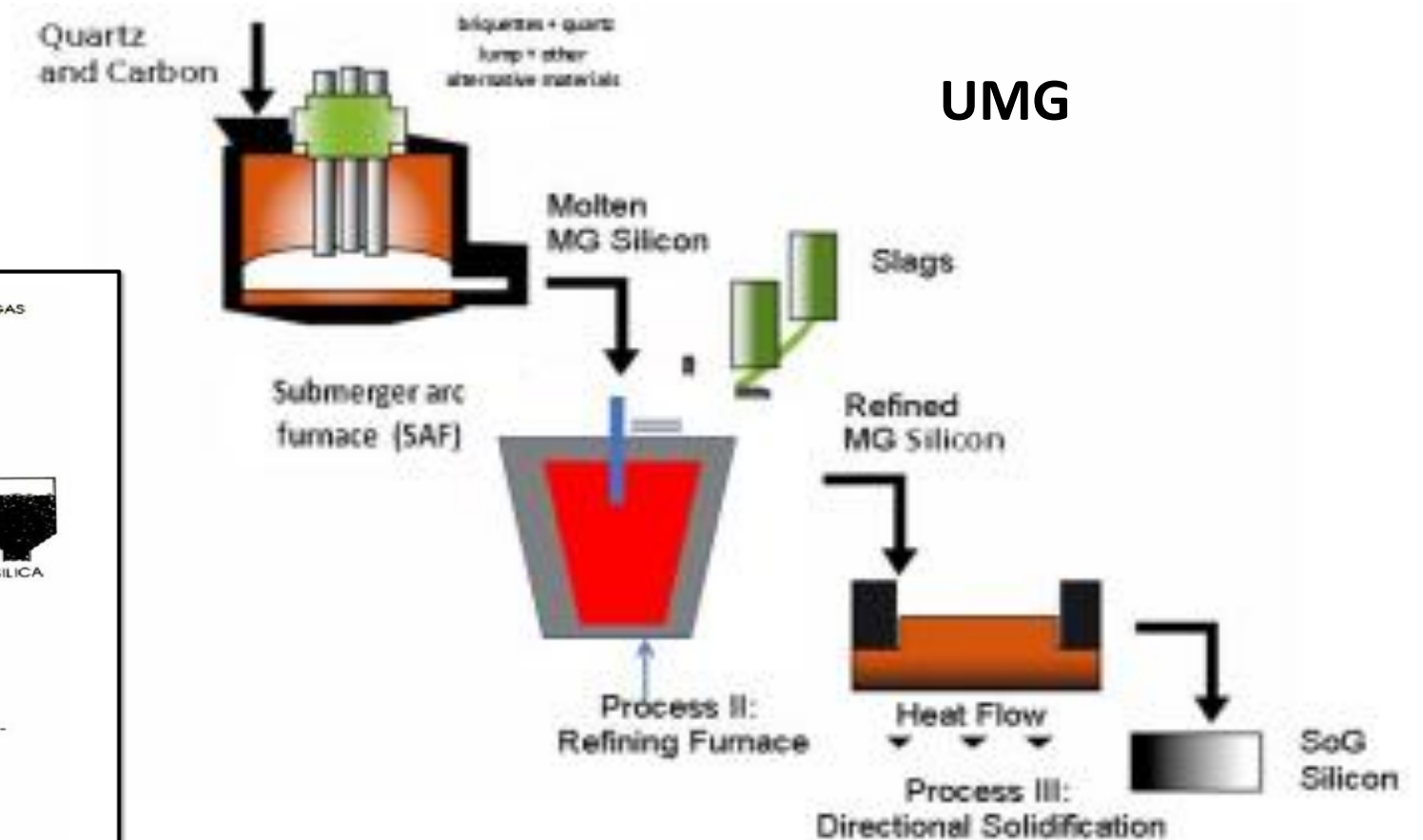
- صنایع تولید قطعات الکترونیک
- صنایع تولید قطعات اپتیک و فوتونیک
- صنایع تولید سلول و مدول خورشیدی
- صنایع شیمیایی ، بهداشتی و غذایی

تولید سیلیسیوم خورشیدی به روش UMG با خالص سازی به کمک مواد شیمیایی

تولید سیلیکون متال



MG,Si



سیلیکون متال

پلی سیلیکون

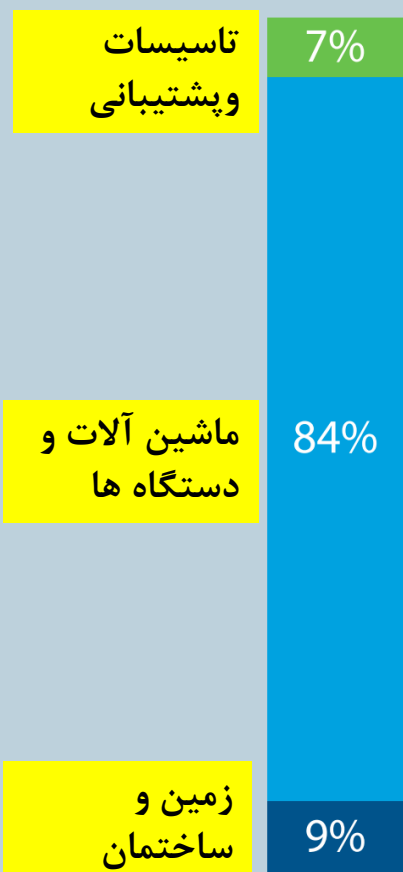
شمش

ویفر

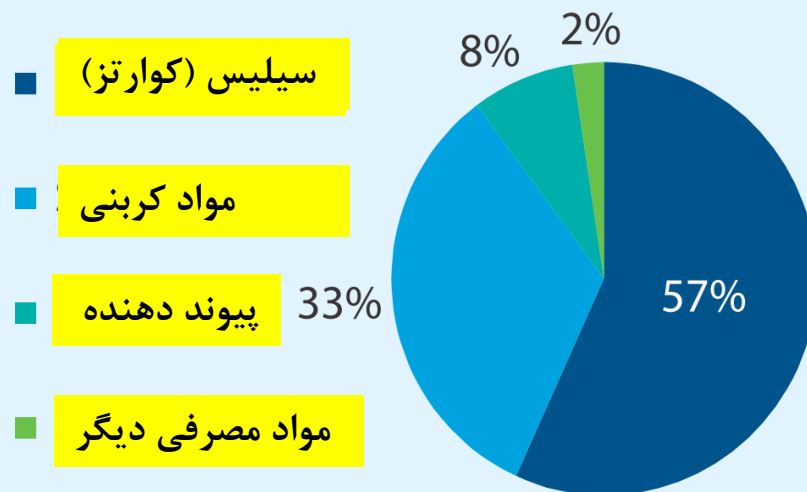
سلول

مدول

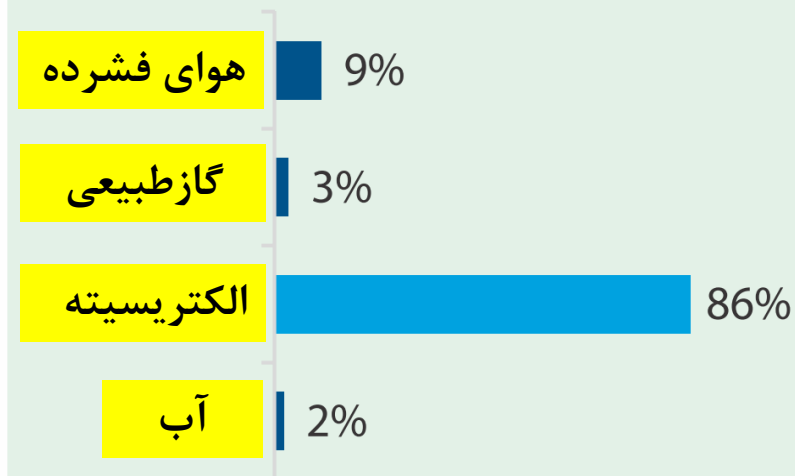
سرمایه ثابت: ۵۲ م یورو



مواد اولیه: ۵۷۰ یورو/تن



آب و انرژی: ۲۳۵ یورو/تن



IRR= %۸۰

NPV=۲۱۲۰۳۶۴

ظرفیت سالانه ۱۵۰۰۰ تن

اشتغال زایی: ۱۹۰ نفر به صورت مستقیم و ۱۵۰۰ نفر به صورت غیر مستقیم

قیمت تمام شده هر تن سیلیکون متال = ۱۵۰۰ یورو

قیمت هر تن سیلیس معدنی = ۲۵ یورو

قیمت هر تن سیلیکون متال = ۵۰۰۰ یورو

سیلیکون متال

پلی سیلیکون

شمش

ویفر

سلول

مدول

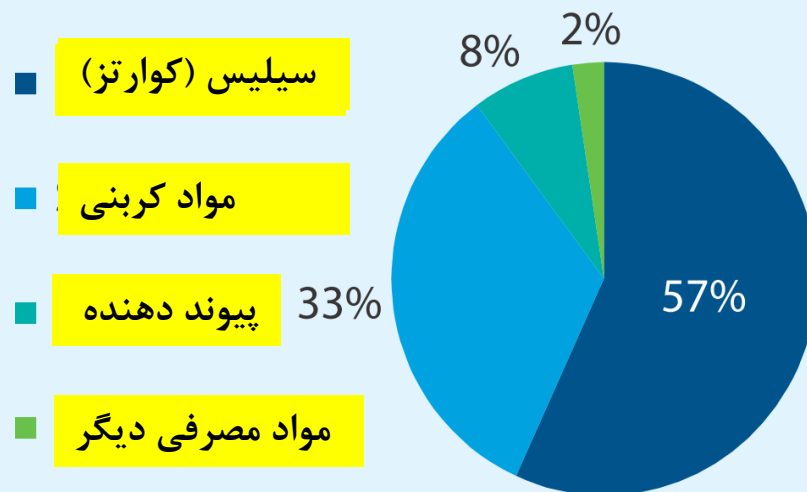
سرمایه ثابت: ۱۳۸ م یورو

تاسیسات
و پشتیبانی 7%

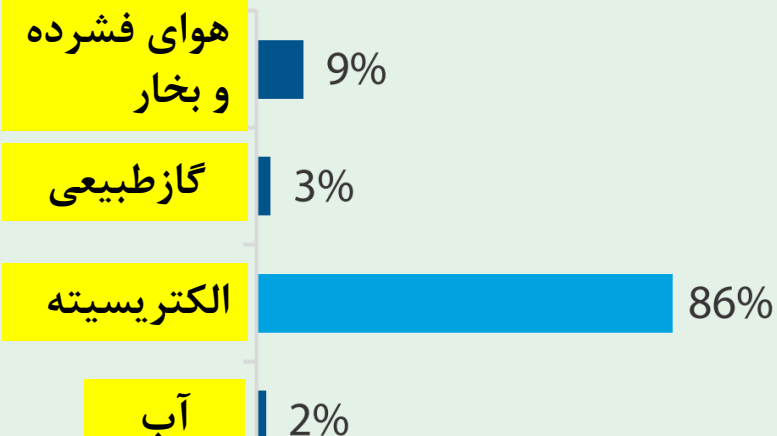
ماشین آلات و
دستگاه ها 84%

زمین و
ساختمان 9%

مواد اولیه: ۱۷۰۰ یورو/تن



آب و انرژی: ۲۸۵۰ یورو/تن



IRR= %۵۱

NPV=۱۸۱,۶۱۱

ظرفیت سالانه ۱۰۰۰۰ تن

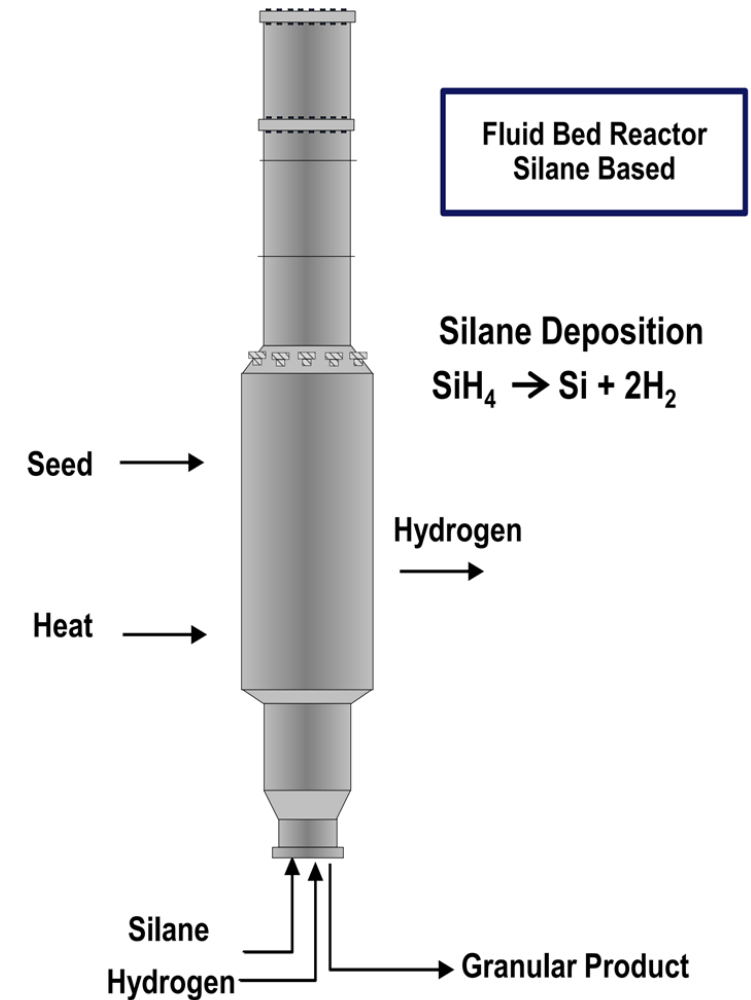
قیمت تمام شده هر تن پلی سیلیکون خورشیدی = ۵۶۱۹ یورو

قیمت هر تن سیلیس معدنی = ۲۵ یورو

قیمت هر تن پلی سیلیکون خورشیدی = ۱۷۰۰۰ یورو

اشتغال زایی: ۴۰۰ نفر به صورت مستقیم و ۳۰۰۰ نفر غیر مستقیم

تولید سیلیسیوم خورشیدی و الکترونیکی با استفاده از راکتور زیمنس یا بستر سیال



سیلیکون متال

پلی سیلیکون
الکترونیک

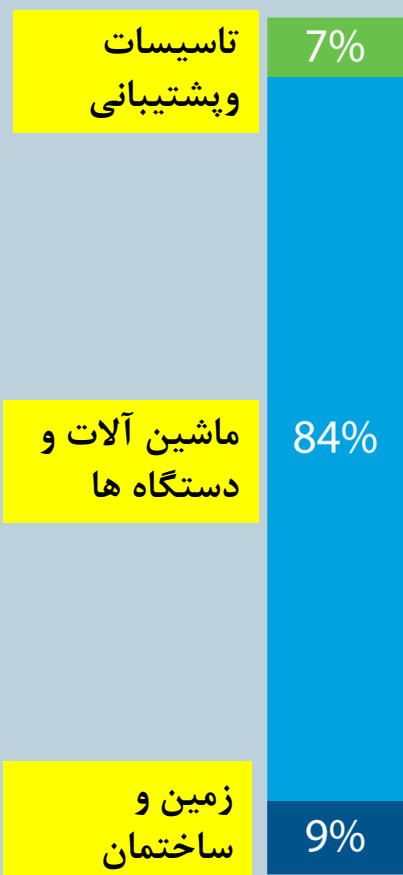
شمش

ویفر

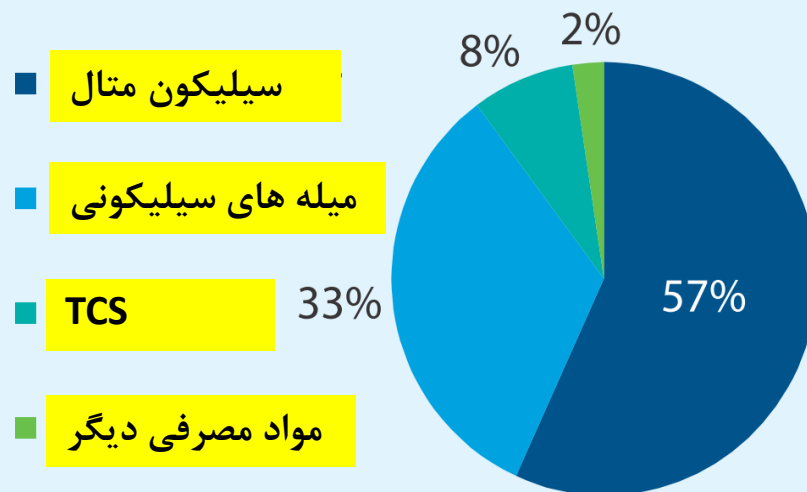
فب الکترونیک

پکیجینگ

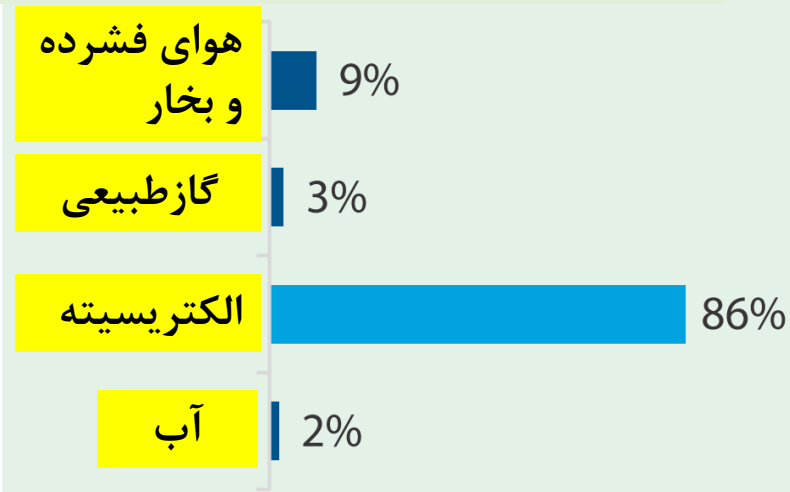
سرمایه ثابت: ۱۰۰ م یورو



مواد اولیه: ۶/۲ یورو / کیلوگرم



آب و انرژی: ۱/۳۵ یورو



IRR= %۴۶

NPV=۱,۱۰۲,۹۳۵

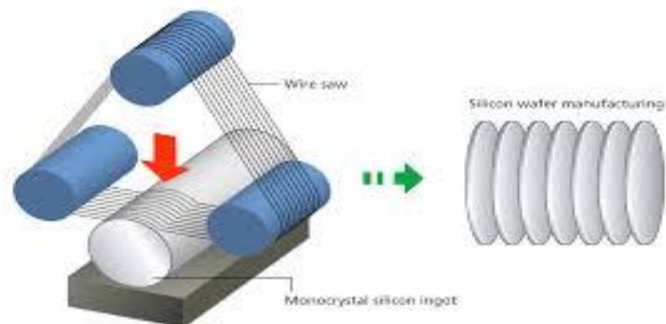
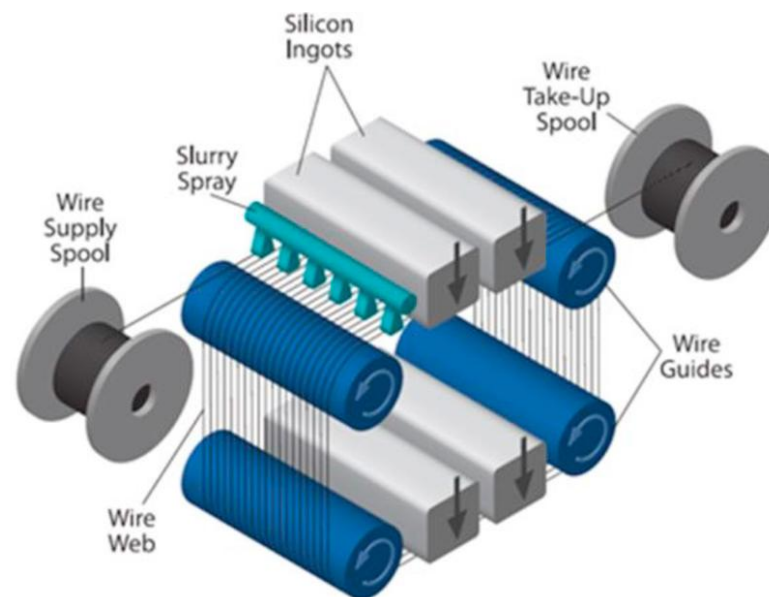
• قیمت تمام شده هر کیلو سیلیکون الکترونیک = ۱۲/۷۷ یورو

قیمت بازار جهانی = ۳۹ یورو

ظرفیت سالانه ۲ میلیون کیلوگرم

اشتغال زایی: ۱۹۰ نفر به صورت مستقیم و ۴۰۰۰ نفر غیرمستقیم

شمش و ویفر الکترونیک



شمش و ویفر فوتوولتائیک



سیلیکون متال

پلی سیلیکون

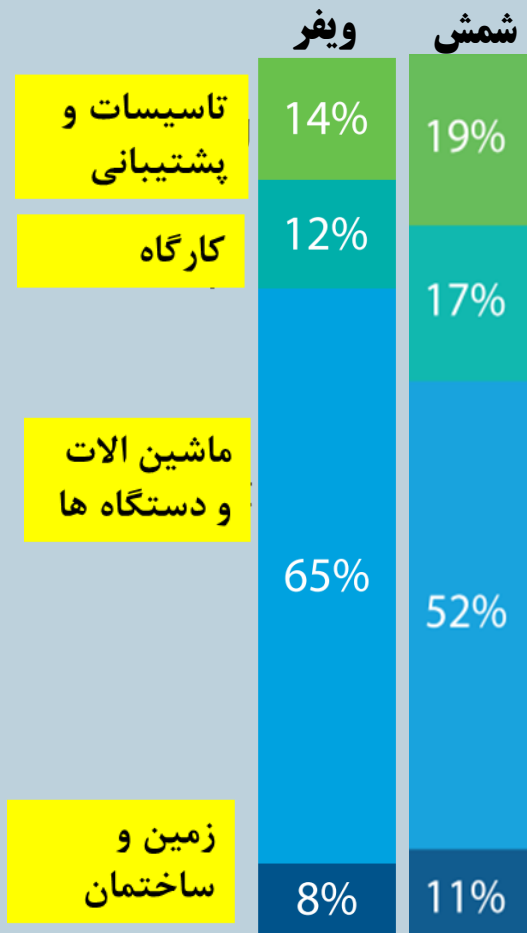
شمش

ویفر

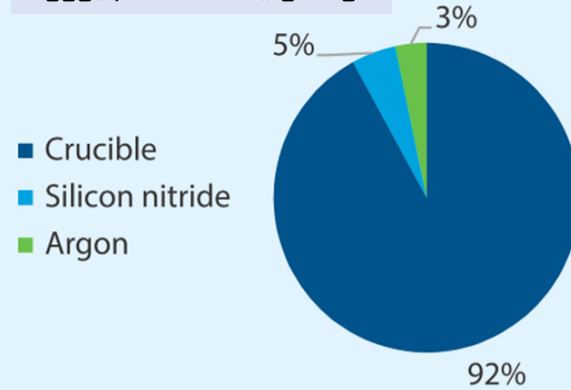
سلول

مدول

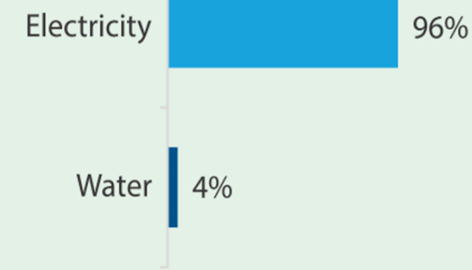
سرمایه ثابت: ۷۸ م یورو



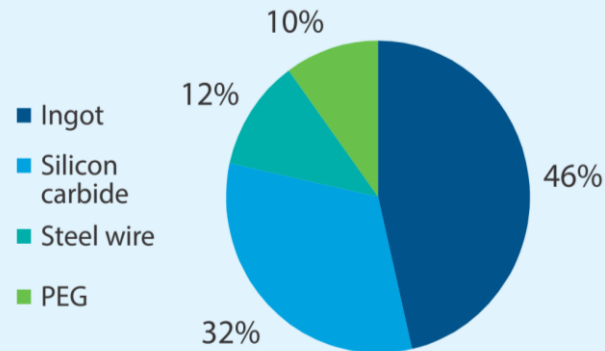
مواد اولیه: ۲۴/۴ م یورو



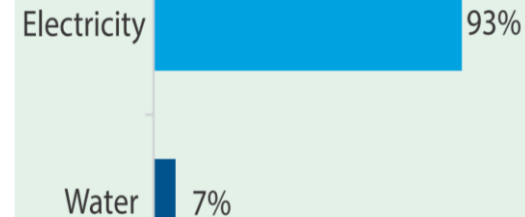
آب و انرژی: ۲ م یورو



مواد اولیه: ۲۶/۴ م یورو



آب و انرژی: ۴ م یورو



قیمت تمام شده: ۰/۶۴ یورو

قیمت پلی سیلیکون: ۲۵ Euro/Kg

قیمت بازار: ۰/۹۵ یورو

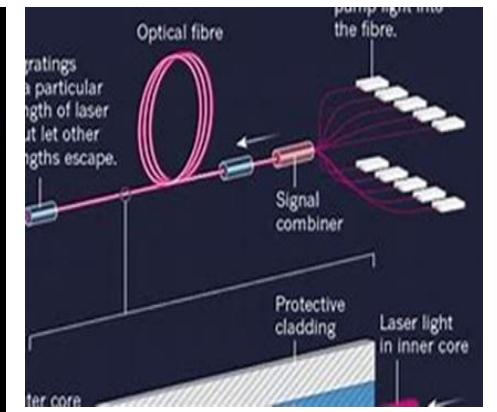
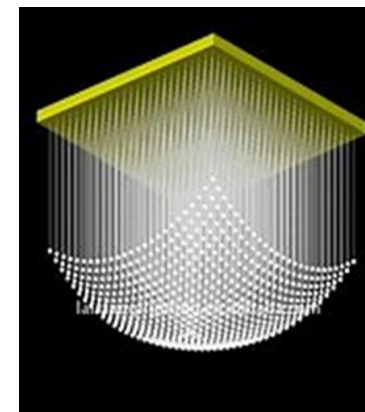
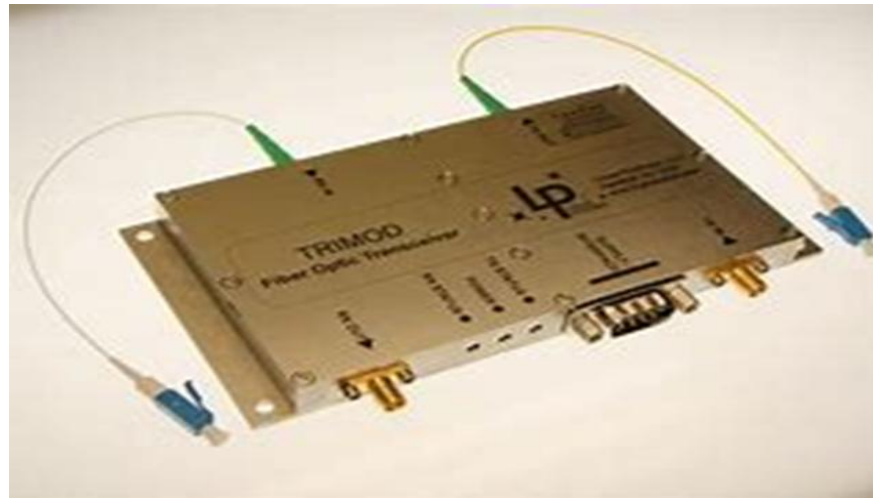
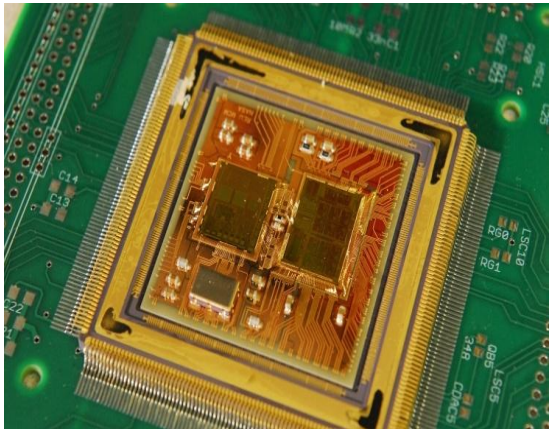
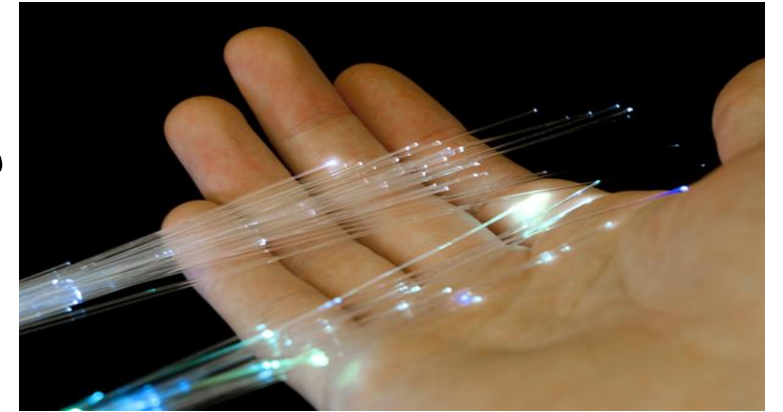
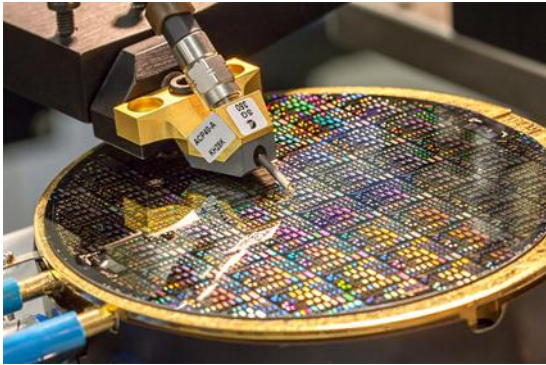
ظرفیت تولید برای ۱۰۰۰ مگاوات:
۱۴۲ میلیون ویفر ۱۸/۲ سانتیمتر

IRR= %۵۴

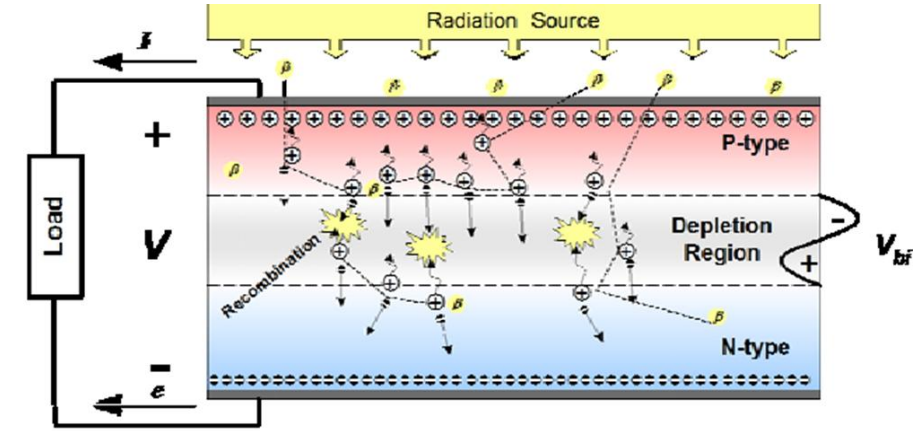
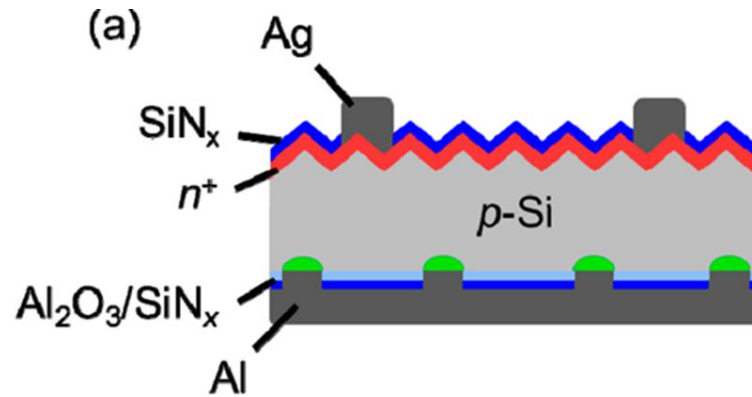
NPV=۵۸۸۵۳۳

اشتغالزایی: ۳۵۰ نفر مستقیم و
۳۰۰۰ نفر غیر مستقیم

میکرو الکترونیک - میکرو فوتونیک



ویفر ، سلول و مدول فوتوولتائیک و بتاولتائیک



سیلیکون متال

پلی سیلیکون

شمش

ویفر

سلول

مدول

سرمایه ثابت: ۱۲۶ م یورو

تاسیسات 3%

کارگاه 9%

ماشین آلات و دستگاه ها 87%

زمین و ساختمان 1%

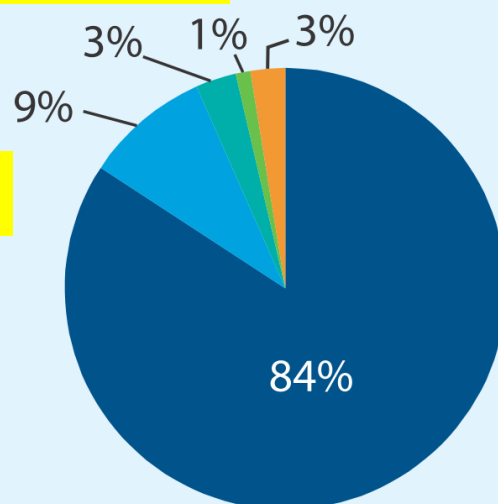
مواد اولیه: ۶۰ م یورو

ویفر

نقره جلو 9%

نقره پشت 1%

خمیر AL 3%



آب و انرژی = ۱/۲ م یورو

فاضلاب 7%

آب 4%

برق 89%

قیمت تمام شده سلول هر وات پیک: ۰/۱۱ م یورو

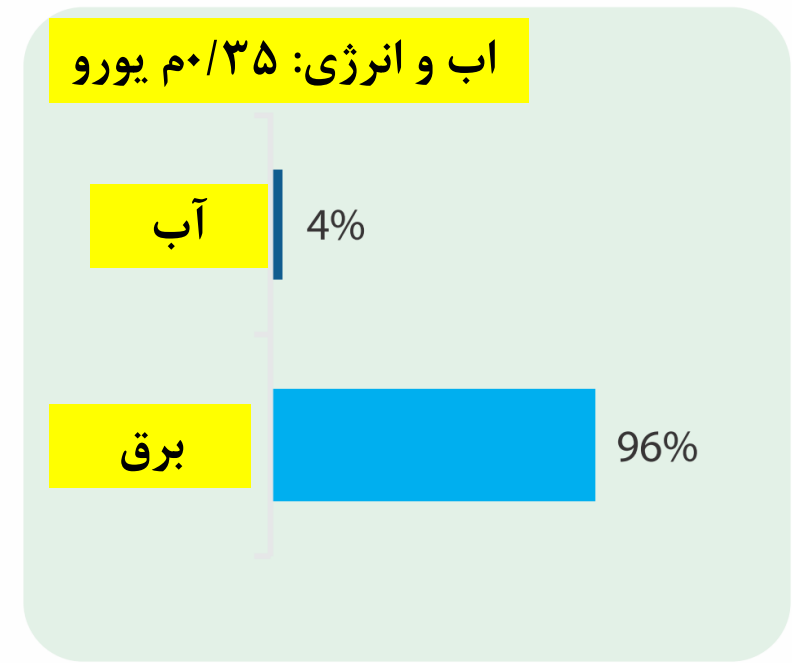
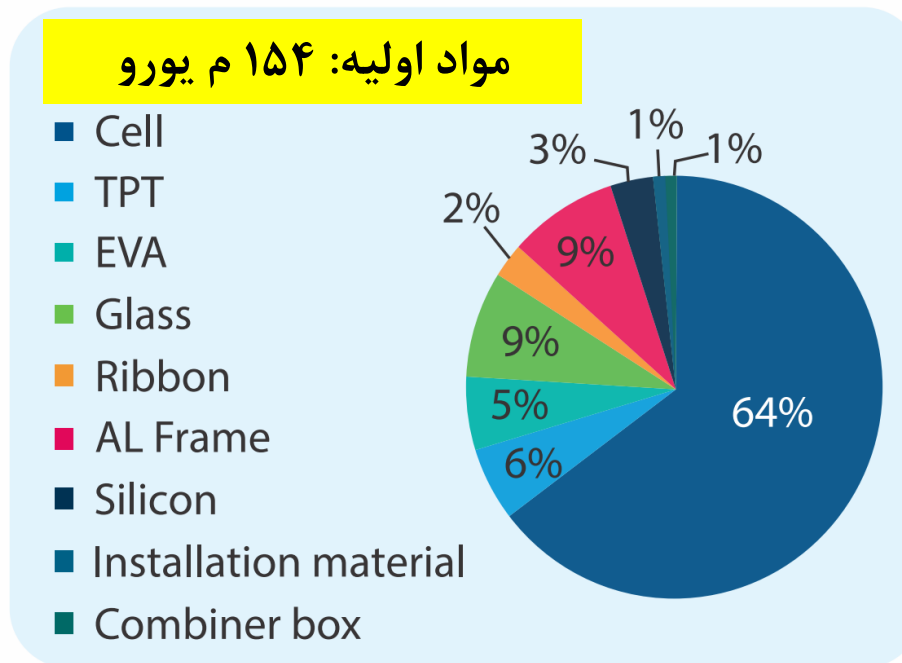
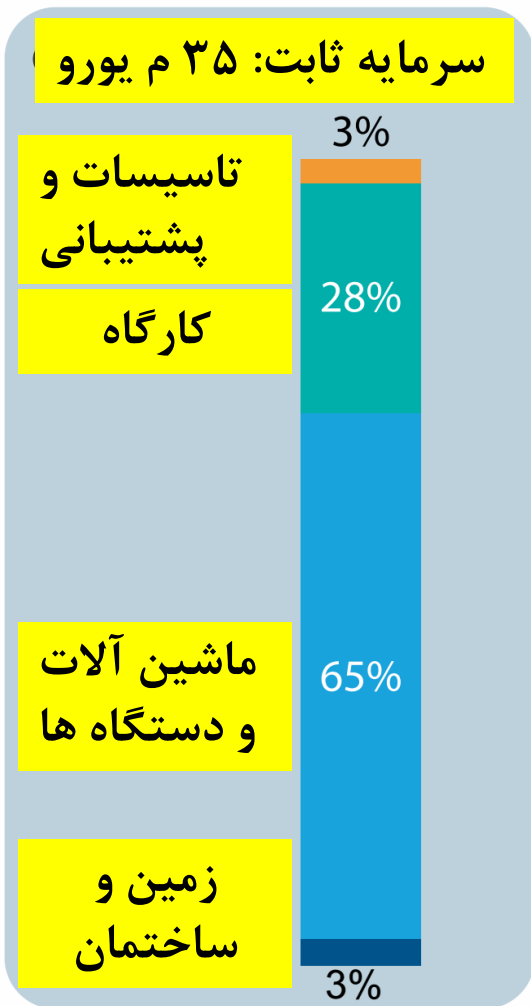
قیمت بازار جهانی: ۰/۱۷ م یورو

ظرفیت تولید: ۱۰۰۰ مگاوات

اشتغال زایی: ۲۰۰ نفر به صورت مستقیم و ۱۰۰۰ نفر به صورت غیر مستقیم

IRR=۳۶٪

NPV=۲,۳۱۱,۸۶۴



IRR = ۵۸٪

NPV = ۱۱۱۲۱۰

قیمت تمام شده مدول خورشیدی وات پیک: ۰/۲۰ یورو

قیمت جهانی وات پیک: ۰/۲۵ یورو

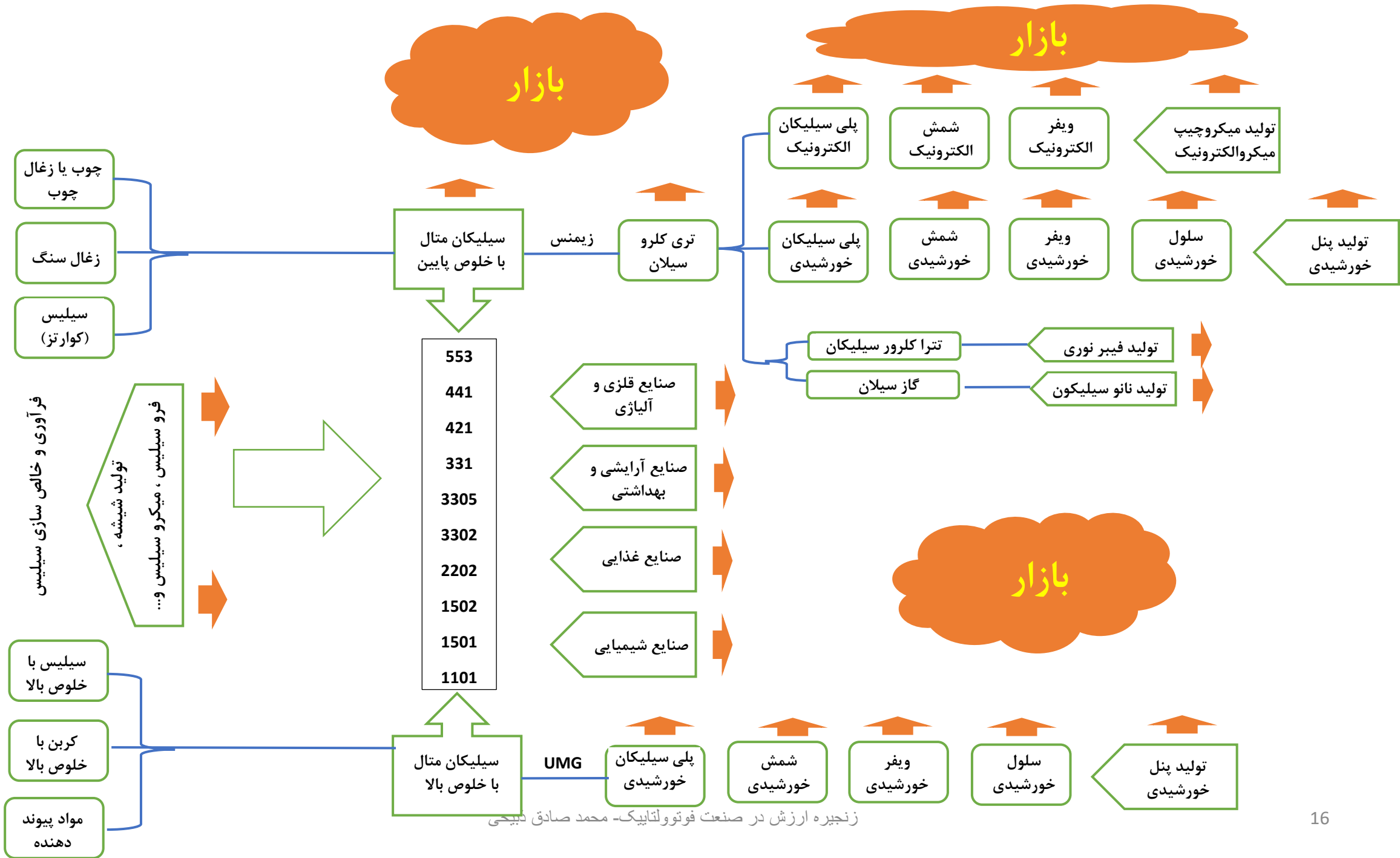
ظرفیت: ۱۰۰۰ مگاوات

اشتغال زایی: ۳۰۰ نفر مستقیم و ۵۰۰۰ نفر غیر مستقیم است



زنجیره صنایع سیلیسیوم متال ، خورشیدی و الکترونیک در ایران

محمد صادق ذیحی



ضرورت تکمیل زنجیره صنایع سیلیسیوم:

- یکی از زیربنایی ترین نیازهای کشور برای تامین مواد اولیه اصلی:
- در زنجیره صنایع الکترونیک،
- در زنجیره صنایع فوتونیک،
- در زنجیره صنایع فوتوولتایک (برق خورشیدی)
- در زنجیره صنایع شیمیایی، بهداشتی و غذایی

تلاش های صورت گرفته ظرف ۲۰ سال گذشته برای خود اتکایی کشور در این حوزه ها عمدتاً در بخش پایین دستی این زنجیره ها صورت گرفته که ماده اولیه اصلی آن ها که بالغ بر ۲۰۰،۰۰۰ تن سیلیسیوم با خلوص بالا در سال بوده و از خارج از کشور وارد شده است

نگاهی به زیست بوم سیلیکان

- صنایع تولید انواع پودر های نانویی و میکروبی سیلیس (کوارتز)
- صنایع تولید انواع شیشه های فلوت ، شیشه های خاص ، رشته های شیشه ای ، انواع عدسی (لنز) و میکرو لنز
- صنایع تولید فروسیلیس و سیلیکان کاربید
- صنایع تولید سیلیکان متال با گرید های مختلف
- صنایع تولید انواع لاستیک ها و پلیمر های سیلیکونی ، مواد نسوز ، قطعات تجهیزات دفاعی
- صنایع تولید انواع مواد سیلیکونی برای جلیقه های ضد گلوله ، بدنه پرنده های بدون سرنشین و تجهیزات ایمنی
- صنایع تولید انواع روغن ها و روانکار های سیلیکونی
- صنایع تولید انواع پارچه ها ، نوارها و چسب های سیلیکونی
- صنایع تولید انواع تجهیزات کمک پزشکی و ضد حساسیت سیلیکونی
- صنایع تولید انواع الاستومر های سیلیکونی (مکمل های آرایشی بهداشتی)
- صنایع تولید انواع پروکساید و مواد افزودنی سیلیکونی (شیمیایی)
- صنایع تولید انواع مواد افزودنی و مکمل های غذایی سیلیکونی
- صنایع تولید انواع رنگ ها و پوشش های سیلیکونی

نگاهی به زیست بوم

- صنایع تولید انواع ظروف (آزمایشگاهی و خانگی)
- صنایع تولید انواع قالب ها و بوته های آزمایشگاهی صنعتی سیلیکانی
- صنایع تولید مواد بسته بندی سیلیکونی
- صنایع تولید تجهیزات ایمنی و ضد آتش سیلیکونی
- صنایع تولید سیلیکان آند و باتری های لیتیوم یونی سیلیکونی
- صنایع تولید پلی سیلیکان خورشیدی، ویفر، سلول و مدول خورشیدی
- صنایع تولید پلی سیلیکان الکترونیک، ویفر و انواع قطعات الکترونیک. میکرو الکترونیک
- صنایع تولید گازسیلان، تری کلرو سیلان و تتراکلرور سیلیکان
- صنایع تولید میکرو و نانو سیلیکان
- صنایع تولید سیلیکان فوتونیک و برد های سیلیکونی
- صنایع تولید انواع فیبر نوری (مخابراتی، پزشکی و صنعتی)
- صنایع تولید انواع کابل های نوری
- صنایع تولید انواع اتصال دهنده های نوری، حسگر های سیلیکانی

انتخاب کنیم، در کدام شاخه از زنجیره صنایع سیلیکان می خواهیم وارد شویم

• صنایع خورشیدی،

میکرو الکترونیک و

میکرو فوتونیک

• صنایع مخابراتی،

پلیمری و

شیمیایی

• صنایع فلزی و

آلیاژی

> 500

< 50

< 10

مکمل های غذایی
مکمل های آرایشی - بهداشتی
رنگ و پوشش
رزین ها
روانکارها

پلیمر های سیلیکانی

مونومر های سیلیکانی

سیلیکان (صنایع معدنی)

متان (پترو پالایش)

کل سرمایه گذاری ۳۵۰ میلیون یورو

قابل انجام به صورت تدریجی

مصرف انرژی پائین

انواع رزین های خوراکی
انواع رزین های رنگ و پوشش
انواع مواد ضدآتش
نخ و پارچه های نسوز
انواع روانکارهای سیلیکونی
انواع چسب های سیلیکونی
ابزار و تجهیزات پزشکی
انواع داروهای سیلیکونی
مواد آرایشی و بهداشتی
کاغذ های سیلیکونی
کف پوش های ضد شیمیایی
کف پوش های نسوز
انواع مکمل های غذایی
انواع روغن ها سیلیکونی
انواع لاستیک های مقاوم

با وجود ۵۰۰ کارخانه داخلی که مواد اولیه آنها وارداتی است.

برای تولید ۲۵۰۰ محصول از این نوع می تواند کارخانجات جدیدی احداث شود

مصرف انرژی پائین

صادرات

پلیمرهای رنگ و پوشش

پلیمرهای صنایع غذایی

پلیمرهای صنایع شیمیایی

پلیمرهای صنایع آرایشی

پلیمرهای صنایع بهداشتی

پلیمرهای صنعتی

۱۰ تا ۵۰ کارخانه ، می تواند در هر نقطه ای باشد

مصرف انرژی متوسط

مونومرهای سیلیسیومی

مواد پتروشیمی

سیلیسیوم و
سیلیس

قابل تامین از صنایع پتروشیمی داخلی

قابل تامین از صنایع معدنی داخلی

یک تا ۵ کارخانه

بهتر است در کنار پتروشیمی باشد

برآورد گردش مالی سیلیکان در بازار ایران

ردیف	شرح	برآورد نیاز کشور	متوسط قیمت جهانی (یورو)	اقتصاد محصول (یورو)
1	تولید محصولات شیشه	500,000	16	8,000,000
2	سیلیکان متال - تن	50,000	3,000	150,000,000
3	مکمل های غذایی - تن	5,000	10,000	50,000,000
4	مکمل های بهداشتی - آرایشی - تن	7,000	8,000	56,000,000
5	سیلیکان شیمیایی - تن	20,000	15,000	300,000,000
6	پلی سیلیکان خورشیدی - تن	10,000	17,000	170,000,000
7	پلی سیلیکان الکترونیک - تن	2,000	35,000	70,000,000
8	فیبر نوری مخابراتی - کیلومتر	15,000,000	12	180,000,000
9	میکرو الکترونیک - قطعه	10,000,000	30	300,000,000
10	میکرو فوتونیک - قطعه	5,000,000	15	75,000,000
11	نانو سیلیکان - کیلوگرم	1,000,000	29	29,000,000
12	سلول و پنل خورشیدی - مگاوات پیک	1,000	250,000	250,000,000
13	کابل نوری - کیلومتر	5,000	20,000	100,000,000
14	فیبر نوری صنعتی و پزشکی - قطعه	1,000,000	100	100,000,000
15	فرو سیلیس - تن	200,000	1.5	300,000
16	سیلیکان کاربرد	20,000	80.0	1,600,000
17	میکرو سیلیکا - تن	50,000	2.0	100,000
18	خدمات سیلیسیمی - خدمت	5,000,000	5	25,000,000
				1,865,000,000