تعيين شاخص‌هاي ارزشگذاري و اولويت بندي مواد پيشرفته براى پيشنهاد سرمايه‌گذارى در برنامه چشم‌انداز

دكتر سيدحميدرضا مداح حسيني (دانشيار)
دانشكده مهندسي و علم مواد دانشگاه صنعتي شريف- پژوهشكده سيستم-هاي پيشرفته صنعتي

چكيده
در اين پژوهش، مواد پيشرفته در چهار گروه شامل سراميكهاى پيشرفته، پليمرهاى پيشرفته،كامپوزيتها و فلزات- آلياژها- تركيبات بين فلزى پيشرفته دسته بندى شده و با معيار قرار دادن شاخص هاى ده گانه شامل: انگيزه سرمايه گذارى، امكان تأمين مواد اوليه، ارزش افزوده، بازار داخلى، اشتغال زائى، چشم انداز صادراتى، همسازى با محيط زيست، جذب سرمايه خارجى، دست يابى به تكنولوژى و اهميت استراتژيک، اولويت سرمايه گذارى در عرصه هاى مختلف اين مواد تعيين شده است. به منظور افزايش اعتبار اين اولويت بندى، براى شاخص‌هاى ده‌گانه وزنهائى در نظر گرفته شده است. اين وزنها براى دو گروه كلى مواد پيشرفته با حجم توليد كم و مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه به طور جداگانه با ضرايبى از يک تا ده تعريف شده و بر مبناى آن، امتياز كلى هر عرصه از مواد پيشرفته محاسبه و با ساير عرصه هاى موجود در گروه مربوطه مورد مقايسه قرار گرفته است. حاصل اين ارزيابى، دسته بندى عرصه هاى مواد پيشرفته در هر يک از گروهها چهارگانه به سه اولويت است. اين سه اولويت عبارتند از: اولويت براى سرمايه گذارى مستقيم بخش دولتى، اولويت براى سرمايه گذارى مشترک با بخش خصوصى و اولويت براى سرمايه گذارى پژوهشى.

۱- مقدمه

طي قرون مختلف همواره زندگي بشر متأثر از طبيعت پيرامون او بوده است تا آنجا كه اعصار مختلف زندگي او بر اين كره خاكي با نام موادي كه او را در سيطره بر طبيعت ياري نموده اند، همراه بوده است. براي نمونه مي توان از اعصار سنگ، مفرغ وآهن به عنوان شاهدى بر اين مدعا نام برد. از گستره وسيع موادي كه در طبيعت پيرامون ما وجود دارند به گروهي خاص نام مواد مهندسي اطلاق مي شود. بنا به تعريف هر ماده مصنوعي (سنتز شده) كه داراي خواص ويژه مكانيكي، مقاومت به خوردگي و اكسيداسيون يا داراي مشخصات ويژه الكتريكي، نوري و مغناطيسي باشد، يك ماده مهندسي اطلاق مي شود. برحسب تركيب شيميايي و ساختار اتمي، اغلب مواد مهندسي را مي توان در يكي از سه گروه فلزات، سراميكها و پليمرها قرار داد. گروه چهارمي نيز به نام كامپوزيتها وجود دارد كه تركيبي از دو يا چند ماه از گروههاي سه گانه مذكور است. بايد توجه داشت كه لزوماً كامپوزيت ها تركيب دو ماده غير همجنس نيستند بدين معني كه حتي مواد كربن-كربن نيز گروهي از كامپوزيت ها بشمار مي‌روند. شيشه ها نيز در اين دسته بندي در گروه سراميكها قرار مي گيرند ولي گاهي به دليل خواص ويژه، آنها را در گروه جداگانه اي مورد بحث قرارمي دهند.

به موادي در گروههاي سه گانه فوق كه داراي مشخصات فيزيكي، مكانيكي و الكتروشيميايي فراتر از حد انتظار هستند، مواد پيشرفته گفته مي‌شود . با اين تعريف، مواد پيشرفته لزوماً مواد جديدي نيستند، بلكه ممكن است با انجام فرآيندهاي خاص و تغييراتي كه در ريزساختار مواد سنتي صورت مي گيرد، از

آنها مواد پیشرفته‌اي حاصل گردد. براي نمونه، بسياري از فلزات و آلياژهاي سنتي وقتي كه با فرآيند تبريد سريع از ساختار بلورين به حالت شيشه اي تبديل گردند داراي خواص جالبي مي شوند كه آنها را در زمره مواد پيشرفته قرار مي دهد. حتي فلز خالص مانند جيوه كه از شناخته شده ترين مواد تاريخ بشر است هنگامي كه با فرآيندهاي خاص تا دماي بسيار پايين سرد مي شود، به يك ابر رسانا تبديل مي شود و ديگر نمي‌توان آن را ماده اي سنتي دانست. بر اين اساس، حيطه و محدوده مواد پيشرفته داراي مرز هاي ثابت و مشخصي نبوده و هر روزه تغييرات قابل توجهي در مرزبندي مواد سنتي و پيشرفته بوجود مي آيد.

۲- نظام دسته بندي و ارزشگذاري

۲-۱- دسته بندي مواد پيشرفته

مواد پيشرفته از جهت نوع كارائی ويژه آنها، به انواع بسيار متنوعی چون مواد هوشمند، مواد مغناطيسي، مواد زيستي، سوپرآلياژها، نانو مواد و پوششهای پيشرفته دسته بندی می‌شوند. در اين دسته بندي همپوشاني قابل توجهي بين گروه‌هاي مختلف اين مواد وجود دارد. به عنوان مثال در طبقه بندي كاربردی، سراميكهاي پيزوالكتريک را مي‌توانيم در هر دو گروه سراميكها و مواد هوشمند جاي دهيم. همين اشكال در مورد آلياژهاي حافظه دار نيز وجود دارد كه طبق تعريف به هر دو گروه مواد هوشمند و مواد زيستي تعلق دارند. براي جلوگيري از تكرار يک ماده پيشرفته در اولويت بنديها، در اين گزارش سعي شده است كه تمامي مواد پيسرفته در چهار گروه اصلي زير جاي داده شده و مورد بررسی و اولويت گذاری قرار گيرند.

- سراميكهاي پيشرفته
- پليمرهاي پيشرفته
- كامپوزيتها
- فلزات، آلياژها و تركيبات بين فلزي پيشرفته

به اين ترتيب از تكرار برخي از انواع مواد پيشرفته در گروه هاي مختلف و هم پوشاني گروه ها اجتناب شده است.

۲-۲- ارزشگذاري و تعيين شاخصهاي اولويت

با توجه به وسعت زياد عرصه مواد پيشرفته و انواع بسيار متنوع آنها، تعيين يك نظام ارزش گذاري مناسب براي تعيين اولويتها در كشور كار ساده اي به نظر نمي رسد. پيچيدگي چنين امري زماني مشخص مي شود كه بدانيم دستيابي به برخي اطلاعات و آمار علمي و واقعي در زمينه توليد و مصرف مواد پيشرفته در كشور، نياز به كار تحقيقاتي و كارشناسي دقيقي دارد كه تاكنون به انجام نرسيده يا بصورت محدود بوده است. به هر جهت، دراين طرح با استفاده از روش وزن گذاري بر اساس نظر خواهی از كارشناسان خبره صنعت و دانشگاه، تلاش شد تا به صورت كيفي زمينه هاي با پتانسيل بالا براي سرمايه گذاري مشخص شوند. به منظور افزايش دقت ارزيابي در اين روش، مواد پيشرفته موجود در هر يک از گروههاي چهارگانه از ابتدا در دو شاخة مواد پيشرفته با حجم توليد كم و مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه دسته بندي شده اند. دليل انتخاب حجم توليد به عنوان عامل ممیز دسته بندي، توجه به اين واقعيت است كه اهميت شاخصهاي مهمي نظير چشم انداز صادراتي، اهميت جذب سرمايه خارجي، همسازي با محيط زيست و از همه مهمتر امكان تأمين مواد اوليه كاملاً به حجم توليد مواد

وابسته بوده و براي مواد با حجم توليد كم يا انبوه داراي وزنهاي متفاوتي مي باشد.
در جدول ۱ نظام ارزش گذاري مورد استفاده در اين طرح براي تعيين اولويتهاي مواد پيشرفته با حجم توليد كم و زياد براي كشور ارائه شده است. در اين جدول ده موضوع عمده كه بايد در تعيين اولويتها مورد توجه قرار گيرند انتخاب و به منظور احتساب درجه اهميت و اثر گذاري موضوع، وزن يا ضريبي در محدوده ۱ تا ۱۰ اختصاص داده شده است. شايان ذكر است كه وزن منظور شده براي اغلب شاخصها در مورد مواد با حجم توليد كم و انبوه متفاوت مي باشد. در نظام ارزش گذاري مواد پيشرفته با حجم توليد كم براي اولويت بندي در سياستگذاري اقتصادي دولت، پارامترهائي نظير امكان تأمين مواد اوليه، بازار داخلي، اشتغال زدائي، همسازي بامحيط زيست و سهولت جذب سرمايه خارجي داراي درجه اهميت كمتري بوده و در عوض انگيزه سرمايه گذاري، ارزش افزوده، چشم انداز صادراتي، قابليت دستيابي به تكنولوژي و اهميت استراتژيک از وزن بالاتري برخوردارند. اين بدان معنا است كه در عرصه توليد مواد پيشرفته با حجم كم، بدون اطمينان از وجود مزيت نسبي در شاخصهاي با وزن بالا نظير انگيزه سرمايه گذاري، ارزش افزوده و ...، سرمايه گذاري براي توليد اين مواد چشم انداز مثبتي را نشان نمي دهد.

جدول ۱- نظام ارزش گذاري استفاده شده در اين مطالعه براي تعيين الويتهاي مواد پيشرفته با حجم توليد كم و انبوه

رديف	شاخص	وزن (اهميت) شاخص براي حجم توليد كم	وزن (اهميت) شاخص براي حجم توليد انبوه
۱	انگيزه سرمايه گذاري	۷	۱۰
۲	امكان تأمين مواد اوليه	۱	۹
۳	ارزش افزوده	۱۰	۷
٤	بازار داخلي	۲	۴
٥	اشتغال زائي	۱	۴
٦	چشم انداز صادراتي	۹	۹
۷	همسازي با محيط زيست	۱	۷
۸	جذب سرمايه خارجي	۳	۱۰
۹	دست يابي به تكنولوژي	۹	۹
۱۰	اهميت استراتژيک	۹	۷

برخي از مواد پيشرفته با وجود نوپا بودن به سرعت جايگاه خود را در صنايع و وسايل زندگي روزمره يافته و آن را گسترش داده اند. اين مواد ضمن برخورداري از ارزش افزوده بالا كه ناشي از تكنولوژي برتر به كار رفته در فرآيند توليد آنها است، به دليل كاربردهاي متداولي كه دارند، جزو مواد با حجم توليد زياد در نظر گرفته مي شوند. در نظام ارزش گذاري اين مواد براي اولويت بندي در كشور، وجود پارامترهائي نظير انگيزه سرمايه گذاري، امكان تأمين مواد اوليه، ارزش افزوده، چشم انداز صادراتي، همسازي بامحيط زيست، جذب سرمايه خارجي، قابليت دستيابي به تكنولوژي و اهميت استراتژيک داراي درجه اهميت بالائي هستند. ساير شاخص هاي ارزشگذاري نظير وجود بازار داخلي و اشتغال زائي براي اين مواد داراي وزن كمتري مي باشند (جدول ۱). در زير ضمن توضيح مختصر شاخصهاي ده گانه، دلايل انتخاب وزنهاي متفاوت براي مواد پيشرفته با حجم توليد كم و انبوه ذكر شده اند.

۲-۲-۱- انگيزه سرمايه گذاري

توليد مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه اغلب نياز به سرمايه گذاري هنگفت جهت ايجاد واحدهاي توليدي دارد، از اين رو بدون وجود

انگيزه كافي جهت سرمايه گذاري، گرايش به اينگونه مواد داراي توجيه كافي نمي باشد. به همين دليل، وزن اين شاخص براي مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه حداكثر (۱۰) در نظر گرفته شده است.
در مورد مواد پيشرفته با حجم توليد كم نيز اهميت اين شاخص قابل توجه است، ولي با توجه به اينكه با جذب سرمايه هاي كوچك نيز مي توان بسياري از اين مواد را به توليد رساند، وزن شاخص بر اين گروه از مواد پيشرفته مقداري كمتر (۷) تعيين شده است.
نگاهي به برنامه توليد برخي از مواد پيشرفته با حجم توليد كم نظير سراميكهاي الكتريكي، مواد پزشكي و مواد هوشمند در كشورهائي نظير ژاپن و چين نشان مي دهد كه در بسياري از موارد، واحدهاي توليدي كوچك و شركتهاي متوسط عهده دار توليد اين مواد هستند.

۲-۲-۲- امكان تأمين مواد اوليه

وجود منابع كافي براي تأمين مواد اوليه و اطمينان از جريان مطمئن اين مواد به سمت توليد كننده، يک شرط لازم براي ايجاد رغبت در شركتهائي است كه براي توليد مواد پيشرفته خطر نموده اند. طبيعي است كه هر چه حجم مواد مورد نياز براي توليد محصول مورد نظر بيشتر باشد، اهميت اين شاخص نيز افزونتر است. بنابراين، وزن اين شاخص براي مواد پيشرفته با حجم توليد كم و انبوه در دو سمت مقابل يكديگر (۱ در مقابل ۹) قرار مي‌گيرد. به عنوان مثال وجود مواد اوليه زياد و ارزان به عنوان يک مزيت نسبي مهم در توليد نسوزهاي پيشرفته، مي توانند اين سراميكها را تا بالاترين رتبه هاي اولويت در كشور ارتقاء دهد. در صورتيكه در اولويت بندي جهاني، سراميكهاي الكتريكي داراي بالاترين اولويت هستند.

۲-۲-۳- ارزش افزوده

اهميت برخورداري از ارزش افزوده بالا براي مواد پيشرفتهئي كه در حجم كم توليد مي شوند، بيشتر از گروهي است كه به صورت انبوه عرضه مي گردند. البته بايد توجه داشت كه ارزش افزوده بالا يكي از ويژگيهاي مهم كليه مواد پيشرفته است. بنابراين منطقي به نظر مي رسد كه وزن اين شاخص براي مواد پيشرفته با حجم توليد كم، ۱۰ در نظر گرفته شده ولي براي مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه قدري بالاتر از حد متوسط (۷) باشد.

۲-۲-۴- بازار داخلي

وجود بازار مصرف پايدار يک شرط اصلي براي بقاي توليد محصولات و فرآورده هاي فناوري است ولي جستجوي اين بازار در داخل كشور، شايد چشم انداز نا اميد كننده اي را براي توليد بسياري از مواد پيشرفته نشان دهد.
يكي از ويژگيهاي مواد پيشرفته، تأثير پذيري مستقيم از ظهور و همه گير شدن محصولات فناوري مدرن است كه آسايش افزونتري را براي بشريت به ارمغان مي آورند. به عنوان مثال، ظهور يک وسيله ارتباطي نوين مانند تلفن همراه، بازار جهاني قابل توجهي را براي مواد پيشرفته به كار رفته در آن ايجاد مي كند. از اين رو در رويكرد به مواد پيشرفته، اهميت بازار جهاني بسيار بيشتر از بازار داخلي است و شاخص اخير داراي درجه اهميت كمي است. البته در مقايسه مواد پيشرفته با حجم توليد كم و انبوه ، بديهي است وجود بازار داخلي مناسب براي حجم توليد انبوه حائز درجه تأثير گذاري بالاتري نسبت به حجم توليد كم مي باشد. به همين دليل به ترتيب وزنهاي ۲ و ٤ براي مواد گروه اول و دوم در نظر گرفته شده است.

۲-۲-۵- اشتغال زائي

كشور ما در سالهاي اخير با چالش اشتغال به خصوص در قشر تحصيل كرده روبرو بوده است. لذا، در تصميم گيريهاي كلان اقتصادي، همواره اشتغال زائي به عنوان يک شاخص مهم مورد توجه قرار مي گيرد. در توليد مواد پيشرفته، اغلب ميزان اشتغال مستقيم چندان

زياد نمي باشد ولي در عوض پيدايش فرصت هاي شغلي جديد به طور غير مستقيم و مرغوبيت نوع اشتغال (از جهت به كارگيري نيروهاي متخصص) از خصوصيات فرآيندهاي توليد اين مواد است. به همين دليل در گزارش حاضر، به طور كلي وزن شاخص اشتغال زائي براي هر دو گروه مواد پيشرفته كم در نظر گرفته شده و اين وزن براي مواد پيشرفته با حجم توليد كم بسيار كمتر از توليد انبوه است (١ در برابر ٤) .

٢-٢-٦- چشم انداز صادراتي

وجود چشم انداز صادراتي يكي از شاخص هائي است كه براي هر دو گروه از درجه اهميت زيادي برخوردار است و وزن اين شاخص براي هر دو گروه يكسان است (٩). همانگونه كه در قبلاً ذكر شد، در توليد مواد پيشرفته نمي توان به بازار داخلي تكيه نمود و قابليت صادرات از عوامل اصلي بقا خواهد بود.

٢-٢-٧- همسازي با محيط زيست

در فرآيند توسعه پايدار، تمامي كشورها و به خصوص كشورهائي كه سهم بالاتري از توليد ثروت جهاني به عهده دارند، موظف به حفاظت زيست بوم خويش از گزند آلودگيها هستند و كشور ما نيز از اين امر مستثني نيست. طبيعي است كه بار زيست محيطي هر ماده با ميزان توليد آن نسبت مستقيم دارد و از اين جهت وزن شاخص فوق براي مواد پيشرفته با حجم توليد كم حداقل مقدار ممكن (١) در نظر گرفته شده ولي براي مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه وزني بالاتر از متوسط (٧) تعيين شده است.

٢-٢-٨- جذب سرمايه خارجي

در مطالعات انجام شده در بخشهاي قبلي اين سلسله گزارشها، به خوبي ميزان جذابيت انواع مختلف مواد پيشرفته در سطح جهاني، با توجه به آمار و اطلاعات جديد بيان شده است كه خود مي تواند به عنوان مرجعي براي تعيين وزن شاخص جذب سرمايه خارجي به كار آيد. در اينجا نكته ظريفي وجود دارد و آن اين است كه وجود مزاياي نسبي سنتي در كشورهاي در حال توسعه مانند نيروي انساني ارزان، هزينه هاي سر بار كم و در مواردي انرژي ارزان، سرمايه گذاران خارجي را بيشتر به سوي مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه سوق مي دهد. به همين دليل وزن اين شاخص براي مواد پيشرفته با حجم توليد كم در حدي كمتر از متوسط (٣) و براي مواد پيشرفته با حجم توليد انبوه حداكثر (١٠) در نظر گرفته شده است.

٢-٢-٩- دست يابي به تكنولوژي

امكان دسترسي به تكنولوژي نيز مانند چشم انداز صادراتي از عواملي است كه براي هر دو گروه مواد پيشرفته از درجه اهميت بالا و يكساني برخوردار است (٩). با وجود عدم اطمينان از قابل دسترس بودن تكنولوژي مواد پيشرفته در مواردي كه حساسيتهاي سياسي، نظامي و ... جزو عوامل محدود كننده هستند، نمي توان توجيه كافي براي توليد و فرآوري اين مواد ارائه نمود مگر اينكه ملاحظات ديگري نظير اهميت استراتژيک مطرح باشند.

٢-٢-١٠- اهميت استراتژيک

در مواردي رويكرد به مواد پيشرفته داراي اهميت استراتژيک بوده و مسائلي فراتر از انگيزه هاي اقتصادي در اولويت بندي مواد پيشرفته دخالت مي نمايند. اين موارد اغلب در گروه اول (حجم توليد كم) به دليل مصارف خاص نظامي، امنيتي و ... قرار دارند. به همين دليل وزن شاخص مورد بحث براي اين گروه نزديک به حد بيشينه (٩) و براي گروه دوم (توليد انبوه) در حدي بالاتر از متوسط (٧) در نظر گرفته شده است.

٣- گزينش مهمترين عرصه‌هاي مواد پيشرفته براي ايران

در جدول ۲ موضوعات اولویت دار در عرصه سرامیکها و شیشه های پیشرفته با حجم تولید کم و زیاد برای سرمایه گذاری در کشور ارزش گذاری شده اند. برای ارزش گذاری سرامیکها و شیشه های با حجم تولید کم در این جدول، از وزنهای ستون اول جدول شماره ۱ ودر مورد سرامیکها و شیشه های با حجم تولید انبوه، از وزنهای ستون دوم این جدول استفاده شده است. پس از ارزش گذاری هر مورد، امتیاز آن در وزن مورد نظر ضرب و مجموع حاصل محاسبه ودر جدول شماره ۲ آورده شده است.
برای نمونه، روش عملیات برای تعیین امتیاز نسبی نیمه هادیها در پی می آید:

(وزن ردیف ۲) ۹ × (امتیاز ردیف ۲) ۷ + (وزن ردیف ۱) ۱۰ × (امتیاز ردیف ۱)۳
+ (وزن ردیف ٤) ۴× (امتیاز ردیف ٤) ۵ + (وزن ردیف ۳) ۷ × (امتیاز ردیف ۳) ۸
+ (وزن ردیف ٦)۹ × (امتیاز ردیف ٦) ۴ + (وزن ردیف ٥) ۴ × (امتیاز ردیف ٥) ۴
+ (وزن ردیف ۸)۱۰ × (امتیاز ردیف ۸) ۴ + (وزن ردیف ۷) ۷ × (امتیاز ردیف ۷) ۹
۴۱۵ = (وزن ردیف ۱۰)۷ × (امتیاز ردیف ۱۰) ۴ + (وزن ردیف ۹) ۹ × (امتیاز ردیف ۹) ۷

بدین ترتیب امتیاز نسبی نیمه هادیها برای کشور عدد ۴۱۵ می باشد. پس از تکمیل عملیات، نتایج بدست آمده به ترتیب نزولی در جدول ۳ منظم شده اند. از آنجاکه اعداد محاسبه شده فقط بطور نسبی درجه اهمیت هر ماده را نشان می دهند، نتایج نرماله شده و بصورت درصد مقبولیت در جدول مذکور آمده است. برای نمونه، در بین سرامیکها و شیشه های نوین، سرامیکهای سازه ای دارای بالاترین امتیاز هستند. در نتیجه درصد مقبولیت این مواد ۱۰۰ در نظر گرفته شده و امتیاز سایر مواد نسبت به آن نرماله شده اند.
به طریق مشابه این عملیات برای گروههای دیگر مواد (پلیمرها، کامپوزیتها و آلیاژهای پیشرفته) تکرار و نتایج حاصل در جدولهای ۴ تا ۹ آورده شده اند. لازم به ذکر است که مقایسه امتیازات نسبی مواد در هر از یك گروهها، معیار مناسبی برای تعیین الویتها در همان گروه است. یعنی چنین مقایسه ای بین مواد گروه های مختلف صحیح نمی باشد. برای نمونه، نمی توان امتیاز نسبی ۴۹۷ برای سوپر آلیاژها در کشور (طبق جدول شماره ۹) را معیاری برای الویت داشتن این مواد نسبت به کامپوزیت های زمینه آلومینیم با امیتاز نسبی٤٦٠ (طبق جدول شماره ۷) دانست.

جدول ۲- ارزیابی وضیت مواد سرامیکی و شیشه ای برای پیش بینی اولویتها ی سرمایه گذاری در کشور

شاخص	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ٤	شاخص ٥	شاخص ٦	شاخص ۷	شاخص ۸	شاخص ۹	شاخص ۱۰	امتيازكل
وزن شاخص	مواد با حجم توليد زياد										
	۱۰	۹	۷	۴	۴	۹	۷	۱۰	۹	۷	
نسوزهاي پيشرفته	۹	۱۰	۶	۱۰	۸	۶	۴	۶	۹	۳	۵۳۸
نيمه هاديها	۳	۷	۸	٥	۴	۴	۹	۴	۷	۴	۴۱۵
سراميك هاي سازه اي	۸	۸	۹	۶	۵	۸	۷	۸	۷	۷	۵۷۲
شيشه هاي سيليكاتي	۸	۹	۷	۷	٥	۷	۶	۷	۹	۲	۵۲۸
آهنرباهاي سراميكي	۹	۹	۹	۸	۴	۷	۷	۸	۹	۲	۵۶۹
وزن شاخص	مواد با حجم توليد كم										
	۷	۱	۱۰	۲	۱	۹	۱	۳	۹	۹	
دي الكتريكها	۷	۸	۹	۳	۲	٥	۹	۴	۸	۲	۴۵۹
پيزو الكتريكها	۸	۶	۱۰	۴	۲	۴	۹	۳	۶	۸	۳۵۲
ابررساناهاي دماي بالا	۳	۷	۱۰	۱	۱	۲	۹	۲	۶	۶	۲۷۲
وريستورها	۷	۷	۹	٥	۲	۵	۷	۵	۹	۳	۳۳۳
رساناهاي يوني	۲	۵	۹	۱	۱	۳	۸	٥	۷	۵	۲۷۱
پيرو الكتريكها	۷	۸	۱۰	۳	۲	۴	۹	۴	۶	۷	۳۳۹
دومهاي مادون قرمز	۳	۶	۱۰	۲	۱	۳	۷	۳	۴	۹	۲۷۴
فسفرها	۵	۶	۸	۳	۲	۷	۶	۵	۸	۲	۳۰۳
كريستال هاي ليزر ساز	۶	۶	۹	۲	۲	۴	۸	۴	۴	۸	۳۰۸
شيشه‌هاي غيرسيليكاتي	۲	۶	۹	۲	۲	۶	۶	۶	۷	۲	۲۷۵
سراميك شيشه ها	۴	۶	۹	۴	۳	۷	۷	٥	۶	۲	۲۹۲
مواد زيستي سراميكي	۸	۸	۱۰	۷	۳	۶	۱۰	۷	۸	۴	۳۷۴

جدول ۳- تعيين الويتهاي مواد سراميكي و شيشه اي براي سرمايه گذاري در كشور

رديف	موضوع	امتياز نسبي	درصد مقبوليت
۱	سراميك هاي سازه اي	۵۷۲	۱۰۰
۲	آهنرباهاي سراميكي	۵۶۹	۹۹
۳	نسوزهاي پيشرفته	۵۳۸	۹۴
۴	شيشه هاي سيليكاتي	۵۲۸	۹۲
۵	دي الكتريك ها	۴۵۹	۸۰
۶	نيمه هادي ها	۴۱۵	۷۳
۷	مواد زيستي سراميكي	۳۷۴	۶۵
۸	پيزو الكتريك ها	۳۵۲	۶۲
۹	پيرو الكتريك ها	۳۳۹	۵۹
۱۰	وريستورها	۳۳۳	۵۸
۱۱	كريستال هاي ليزرساز	۳۰۸	۵۴
۱۲	فسفرها	۳۰۳	۵۳
۱۳	سراميك - شيشه ها	۲۹۲	۵۱
۱۴	شيشه هاي غير سيليكاتي	۲۷۵	۴۸
۱۵	دومهاي مادون قرمز	۲۷۴	۴۸
۱۶	ابر رساناهاي دماي بالا	۲۷۲	۴۸
۱۷	رساناهاي يوني	۲۷۱	۴۷

جدول ۴- ارزيابي وضعيت مواد پليمري براي پيش بيني اولويتهاي سرمايه گذاري در كشور

شاخص	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ٤	شاخص ٥	شاخص ٦	شاخص ۷	شاخص ۸	شاخص ۹	شاخص ۱۰	امتيازكل
وزن شاخص	مواد با حجم توليد زياد										
	۱۰	۹	۷	۴	۴	۹	۷	۱۰	۹	۷	
استال (AC)	۸	۱۰	۷	۷	۸	۶	۵	۷	۸	۲	۵۲۴
يونومر	۵	۱۰	۷	۳	۵	۷	۵	۵	۸	۲	۴۶۲
پلي آميد (PA)	۹	۱۰	۵	۸	۸	۸	۵	۷	۸	۲	۵۴۲
پلي بوتيلن ترفتالات (PBT)	۷	۱۰	۷	۸	۶	۸	۵	۸	۷	۳	۵۳۶
پلي اتيلن ترفتالات (PET)	۷	۱۰	۷	۸	۷	۸	۵	۷	۷	۳	۵۳۰
اپوكسي ها	۹	۱۰	۷	۸	۸	۱۰	۵	۱۰	۷	۳	۶۰۲
پلي استرهاي اشباع نشده	۸	۱۰	۵	۷	۸	۸	۵	۷	۸	۲	۵۲۸
استال (AC)	۸	۱۰	۷	۷	۸	۶	۵	۷	۸	۲	۵۲۴
وزن شاخص	مواد با حجم توليد كم										
	۷	۱	۱۰	۲	۱	۹	۱	۳	۹	۹	
فلوئور و پليمر	۷	۱۰	۷	۸	۶	۷	۵	۷	۷	۳	۳۳۰
پلي آميدايماید و پلي ايماید ترموپلاستيك (TPI)	۶	۱۰	۷	۲	۶	۵	۵	۳	۳	۷	۲۸۱
پلي آريلات (PAR) و پلي آريل سولفون (PAS)	۶	۱۰	۷	۳	۵	۵	۵	۵	۸	۲	۲۸۶
پلي كتون (PEEK)	۶	۱۰	۷	۳	۶	۶	۵	۵	۷	۳	۲۹۸
پلي كربنات (PC)	۹	۱۰	۸	۶	۷	۷	۵	۸	۸	۳	۵۶۹
پلي اتر ايماید (PEI) و پلي اتر سولفون(PES)	۶	۱۰	۷	۲	۵	۶	۵	۳	۳	۷	۲۳۹
پليمرهاي كريستال مايع (LCP)	۳	۱۰	۸	۸	۳	۸	۵	۳	۷	۳	۳۵۱
آمينو	۵	۱۰	۵	۸	۳	۷	۵	۵	۸	۲	۲۸۷
پليمرهاي حافظه دار	۳	۷	۸	۲	۲	۵	۷	۲	۵	۲	۲۳۵
مواد زيستي پليمري	۵	۷	۱۰	۸	۱	۸	۱۰	۸	۷	۲	۳۴۶

جدول ۵- تعيين اولويتهاي مواد پليمري براي سرمايه گذاري در كشور

رديف	موضوع	امتياز	درصد مقبوليت
۱	اپوكسي ها	۶۰۲	۱۰۰
۲	پلي كربنات(PC)	۵۶۹	۹۵
۳	پلي آميد (PA)	۵۴۲	۹۰
۴	پلي بوتيلن ترفنالات (PBT)	۵۳۶	۸۹
۵	پلي اتيلن ترفنالات (PET)	۵۳۰	۸۸
۶	پلي استرهاي اشباع نشده	۵۲۸	۸۸
۷	استال (AC)	۵۲۴	۸۷
۸	الاستومرهاي مصنوعي (لاستيك هاي مصنوعي)	۵۱۸	۸۶
۹	يونومر	۴۶۲	۷۷
۱۰	پليمرهاي كريستال مايع	۳۵۱	۵۸
۱۱	مواد زيستي پليمري	۳۴۶	۵۷
۱۲	فلوئور و پليمر	۳۳۰	۵۵
۱۳	پلي كتون (PEEK)	۲۹۸	۵۰
۱۴	آمينو	۲۸۷	۴۸
۱۵	پلي آريلات (PAR) و پلي آريل سولفون (PAS)	۲۸۶	۴۸
۱۶	پلي آميد ايماید و پلي ايمايدترموپلاستيك (IPI)	۲۸۱	۴۷
۱۷	پلي اتر ايماید (PEI) و پلي اتر سولفون (PES)	۲۳۹	۴۰
۱۸	پليمرهاي حافظه دار	۲۳۵	۳۹

BSFI.ir

جدول ۶- ارزيابي وضعيت مواد كامپوزيتي براي پيش بيني اولويتهاي سرمايه گذاري در كشور

شاخص	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ٤	شاخص ٥	شاخص ٦	شاخص ۷	شاخص ۸	شاخص ۹	شاخص ۱۰	امتيازكل
وزن شاخص	مواد با حجم توليد زياد										
	۱۰	۹	۷	۴	۴	۹	۷	۱۰	۹	۷	
كامپوزيت هاي زمينه آلومينيوم	۴	۸	۷	۶	۴	۷	۵	۷	۷	۴	۴۶۰
پليمرهاي تقويت شده با الياف شيشه	۸	۹	۷	۱۰	۷	۶	۳	۷	۸	۲	۴۹۱
پليمرهاي تقويت شده با الياف كربن	۴	۸	۹	۵	۲	۴	۳	۷	۴	۶	۴۰۸
پليمرهاي تقويت شده با الياف آراميد و كولار	۴	۹	۸	۴	۲	۳	۳	۶	۵	۵	۳۸۹
وزن شاخص	مواد با حجم توليد كم										
	۷	۱	۱۰	۲	۱	۹	۱	۳	۹	۹	
كامپوزيت هاي زمينه تيتانيم	۱	۴	۸	۱	۱	۲	۴	۴	۵	۳	۲۰۰
كامپوزيت هاي زمينه منيزيم	۳	۶	۸	۴	۲	۶	٥	۵	۵	٥	۲۸۱
كامپوزيتهاي زمينه مس	۲	۹	۷	۳	۲	۷	٥	۷	۶	۳	۲۸۵
كامپوزيتهاي زمينه سوپر آلياژ	۱	۳	۸	۲	۱	۱	۴	۳	۴	۳	۱۸۰
پليمرهاي تقويت شده بابور	۱	۴	۹	۱	۱	۱	۳	۳	۴	۳	۱۸۸
پليمرهاي تقويت شده با ويسكر و الياف سراميكي	۱	۳	۹	۱	۲	۲	۳	۵	۴	۴	۲۱۲
كامپوزيت هاي پليمري هادي	۱	۶	۸	۳	۲	۳	۳	۴	۶	۲	۲۱۵
سراميكهاي تقويت شده با ويسكر و الياف سراميكي	۱	۴	۹	۲	۲	۲	۸	۴	۴	۵	۲۲۶
سراميك هاي تقويت شده با الياف فلزي	۱	۶	۹	۲	۲	۲	۸	۴	۴	۴	۲۱۹

جدول ۷- تعيين اولويتهاي مواد كامپوزيتي براي سرمايه گذاري در كشور

رديف	موضوع	امتياز	درصد مقبوليت
۱	پليمرهاي تقويت شده با الياف شيشه	۴۹۱	۱۰۰
۲	كامپوزيت هاي زمينه آلومينيم	۴۶۰	۹۴
۳	پليمرهاي تقويت شده با الياف كربن	۴۰۸	۸۳
٤	پليمر هاي تقويت شده با الياف آراميد و كولار	۳۸۹	۷۹
۵	كامپوزيتهاي مغناطيسي	۳۲۸	۶۷
۶	مواد زيستي كامپوزيتي	۲۹۵	۶۰
۷	كامپوزيت هاي زمينه مس	۲۸۵	۵۸
۸	كامپوزيت هاي زمينه منيزيم	۲۸۱	۵۷
۹	سراميك هاي تقويت شده با ويسكرو الياف سراميكي	۲۲۶	۴۶
۱۰	سراميك هاي تقويت شده با الياف فلزي	۲۱۹	۴۵
۱۱	كامپوزيت هاي پليمري هادي	۲۱۵	۴۴
۱۲	پليمر هاي تقويت شده با ويسكر و الياف سراميكي	۲۱۲	۴۳
۱۳	كامپوزيت هاي زمينه تيتانيم	۲۰۰	۴۱
۱۴	پليمرهاي تقويت شده با بور	۱۸۸	۳۸
۱۵	كامپوزيت هاي زمينه سوپر آلياژ	۱۸۰	۳۷

BSTRI

جدول ۸- ارزيابي وضعيت فلزات و آلياژهاي پبشرفنه و تركيبات بين فلزي براي پيش بيني الويتها ي سرمايه گذاري در كشور

شاخص	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ٤	شاخص ٥	شاخص ٦	شاخص ۷	شاخص ۸	شاخص ۹	شاخص ۱۰	امتيازكل
وزن شاخص	مواد با حجم توليد زياد										
	۱۰	۹	۷	۴	۴	۹	۷	۱۰	۹	۷	
سوپر آلياژها	۹	۷	۸	۸	۴	۵	۴	۵	۶	۹	۴۹۷
آلياژهاي مغناطيسي پيشرفته	۹	۸	۸	۷	۴	۶	۶	۷	۸	۶	۵۴۲
وزن شاخص	مواد با حجم توليد كم										
	۷	۱	۱۰	۲	۱	۹	۱	۳	۹	۹	
فلزات خيلي خالص	۸	۷	۹	۴	۳	۸	۷	۸	۷	۶	۳۹۳
آلياژهاي حافظه دار	۷	۷	۱۰	۶	۲	۶	۹	۸	۷	۵	۳۶۵
مواد زيستي فلزي	۸	۸	۱۰	۷	۲	۶	۹	۷	۸	۴	۳۷۲
تركيبات بين فلزي	۳	۷	۹	۴	۱	۴	۷	۶	۷	۵	۲۹۶
فلزات آمورف	۳	۸	۱۰	۱	۱	۳	۷	۵	۷	۴	۲۸۰

جدول ۹- تعيين الويتهاي فلزات ، آلياژها و تركيبات بين فلزي پبشرفنه براي سرمايه گذاري در كشور

رديف	موضوع	امتياز نسبي	درصد مقبوليت
۱	آلياژهاي مغناطيسي پيشرفته	۵۴۲	۱۰۰
۲	سوپر آلياژها	۴۹۷	۹۲
۳	فلزات خيلي خالص	۳۹۳	۷۳
۴	مواد زيستي فلزي	۳۷۲	۶۹
۵	آلياژهاي حافظه دار	۳۶۵	۶۷
۶	تركيبات بين فلزي	۲۹۶	۵۵
۷	فلزات آمورف	۲۸۰	۵۲

۴- اولويتهای پيشنهادی

در يك جمع بندي از جدولهاي ارزش گذاري و اولويت بندي مواد پيشرفته مي‌توان مواد پيشرفته را بر اساس امتيازات كسب شده و جنبه-هاي فني و اقتصادي كه در يک گزارش ديگر به طور مفصل بحث شده است [۱]، در سه گروه زير قرار داد:

الف- مواد اولويت دار جهت سرمايه گذاري مستقيم بخش دولتي

ب- مواد اولويت دار براي سرمايه گذاري با مشاركت بخش خصوصي

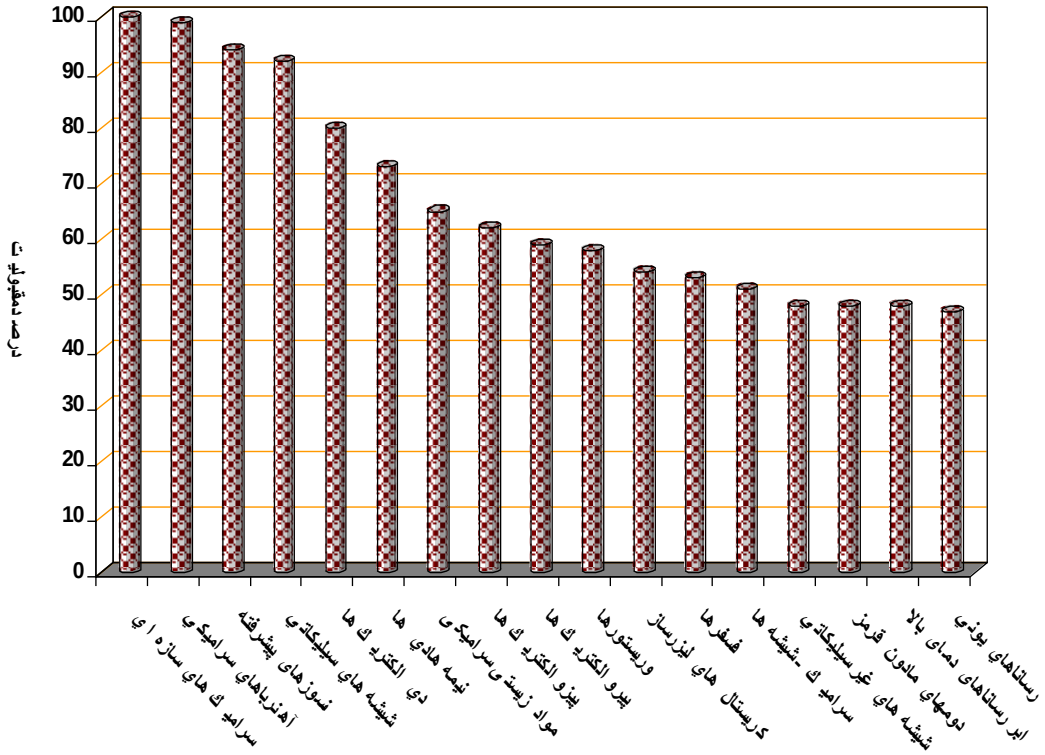
ج- مواد اولويت دار براي سرمايه گذاري تحقيقاتي

همانگونه كه در بالا اشاره شد، مرزبندي بين مواد براي تعيين اولويتهاي سرمايه گذاري در گروه هاي سه گانه فوق، بر اساس وجود اختلاف فاحش بين امتيازات كسب شده و در نظر گرفتن وضعيت كلي بازار جهاني و تجارب ساير كشورهاي مشابه در اين خصوص صورت گرفته است كه جهت جلوگيري از اطاله كلام، نظر خواننده به مطالب ارائه شده در مورد بررسي بازار جهاني مواد پيشرفته در گزارش‌های قبلي جلب مي‌شود [۱].

۴-۱- سراميكها و شيشه ها

در بين عرصه‌هاي مختلف مواد پيشرفته سراميكي و شيشه‌اي با توجه به شرايط و زير ساخت‌های كشور، سراميك‌هاي سازه‌اي، آهنرباهاي سراميكي، نسوزهاي پيشرفته و شيشه‌هاي سيليكاتي با فاصله قابل توجهي نسبت به ساير رقبا، جهت سرمايه گذاري مستقيم با بيشترين اولويت پيشنهاد ميشوند. در مرتبه هاي بعدي، سرمايه گذاري با مشاركت بخش خصوصي در عرصه دي الكتريكها، نيمه هادي ها و مواد زيستي سراميكي به دليل برخورداري از ارزش افزوده بالا، سهولت تأمين مواد اوليه و امكان

دستيابي به تكنولوژي داراي توجيه كافي مي باشد. سرمايه گذاري تحقيقاتي در ساير عرصه هاي مواد سراميكي پيشرفته جهت جلوگيري از عقب افتادگي علمي كشور و حفظ پويائي صنعتي قابل توجيه است (شكل ۱).



شكل ۱- نمودار درصد مقبوليت عرصه هاي مختلف سراميكهاي پيشرفته

۴-۲- پليمرها

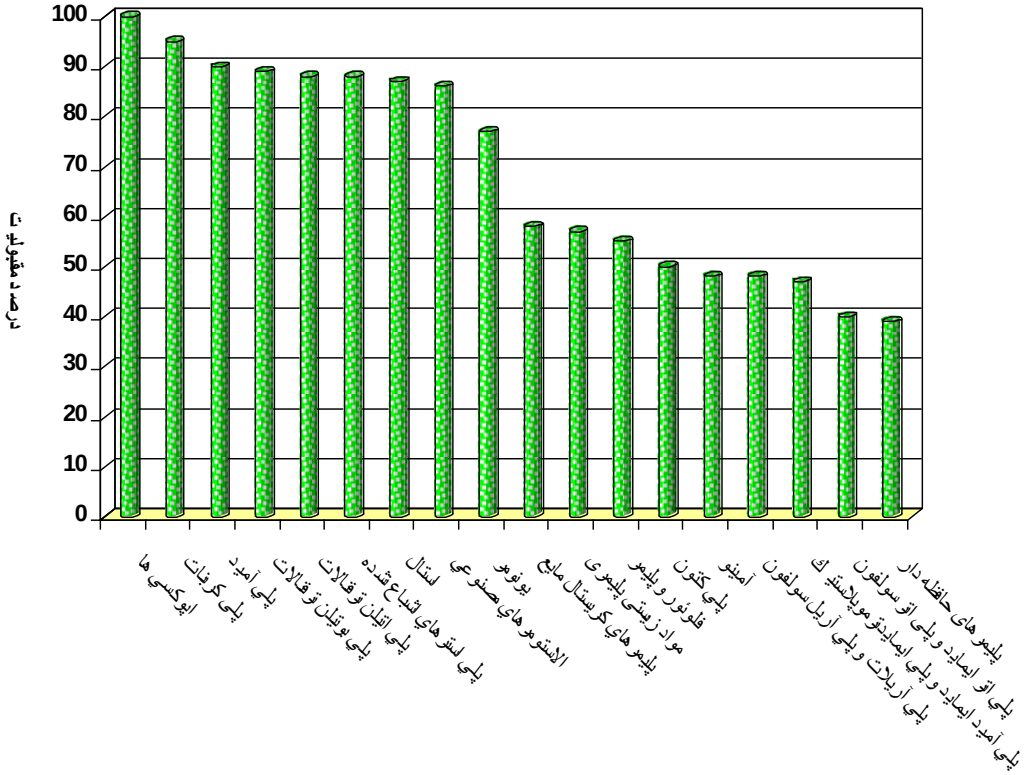
وضعيت پليمرهاي پيشرفته در كشور به گونه اي است كه به دليل وجود بنيانهاي علمي و فناوري، مواد اوليه ارزان و خدا داد و ساير مزيتهاي نسبي، سرمايه گذاري در جهت توليد بسياري از مواد پليمري پيشرفته را توجيه مي كند.

طبق نمودار شكل۲، عرصه هاي اپوكسي، پلي كربنات، پلي آميد، پلي بوتيلن ترفتالات، پلي اتيلن ترفتالات، پلي استرهاي اشباع نشده، استال، الاستومرهاي مصنوعي و يونومرها جهت سرمايه گذاري مستقيم با بيشترين اولويت پيشنهاد مي شوند. همچنين پليمرهاي كريستال مايع، مواد زيستي پليمري و فلوئور و پليمرها از عرصه هائي هستند كه به دليل داشتن ارزش افزوده بالا، امكان تأمين مواد اوليه، وجود بازار داخلي و چشم انداز صادراتي داراي جذابيت كافي جهت سرمايه گذاري مشترک با بخش خصوصي هستند. سرمايه گذاري تحقيقاتي در ساير عرصه هاي مواد پليمري پيشرفته براي كشور داراي توجيه كافي است.

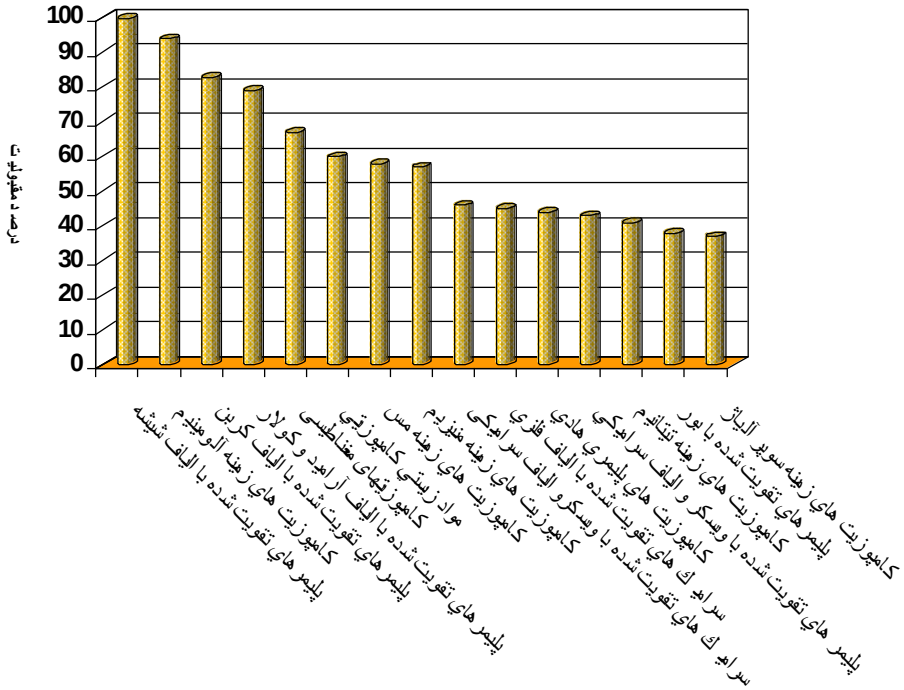
۴-۳- كامپوزيتها

كامپوزيتها زمينه مناسبي براي رشد سرمايه گذاري و ايجاد ارزش افزوده در كشور دارند. نمودار شكل۳ نيز نشان مي دهد كه سرمايه گذاري مستقيم در عرصه پليمرهاي تقويت شده با الياف شيشه، كامپوزيتهاي زمينه آلومينيوم، پليمرهاي تقويت شده با الياف كربن و پليمرهاي تقويت شده با الياف آراميد و كولار داراي اولويت بيشتري است.

کامپوزيتهاي مغناطيسي، مواد زيستي کامپوزيتي، کامپوزيت هاي زمينه مس و کامپوزيت هاي زمينه منيزيم در اولويتهاي بعدي قرار دارند که به دليل وجود مواد اوليه و بازار داخلي، ارزش افزوده زياد و توان جذب سرمايه خارجي براي سرمايه گذاري مشترک با بخش خصوصي پيشنهاد مي گردند. ساير عرصه هاي مواد کامپوزيتي پيشرفته با اولويتي نزديک براي سرمايه گذاري تحقيقاتي مناسبند.



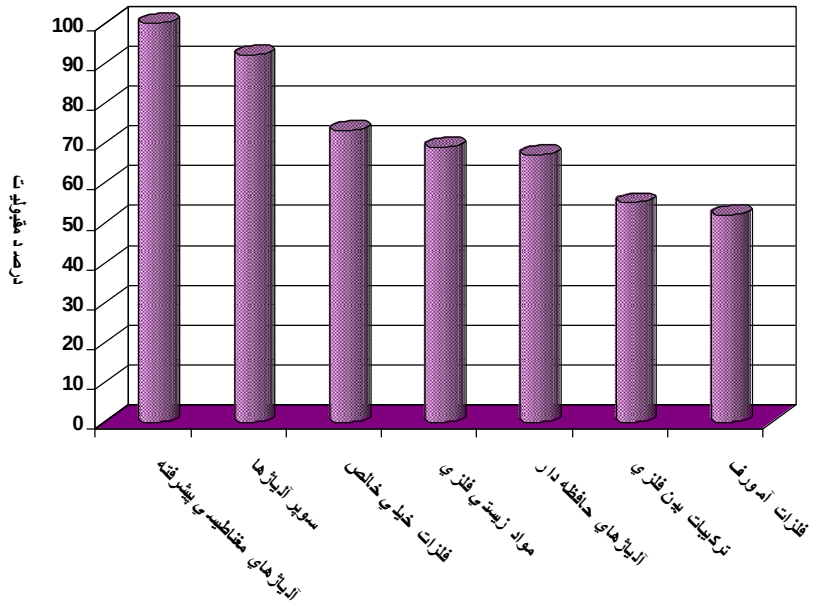
شکل ۲- نمودار درصد مقبولیت عرصه هاي مختلف پليمرهاي پيشرفته



شکل ۳- نمودار درصد مقبولیت عرصه هاي مختلف کامپوزیتهای پیشرفته

۴-۴- فلزات، آلیاژها وترکیبات بین فلزي پیشرفته

با وجود محدود بودن تعداد عرصه هاي این گروه از مواد پیشرفته، بسیاري از موارد شاخص مواد پیشرفته در زیر مجموعه این گروه قرار مي گیرند که در فرآیند توسعه صنعتي توجه ویژه اي را مي طلبند. نمودار شکل ۴ نشان مي دهد که اولویت سرمایه گذاري مستقیم در کشور متعلق به دو عرصه آلیاژهاي مغناطیسي پیشرفته و سوپر آلیاژها مي باشد.



شکل ٤- نمودار درصد مقبولیت عرصه هاي مختلف فلزات، آلیاژها و ترکیبات بین فلزي پیشرفته

فلزات خیلي خالص، مواد زیستي فلزي و آلیاژهاي حافظه دار از جمله موادي هستند که با برخورداري از انگیزه سرمایه گذاري، سهولت تأمین مواد اولیه، ارزش افزوده، چشم انداز صادراتي، توان جذب سرمایه خارجي و قابلیت دستیابي به تکنولوژي در اولویت بعدي جهت سرمایه گذاري مشترک با بخش خصوصي قرار دارند. ترکیبات بین فلزي و فلزات آمورف نیز داراي مقبولیت کافي جهت سرمایه گذاري تحقیقاتي هستند.

مرجع

مداح حسینی ح. ر.، سیمچی ع. "طرح مطالعاتی بررسي، تعیین وپیشنهاد اهداف، سیاستها و پروژه هاي مناسب براي سرمایه گذاري در زمینه مواد پیشرفته"، پژوهشکده سیستمهاي پیشرفته صنعتي، ۱۳۸۳-۱۳۸۲.