

## شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران سرامیکهای پیزوالکتریک و کاربردهای آن

پیزوالکتریکها گروهی از سرامیکهای پیشرفته هستند که کاربردهای وسیعی در صنایع الکترونیک، صنایع مصرفی، پزشکی و صنایع نظامی دارند. کاربرد سنسورهای پیزوالکتریک در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی، دارویی، لوازم برقی و خودرو در حال پیشرفت است. در زیر گزارشی از کاربرد، مقیاس بازار و مسائل فنی این مواد نقل شده و سپس تحلیلی راجع به وضعیت این تکنولوژی در کشور ارائه شده است:

پیزوالکتریسیتته توسط پیروژاک کوری در سال 1892 کشف گردید و از واژه یونانی Piezin به معنی "فشار" مشتق می شود. اعمال فشار به برخی کریستالها مانند کوارتز یا برخی سرامیکها الکتریسیته تولید می کند. فشار یا تنش مکانیکی وارد شده به برخی کریستالها باعث جابه جایی دو قطبیهای ایجاد شده و پدید آمدن میدان الکتریکی می شود. آرایش یونهای مثبت و منفی، تعیین کننده ایجاد یا عدم ایجاد اثر پیزوالکتریسیتته است. به همین دلیل اثر پیزوالکتریسیتته یا ایجاد جریان الکتریسیته القایی توسط وارد کردن فشار، در مواد کریستالی؟ نیزوتروپ رخ می دهد؛ یعنی در آن دسته از کریستالهایی که مرکز تقارن ندارند. زیرا در کریستالهای متقارن هیچ ترکیبی از تنشهای یکنواخت نمی تواند سبب جدا شدن بارهای الکتریکی شود.



اگر یک ماده به عنوان مثال یک سرامیک، پیزوالکتریک باشد، وقتی تحت تاثیر فشار قرار می گیرد در سطح آن بار الکتریکی تولید می -

شود؛ یا وقتی در میدان الکتریکی قرار می‌گیرد تغییر شکل مکانیکی می‌یابد. میزان بار الکتریکی یا تغییر شکل مکانیکی به ترکیب ماده بستگی دارد. در ساختمان این سرامیک‌ها موادی نظیر: اکسید سرب، تیتانیا، زیرکونیا و غیره وجود دارند که بسته به نوع کاربرد این مواد با نسبت‌های مختلف با هم مخلوط می‌شوند. با تغییر ترکیب و ابعاد قطعات می‌توان پیزوسرامیک‌ها را برای کاربردهای مختلف طراحی کرد .

## کاربردها

موادی که فشار را به انرژی الکتریکی و انرژی الکتریکی را به انرژی حرکتی تبدیل می‌کنند در موارد مختلفی از جمله در مبدل‌های پیزوالکتریک استفاده می‌شوند. حسگرهای (Sensor) کوچک، کم‌خرج، حساس و کارآمد با رشد قابل توجهی امروزه در صنعت خودرو اهمیت یافته‌اند. مدل‌های جدید خودرو بین 18 تا 30 سنسور دارند که شامل سنسورهای فشار برای کنترل میزان فشار وارده به صندلی‌ها، سنسورهای دما برای کنترل میزان گرما و شرایط جوی، سنسورهای جریان برای ورودی هوای خودرو و سنسورهای شتاب برای سیستم ضد قفل ترمزی (ABS) می‌باشند. در صنایع پیشرفته نیز به طور وسیعی از این سنسورها استفاده می‌شود؛ مثلاً صنایع نفت، غذایی و آشامیدنی و دارویی همگی از این کنترل سطح جریان سیال (ad level monitoring) می‌کنند. سنسورهای جریان سیال و سطح و مبدل‌های دوپلر، تخلیه اتوماتیک مخازن نفت و خطوط لوله را کنترل می‌کنند .



صنایع دیگر از سنسورها برای تست‌های غیر مخرب استفاده می‌کنند؛ مانند



تست‌های غیر مخرب تیرهای فولادی، خطوط راه‌آهن و بدنه هواپیما. در بخش مراقبت‌های پزشکی نیز از پیزوسرامیک‌ها در مبدل تصویرگرهای تشخیصی و مونیتهورهای fetal heart استفاده می‌شود که هزینه پایین و ایمنی بالا نشان

کارایی این فراورده است. کاربردهای دیگر، شامل تفنگ‌های لیزری برای درمان آب مروارید چشم، چاقوهای کوچک جراحی و کالبدشکافی، مته‌ها و پاک‌کننده‌های دندان، پمپ‌های IV و پمپ‌های قلب می‌شود. مبدل‌های کوچک که در مجاری خون جهت ثبت تغییرات متناوب ضربان قلب بیمار قرار داده می‌شوند نیز از سنسورهای پیزوالکتریک ساخته می‌شوند.

تولیدکنندگان فراورده‌های مصرفی نیز از استفاده کنندگان سنسورها هستند. در ماشین‌های لباسشویی از سه سنسور برای کنترل میزان بار و میزان سطح آب و کنترل چرخش استفاده می‌شود. سنسورهای پیزوالکتریک (تولید بار الکتریکی در سطح یک بلور در اثر گرما را پیزوالکتریسیته گویند که تمامی مواد پیزوالکتریک، پیزوالکتریک نیز هستند) در فرهای میکروویو شرایط غذا را کنترل می‌کنند و در یخچال‌ها از سنسورهای برفک استفاده می‌شود. به علاوه از آنها در ترانسفورماتورهای اولتراسونیک در مرطوب کننده‌ها، اتمایزرها، فندک‌های اجاق گاز، زنگ خطر آژیرهای خطر، دستگاه ناقل صدا در گیتارهای اکوستیک و ضبط صوت‌های دارای دیسک فشرده نیز استفاده می‌شود.

یک استفاده مهم سرامیک پیزوالکتریک در ایجاد و دریافت امواج صوتی است. گستره کاربرد این مواد از ابزارها و تجهیزات اولتراسونیک برای عمقیابی در دریا و پیدا کردن محل تجمع ماهی‌ها تا تجهیزات ردیاب زیردریایی‌ها می‌باشد. مثلاً در دماغه زیردریایی (Trident) از 5 تن مواد پیزوسرامیک که همگی به صورت دیسک‌هایی با قطر 4 اینچ و ضخامت 0.25 اینچ هستند استفاده شده است که این تکنولوژی، زیردریایی را به حرکت سریع، آرام و بی صدا در میان آب قادر می‌سازد. کاربردهای دیگر اثر پیزوالکترسیته در برشکاری و جوشکاری و عیب‌یابی در داخل قطعات فلزی صنعتی است. جدیدترین کاربردهای این مواد در پرینترهای ink-jet است. از مواد فعال‌کننده نويز تا ایستگاه‌های فضایی (مثل Raytheon). پیزوسرامیک‌ها اجزا کلیدی مورد نیاز برای ساخت قطعات پیشرفته و سیستم‌های کارآمد را تشکیل خواهند داد.

## فرایند تولید

فرایند ساخت پیزوسرامیک‌ها شامل 16 مرحله است که با وزن کردن، مخلوط کردن و آسیاب کردن موادی مانند زیرکونیا، اکسید سرب، تیتانیا، نیویا و اکسید استرانسیم و غیره شروع می‌شوند. سپس مواد مخلوط شده کلسینه شده و واکنش انجام می‌دهند تا ترکیب تیتانات-زیرکونات سرب تشکیل شود. ترکیب تیتانات-زیرکونات سرب تشکیل شده که دارای مقداری رطوبت است به اندازه ذرات خیلی ریز آسیاب می‌شود. سپس چسب‌ها و روانسازها افزوده می‌شوند و ماده به دست‌آمده در اسپری‌درایر خشک می‌شود تا یک پودر آماده برای تراکم حاصل شود.

بعد از آماده سازی مواد اولیه، فرایندی که برای شکل دادن سرامیک به کار گرفته می‌شود، استفاده از پرس خشک یا ایزواستاتیک با فشار اعمالی بین 6 تا 100 تن است. اجزا شکل داده شده در دمای 1300 درجه فارنهایت در شرایط کنترل شده اتمسفری پخت بیسکویت می‌شوند تا چسب‌ها و روان‌کننده‌های لازم برای عمل شکل‌دهی در این مرحله سوخته و خارج شود. قطعات بیسکویت در بوته‌های مخصوص "آلومینا بالا" قرار داده شده و برای پخت در دمای بالا در داخل کوره قرار داده می‌شوند. کوره الکتریکی تا حدود دمای 2300 درجه فارنهایت گرم می‌شود و به مدت سه ساعت در این دما نگه داشته می‌شود (قطعات سرامیکی برای کنترل تبخیر احتمالی اکسید سرب در خلال فرایند پخت در دمای بالا در بوته‌های آلومینا بالا قرار داده می‌شوند).

سپس سرامیک پخته‌شده با دقت زیادی به اندازه‌های معین ماشین‌کاری می‌شود. بعد از مرحله اندازه‌بندی، قطعات سرامیک متالیزه می‌شود؛ یعنی یک پوشش فلزی روی سطح آنها نشانده می‌شود. این کار به کمک تکنیک "silk screening" انجام می‌شود و از الکترودهای نقره، طلا، نیکل یا پلاتینیوم-پالادیوم استفاده می‌شود. الکترودهای متالیزه شده روی یک شبکه توری شکل که از سیم‌های فلزی نسوز تشکیل شده است قرار گرفته و به داخل کوره حمل می‌شوند و در دمایی در حدود 700 درجه سانتی-گراد پخته می‌شوند.

بعد از این مرحله، نوبت به عمل قطبی‌کردن قطعه‌های سرامیکی می‌رسد. در عمل قطبی‌کردن ولتاژ جریان مستقیم (DC) به سرامیکی که در یک

روغن دی‌الکتریک گرم‌شده و مقاوم قرار دارد، اعمال می‌شود تا دوقطبی - های آن در یک سمت جهت‌گیری کنند. قطعات سرامیکی قطبی‌شده اکنون پیزوالکتریک هستند. بعد از قطبی کردن، نوبت به کنترل کیفی خواص می - رسد. قطعات جهت تضمین و تامین کردن خواص الکتریکی متناسب با نوع کاربردشان، آزمایش و بررسی می‌شوند. قطعات آزموده شده آماده بسته - بندی و ارسال و استفاده هستند .

## مقیاس بازار

به‌علت کاربردهای وسیع پیزوسرامیک‌ها میزان عرضه آنها بسیار وسیع است. از نظر جهانی بازار این مواد تقریباً 11 میلیارد دلار است و در ایالات متحده در حدود 1.5 میلیارد دلار تخمین زده می‌شود. کارشناسان صنعت پیش - بینی می‌کنند که بازار این مواد از رشدی به میزان 20 تا 25 درصد در سه تا پنج سال آینده برخوردار خواهد بود. به‌عنوان مثال تا پنج سال پیش صنعت خودرو مصرف‌کننده عمده‌ای برای پیزوسرامیک نبود اما امروز در خودروهای جدید بالغ بر 30 قطعه پیزوسرامیکی استفاده می‌شود .

## تحلیل :

اگر قبول کنیم تولید محصولات سرامیک‌های پیشرفته امری ضروری است (رجوع شود به سخنان دکتر مارکوسیان)، طبیعتاً باید با راهکارهای مشخص و با تعیین اولویت‌ها پا به عرصه این تکنولوژی گذاشت. با توجه به اینکه سرامیک‌های پیشرفته شامل چند شاخه است، ابتدا باید وارد شاخه‌هایی شد که علاوه بر قابل دستیابی بودن دانش فنی و سهولت در انتقال

تکنولوژی از بازار بزرگی در آینده برخوردار باشند .

پیزوالکتریک‌ها همچنان که در متن آمده است حدود 17 درصد بازار  
سرامیک‌های پیشرفته را به خود اختصاص داده‌اند ضمن اینکه دارای رشد  
بازار بسیار خوبی نیز می‌باشند. در حال حاضر به صورت محدود در صنایع  
الکترونیک شیراز این محصول تولید می‌شود که نشان دهنده وجود دانش  
فنی و فناوری تولید هر چند به صورت محدود در کشور است. بنابراین با  
توجه به زمینه‌های موجود و بازار رو به رشد این تکنولوژی، پرداختن به آن  
در کشور دارای اولویت به نظر می‌رسد