بیانیه نیاز تفصیلی

۱. حوزه‌ی کاربری:	☐ معدن ☐ کشاورزی و امنیت غذایی ☐ سلامت ☐ حمل و نقل ☒ آب ☒ انرژی ☐ مسکن و اسکان ☒ نفت و گاز و پتروشیمی ☐ ICT ☒ دفاعی
۲. عنوان نیاز/ فرصت:	**تهیه و سنتز بایندر پلیمری (سنتز PVDF)**
۳. مشکلات و نواقص موجود و دلیل بروز مشکل:	افزایش جمعیت، کاهش سوخت های فسیلی و آلودگی‌های زیست محیطی منجر به این شده که از سیستم های ذخیره انرژی مانند باتری یون-لیتیوم استفاده شود. دانسیته توان و انرژی سیستم های ذخیره ساز انرژی مانند باتری ها، ابرخازن ها، پیل های سوختی به عنوان یک گلوگاه حیاتی در توسعه بازار مصرف این سیستم می‌باشد. اگرچه جوامع علمی و صنعتی تلاش‌های قابل توجهی برای رفع این گلوگاه ها با توسعه مواد الکترودی و الکترولیت انجام داده اند اما از نقش اساسی بایندرها در حفظ یکپارچگی الکترود و بهبود عملکرد باتری ها غافل شده اند. بایندر به عنوان جز غیر فعال به هر یک از اجزای الکترود می‌چسبد تا یکپارچگی ساختاری را حفظ کند و علیرغم محتوای کم آن، نقش غیرقابل جایگزینی را در سیستم های ذخیره انرژی ایفا می‌کند. به طور کلی، بایندر را می توان به دو دسته، محلول در حلال آلی و محلول در آب طبقه بندی کرد. در بین انواع بایندرها، پلی وینیلیدین دی فلوراید (PVDF) در سیستم های ذخیره انرژی تجاری، دارای خواص مطلوبی چون پایداری شیمیایی بالا، نقطه ذوب بالا، پایداری الکتروشیمیایی زیاد (تا ۵ ولت)، تورم پایین و توانایی چسبندگی عالی خود را، به عنوان چسب مطلوب، معرفی کرده است. PVDF معمولا در تولید محصولات حوزه فناوری های پیشرفته به کار برده میشود مانند تجهیزات فراوری شیمیایی، برقی و الکترونیکی، تصفیه آب، محصولات مرتبط با حوزه انرژی و موارد تخصصی. همچنین این ماده در صنایع شیمیایی، نیمه هادی، پزشکی و دفاعی استفاده می شود. PVDF مقاومت شیمیایی و سازگاری بیشتری را در بین مواد ترموپلاستیک نشان می دهد. PVDFدارای مقاومت عالی در برابر اسیدهای قوی و اسیدهای ضعیف، محلول های یونی، نمک، ترکیبات هالوژنه، هیدروکربن ها، حلال های آلیفاتیک، اکسیدان دارد. شایان ذکر است با توجه به محیط سخت در زمینه های شیمیایی و دریایی، نیازهای بسیار بالایی برای مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی پوشش ها وجود دارد. پودر پوشش PVDF می تواند این الزامات را برآورده کند، بنابراین در صنایع فولاد، کود شیمیایی، شور کردن، نفت و سایر صنایع و پوشش های ضد خوردگی ساختاری به طور گسترده استفاده می شود. با توجه به ویژگی های مطلوب و کاربرد گسترده این ترموپلاستیک فلوئوروپلیمری در زمینه های مختلف، تلاش برای سنتز و اصلاح آن، آینده روشنی در سطح کلان خواهد داشت
۴. الزامات کلیدی و حیاتی مربوط به نیاز	الزامات فنی پودر PVDF مصرفی در باتری یون لیتیوم : ۱) چگالی نسبی استاندارد g/cm^3 ۱/۷۵-۱/۷۷ ۲) میزان محتوای آب ≥ ۰/۱ % ۳) دمای ذوب ^{o}C ۱۷۰-۱۶۰

بیانیه نیاز تفصیلی

	۴) ضریب شکست: ۱/۴۲ ۵) وزن مولکولی* ^{۴} ۱۰ : ۱۰ یا بیشتر ۶) محدوده پایداری ولتاژ:۵-۰ ولت نسبت به Li^{+}/Li ۷) پایداری دمایی: ۲۰۰ درجه سانتی گراد ۸) زمان نگهداری: ۵ سال در دمای اتاق و فشار ۲۵ مگاپاسکال ۹) نقطه ذوب: ۱۵۸-۱۶۶ درجه سانتی گراد ۱۰) T_g: ۴۰- درجه سانتی گراد ۱۱) حلال: NMP
۵. محدودیت ها و قیود	• ماده سنتزی بایستی در برابر حرارت و نوسانات دمایی مقاوم باشد. • خلوص ماده پارامتری مهم در اثر گذاری و نوع کاربرد آن می باشد، بنابراین با توجه به کاربرد به خلوص آن توجه شود. • مقاومت مکانیکی و طول عمر بالایی داشته باشد. (بیش از ۵۰ سال). • مقاومت شمیایی آن در برابر محیط های اسیدی و بازی حتی در دماهای بالا بایستی زیاد باشد. • این ماده با محیط زیست سازگار بوده- کاملاً غیر سمی و کاملاً قابل بازیافت است. همچنین بخارات سمی و مضر شیمیایی را حتی در صورت ذوب شدن در محیط منتشر نمی کند • ذی نفع اصلی این پروژه به دنبال محصول نهایی است و نه اسناد تحقیقاتی • کاربر اصلی این پروژه به دنبال تامین نیاز خود بوده و الزاما نیاز او باید تامین شود. • تلاش برای بومی سازی دانش فنی ساخت و توسعه بایندر PVDF در گریدهای مختلف جهت کاربردهای متفاوت بایستی با هزینه ای کمتر در برابر وارد کردن این پلیمر در مقیاس بالا در ادامه برخی استانداردها در مراحل سنتز، اماده سازی و کاربری PVDF اشاره خواهد شد: ASTM D۳۲۲۲: این استاندارد الزامات مواد PVDF قابل پردازش مذاب را با تمرکز بر ویژگی های پردازش و عملکرد آنها مشخص می کند. ASTM D۶۳۸: این استاندارد روش های آزمایشی را برای تعیین خواص کششی پلاستیک ها، از جملهPVDF ، که برای ارزیابی عملکرد مکانیکی آن بسیار مهم است، مشخص می کند. ASTM D۵۷۰: این استاندارد به ویژگی های جذب آب پلاستیک‌ها می پردازد و تضمین می کند که PVDF معیارهای لازم را برای کاربردهایی که مقاومت در برابر رطوبت حیاتی است، برآورده می کند. ASTM F۶۱۹: این استاندارد دستورالعمل‌هایی را برای ارزیابی زیست سازگاری مواد مورد استفاده در دستگاه های پزشکی، مربوط به کاربردهای PVDF در مراقبت های بهداشتی ارائه می دهد.

بیانیه نیاز تفصیلی

	ASTM D۲۵۷ : استاندارد مقاومت حجمی PVDF را ارزیابی می کند و اطمینان حاصل می کند که الزامات عایق الکتریکی لازم برای کاربردهای باتری را برآورده می کند. استانداردهای ISO برای PVDF در کاربردهای لیتیوم یونی ISO ۹۰۸۰: این استاندارد دستورالعمل هایی را برای پایداری طولانی مدت مواد PVDF در شرایط خاص ارائه می دهد و از قابلیت اطمینان در کاربردهای باتری در طول زمان اطمینان می دهد. IEC ٦٢٦١٩:٢٠٢٢: الزامات و آزمایش‌هایی را برای عملکرد ایمن سلول‌های لیتیومی ثانویه و باتری‌های مورد استفاده در کاربردهای صنعتی، از جمله کاربردهای ثابت، مشخص می‌کند. IEC ٦٢١٣٣-٢:٢٠١٧: الزامات و آزمایش‌هایی را برای عملکرد ایمن سلول‌های لیتیوم ثانویه مهر و موم شده قابل حمل و باتری‌های حاوی الکترولیت غیر اسیدی، تحت استفاده مورد نظر و استفاده نادرست قابل پیش‌بینی معقول مشخص می‌کند. رعایت این استانداردها به سازندگان کمک می کند تا اطمینان حاصل کنند که قطعات PVDF در باتری های لیتیوم یونی برای کاربردهای مورد نظرشان ایمن، قابل اعتماد و موثر هستند.
۶. راه حل فعلی	درجات PVDF دارای چسبندگی های متفاوتی در حالت ذوب شده می‌باشند مانند حالت پودری و قرصی. روش‌های عمده ساخت PVDF در مقیاس بزرگ، پلیمریزاسیون امولسیونی یا سوسپانسیونی با مونومر وینیلیدین فلوراید، سورفاکتانت و آغازگر است. PVDF (هموپلیمرها و کوپلیمرها) به طور کلی توسط پلیمریزاسیون رادیکال آزاد ۱،۱-دی فلوئورواتیلن ($CH_2=CF_2$) سنتز می‌شود. پلیمریزاسیون در سوسپانسیون یا امولسیون از ۱۰-۱۵۰ درجه سانتیگراد و فشار ۱۰-۳۰۰ اتمسفر انجام می شود. سپس مواد به دست آمده به صورت فیلم یا صفحات پردازش می شود. کلروتری فلوئورواتیلن (CTFE) یا هگزافلوئوروپروپن (HFP) معمولاً برای تهیه کوپلیمرهای PVDF استفاده می شود. کوپلیمرهای PVDF با HFP انعطاف پذیری بیشتری نسبت به گریدهای هموپلیمر PVDF دارند. کوپلیمرهای CTFE از انعطاف پذیرترین محصولات PVDF با عملکرد عالی در دمای پایین و انقباض کم هستند. کوپلیمرها برای کاربردهای سیم و کابل و لوله ایده آل هستند که به انعطاف پذیری بیشتر نیاز دارند. در حال حاضر، Kynar و Solef دو نام تجاری معروف PVDF هستند. Kynar تولید شرکت معروف Arkema و Solef ساخت شرکت Solvay آمریکا است. اگرچه کشور چین هم برای تولید این ماده، وارد عرصه شده است. در ادامه، کاربردهای PVDF به جزییات شرح داده خواهد شد: **صنایع نفت و گاز:** یکی از مهم‌ترین کاربردهای پلی وینیلیدین فلوراید در صنایع نفت و گاز است. این ماده به دلیل مقاومت در برابر مواد خورنده و تحمل فشارهای بالا، در ساخت لوله‌ها، اتصالات، و پوشش‌های محافظتی استفاده می‌شود. همچنین PVDF به عنوان یک پوشش داخلی برای لوله‌های حمل مواد شیمیایی و نفتی به کار می‌رود تا از خوردگی داخلی جلوگیری کند.

بیانیه نیاز تفصیلی

	صنایع الکترونیک: PVDFبه دلیل خواص پیزوالکتریک و دی‌الکتریک، در تولید حسگرها، عملگرها و فیلم‌های الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پلیمر به دلیل پایداری الکتریکی و حرارتی بالای خود، به عنوان یک ماده عایق در تولید قطعات الکترونیکی مانند کابل‌های قدرت و اتصالات الکتریکی کاربرد گسترده‌ای دارد. **صنعت ساختمان:** در صنعت ساختمان‌سازی، PVDFبه عنوان یک پوشش مقاوم در برابر آب و هوا و اشعه‌های فرابنفش استفاده می‌شود. پوشش‌های ساخته شده از این پلیمر، به دلیل پایداری طولانی‌مدت و مقاومت در برابر شرایط جوی مختلف، بر روی نمای ساختمان‌ها، سقف‌های فلزی و پنل‌های آلومینیومی کاربرد دارند. **صنایع خودروسازی:** در صنعت خودروسازی نیز پلی وینیلیدین فلوراید به عنوان یک ماده مقاوم در برابر سایش و خوردگی در بخش‌های مختلف خودرو مانند سیستم‌های سوخت‌رسانی و قطعات موتور استفاده می‌شود. این ماده به دلیل ویژگی‌های مکانیکی و شیمیایی قوی، به افزایش عمر مفید قطعات خودرو کمک می‌کند. **فیلترها و غشاهای صنعتی:** پلی وینیلیدین فلوراید به دلیل داشتن خاصیت فیلتراسیون بالا، در تولید فیلترها و غشاهای نیمه‌تراوا برای تصفیه آب و هوا استفاده می‌شود. این غشاها می‌توانند ذرات ریز و آلاینده‌های مختلف را به خوبی جذب و فیلتر کنند، به همین دلیل در صنایع آب‌شیرین‌کن و تصفیه فاضلاب به کار می‌روند. **سیستم های ذخیره انرژی (باتری و ابرخازن):** PVDF با پایداری الکتروشیمیایی و استحکام مکانیکی عالی، به عنوان یک اتصال دهنده یا جداکننده در سیستم های ذخیره انرژی استفاده می شود در پایان، با توجه به عدم تولید PVDFدر کشور، سرمایه گذاری بر روی سنتز این ماده در مقیاس آزمایشگاهی و استارت فناوری آن می تواند ارزشمند باشد.
۷. برنامه ها، پروژه ها و اقدامات مرتبط	امروزه PVDF با مارک های مختلف به بازار عرضه می شود: Arkema بزرگترین تولید کننده PVDF در جهان است. تاسیسات تولیدی آن در ایالات متحده، فرانسه و چین واقع شده است. Arkema هر دو گرید هموپلیمر و کوپلیمر را تحت برندهای Kynar®و Kynar Flex® تولید می کند. پلی وینیلیدین فلوراید (PVDF) با نام تجاری Kynar®در سال ۱۹۶۵ برای کاربردهای شیمیایی و عایق سیم های الکتریکی و مواد غلاف آغاز شد و تا کنون Kynar® PVDF به یکی از مواد منتخب برای بسیاری از کاربردهایی که نیاز به کارایی بالا دارند؛ تبدیل شده است. Kynar Flex® PVDF در دهه ۱۹۸۰ به عنوان ماده ای مشابه با عملکرد Kynar® تجاری شد، اما با تطبیق پذیری بیشتر برای پاسخگویی به نیازهای برنامه های جدید.

بیانیه نیاز تفصیلی

	همچنین Solvay Solexis اکنون مجموعه ای رو به رشد از گریدهای PVDF را ارائه می دهد که با کاربردهای جدیدی مانند نفت و گاز، خودروسازی، ساخت و ساز، الکترونیک، آسترهای دودکش، باتری های لیتیومی، سلول های سوختی، مواد غذایی و دارویی مرتبط هستند. حداقل سه نوع PVDF در بازار وجود دارد که از نظر محتوای کمی پلی وینیلیدین فلوراید و پلیمر اکریلیک با یکدیگر متفاوت هستند: ۵۰/۵۰٪، ۳۰/۷۰٪ و ۲۰/۸۰٪. همه این انواع را می توان PVDF نامید. با این حال، PVDF دارای مجوز فقط تحت مجوزهای معروف Kynar۵۰۰ یا Hylar۵۰۰۰ تولید می شود و حداقل ۷۰٪ پلی وینیلیدین فلوراید دارد. همانطور که ذکر شد، در حال PVDF در کمپانی های خارجی تولید و به کشور وارد می‌شود و در بخش داخلی ساخت این نوع بایندر هنوز بومی سازی نشده است. پژوهشگران دانشکدگان فنی دانشگاه تهران در مطالعه‌ای برای اولین بار روشی نوین برای بهبود عملکرد باتری‌های ساختاری لیتیوم-یونی ارائه کردند. در این روش شرکت هایی چون ردوکس کالا از وارد کننده های اختصاصی این پلیمرجهت مصرف در سیستم های ذخیره انرژی به عنوان بایندر است. پروژه به منظور بومی سازی دانش فنی ساخت بایندر PVDF پیشنهاد شده است و تلاش دارد این ماده در مقیاس بالا با کیفیت و ویژگی های مشابه نمونه خارجی اما با قیمتی ارزان تر به دست مشتریان برسد.
۸. محصول / راه حل پیشنهادی	خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی منحصر به فرد PVDF منجر به استفاده از آن در کاربردهای متنوع صنعتی همچون تجهیزات صنعتی و نظامی، تولید خودرو، قطار، هواپیما و کشتی، تصفیه آب، نفت و پتروشیمی، ذخیره انرژی و الکترونیک و اپتیک شده است. همچنین پودر پوشش PVDFنیز می تواند دوام عالی و توانایی ضد خوردگی را ارائه دهد. همچنین از کاربردهای نوظهور PVDF می توان به غشاهای سلول سوختی و اجزای داخلی هواپیما و تجهیزات اتوماسیون اداری اشاره نمود. پتانسیل‌های موجود در کشور اعم انرژی ارزان و در دسترس، دانش فنی، نیروی انسانی متخصص و ارزان، موقعیت جغرافیایی و سهولت دسترسی به بازارهای جهانی، موجب می‌شود که کشور ایران به‌عنوان یکی از پتانسیل‌های بالقوه تولید این ماده با ارزش در دنیا مطرح شود. هر چند که تا امروز کشور ایران به عنوان وارد کننده صرف این پلیمر ویژه بوده اما تمرکز بر سنتز این ماده در مقیاس بالا، می تواند نیاز بازار داخلی را مرتفع سازد. بنابراین بایستی به دنبال روشی ساده، ارزان و مقرون به صرفه برای تهیه و ساخت PVDF با درصد خلوص و درجه بندی متفاوت بود تا بتواند گستره بزرگی از کاربردها را پوشش دهد..
۹. نحوه حمایت بهره‌بردار از حل مسئله	☒ سرمایه‌گذاری برای توسعه محصول ☒ بازاریابی و فروش محصول ☒ تسهیل فروش محصول (از طریق وضع مقررات و ...) ☒ قرارداد خرید تضمینی محصول ☐ قرار دادن در لیست تأمین‌کنندگان (Vendor List) و تعامل مانند سایر تأمین‌کنندگان ☐ سایر: .....
۱۰. کلمات کلیدی	ذخیره انرژی؛ بایندر PVDF ؛ دانسیته توان و انرژی، پایداری چرخه ای، باتری یون-لیتیوم

بیانیه نیاز تفصیلی

۱۱. تصاویر مرتبط	 **تصویر۱.** نیروگاه پایلوت راکتور Batch برای فرایند پلیمریزاسیون **تصویر۲.** هموپلیمر PVDF با کیفیت بالا
۱۲. سایر توضیحات	با توجه به بازار رو به رشد سیستم های ذخیره انرژی همچون ابرخازن، باتری ها و پیل‌های سوختی، انتظار می‌رود در سال‌هایی نه چندان دور، بومی سازی این نوع ذخیره سازها به یک مساله استراتژیک تبدیل شود. بنابراین بومی سازی ساخت و توسعه هر یک از اجزای سازنده این نوع ذخیره ساز ها همانند بایندر، ماده کاتدی و ... حائز اهمیت خواهد بود. در این بین PVDF به عنوان بایندر، نقش به سزایی در بهبود کارایی الکتروشیمیایی این سیستم ها دارد و با توجه به محدوده وسیع کاربردی این پلیمر در صنایع مختلف، همچون صنایع نظامی، دفاعی، هوا فضا، خودروسازی، نفت و پتروشیمی، تصفیه آب و ... این مساله واقعی بوده و دارای ارزش سرمایه گذاری است و در صورت دستیابی به دانش فنی سنتز این ماده و تامین تجهیزات لازم برای ساخت آن در مقیاس بالا می تواند به یک فرصت تبدیل گردد. **در ادامه لیستی جامع از تجهیزاتی که معمولاً در سنتز پلی وینیلیدین فلوراید (PVDF) استفاده می شوند، آمده است:** **۱. رآکتور پلیمریزاسیون** - راکتور Batch

بیانیه نیاز تفصیلی

	- راکتور همزن پیوسته(CSTR) **۲. سیستم کنترل دما** - ژاکت گرمایشی - ترموکوپل - کنترل کننده های دما **۳. سیستم کنترل فشار** -مبدل های فشار -شیرهای Relief -کنترل کننده های فشار **۴. سیستم هم زن** -همزن مکانیکی -پروانه ها -موتورهای همزن **۵. سیستم تغذیه مونومر** -پمپ های تغذیه -فلومترها -مخازن ذخیره سازی وینیلیدین فلوراید(VF_2) **۶. سیستم خنک کننده** -کویل های خنک کننده -مبدل های حرارتی -چیلرها **۷. سیستم تصفیه** -واحدهای فیلتراسیون - ستون های تقطیر -واحدهای جذب **۸. سیستم خشک کردن** -خشک کن های اسپری -خشک کن های خلاء -خشک کن های بستر سیال **۹. تجهیزات ایمنی** -آشکارسازهای گاز -سیستم های اطفاء حریق -تجهیزات حفاظت فردی(PPE) **۱۰. سیستم های کنترل و نظارت** -کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی (PLC) - کنترل نظارتی و جمع آوری داده ها (SCADA) - سیستم های ثبت اطلاعات