ریاست جمهوری
صندوق نوآوری و شکوفایی

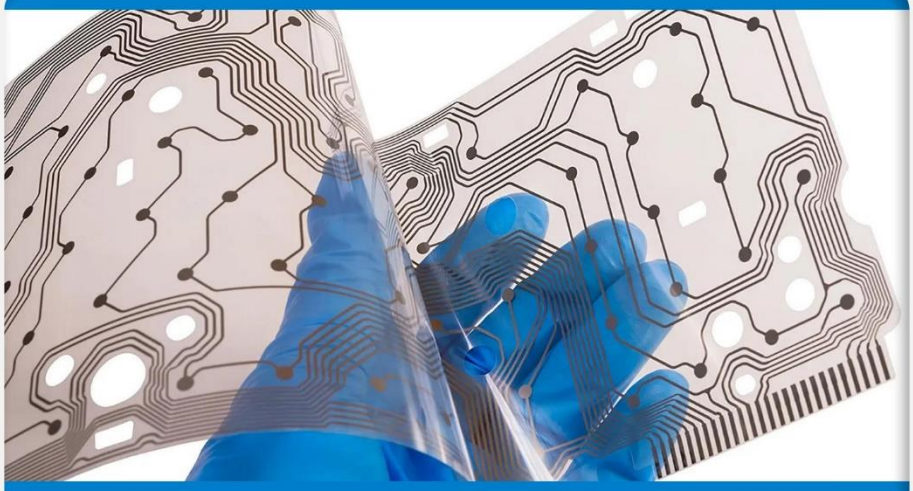
با حمایت صندوق نوآوری و شکوفایی و به
پیشنهاد یک تیم پژوهشی از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان منتشر می‌شود:

فراخوان مشارکت در اکتساب فناوری

جوهرهای رسانا برپایه کربن و نقره

برای کاربرد در حسگرهای الکتروشیمیایی و بردهای الکترونیکی

۷۳



مهلت ارسال پروپوزال‌ها:

۱۴۰۲/۰۵/۱۰

جوهرهای عملکردی رسانا به‌عنوان موادی جدید و جذاب برای بهبود روش‌های تولید تجهیزات نوین، ظهور کرده‌اند. این محصولات امکان ساخت دستگاه‌های جدیدی را فراهم می‌کند که مزایایی قابل توجه از جمله ارزان و ساده بودن، انعطاف‌پذیری، وزن سبک و کوچک‌سازی را به همراه خواهند داشت. با افزایش جمعیت جهان و افزایش میانگین طول عمر، تقاضای فزاینده‌ای برای ساخت و توسعه دستگاه‌های مراقبت سلامت که می‌توانند در خانه و خارج از بیمارستان مورد استفاده قرار گیرند، ایجاد شده است. از این‌رو توسعه حسگرهای الکتروشیمیایی نوین با توجه به مزایای قابل‌توجه آن به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. بر این اساس طراحی و ساخت جوهرهای رسانای الکتریکی با قابلیت عملکرد در محیط الکتروشیمیایی، در قلب این فرآیند قرار گرفته است.

مهم‌ترین نتایج این طرح دستیابی به دانش طراحی و ساخت جوهرهای عملکردی رسانا بر پایه نقره و کربن است که قابلیت کاربرد برای بردهای الکترونیکی و همچنین حسگرهای الکتروشیمیایی را دارا خواهند بود. از جمله مزایای این طرح امکان تغییر فرمولاسیون برای کاربردهای دیگر از جمله سامانه‌های ذخیره انرژی (باطری، ابر خازن)، مدارهای الکترونیکی انعطاف‌پذیر، نمایشگرها، حفاظ امواج الکترومغناطیسی، پنل‌های خورشیدی و دستگاه‌های گرمایشی است.

- اعلام امادگی برای مشارکت در اکتساب فناوری حاصل از این فراخوان تحقیقاتی و ارائه درخواست تنها برای شرکت ها و شتابدهنده های دانش بنیان مجاز است.
- درخواستی که بیشترین تناسب را با الزامات این اکتساب فناوری داشته باشد، انتخاب و به عنوان «مشارکت کننده» برای مذاکرات تکمیلی به هسته پژوهشی متقاضی معرفی خواهد شد.

دانا شریف
DANA SHARIF

ارسال پروپوزال از طریق: ghazal.inif.ir

ارتباط با کارگزاری داناشریف: ۰۲۱-۸۸۴۸۶۸۵۲ ۰۹۰۲۵۵۵۵۴۷۱

باسمه‌تعالی

صندوق نوآوری و شکوفایی به‌منظور حمایت از گروه‌های پژوهشی توانمند و فعال در حوزه فناوری‌های رو به آینده، خدمت جدیدی را طراحی و عرضه کرده است که در قالب آن، هسته‌های پژوهشی توانمند با فناوری‌های راهبردی و رو به آینده را به‌عنوان عرضه‌کننده فناوری و متعاقباً، شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های توانمند و دانش‌بنیان را به‌عنوان متقاضی مشارکت در اکتساب فناوری شناسایی می‌نماید.

آنچه پیش رو داریم، عرضه فناوری یکی از هسته‌های پژوهشی است که توسط صندوق نوآوری و شکوفایی شناسایی و پس از بررسی و تصویب در قالب فراخوان منتشر شده است. لطفاً به موارد زیر توجه فرمایید:

۱) اعلام آمادگی برای مشارکت در اکتساب فناوری حاصل از این فراخوان تحقیقاتی و ارائه درخواست تنها برای شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های دانش‌بنیان مجاز است. تمام شرکت‌ها و شتاب‌دهنده‌های دانش‌بنیان می‌توانند با تدوین و ارسال تقاضای مشارکت در اکتساب فناوری در این فراخوان شرکت کنند.

۲) درخواست‌های مشارکت در اکتساب فناوری صرفاً باید در چارچوبی که در انتهای همین فراخوان آمده است، تدوین و **حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۲/۰۵/۱۰** در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی (ghazal.inif.ir) ثبت شوند. درخواست‌هایی که در چارچوبی غیر از آن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.

۳) پس از اتمام مهلت ارسال درخواست مشارکت در اکتساب فناوری، فرایند ارزیابی آن‌ها توسط صندوق نوآوری و شکوفایی آغاز خواهد شد. درخواستی که بیشترین تناسب را با الزامات این اکتساب فناوری داشته باشد، انتخاب و به‌عنوان «مشارکت‌کننده» برای مذاکرات تکمیلی به هسته پژوهشی متقاضی معرفی خواهد شد.

۴) در صورت توافق درخواست‌کننده منتخب (مشارکت‌کننده) و هسته پژوهشی (مجری)، قرارداد ۳ جانبه‌ای مابین «صندوق»، «مشارکت‌کننده» و «مجری» منعقد خواهد شد. در قالب این قرارداد، صندوق نوآوری حداکثر تا ۷۰ درصد هزینه اجرای طرح تحقیقاتی را به شکل بلاعوض و به طور مرحله‌ای و متناسب با پیشرفت اجرای طرح، به مجری پرداخت خواهد کرد و مابقی هزینه‌های اجرای طرح، برعهده مشارکت‌کننده خواهد بود.

۵) حمایت صندوق صرفاً منوط به موافقت مجری و مشارکت‌کننده در خصوص مالکیت مادی و معنوی این طرح، بر اساس شرایط مندرج در بند" تسهیم مالکیت فکری" این فراخوان خواهد بود.

۶) تدوین و ارسال درخواست مشارکت در قالب این فراخوان، به منزله بهره‌مندی از حمایت‌های صندوق نوآوری و شکوفایی نخواهد بود و برای فرستنده حقی ایجاد نمی‌کند. صندوق نوآوری و شکوفایی خود را ملزم به رعایت محرمانگی می‌داند و مفاد کلیه طرح‌های ارسالی محرمانه نزد صندوق نوآوری و شکوفایی باقی خواهد ماند.

۷) حمایت و راهبری صندوق نوآوری و شکوفایی در موضوع این فراخوان، صرفاً تا مرحله اکتساب فناوری است و مسئولیت همکاری‌های بعدی مانند تجاری‌سازی، تولید صنعتی، افزایش مقیاس و غیره بر عهده مشارکت‌کننده و مجری می‌باشد.

۸) هرگونه سؤال یا ابهام در خصوص این فرایند را با شرکت سامان صدرای دانا شریف به‌عنوان کارگزار صندوق نوآوری و شکوفایی در میان بگذارید (شماره تماس: ۰۹۰۲۵۵۵۴۷۱-۰۲۱۸۸۴۸۶۸۵۲)

خلاصه فناوری

در انقلاب صنعتی چهارم، ترکیب فناوری‌های پیشین و توسعه اینترنت منجر به معرفی مفاهیمی نظیر اینترنت اشیا و رایانش ابری در محیط‌های مختلف شد که از نتایج آن می‌توان به بهبود ایمنی و بهره‌وری در کنار کاهش هزینه‌ها و زمان ساخت اشاره کرد. این موضوع در سطح جهانی و در بازارهای مختلف به‌سرعت رشد پیدا کرد و امروزه اثرات آن در زندگی روزمره مشهود است.

در این راستا، جوهرهای هوشمند نقش مهمی را در تولید دستگاه‌های هوشمند و چندکاره ایفا می‌کنند. سرعت بالای رشد فناوری اینترنت اشیا باعث نزدیکی هرچه بیشتر حوزه حسگر و الکترونیک شد؛ بر همین اساس، امکان تولید وسایل پزشکی قابل حمل هوشمند، خانه‌های هوشمند و بسیاری از نمونه‌های دیگر به وجود آمد.

توانایی مواد هوشمند برای انجام واکنش‌های کنترل‌شده و برگشت‌پذیر که با تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی در پاسخ به محرک‌های خارجی (مانند دما، فشار، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و نور) همراه است، آن‌ها را به عناصر کلیدی در اینترنت اشیا و فناوری‌های نوین تبدیل می‌کند. ترکیبی از خواص و عملکرد اجزای مختلف منجر به تولید سامانه‌های چندمنظوره می‌شود که با افزایش کارایی و قابلیت یکپارچه‌سازی همراه است. طبقه‌بندی این مواد اغلب بر اساس ماهیت محرک خارجی و پاسخ متعاقب آن‌ها مشخص می‌شود. با این وجود، در میان مواد مختلف، مواد رسانای الکتریکی با قابلیت کاربرد در زمینه الکتروشیمی به‌طور ویژه مورد توجه قرار گرفته‌اند. مواد رسانای الکتریکی به‌سرعت باعث تغییر در حوزه‌های مختلف از جمله حسگرها (حسگرهای گازی، کرنش، الکتروشیمیایی و ...)، سامانه‌های ذخیره انرژی (باطری، ابر خازن)، الکترونیک انعطاف‌پذیر، نمایشگرها، دستگاه‌های گرمایشی و ... شده‌اند. بر همین اساس، طراحی و ساخت جوهرهای رسانای الکتریکی و الکتروشیمیایی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. این رویکرد، امکان ساخت دستگاه‌های نوینی را فراهم می‌کند که مزایای قابل توجهی نسبت به دستگاه‌های متداول دارند. این دستگاه‌ها علاوه بر ارزان و ساده بودن، ویژگی‌های جذاب دیگری مانند انعطاف‌پذیری، وزن سبک و امکان کوچک‌سازی را به همراه دارند. بنابراین، علاقه به فناوری‌های جدید برای تولید جوهرها نه‌تنها در دانشگاه بلکه در صنعت نیز رو به افزایش است. از طرف دیگر با افزایش جمعیت جهان و همچنین افزایش میانگین طول عمر، تعداد بیماری‌هایی که نیاز به نظارت دارند، صعودی شده و هزینه‌های مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی و سلامت افزایش یافته است؛ درنتیجه تقاضای فزاینده‌ای برای ساخت و توسعه دستگاه‌های مراقبت‌های بهداشتی که می‌توانند هرگونه اطلاعات بیولوژیکی بیمار را در خانه و خارج از بیمارستان تشخیص دهند، ایجاد شده است. از این رو، توسعه حسگرهای الکتروشیمیایی نوین با توجه به

مزایای قابل توجه آن‌ها به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. بهره‌گیری از جوهرهای عملکردی رسانا به‌عنوان مهم‌ترین بخش حسگرهای جدید در کانون توجه قرار دارد.

درباره تیم پژوهشی

نام و نام‌خانوادگی	رشته/ مقطع تحصیلی	همکار/ مشاور طرح	وضعیت شغلی
محمد رفیعی‌نیا	مهندسی پزشکی/ دکتری	مدیر فنی	عضو هیئت علمی دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان
حسین صیام‌پور	فیزیک/ دکتری	مدیر اجرایی	پژوهشگر مرکز تحقیقات بیوسنسور علوم پزشکی اصفهان
مینا نقدی	شیمی آلی/ دکتری	کارشناس اجرایی	پژوهشگر مرکز تحقیقات بیوسنسور علوم پزشکی اصفهان
مصطفی رضازاده	فیزیک/ کارشناسی ارشد	کارشناس اجرایی	دانش‌آموخته دانشگاه تربیت مدرس

سوابق عرضه‌کننده فناوری و مسئول اصلی تیم پژوهشی

جناب آقای دکتر محمد رفیعی‌نیا، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و دانش‌آموخته رشته مهندسی پزشکی (گرایش بیومتریال) دانشگاه صنعتی امیرکبیر هستند. ایشان رئیس مرکز تحقیقات زیست‌حسگر (Biosensor) دانشگاه علوم پزشکی اصفهان نیز بوده و دارای سابقه طولانی در اجرای پروژه‌های مختلف تحقیقاتی در حوزه مهندسی پزشکی هستند. تعدادی از مقالات معتبر علمی دکتر رفیعی‌نیا در حوزه مهندسی پزشکی در مجلات معتبر خارجی از اینجا قابل مشاهده است.

آقای دکتر حسین صیام پور، پژوهشگر مرکز تحقیقات زیست‌حسگر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و دانش‌آموخته دکتری رشته فیزیک دانشگاه تربیت مدرس هستند. فارغ‌التحصیل ممتاز مقاطع مختلف تحصیلی و محقق پسادکتری دانشگاه تربیت مدرس در زمینه طراحی و تولید نانوساختارهای مختلف و به‌کارگیری آن‌ها در زیست حسگرهای الکتروشیمیایی با حساسیت بالا از جمله سوابق آموزشی و پژوهشی

ایشان است. طراحی و ساخت نانومواد و نانوساختارها با قابلیت کاربرد در حوزه زیست‌حسگر و طراحی محیط‌های نرم‌افزاری برای شبیه‌سازی وتحلیل مولفه‌های نوری و لیزری از جمله موضوعات پژوهشی دکتر صیام‌پور است.

سرکار خانم دکتر مینا نقدی، پژوهشگر مرکز تحقیقات زیست‌حسگر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و فارغ‌التحصیل دکتری رشته شیمی آلی دانشگاه صنعتی اصفهان هستند. زمینه تحقیقاتی ایشان شیمی پلیمر است و دارای بیش از ۱۰ سال سابقه انجام کار پژوهشی در این زمینه هستند. ایشان در طول سال‌ها کار پژوهشی در ایران، موفق به چاپ چندین مقاله علمی در مجلات معتبر جهانی و چاپ کتاب شده‌اند و از برگزیدگان بنیاد ملی نخبگان نیز می‌باشند. همچنین، موفق به اخذ گرنت پژوهشی از ستاد نانو و صندوق حمایت از نوآوران و فناوران کشور به ترتیب برای پایان‌نامه ارشد و دکتری شده‌اند. تعدادی از مقالات معتبر علمی دکتر نقدی در حوزه نانوکامپوزیت‌های پلیمری در مجلات معتبر خارجی از اینجا قابل مشاهده است.

ضرورت مسئله

در سال‌های گذشته، دستگاه‌های پایش سلامت، تأثیر قابل توجهی بر نظارت مستمر مولفه‌های بهداشتی داشته‌اند و در نتیجه، باعث تسریع در روند به‌کارگیری رویکردهای سنجش زیستی در زندگی روزمره شده‌اند. علاوه بر این، جمع‌آوری آسان اطلاعات در این روش‌ها، افزایش آگاهی افراد و جوامع را در پی داشته است. این رویکرد، نوید بسیار خوبی برای نظارت شخصی سلامت و تناسب اندام است. در بین همه تجهیزات تشخیصی مورد مطالعه، حسگرهای الکتروشیمیایی به دلیل حساسیت بالا، زمان پاسخ سریع و قابلیت کوچک‌سازی مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. جزء کلیدی این سیستم‌ها، الکترودها و ویژگی حسگری آن‌ها است. این حسگرها با عملکردهای متفاوت، ابزارهای مهمی را برای حل مشکلات اندازه‌گیری در زمینه‌های مختلف ارائه می‌دهند. از طرف دیگر، فناوری‌های مدار الکترونیکی به خوبی توسعه یافته‌اند و زیربنای ابزارهای الکترونیکی بسیار کوچک امروزی هستند. با این وجود، سنگ بنای مدار الکترونیکی (مانند سیلیکون) از نظر مکانیکی سخت بوده و بر اساس طراحی مسطح استوار است که محدودیت ذاتی آن‌ها را به همراه دارد. در حال حاضر الکترونیک چاپی و حسگرهای نوین مبتنی بر آن در میان راه تغییر نگرش (Paradigm) در سیستم‌های اندازه‌گیری در سراسر جهان هستند. این سامانه‌ها از بسترهای

انعطاف‌پذیر، الکترودهای رسانا و مواد با ویژگی حسگری تشکیل شده‌اند. به خوبی روشن است که الکترودهای حسگر نقش غالب را در این سامانه‌ها ایفا می‌کنند. روش‌های مختلفی برای ساخت این الکترودها وجود دارد که در میان آن‌ها، روش ساخت چاپی دارای مزایای قابل توجه از جمله هزینه کم، انعطاف‌پذیری طراحی، تکرارپذیری فرآیند و امکان ساخت با مواد مختلف است. بر این اساس، جوهرهای رسانا به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته‌اند و بیشترین حجم تحقیقات را به خصوص در زمینه الکترونیک چاپی به خود اختصاص داده‌اند. جوهرهای رسانا نقش اصلی را در تهیه لوازم الکترونیکی چاپی و حتی قابل انعطاف ایفا می‌کنند و در طیف گسترده‌ای از دستگاه‌های الکترونیکی و انرژی‌های نوظهور، کاربرد دارند. بارزترین مزیت این روش عدم نیاز به اقدامات پرهزینه و زمان‌بر مانند آبکاری، ایجاد الگو (Masking) و لایه‌برداری (Etching) است که معمولاً در روش‌های سنتی مانند چاپ نوری (Photolithography) استفاده می‌شوند.

مسئله اصلی تحقیق

توانایی جوهرهای رسانا برای ایجاد مسیرهای مداری بر روی طیف گسترده‌ای از سطوح و با اشکال مختلف، به واسطه طراحی فرمولاسیون آن‌ها قابل دستیابی است. این فرمولاسیون عموماً شامل سه جزء اصلی رسانا، حلال و پیونددهنده (Binder) پلیمری است. به طور کلی، جزء رسانای به کار رفته در جوهرهای رسانا شامل یک ساختار کربنی، فلزی، پلیمری و یا ترکیبی از آن‌ها است. در حال حاضر، تعدادی از جوهرها با پایه نقره، مس، گرافیت، گرافن، کربن سیاه و پلیمرهای رسانا برای الکترونیک چاپی قابل انعطاف بررسی شده‌اند. نقره دارای پایداری مناسب و بهترین رسانا است، بنا بر این جوهرهای ساخته شده از نانوساختارهای نقره به طور گسترده برای ساخت الگوهای رسانا در دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌شوند. نانوساختارها خواص فیزیکی و شیمیایی فوق‌العاده‌ای را از خود نشان می‌دهند و می‌توانند به عنوان جزءِ ساختاریِ ناهمسانگرد به کار گرفته شوند. انواع مختلفی از این جوهرها مانند جوهرهای بر پایه نانوذرات نقره و نانوسیم‌های نقره برای چاپ ساختارهای رسانا توسعه یافته‌اند. نانوساختار مس به طور خاص، به دلیل

قیمت پایین و رسانایی بالا، یک ماده فلزی جدید و جایگزین امیدوارکننده‌ای برای تهیه جوهر رسانا است. خانواده دیگری از نانومواد مناسب برای صنعت چاپ رسانا، نانومواد مبتنی بر کربن مانند گرافیت، گرافن و نانولوله‌های کربنی هستند. این نانوساختارها، به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد مانند رسانایی و تحرک جریان ذاتی بالا، انعطاف‌پذیری مکانیکی و قابلیت تولید با قیمت مناسب در الکترونیک چاپی مورد توجه هستند. برای مثال، استفاده از نانوگرافیت منجر به بهبود رسانایی الکتریکی جوهر و همچنین بهبود تکرارپذیری فرآیند چاپ شده است. همچنین، اندازه نانویی ذرات رسانای موجود در جوهر می‌تواند چسبندگی، انعطاف‌پذیری و سختی جوهر را افزایش دهد و آن را برای فرآیندهای چاپ متفاوت مناسب کند. استفاده از نانوساختارها در تهیه جوهرهای مورد استفاده در چاپ‌گرهای جوهرافشان، احتمال گرفتگی نازل را کاهش می‌دهد. گرافیت یکی از رایج‌ترین اشکال کربن است که به طور گسترده با خلوص بالا در دسترس بوده و در تهیه جوهرهای رسانا برای کاربردهای مختلف به ویژه الکتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از مزایای جوهرهای بر پایه گرافیت، سادگی و کم‌هزینه بودن فرآیند ساخت آن‌ها است. سایر مواد رسانا مبتنی بر کربن مانند کربن سیاه، گرافن، نانولوله‌های کربنی و نانوالیاف کربنی نیز استفاده شده‌اند. اگرچه این مواد نانوساختار معمولاً گران‌تر از گرافیت هستند، اما اغلب پیشرفت‌های قابل توجهی در عملکرد به خصوص در سیستم‌های الکتروشیمی ایجاد کرده‌اند که می‌تواند به دلیل رسانایی، مساحت سطح و استحکام مکانیکی بالاتر باشد.

مسئله اصلی تحقیق

(عرضه فناوری)

« جوهرهای رسانا بر پایه کربن و نقره برای کاربرد در حسگرهای الکترو شیمیایی و بردهای الکترونیکی»

مزایا

از جمله مزایای جوهر تولید شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تکرارپذیری بالای فرآیند چاپ جوهر.
- عدم نیاز به دمادهی و پردازش حرارتی توسط کاربر.
- قابلیت چاپ بر روی بسترهای متنوع شامل پلیمر و سرامیک.
- دامنه کاربرد گسترده.

- سازگار با چاپ صفحه (Screen) به عنوان فرآیند چاپ آسان و در دسترس.

کاربرد

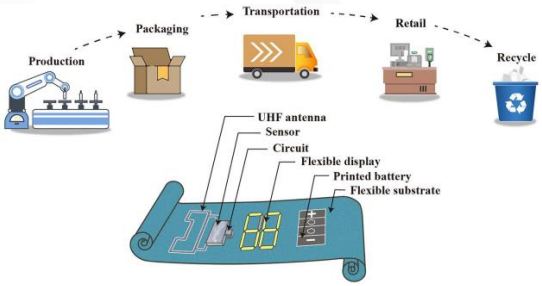
- **محصولات صنعت مراقبت از سلامت مانند ابزارهای پایش علائم حیاتی و زیست‌حسگرها (Health Care/ Wearable Electronics)**

در حال حاضر نوارهای آزمایش قند خون با بهره‌گیری از جوهرهای رسانا ساخته می‌شوند. جدا از نوارهای آزمایش گلوکز، الکترودهای EKG/ECG، الکترودهای TENS برای تحریک عضلات، الکترودهای یونتوفورز برای تحویل دارو و بسیاری دیگر از کاربردهای الکترونیک پزشکی به جوهرهای رسانا وابسته هستند. برای محصولات پزشکی، دقت بالا، قابلیت اطمینان و سازگاری بسیار مهم است. از طرف دیگر راحتی بیمار، تهاجم کمتر، یک‌بار مصرف بودن و تشخیص از راه دور نیز اهمیت دارد. این نیازها با به‌کارگیری ابزارهای نوین پزشکی که با استفاده از جوهرهای رسانا ساخته می‌شوند بسیار مورد توجه قرارگرفته‌اند.

شکل ۱: انواع نوار اندازه‌گیری قند خون و سیستم پیشرفته اندازه‌گیری قند خون پیوسته پوشیدنی که بر اساس جوهرهای رسانای کربنی و نقره ساخته می‌شوند.

- **انواع برچسب‌های هوشمند مورد استفاده در حوزه انبارداری، حمل و نقل، بسته‌بندی‌های هوشمند (Smart Tags)**

در دنیای اینترنت اشیا، فناوری RFID در دستگاه‌های مختلفی از جمله کارت‌های هوشمند، گذرنامه، کارت‌های اعتباری، سیستم‌های حمل و نقل مختلف و موارد دیگر استفاده می‌گردد و بازار قابل توجهی را به خود اختصاص داده است.



شکل ۲: نمایی از کاربرد جوهرهای رسانا در صنعت برچسب‌های هوشمند در چرخه تولید تا بازیافت

- **لوازم خانگی شامل نمایشگرهای تاشونده و انواع سطوح تعاملی (Appliances)**

ابزارهای نمایشگر برای عملکرد صحیح به روش‌های چاپی مختلف تکیه دارند و از جوهرهای مختلف بهره می‌برند. صفحه‌های لمسی، کلیدهای لمسی غشایی، نورپردازی LED چاپی و روکش‌های محافظ بار الکتریکی از جمله این موارد هستند که از جوهرهای رسانا و دی‌الکتریک استفاده می‌کنند.

شکل ۳: انواع نمایشگرها و ورود جوهرها به الکترونیک انعطاف‌پذیر.

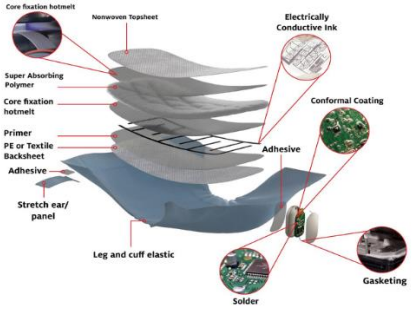
- **الکترونیک مجتمع (In-Mold Electronics)**

این فناوری، فرآیندی است که الکترونیک چاپی را با شکل‌دهی و قالب‌گیری سه‌بعدی ترکیب می‌نماید تا ادوات سه‌بعدی را با وسایل الکترونیکی تعبیه شده در آن ایجاد کند. لوازم الکترونیکی می‌تواند شامل اتصالات، حسگرها، IC ،LEDها، موج‌برهای نوری و غیره باشد. این حوزه، صفحه مدار جداگانه را حذف یا کوچک و سیم‌کشی و راهنماهای نوری را از نظر ساختاری یکپارچه می‌کند، در فضا صرفه‌جویی می‌نماید و طراحی‌های جدید، نازک و سبک‌وزن سه‌بعدی را ممکن می‌سازد.

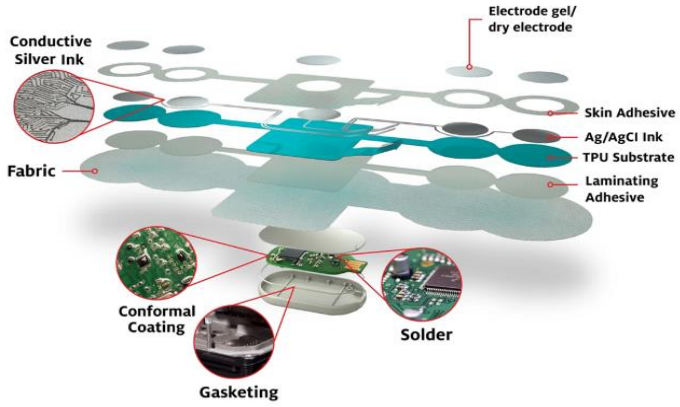
با استفاده از این فناوری می‌توان از شر دکمه‌ها، کلیدهای مکانیکی و مجموعه‌های الکترونیکی مجزا خلاص شد و آن‌ها را به صورت یکپارچه بدون کاهش عملکرد جایگزین کرد. این روش علاوه بر ساده‌سازی و یکپارچه‌سازی، معمولاً وزن را تا ۷۰ درصد یا بیشتر کاهش می‌دهد و ضخامت نهایی سامانه نیز می‌تواند

تا ۲ میلی‌متر کاهش یابد. مطالعات نشان می‌دهد که این فناوری جدید دارای توانایی رشد عظیمی در بسیاری از صنایع از جمله خودروسازی، لوازم خانگی، اینترنت اشیاء و سایر حوزه‌ها است. در شکل زیر سه مورد از کاربردهای آن در لوازم خانگی، حسگر رطوبت برای مراقبت‌های بهداشتی و حسگر پوستی (Patch) هوشمند نشان داده شده است. نمونه‌های موجود در کشور کاملاً وارداتی است و به صورت گسترده به‌ویژه در لوازم لمسی استفاده می‌شود.

شکل ۴: کاربرد جوهرهای رسانا در صفحات لمسی لوازم خانگی



شکل ۵: اجزاء حسگرهای رطوبت با کاربرد پزشکی و استفاده از جوهر رسانا در آن

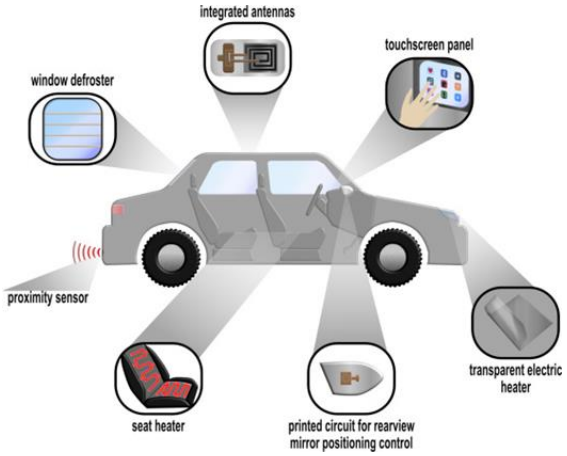


شکل ۶: اجزا حسگر پوستی هوشمند و کاربرد جوهرهای رسانا در ساخت آن

- **صنعت خودرو (Automotive Industry)**

خودرو به عنوان یک بازار هدف مهم برای تولیدکنندگان جوهر (خمیر) رسانا محسوب می‌شود. کاربردهای سنتی در این صنعت بیشتر شامل گرم‌کن شیشه، به‌ویژه در شیشه عقب خودرو است که با ارزش افزوده قابل توجهی همراه بوده است. گرمایش شفاف با بهره‌گیری از جوهرهای رسانا می‌تواند کاربردهای دیگری

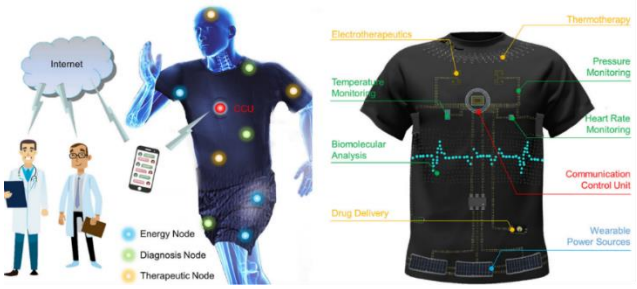
نیز داشته باشد، به عنوان مثال، دوربین‌ها یا حسگرهای لیزری (LIDAR). گرم‌کن‌های صندلی نیز از جمله کاربردهای قابل ذکر در این صنعت علاوه بر موارد اشاره شده است.



شکل ۷: کاربرد جوهرهای رسانا در قسمت‌های مختلف خودرو شامل سیستم‌های گرمایشی تا آنتن‌های مجتمع.

- **پوشاک و منسوجات هوشمند (Smart Textiles)**

پیش‌بینی می‌شود این فناوری در تمام بخش‌های کاربردی صنعت پوشاک ورود کند. کاربردهایی مانند تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بیولوژیکی، لباس ورزشی، لباس‌های گرم‌کننده، لباس دارای نمایشگر، حسگرهای فشار و موارد مشابه. همچنین کاربردهای زیادی در مراحل اولیه توسعه هستند و در آینده نزدیک در دسترس قرار خواهند گرفت.

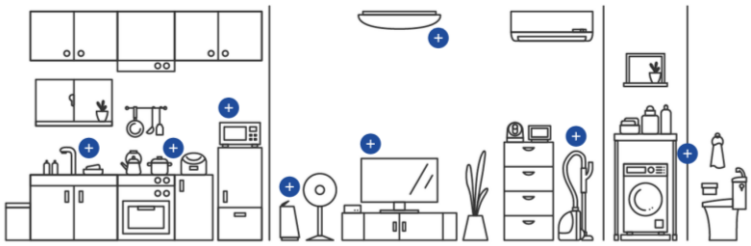


شکل ۸: انواع حسگرهای مبتنی بر جوهرهای رسانا در منسوجات هوشمند.

- **اینترنت اشیاء (IOT Devices)**

جوهر رسانا امکان ایجاد برنامه‌های کاربردی نوآورانه را در حوزه انقلابی اینترنت اشیاء فراهم آورده است. این جوهرها ابزار مناسبی برای چاپ مدارهای بسیار رسانا و انعطاف‌پذیر هستند و به دلیل خشک شدن

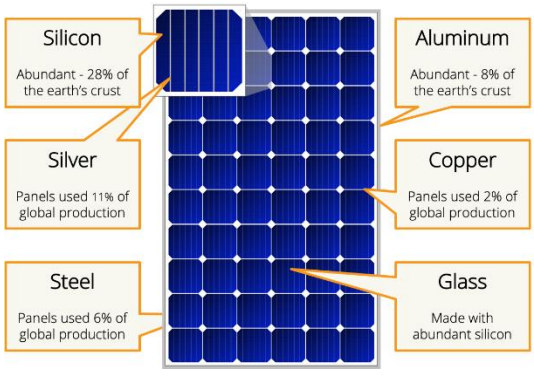
سریع‌تر و مقاومت سطح کمتر، قدرت رقابتی بهتری را فراهم کرده‌اند. تصویر زیر کاربرد جوهرها را در لوازم خانگی مختلف نشان می‌دهد. با انتخاب هر دستگاه، نوع و قابلیت جوهر استفاده شده در وسیله مورد نظر مشخص می‌گردد.



شکل ۹: کاربرد جوهرها (رسانا، نارسانا و مادون قرمز) در لوازم خانگی هوشمند مختلف

- **سلول‌های خورشیدی (Solar Cells)**

از سلول‌های فتوولتائیک برای تبدیل انرژی خورشیدی به جریان برق استفاده می‌شود. با افزایش نیاز به انرژی پایدار و تجدیدپذیر، این حوزه مورد توجه جدی قرار گرفته و از سال ۲۰۱۴ به سرعت در حال رشد است. میزان مصرف جوهرهای رسانا در این حوزه قابل توجه است. برای مثال یک صفحه خورشیدی با اندازه متوسط دو متر مربع، حدود ۲۰ گرم نقره مصرف می‌کند و بر این اساس تقریبا حدود ۱۱ درصد از مصرف نقره جهان به این بخش اختصاص می‌یابد. کشور ما هم با توجه به موقعیت جغرافیایی و تعداد روزهای آفتابی زیاد در سال، توجه جدی به این صنعت نشان داده است.



شکل ۱۰: اجزاء سلول خورشیدی و کاربرد جوهر نقره در آن

خروجی‌های مورد انتظار تحقیق

- ساخت جوهرهای رسانا بر پایه کربن و نقره با قابلیت کاربرد در صفحه مدارهای الکترونیکی و حسگرهای الکتروشیمیایی.
- دستیابی به دانش طراحی و ساخت جوهرهای رسانا با کاربردهای مختلف.

هزینه و زمان اجرای طرح

- هزینه اجرای طرح حدود ۶۹۲ میلیون تومان برآورد می‌شود.
- مدت‌زمان اجرای طرح حدود ۱۲ ماه برآورد می‌شود.

تسهیم مالکیت فکری

- **مالکیت معنوی**: مشارکت‌کننده در مالکیت معنوی ناشی از اجرای تحقیق سهیم خواهد بود و انتشار مقاله مشترک توسط مجری و مشارکت‌کننده در ژورنال‌های داخلی و خارجی، ارائه مقاله در کنفرانس‌ها و سمینارها با موافقت و اشاره به نام همه دست‌اندرکاران مجاز خواهد بود.
- **مالکیت منافع مادی**: سهم مشارکت شرکت/شتاب‌دهنده متقاضی حداقل ۱۰ و حداکثر ۳۵ درصد خواهد بود (منافع مالی ناشی از توسعه این فناوری بر اساس توافق طرفین و مشترک خواهد بود و باتوجه‌به سهم آورده نقدی و غیرنقدی توسعه‌دهنده، سهم مالکیت قابل‌مذاکره و توافق است).

ارسال درخواست

درخواست‌های مشارکت صرفاً باید در چارچوب موردنظر صندوق نوآوری و شکوفایی، تدوین و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۲/۰۵/۱۰ در سامانه غزال صندوق نوآوری و شکوفایی به نشانی ghazal.inif.ir ثبت شوند. درخواست‌هایی که در چارچوبی غیرازآن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق نوآوری و شکوفایی برسند، وارد فرآیند ارزیابی نخواهند شد.

ریاست جمهوری
صندوق نوآوری و شکوفایی

تهران، میدان ونک، خیابان ملاصدرا، خیابان پردیس،
زاینده‌رود شرقی، شماره ۲۴، مجتمع شکوفایی
شرکت‌های دانش‌بنیان
کدپستی: ۱۹۹۱۹۱۳۱۱۱
تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۷۰۰۰۰
پست الکترونیکی: info@inif.ir

دانا شریف
DANA SHARIF

Challenge.ir
تهران، گیشا، خیابان سیزدهم، نبش خیابان کسروی،
پلاک ۹
تلفن: ۰۹۰۲۵۵۵۴۷۱
پست الکترونیکی: Info@Danasharifco.ir