بخش اول

اطلاع‌رسانی

چگونگی تولید منسوجات الکترونیکی هوشمند، منعطف و قابل پوشیدن با در نظر گرفتن انرژی خورشیدی و اثر فتوولتائیک

گردآورنده: سیده فاطمه احدزاده

چکیده

هدف از این پروژه، بررسی ساخت منسوجات نانوساختار فتوولتاییک و امکان تولید انرژی الکتریکی از این منسوج هوشمند جهت تأمین انرژی موردنیاز متناسب با نیاز روزمره می‌باشد. به دلیل حساسیت‌هایی که در زمینه مسائل زیست محیطی و کاهش وابستگی به انرژی سوخت‌های فسیلی وجود دارد، توجه جهانی به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی جلب شده است. خورشید به عنوان یک منبع بی‌پایان انرژی می‌تواند حلال مشکلات موجود در مورد انرژی و محیط زیست باشد. توسعه منسوجات هوشمند نیازمند یک رویکرد چندرشته‌ای است که در آن چندین دانش دخالت دارد، مانند: طراحی مدار، مواد هوشمند، میکرو الکترونیک و شیمی، که با یک درک عمیق از ساخت و ساز نساجی امیخته شده است.

امکان ساخت منسوجات نانوساختار فتوولتاییک یکی از مسائلی بود که ذهن دانشمندان و پژوهشگران را به خود مشغول کرد و آنها را بر آن داشت تا تحقیقات خود را در راستای تولید منسوجاتی قرار دهند که بتواند با استفاده از نور خورشید و اثر فتو ولتاییک، الکتریسته تولید کند و این جریان برق تولید شده را در اختیار لوازمی که همراه یک شخص است و احتیاج به جریان الکتریکی دارد قرار دهند.

اجزاء تشکیل‌دهنده یک سل خورشیدی آلی متداول عمدتاً سنگین، شکننده و انعطاف‌ناپذیر است. ابتکارات و اختراعات اخیر در زمینه تجهیزات فتوولتاییک، دست‌یابی به سلول‌های خورشیدی انعطاف‌پذیر با قابلیت پوشش همراه با انسان را فراهم آورد که می‌تواند به عنوان سیستم مستقل جهت تأمین انرژی در مواقع اضطراری عمل کند. فرآیند منسوجاتی که بتوانند از انرژی خورشید تولید الکریسته کنند در ردیف تحقیقات اخیر و نوین قرار دارد. از این رو مقالاتی که در این مورد دانشمندان و محققان ارائه داده بودند بهترین گزینه برای نگارش این مقاله بود.

مقدمه

امروزه بشر با دو بحران بزرگ روبرو است که بیش از آنچه ظاهراً مشخص است با یکدیگر ارتباط دارند. از یک طرف جوامع صنعتی و همچنین شهرهای بزرگ با مشکل آلودگی محیط زیست مواجه هستند و از طرف دیگر مشاهده می‌شود که مواد اولیه و سوخت مورد نیاز برای کاربردهای صنعتی و غیره با شتاب روز افزون در حال اتمام است. اثرات مصرف بالای انرژی در زمین، آب و هوا آشکارا مشخص است و تنها راه‌حل، پایین آوردن میزان مصرف انرژی است، در حالیکه این امر نمی‌تواند به طور موثر ادامه داشته باشد.(گواهی، محمد.۱۳۹۱:۷)

همان طور که اشاره شد یکی از مشکلات و دغدغه‌های اساسی دنیای امروز، پایان یافتن منابع سوخت فسیلی به عنوان مهم‌ترین منبع فعلی انرژی دنیا است. پیش‌بینی‌ها به طور متوسط چنین می‌گویند که طی ۵۰ سال آینده منابع نفت و طی ۱۱۰ سال آینده منابع گاز به پایان خواهند رسید. از این رو، دسترسی به یک منبع پایان ناپذیر انرژی امری بسیار ضروری به نظر می‌رسد. انرژی خورشیدی، علاوه بر پایان ناپذیر بودن، منبعی است که انرژی بسیار عظیمی را در اختیار بشر می‌گذارد و همچنین در اکثر نقاط دنیا قابل دسترسی است و انرژی پاکی به شمار می‌رود.

اگر چه هنوز هم فناوری استفاده از انرژی خورشیدی به بلوغ خود نرسیده‌است، اما رسیدن به این تکامل نزدیک است. بسیاری از کشورهای جهان در تلاشند تا با جایگزینی انرژی خورشیدی در تولید حرارت و الکتریسیته حداکثر استفاده از این منبع انرژی را به دست آورده و زیان‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش دهند. البته تا حده زیادی این امر تحقق پیدا کرده است اما نسبت به انرژی دریافتی زمین، از خورشید در صد کمی از این انرژی را مورد استفاده قرار می‌دهیم. بنظر می‌رسد می‌توان در امور روزمره از این انرژی بی‌پایان استفاده‌های بهینه بیشتری انجام داد.

از این رو دانشمندان و پژوهشگران به، بررسی ساخت منسوجات با ساختار فتوولتاییک پرداخته‌اند و امکان تولید انرژی الکتریکی از این منسوج هوشمند را جهت تأمین انرژی موردنیاز متناسب با نیاز روزمره مورد مطالعه قرار داده‌اند. بونگ سوپ شیم، دانشجوی دکترا در گروه کوتوف الیاف پنبه را مورد ازمایش قرار دادند. سان و گروه تحقیقاتی او با همکاری آزمایشگاه ملی مهندسی ابریشم نوین، با تلفیق فیبروئین ابریشم با شبکه‌ای از نانوسیم‌های نقره، موفق به ساخت یک زیر آیند منعطف، شفاف و زیست‌تخریب‌پذیر برای تولید سلول‌های خورشیدی زیست‌سازگار پلاستیکی شدند. گروه دیگری که در این مورد تحقیقاتی داشتند جان بدینگ (John Badding) شیمیدان دانشگاه ایالت پنسیلوانیا و همکارانش هستند. آنها توانسته‌اند رشته‌های بسیار نازک سلول‌های خورشیدی را در تار و پود پارچه ببافند.

در نسل جدید منسوجات، از یک‌سو می‌توان قابلیت‌های موجود در منسوجات را با استفاده از فناوری نانو و هوشمندسازی منسوج بهبود بخشید و از سوی دیگر این امکان وجود دارد که منسوجاتی با خصوصیات کاملاً جدید با بهره‌وری متفاوت ایجاد کرد. اجزا تشکیل‌دهنده یک سل خورشیدی آلی متداول عمدتاً سنگین، شکننده و انعطاف‌ناپذیر است. ابتکارات و اختراعات اخیر در زمینه تجهیزات فتوولتاییک، دست‌یابی به سلول‌های خورشیدی انعطاف‌پذیر با قابلیت پوشش همراه با انسان

را فراهم آورد که می‌تواند به عنوان سیستم مستقل جهت تأمین انرژی در مواقع اضطراری عمل کند. (ساجدی، مائده. ۱۳۹۱)

در این مقاله سعی شده توضیحی در مورد سلول‌های خورشیدی و اساساً لزوم توجه به این فناوری و تحقیق و گسترش آن مورد بحث قرار گیرد. در ادامه مطالب، به صورت جزئی، تاریخچه و نحوه عملکرد سلول‌های خورشیدی را توضیح داده‌ام و مقالاتی را بیان کرده‌ام. بیشتر پژوهشگران سعی کرده‌اند که در خصوص استفاده از انرژی خورشید و اثر فتوولتاییک در منسوجات را بررسی کنند بطوری که از راحتی لباس کاسته نشود و حتی الکتریسیته تولید شده را ذخیره کند.

دکتر روح‌الله باقرزاده عضو هیات علمی پژوهشکده مواد و فناوری‌های پیشرفته در صنعت نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر و مجری طرح «تولید ساختارهای کامپوزیت نانولیفی تولیدکننده انرژی در تجهیزات میکروالکترونیک قابل پوشش» در این مورد گفته‌اند: با وجود نسبتاً جدید بودن منسوجات هوشمند، این محصولات تاکنون برای ابزار متنوع و مختلفی تولید و مورد استفاده قرار گرفته اند؛ این ابزارها از مواد مختلف و متنوعی نظیر سیم‌ها و اتصالات رسانا و فیلم‌های پلیمری تولید شده‌اند که به منسوج متصل می‌شوند. افزایش تقاضا برای سبک وزن، بسیار قابل انعطاف، قابل کشش و قدرت ماژول‌های قابل شستشو اساساً یکی از چالش‌های حیاتی برای پیشرفت الکترونیک هوشمند پوشیدنی است.

انرژی خورشید

انرژی که زمین از خورشید دریافت می‌کند ۱۰۰۰۰ بار بیشتر از انرژی موردنیاز انسان‌ها است و همچنین مصرف انرژی در سال ۱۴۲۹، ۳۰۰ درصد بیش از مصرف امروزی آن خواهد بود و این در حالی است که اگر از ۰/۱ درصد این انرژی خدادادی در سطح زمین الکتریسیته تولید شود، برای نسل بشر کافی خواهد بود. با گسترش استفاده از انرژی‌های نو مخصوصا انرژی خورشیدی می‌توان انرژی قابل ملاحظه‌ای حاصل کرد و آلودگی‌های زیست محیطی را نیز کاهش داد.

دو مشکل اصلی در استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد. مشکل اول این است که این انرژی از راه‌های مختلف و متغیر به زمین می‌رسد. در این بین امکان تغییر مقادیر آن در مکان‌ها و زمان‌های مختلف وجود دارد. برای مثال در یک نقطه از زمین، در هنگام شب، تابش خورشید متوقف می‌گردد. در زمستان نیز میزان تابش کم‌تر از تابستان است. همچنین میزان انرژی خورشیدی دریافتی توسط ساکنین زمین، بسته به عرض و طول جغرافیایی و همچنین ارتفاع از سطح زمین در هر منطقه متفاوت است. مشکل دوم این است که برای جمع‌آوری انرژی خورشیدی، نیاز به سطح زیادی داریم. در واقع، بر خلاف سایر ادوات الکترونیکی مانند مدارهای مجتمع (IC) که هر روزه اندازه آنها کوچک‌تر می‌شود، سلول‌های خورشیدی ادواتی وابسته به سطح هستند و هر چه سطح بزرگ‌تری داشته باشند، انرژی بیشتری نیز تولید می‌کنند.الکتریسیته می‌تواند به صورت مستقیم به وسیله ادوات فتوولتائیک از انرژی خورشیدی به دست آید.

گابریل، تحول انرژی در سراسر جهان مبنی بر کاهش و رهایی از وابستگی به نفت، گاز، زغال سنگ و انرژی اتمی را با پروژه قدیم آمریکا موسوم به پروژه «انسان به سوی کره ماه» مقایسه کرد و گفت: انرژی‌های تجدید شونده از چنان پتانسیل و ظرفیت گسترده ای برخوردارند که می توانند نیاز انرژی ۹ میلیارد نفر جمعیت کره زمین در سال ۲۰۵۰ میلادی را تأمین کنند. پیش‌بینی‌ها بیان می‌کنند که طی ۲۰ سال آینده، انرژی خورشیدی از نظر اقتصادی قابل رقابت با انرژی فسیلی خواهد شد. در واقع، علاوه بر کاهش هزینه‌های سلول خورشیدی، انرژی فسیلی نیز روندی صعودی در قیمت‌ها داشته است. همین امر سبب شده است که دولت‌ها، برنامه‌ریزی‌های استراتژیکی را برای دسترسی به این منبع انرژی انجام دهند و گروه‌های زیادی را برای دسترسی به این هدف مامور کرده‌اند.

در کشور ما نیز از حدود سال ۱۳۷۰ تلاش‌ها و برنامه‌ریزی‌ها در جهت شناخت پتانسیل انرژی‌های نو و به‌ویژه انرژی خورشید و کاربرد هر چه بیشتر آنها آغاز شده است. ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند تابشی خورشید از پتانسیل بالایی در زمینه بهره‌برداری از این موهبت خدادادی برخوردار است. به طوری که در ۹۰ درصد خاک کشورمان بیش از ۳۰۰ روز آفتاب خیلی موثر وجود دارد که شرایط ایده‌آلی را برای استفاده از این منبع خدادادی حاصل می‌کند.

سلول خورشیدی (Solar Cell)

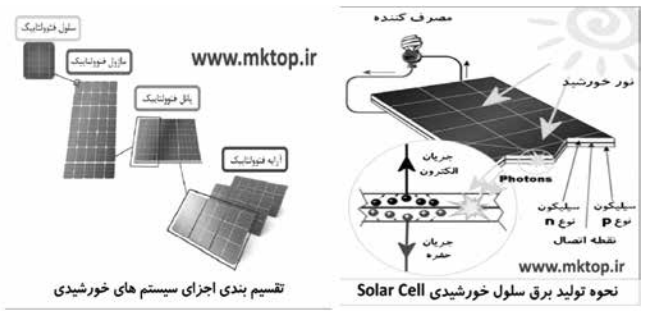
همه‌ی شما تا کنون عبارت صفحه‌های خورشیدی Solar Panel یا سلول خورشیدی «Solar Cell» را شنیده‌اید. این دو، وسایلی برای استفاده از انرژی خورشیدی هستند. برخی وسایلی که شما از آنها استفاده می‌کنید، مانند ماشین حساب‌ها، چراغ‌های راهنمایی یا چراغ‌های روشن در اتوبان‌ها مثال‌هایی هستند که انرژی خود را از سلول خورشیدی تامین می‌کنند. حتی امروزه، ایده‌هایی مبنی بر استفاده از این فناوری در سطح عمومی، مانند تولید برق خانگی مورد توجه دولت‌ها و مردم قرار گرفته است. (تصویر شماره۱)

تاریخچه‌فتوولتاییک

فتوولتاییک (Photovoltaics) یا به اختصار PV، یکی از انواع سامانه‌های تولید برق از انرژی خورشیدی می‌باشد. در این روش با بکارگیری سلول‌های خورشیدی،

تصویر۱: برای تولید برق می‌توان سطوح مختلفی مانند پشت بام منازل را که در معرض تابش نور خورشید هستند، با استفاده از صفحات خورشیدی پوشاند.

تولید مستقیم الکتریسیته از تابش خورشید امکان‌پذیر می‌شود. سلول‌های خورشیدی از نوع نیمه رسانا می‌باشند که از سیلیسیوم یعنی دومین عنصر فراوان پوسته زمین ساخته می‌شوند. وقتی نور خورشید به یک سلول فتوولتاییک می‌تابد، بین دو الکترود منفی و مثبت اختلاف پتانسیل بروز کرده و این امر موجب جاری شدن جریان بین آنها می‌گردد. (تصویر شماره۲)



تصویر شماره ۲- نحوه عملکرد سلول‌های خورشیدی را به صورت ساده نشان می‌دهد

کشف پدیده فتوولتاییک به فیزیکدان فرانسوی آلکساندر ادمون بکرل (Becquerel) نسبت داده می‌شود که در سال ۱۸۳۹ با چاپ مقاله‌ای، تجربیات خود را با باتری‌تر (Wet Cell) ارائه نمود. او مشاهده نمود که ولتاژ باتری وقتی که صفحات نقره‌ای آن تحت تابش نور خورشید قرار می‌گیرند، افزایش می‌یابد. اما اولین گزارش از پدیده PV در یک ماده جامد در سال ۱۸۷۷ بود وقتی‌که دو دانشمند کمبریج (R.E. Day و W.G.Adams) در مقاله‌ای به انجمن سلطنتی تغییراتی که در خواص الکتریکی سلنیوم وقتی که تحت تابش نور قرار می‌گیرد را، توضیح دادند. (گواهی، محمد.۱۳۹۱:۷)

در سال (Charles Edgar Fritts ۱۸۸۳) که یک مهندس برق اهل نیویورک بود، یک سلول خورشیدی سلنیومی ساخت که از برخی جهات شبیه به سلول‌های خورشیدی سیلیکونی امروزی بود. این سلول از یک ویفر نازک سلنیوم تشکیل شده بود که با یک توری از سیم‌های خیلی نازک طلا و یک ورق حفاظتی از شیشه پوشانده شده بود. اما سلول ساخت او خیلی کم بازده بود. بازده یک سلول خورشیدی عبارت از درصدی از انرژی خورشیدی تابیده به سطح آن می‌باشد که به انرژی الکتریکی تبدیل شده باشد. کمتر از ۱٪ انرژی خورشیدی تابیده شده به سطح این سلول ابتدایی به الکتریسیته تبدیل می‌شد. با وجود این، سلول‌های سلنیومی سرانجام در نورسنج‌های عکاسی به‌طور وسیعی بکار گرفته شد.

استفاده از اثر فتوولتائیک در الیاف و منسوجات

پارچه‌های اولیه الکترونیکی بسیار بزرگ بودند که پر از سیم‌ها و سنسورها بودند و برای تولید انبوه مناسب نبودند. در نسل جدید منسوجات، از یک‌سو می‌توان قابلیت‌های موجود در منسوجات را با استفاده از فناوری نانو بهبود بخشید و از سوی دیگر این امکان وجود دارد که منسوجاتی با خصوصیات کاملاً جدید با بهره‌وری متفاوت ایجاد کرد. اجزا تشکیل‌دهنده یک سل خورشیدی آلی متداول عمدتاً سنگین، شکننده و انعطاف‌ناپذیر است. ابتکارات و اختراعات اخیر در زمینه تجهیزات فتوولتاییک، دست‌یابی به سلول‌های خورشیدی انعطاف‌پذیر با قابلیت پوشش همراه با انسان را فراهم آورد که می‌تواند به عنوان سیستم مستقل جهت تأمین انرژی در مواقع اضطراری عمل کند. الکترودهای منعطف، شفاف و رسانا راهکاری موثر در تولید نسل جدید وسایل الکترونیکی منعطف، قابل چاپ و قابل پوشش هستند. صفحات لمسی و صفحه نمایش‌های آینده خمیده و منعطف شده و در ماشین‌ها، تلفن یا فناوری پزشکی گنجانده خواهد شد. استفاده از وسایل الکترونیکی انعطاف‌پذیر لمسی و مدارهای الکترونیکی زمانی امکان پذیر است که از مواد منعطف به جای مواد شکننده چون اکسید قلع ایندیوم یا سیلیکون استفاده شود. در این راستا پژوهش‌های زیادی از سال ۲۰۱۲ انجام شده است. شرح برخی از این تحقیقات بدین گونه است:

بونگ سوپ شیم، دانشجوی دکترا در گروه کوتوف الیاف پنبه را مورد ازمایش قرار دادند. ترکیب CNTها (نانو لوله‌های کربن) در نخ پنبه بسیار کارآمدتر از جذب آنها به الیاف کربن بود. انعطاف‌پذیری، CNT استحکام کششی خوب از یک طرف و طبیعت کربنی بودن نانولوله‌ها (به خاطر این که کربن ماده‌ای است کم وزن، بسیار پایدار و ساده جهت انجام فرایندها که نسبت به فلزات برای تولید ارزان‌تر می‌باشد) از سوی دیگر استفاده از این ماده را فراهم کرد. دانشمندان خاطر نشان می کنند که پلی‌الکترولیت‌ها برای پایداری پوشش‌های CNT بر روی فیبرها ضروری هستند و برای پوشیدن راحت نیز ضروری هستند زیرا آنها هیدروفیل هستند.

بوکان سان، استاد علوم مواد در دانشگاه سوچو در سوژو چین، ماده مناسبی برای زیر آیند این سلول‌های خورشیدی زیست‌سازگار پیشنهاد می‌کند. وی ابریشم را مورد بررسی قرار داده است.

پلیمرهای مصنوعی مانند پلی‌اتیلن ترفتالات (پلی‌استر) و پلی‌اتیلن نفتالات (PEN) رایج‌ترین مواد انعطاف‌پذیری هستند که تاکنون به‌عنوان زیر آیند سلول‌های خورشیدی منعطف استفاده شده‌اند. با این‌حال اگر قرار باشد تا سلول‌های خورشیدی زیست‌سازگار آلی بر روی لباس و یا سایر سطوح نرم اعمال شوند، ازآنجایی که برخی از آن‌ها در تماس با پوست هستند، نیاز است غیرسمی بوده و برای بدن حساسیت ایجاد نکنند. سان و گروه تحقیقاتی او با همکاری آزمایشگاه ملی مهندسی ابریشم نوین، با تلفیق فیبروئین ابریشم با شبکه‌ای از نانوسیم‌های نقره، موفق به ساخت یک زیر آیند منعطف، شفاف و زیست‌تخریب‌پذیر برای تولید سلول‌های خورشیدی زیست‌سازگار پلاستیکی شدند. فیبروئین ابریشم طبیعی که از پیله کرم ابریشم استخراج می‌شود، به علت خواص زیست سازگاری، زیست‌تخریب‌پذیری، عدم سمیت، عدم ایجاد حساسیت و خواص مناسب مکانیکی و همچنین شفافیت نوری بالا (۹۵-۹۰٪)، می‌تواند جایگزین مناسبی برای فیلم‌های پلیمری شود. علاوه بر این خواص زیست‌تخریب‌پذیری و مکانیکی زیر آیندهای ابریشمی را می‌توان با کنترل فرایند تولید تغییر داد تا برای برخی کاربردهای خاص مناسب شوند. (تصویر شماره ۴)

زیر آیند منعطف ابریشمی از هدایت الکتریکی ۱۱ Ω/sq و انتقال نور ۸۰ درصدی در ناحیه مرئی برخوردار است که از این نظر از زیرآیندهای انعطاف‌پذیر تجاری مانند ایندیوم اکسید قلع پوشش داده‌شده با PET و اکسید ایندیوم قلع پوشش داده‌شده با پلی‌اتیلن نفتالات به‌مراتب بهتر است. بازده تبدیل توان ۶/۶٪ در فیبروئین ابریشم نیز نسبتاً بالا است.

هدایت الکتریکی سلول‌های خورشیدی ابریشمی، حتی پس از خم شدن شدید نیز حفظ می‌شود که از این نظر نیز نسبت به زیرآیندهای ITO-PEN منعطف متداول برتری دارد. همچنین هدایت الکتریکی زیر آیند خم‌شده‌ی ابریشمی حاوی

تصویر شماره ٤-تصویری از پیله کرم ابریشم و سلول‌های خورشیدی زیست‌سازگار پلاستیکی از فیبروئین ابریشم که می‌تواند منعطف و سازگار با پوست انسان باشد.

نانوسیم نقره با فرایند ترمیم خودبه‌خود قابل بازیابی است. معایب فیلم تشکیل شده از ابریشم و نقره به‌منظور تشکیل یک فیلم رسانای پیوسته بر روی فیلم‌های شفاف، شبکه‌ای از نانوسیم‌های نقره به‌صورت پوشش دهی چرخشی مستقیم و یا از طریق افشانه بر روی زیر آیند شفاف قرار داده می‌شود. فیلم حاصل با توجه به توزیع تصادفی نانوسیم‌های نقره بر روی زیر آیند، ناهموار است. این ناهمواری یک نقطه‌ضعف است زیرا صاف بودن زیر آیند برای تشکیل لایه‌نازک ۱۰۰ نانومتری از سلول‌های خورشیدی پلاستیکی ضروری است. علاوه بر این نانوسیم‌های نقره از چسبندگی کافی به زیر آیند برخوردار نیستند. برای حل این مشکل، محققان به‌جای قرار دادن مستقیم نانوسیم‌های نقره بر روی زیر آیند اصلی، نخست نانوسیم‌های نقره را بر روی یک زیر آیند صاف الگو نشاندند. سپس محلول آبی فیبروئین ابریشم بر روی زمینه پوشش داده‌شده با نانوسیم نقره پوشش داده شد.

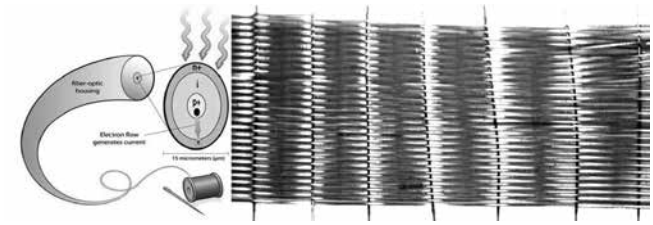
شرکت Sphelar Power Corp در ژاپن یک نسل جدید سلول‌های خورشیدی میکرو کروی را تولید کرده است. ساختار نساجی متشکل از warp و انرژی تولیدکننده woof است. این شرکت سلول‌های ۱،۲ میلی‌متری را به عنوان یک موضوع به هم متصل کرده و آنها را به عنوان یک woof با پیچ و تاب پشتیبانی کرده است. هدف این بود از این کار ساختاری بود که در آن ماژول فتوولتائیک می‌تواند نه تنها انعطاف‌پذیر باشد، بلکه همانند نساجی نیز قابل گسترش است. برخلاف سلول‌های خورشیدی معمولی، این سلول‌ها میکروکروی دارای سطح دریافت نور کروی است. (تصویر شماره ۵)

Sphelar یک سلول خورشیدی میکرو کروی با الکترودها در طرف مقابل است. این سلول اشعه را از همه جهات ضبط می‌کند و کمتر وابسته به زاویه نور ورودی است و از لحاظ عملکرد انرژی بیشتر تولید می‌کند. Sphelar امکان استفاده از خورشید را فراهم می‌کند که در آن خورشید معمولی هیچ معنایی ندارد.

تصویرشماره ۵- سلول‌های کروی sphelar

گروه دیگری که در این مورد تحقیقاتی داشتند جان بدینگ (John Badding) شیمیدان دانشگاه ایالت پنسیلوانیا و همکارانش هستند. آنها توانسته‌اند رشته‌های بسیار نازک سلول‌های خورشیدی را در تار و پود پارچه ببافند. این رشته‌های نازک، آرایشی مشابه با سلول‌های خورشیدی متعارف که معمولاً در پشت بام‌ها استفاده می‌شود دارند: یک لایه باردار با بار مثبت و یک لایه باردار با بار منفی و یک لایه خنثی که در میان این دو قرار دارد. هنگامی که فوتون‌ها (ذرات نور) به لایه خارجی سلول خورشیدی برخورد می‌کنند، اثر فتو ولتائیک آغاز می‌شود و پس از انجام واکنش‌های زنجیره‌ای طول لایه‌های باردار، در نهایت انرژی الکتریکی قابل مصرف تولید می‌شود. بدینگ و گروه او یک روش تازه را اختراع کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از رشته‌های فیبر نوری توخالی و قابل انعطاف، که لایه‌های مثبت و منفی سلول‌های خورشیدی را دربر می‌گیرند، ریسمان‌های نیمه‌هادی را ساخته‌اند.

انها رشته‌ها را به شکل سیم‌هایی به طول یک متر و با ضخامتی کمتر از قطر تار موی انسان ساخته‌اند. انعطاف‌پذیری این رشته‌ها تا حدی است که می‌توان آن‌ها را به هم و یا به یک پارچه بافت. بدینگ می‌گوید: «ما در حال حاضر توانسته‌ایم رشته‌های خورشیدی را روی یک پارچه ببافیم، هر چند که این نمونه فقط یک لایه است، اما به هر حال نوعی پارچه محسوب می‌شود.» (تصویر شماره ۶).



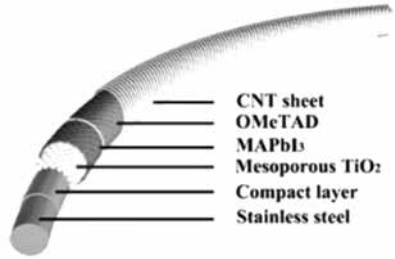
تصویر شماره ٦- ساختار رشته‌های فیبر نوری توخالی و قابل‌انعطاف

سل‌های خورشیدی در نساجی یک منبع انرژی ایده‌آل برای دستگاه‌های کوچک الکترونیکی گنجانده شده درمنسوج محسوب می‌شوند. در مجله Angewandte Chemie با عنوان یکپارچه‌سازی سل‌های خورشیدی در الیاف انعطاف‌پذیر؛ Perovskite گزارشی در این باره نوشته است. دانشمندان چینی نوع جدید از سلول‌های خورشیدی را معرفی کرده‌اند که در بافت پارچه قرار می‌گیرد.

یک سلول خورشیدی Perovskite یک نوع سلول خورشیدی است که شامل یک ترکیب ساختار Perovskite، بیشتر به عنوان یک ماده هیبرید ارگانیک معدنی یا قلع هالید، به عنوان لایه فعال برداشت نور. مواد پرووسکیت مانند هالیداهای سرب متیل آمونیوم برای تولید و ساخت ساده هستند.

سلول‌ها بر پایه پروکسایت و نانوتیوب کربن ساخته شده‌اند که می‌توانند انرژی را براحتی و با هزینه کم تبدیل کنند. صرفه‌جویی انرژی در نساجی بافته شده به سلول‌های خورشیدی معضلی که معمولاً برای سل‌های خورشیدی وجود دارد اینست که یا ارزان و ناکارامد هستند و یا خوب ولی گران، در نتیجه توفیق سلول‌های خورشیدی ساخته شده بر پایه پروسکایت اینست که تنها کمی از مواد سیلیکونی گرانتر است و نیاز به هیچ ماده کمکی دیگری ندارد.

پروسکایت مواد با ساختار بلوری ویژه‌ای همانند تیتانات کلسیم است. این مواد اغلب هادی بوده و از جذب نور خوبی برخوردارند. از همه مهمتر اینکه می‌توانند الکترون‌ها را برای مدت طولانی پیش از آنکه به حالت اول برگردند، در شبکه کریستالی بصورت برانگیخته شده نگه دارند؛ این ویژگی در سلول‌های خورشیدی از اهمیت ویژه‌ایی برخوردار است.



تصویر شماره ۷- ساختار سل خورشیدی بر پایه پروکسایت

ساختار سل بدین صورت است که آند توسط یک لایه سیم ضد زنگ استیل و لایه نیمه هادی N- دی اکسید تیتانیوم متخلخل کوت می‌شود. بدین صورت یک سطح بزرگ برای پروسکایت فراهم می‌شود. سپس نانولوله‌های کربنی به عنوان کاتد روی آن را پوشش می‌دهد. نتیجه الیافی خواهد بود که در بافت منسوج براحتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (تصویر شماره۷)

لایه پروسکایت نور را جذب کرده در نتیجه الکترون برانگیخته شده سپس وارد لایه دی‌اکسید تیتانیوم شده و به سمت آند حرکت می‌کند، سطحی بزرگ با هدایت الکتریکی بالا از نانوتیوب‌های کربنی بعنوان کاتد به هدایت جریان فتوالکتریک کمک می‌کند. گروه محقق دیگری در سایتاما، ژاپن به رهبری تاکائو سومیا در زمینه جا نشینی سلول‌های خورشیدی ارگانیک، ضدآب و کشسان به جای پارچه‌های سخت و خشک پژوهش‌هایی انجام دادند.

پارچه‌های برداشت‌کننده انرژی نه تنها باید به طور کارآمد انرژی را جمع‌آوری کنند و بسیار قابل کشش باشند، بلکه باید هم در آب و هم در هوا نیز پایدار باشند. با این حال، رسیدن به هر سه این ویژگی‌ها به طور همزمان دشوار است؛ زیرا مواد قابل کشش بسیار نازکی که دانشمندان قصد دارند برای برداشت انرژی استفاده کنند، اغلب قابل نفوذ هستند و در نتیجه این مواد به راحتی در اثر اکسیژن، بخار آب و آب مایع خراب می‌شوند.

آنها معتقد هستند که این سلول‌ها را می‌توان برای پایش سلامتی نیز استفاده کرد. سلول‌ها به صورت لباس یک بیمار دوخته می‌شوند تا ضربان قلب و دمای بدن بیمار تحلیل شود و به کشف علائم هشداردهنده‌ی اولیه در مشکلات پزشکی کمک گردد. محققان ژاپنی موفق به ساخت صفحات ارگانیک مبدل انرژی خورشیدی شدند که هم در برابر آب مقاوم بوده و هم از انعطاف‌پذیری مطلوبی برخوردار است. سومیا و همکارانش سلول‌های خورشیدی ارگانیک و انعطاف‌پذیر و قابل کشش با بازده‌ی تبدیل انرژی بالا، معادل ۷/۹ درصد، تولید کرده‌اند که در شرایط شبیه‌سازی شده تابش خورشید با قدرت ۱۰۰ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع، با نرخ ۷/۸۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع برق تولید می‌کنند. پس از قرار دادن این سلول‌ها در آب به مدت دو ساعت، این بازده تنها به ۵/۴ درصد کاهش یافت. علاوه بر این، بازده سلول‌ها حتی پس از ۲۰ سیکل شستشو، که در آن سلول‌ها به نصف سایز خود فشرده شدند و برای ۱۰۰ دقیقه در معرض آب بودند، ۸۰ درصد مقدار اولیه‌ی خود باقی ماند. مهمترین ویژگی پارچه خورشیدی علاوه بر ضریب تبدیل بالای نور به الکتریسیته، حفظ عملکرد در شرایط مختلف از جمله در حضور آب، اکسیژن و بخارآب است. (تصویر شماره ۸)

فوئل و همکارانش یک نوع جدید فیبرهای انرژی یکپارچه را با ترکیب سلول خورشیدی حساس شده با رنگ (DSSC) و یک سلول خورشیدی برای برداشت انرژی خورشیدی و ذخیره سازی درست کردند. سلول خورشیدی حساس شده با

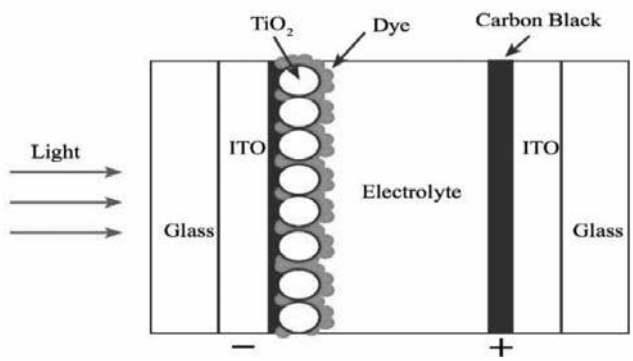
تصویر شماره ۸- پارچه های کشسان ارگانیک

رنگ (Dye-sensitized Solar Cell، DSSC)، گونه‌ای از سلول خورشیدی ارزان‌قیمت متعلق به دسته سلول‌های خورشیدی لایه نازک (Thin Film Solar Cells) است. اساس کار این سلول یک نیمه‌رساناست که از یک آند حساس به نور و یک محلول الکترولیت تشکیل می‌شود. جذب نور توسط یک ماده رنگی سبب برانگیخته شدن الکترون‌های آن می‌شود. مولکول‌های ماده رنگی بسیار کوچک هستند؛ بنابراین برای جذب میزان قابل توجهی از نور خورشید از ماده‌ای دیگر به‌عنوان پایه برای نگه‌داشتن تعداد زیادی از مولکول‌های ماده رنگی در یک ساختار سه بعدی استفاده می‌شود. معمولاً تیتانیوم دی‌اکسید به عنوان نیمه‌رسانا این نقش را ایفا می‌کند و الکترون‌های برانگیخته شده را از رنگ به الکترود شمارشگر انتقال می‌دهد. در نهایت طی یک چرخه انتقال الکترون که الکترولیت در آن نقش مهمی دارد، الکترون‌ها به مولکول‌های رنگ برمی‌گردند. به این ترتیب، نور خورشید توسط این سلول خورشیدی به الکتریسیته تبدیل می‌شود. سه نوع دستگاه های کاربردی، از جمله F-DSSC ها، F-SCs و F-TENG ها می توانند به طور خود به خود به یک ساختار نساجی معمولی متصل شوند.

اول، لایه بالای پارچه ترکیبی با قدرت خودکاری شبیه سازی شده، نساجی مبتنی بر F DSSC است که از چندین واحد F-DSSC برای برداشت انرژی خورشیدی استفاده می شود.

در اینجا، DSSC از سلول های فتوولتائیک متعددی انتخاب شده است، زیرا مواد و رنگ های DSSC را می توان برای بهینه سازی در شرایط مختلف نور تنظیم کرد و آن را برای برنامه های داخلی و خارجی مناسب می سازد

همچنین، DSSC ها همچنین می توانند به انواع مختلف زیر ساخت هایی که برای ساخت ساختار TENG مناسب هستند، اعمال شوند.



تصویر شماره۹ - ساختار سل خورشیدی حساس‌شده با رنگ

ادامه دارد...