

انجمن علمی مهندسی پزشکی تهران مرکز

کارکرد بیوسنسور ها در مهندسی پزشکی

نویسنده : امیررضا جلینی

## آشنایی با موضوع

نام گروهی از حسگرها می باشد، و از دو کلمه بيو (Biosensor: به انگلیسی) بیوسنسور به معنی حسگر تشکیل شده است. که طراحی (sensor) به معنی زیست و سنسور (bio) آنها بگونه ای میباشد تا بتوانند تنها با یک ماده خاص واکنش نشان دهند. نتیجه این واکنش به صورت پیام‌هایی در می‌آید که یک ریزپردازنده می‌تواند آن‌ها را تحلیل کند. بیوسنسور را می‌توان به عنوان یک تکنیک آنالیز دستگاهی کمی و یا نیمه کمی تعریف کرد که شامل یک عنصر سنجش از منشا زیستی است که به یک مبدل متصل و یا با آن ترکیب شده و یک سیگنال بیولوژیک را به سیگنال الکتریکی قابل اندازه گیری تبدیل می‌کند. در ساخت بیوسنسورها از تجربه و تخصص رشته های علمی مختلف مانند: بیوشیمی، ایمونولوژی، فیزیک نوری، الکتروشیمی، الکترونیک و... استفاده می‌شود. اجزاء بیوسنسور: 1- ردياب بیولوژیک (بیوسپتور) 2- آشکارساز و مبدل 3- بخش پردازنده اصل شناسایی بیوسنسور بر مبنای واکنش بین آنالیت مورد نظر و سیستم های بیولوژیکی است. در نتیجه، انتقال (pH) این فعل و انفعال خاص تغییراتی در یک یا چند خاصیت فیزیکی و شیمیایی صورت ( ... الکترون، انتقال حرارت، تغییر پتانسیل یا جرم، تغییر در خواص نوری و میگیرد. این تغییرات و فعل و انفعالات توسط یک مبدل اندازه گیری می‌شوند. یک بیوسنسور به طور کلی می‌تواند به عنوان ابزاری که حاوی یک سیستم بیولوژیکی تشخیصی است و یک مبدل تعریف شود. برهمکنش آنالیت با پذیرنده زیستی توسط یک روش مؤثر به وسیله مبدل اندازه گیری می‌شود به طوری که مبدل، اطلاعات را به اثرات قابل اندازه گیری مانند یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. در اصل عناصر تشخیصی بیوسنسورها از سیستم‌های زنده جدا می‌شوند. به کارگیری تکنیک‌های بیوتکنولوژی جدید را فراهم می‌کند که می‌توانند به عنوان عناصر DNA امکان ایجاد پلی نوکلئوتیدهایی از تشخیصی بیوسنسورها مورد استفاده واقع شوند. بیوسنسورها در تشخیص های پزشکی و علوم آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر بیوسنسورهای گلوکز از موفق ترین بیوسنسورهای موجود در بازار هستند که به اندازه‌گیری غلظت گلوکز خون می‌پردازند. در پانکراس بیماران دیابتی به میزان کافی انسولین تولید نمی‌شود. در این گونه موارد برای تنظیم مصرف انسولین، سنجش مداوم میزان گلوکز خون ضروری است. این ابزار به بیماران مبتلا به دیابت کمک می‌کند تا در طول روز به سنجش سطح گلوکز خون خود پرداخته و در زمان های مورد نیاز انسولین تزریق کنند. در یک بیوسنسور، عنصر حسگر که به ماده ای بیولوژیک پاسخ می‌دهد، دارای طبیعت بیولوژیک است. این عنصر باید به نوعی مبدل متصل شود تا یک پاسخ قابل مشاهده با چشم را تولید کند. ویژگیهای بیوسنسورها عبارت است از: 1- گزینش گری: دستگاه بیوسنسور باید برای آنالیت مورد

نظر بسیار گزینشی بوده و با ترکیبات با ساختار شیمیایی مشابه آنالیت هدف، حداقل و یا هیچ واکنشی نداشته باشد. 2- حساسیت: دستگاه بیوسنسور باید قادر به اندازه گیری آنالیت در مقادیر کم بوده و تحلیل نمونه ها با حداقل مراحل آماده سازی امکان پذیر باشد. 3- تکرار پذیری: هنگامی که نمونه های حاوی مقادیر یکسان از آنالیت مورد نظر چندین بار مورد آنالیز قرار گیرند پاسخ های حسگر زیستی باید یکسان باشد. 4- زمان پاسخ و بازیابی کوتاه: زمان پاسخ دستگاه باید به اندازه کافی سریع باشد تا کنترل و پایش آنالیت هدف در زمان درست و بموقع انجام گیرد. همچنین زمان بازیابی سیستم برای استفاده مجدد باید کوتاه باشد. 5- ثبات بالا: عنصر بیولوژیکی استفاده شده در بیوسنسور باید برای مدت مناسبی فعالیت خود را حفظ کرده تا قابلیت مارکتینگ و صرفه اقتصادی این تکنیک توجیه پذیر باشد.

## بیوسنسور ها

کی از خدمات اصلی مهندسی پزشکی به علوم زیستی و پزشکی کلینیکی ارائه ابزار دقیق مهندسی پزشکی بوده است. پیشرفتهایی که در این زمینه صورت گرفته است منجر به توسعه انواع جدید ابزار دقیق مهندسی پزشکی و روشهای متعدد کلینیکی شده است مانند مانیتورینگ الکترونیکی بیمار، که یکی از جنبه های مهم مراقبت پزشکی در حالت بحرانی است، و همچنین منجر به توسعه انواع دستگاهها برای کمک به افراد دچار ناتوانی جسمانی شده است. ابزار دقیق مهندسی پزشکی چنانچه در شکل مشاهده می گردد سه کارکرد اصلی دارد. بخش سنسور یا مبدل ابزار به عنوان واسطه با سیستم فیزیولوژیکی تحت اندازه گیری عمل می کند، از این رو بیوسنسورها بخش مهم و ضروری هر سیستم اندازه گیری مهندسی پزشکی به شمار می آیند. بیوسنسور به عنوان وسیله ابتدایی برای تبدیل یک پدیده خاص زیستی، شیمیایی یا فیزیکی به یک سیگنال الکتریکی عمل می کند و باید این فرایند تبدیل را با موفقیت و بدون تغییر یا اختلال در پدیده ای که اندازه می گیرد انجام دهد. بنابراین اهمیت آنها بسیار زیاد است، چون بدون آنها ما از دینامیک متغییر در دنیای فیزیک، شیمی و زیست شناسی بی اطلاع خواهیم ماند. بیوسنسورها با کمیت های خاص متنوعی سروکار دارند، پس در مورد بیوسنسورهایی که در ابزار پزشکی کاربرد دارند در نظر گرفتن نکات فیزیولوژیک به اندازه مسایل مربوط به طراحی مهندسی اهمیت دارد. ابزار دقیق پزشکی از انفجار اطلاعات در تکنولوژی الکترونیک بهره گرفته است. ابزارهای الکترونیکی پزشکی مستقل امروزه می توانند عملیات پردازش سیگنال پیچیده ای را انجام دهند که تا همین اواخر برای آن به یک کامپیوتر جداگانه نیاز بود. با این حال، تواناییهای بسیار پیچیده ابزارهای دقیق امروزی هنوز نیازمند سیگنالهای با کیفیت بالا در ورودی هستند.

**سنسور:** چنین سیگنالهایی باید از سنسور وارد شوند که به عنوان واسطه بین ارگانیزم بیولوژیکی و بقیه ابزار دقیق عمل می کند بنابراین گستره سنسورها برای ابزارهای الکترونیکی مهندسی پزشکی، زمینه ای مهم برای تحقیق، توسعه و تولید در مهندسی پزشکی فراهم می نماید. پردازش گر سیگنال: وقتی که بیوسنسور اطلاعات بیولوژیک تحت اندازه گیری را به یک سیگنال الکترونیکی تبدیل کرد، سیگنال وارد دومین بلوک اصلی سیستم ابزار دقیق، یعنی پردازشگر سیگنال می شود. این بخش، سیگنال الکترونیکی را تقویت و فیلتر می کند و بر روی آن کار می کند تا یک سیگنال الکتریکی تولید کند که قادر باشد دستگاههای خروجی را بکار اندازد یا قابل نمایش باشد. این پردازش سیگنال می تواند یک عمل ابتدایی مانند تقویت ساده سیگنال باشد یا خیلی پیچیده تر مانند طراحی و استفاده از بسته های نرم افزاری و سخت افزاری گسترده که خروجیهای مناسب و قابل اطمینانی برای اندازه گیری انجام شده فراهم می نمایند. خروجی: بخش خروجی ابزار دقیق پزشکی از این نظر که واسطه بین سیگنالهای الکتریکی و یک سیستم بیولوژیکی است شبیه بخش سنسور است. در این مورد، سیستم بیولوژیکی، فردی است که خدمات درمانی را ارائه می کند. عملکرد بخش خروجی یک ابزار پزشکی تبدیل سیگنالهای پردازش شده الکتریکی به شکلی است که افرادی که این ابزار را به کار می برند، بتوانند آن را مشاهده نموده یا در برخی موارد، اطلاعات را برای مشاهدات و تحلیلهایی در آینده ذخیره نمایند، (CRT) قطعات نمونه خروجی که در سیستم اندازه گیری پزشکی به کار می روند لوله اشعه کاتدی برای مشاهده سیگنالها به شکل گرافیکی یا ترکیبی از ارقام و حروف، ثبت (catode-ray tube) برای مشاهده و ثبت دائمی سیگنالها و ثبت کننده (graphic chart recorder) کننده نمودار گرافیکی نوار مغناطیسی برای ثبت دیجیتالی یا آنالوگ سیگنالهایی که بعداً مورد توجه و تحلیل قرار خواهند گرفت. از این توصیف مختصر و کلی که از یک سیستم ابزار دقیق پزشکی ارائه کردیم اهمیت این نکته معلوم می شود که درک دقیق از کمیت هایی که مورد اندازه گیری هستند در طراحی هر سه قسمت اصلی سیستم ضروری است. برای آنکه اندازه گیریهای فیزیولوژیکی صحیح انجام شود، شخص باید به طور واضح بر هم کنش بین سنسور و سیستم بیولوژیکی را مشاهده و درک نماید. فقط در این صورت است که شخص می تواند خطاهای اندازه گیری را به حداقل برساند که به نوبه خود بر تصمیمات کلینیکی اثر می گذارد.

## فناوری بیوسنسور

فناوری بیوسنسور در حقیقت نشان دهنده ترکیبی از علوم بیوشیمی، بیولوژی مولکولی، شیمی، فیزیک، الکترونیک و کامپیوتر است. از آنجا که بیوسنسورها ابزاری توانمند جهت شناسایی مولکول های زیستی می باشند، امروزه از آنها در علوم مختلف پزشکی، صنایع شیمیایی، صنایع غذایی، مانتورینگ محیط زیست، تولید محصولات دارویی، بهداشتی و غیره بهره می گیرند

**بیشترین کاربرد بیوسنسور ها در تشخیص های پزشکی و علوم آزمایشگاهی است.**

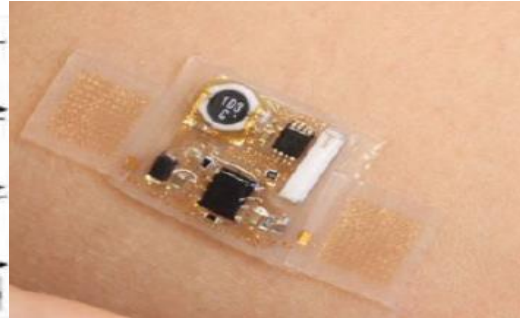
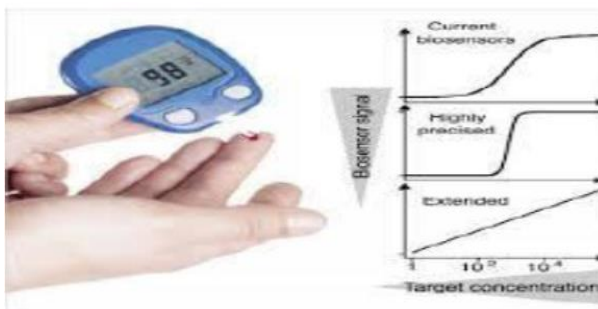
بیوسنسورها مرکب از سه بخش

بیورسپتور یا پذیرنده زیستی - 1

آشکار ساز و - 2

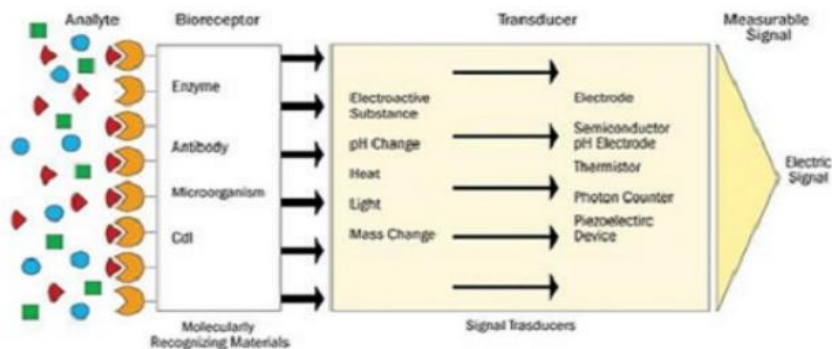
مبدل - 3

می باشند



## اجزای بیوسنسورها

- آنالیت
- عناصر بیولوژیکی
- مبدل
- پردازشگر
- نمایشگر



در حال حاضر بیوسنسورهای گلوکز از موفق ترین بیوسنسورهای موجود در بازار هستند که به اندازه گیری غلظت گلوکز خون می پردازند. این ابزار به بیماران مبتلا به دیابت کمک میکند تا در طول روز به سنجش سطح گلوکز خون خود پرداخته و در زمانهای مورد نیاز انسولین تزریق کنند.

## کاربردهای بیوسنسورها در تکنولوژی پزشکی

در این بخش، به بررسی کاربردهای بیوسنسورها در تکنولوژی پزشکی می‌پردازیم. بیوسنسورها در تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌ها، مانیتورینگ پزشکی، درمان هدفمند و پزشکی شخصی‌سازی شده نقش مهمی ایفا می‌کنند. مثال‌هایی از کاربردها شامل تشخیص زودرس سرطان، نظارت بر قند خون در دیابت، سیستم‌های کنترل داروهای جویده شده، پوشیدنی‌های پزشکی و تصویربرداری پزشکی هستند.

### مزایای بیوسنسورها

- **حساسیت بالا:** بیوسنسورها قادرند به طور بسیار حساس و دقیق اطلاعات بیولوژیکی را تشخیص دهند. آنها قادرند تغییرات کوچکی در اجزای بیولوژیکی را تشخیص دهند که می‌تواند در تشخیص و پیشگیری از بیماری‌ها بسیار مفید باشد.
- **سرعت بالا:** بیوسنسورها به طور سریع و در زمان واقعی اطلاعات را تشخیص می‌دهند. این ویژگی می‌تواند در تشخیص سریع بیماری‌ها و درمان به موقع تاثیرگذار باشد.
- **قابلیت همزمانی:** بیوسنسورها قادرند به صورت همزمان چندین پارامتر بیولوژیکی را اندازه‌گیری کنند. این قابلیت به ارائه اطلاعات جامع‌تر و دقیق‌تر درباره‌ی وضعیت بیولوژیکی فرد کمک می‌کند.
- **قابلیت تشخیص زودرس:** بیوسنسورها قادر به تشخیص زودرس بیماری‌ها و اختلالات بیولوژیکی هستند. این امر می‌تواند در پیشگیری، تشخیص و درمان بهبود بخشی بسیاری از بیماری‌ها کمک کند.
- **پوشیدنی و قابل حمل:** برخی از بیوسنسورها به صورت دستگاه‌های پوشیدنی و قابل حمل طراحی شده‌اند. این ویژگی به افراد امکان مانیتورینگ و کنترل وضعیت بیولوژیکی خود را در هر زمان و مکانی می‌دهد.
- **کاربردهای گسترده:** بیوسنسورها در زمینه‌های مختلفی مانند پزشکی، بیوتکنولوژی، محیط زیست و کشاورزی کاربرد دارند. این وسایل می‌توانند در تشخیص بیماری‌ها، کنترل و بهبود فرایندهای بیولوژیکی، نظارت بر محیط زیست و بهبود بهره‌وری در کشاورزی مورد استفاده قرار بگیرند.

### نتیجه‌گیری

این پیشرفت‌ها شامل استفاده از نانومواد، بهبود حساسیت و دقت، افزایش قدرت تشخیص و کاهش هزینه‌ها می‌باشند. همچنین، چالش‌هایی مانند مشکلات قابلیت تولید، سازگاری با بیولوژی، پایداری و حفاظت از حریم خصوصی نیز وجود دارند.

بیوسنسورها به عنوان یک فناوری نوآورانه و قدرتمند، در تکنولوژی پزشکی و بیوتکنولوژی نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند. این دستگاه‌ها توانایی تشخیص و اندازه‌گیری دقیق اطلاعات بیولوژیکی را دارند و در تشخیص بیماری‌ها، مانیتورینگ پزشکی و بهبود فرایندهای بیولوژیکی به کار می‌روند. با توسعه‌ی پیشرفت‌های جدید و حل کردن چالش‌های موجود، بیوسنسورها می‌توانند در آینده بهبود و گسترش یافته و نقش بسیار بزرگی در پیشرفت صنایع پزشکی ایفا کنند.