دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکده مهندسی، گروه مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد".M.Sc"

گرایش: مهندسی شیمی

عنوان:

استفاده از آنزیم گلوکز اکسیداز جهت ساخت بایوسنسور

استاد راهنما:

دکتر علی اصغر روحانی

استاد مشاور:

دکتر افشین فرح بخش

نگارش:

ناهید حسین فخرآبادی

زمستان ۱۳۹۰

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Shahrood Branch

Faculty of Engineering – Dempartment of Chemical Engineering

(M.Sc.) Thesis

On Chemical Engineering

Subject:

The Use of Glucose Oxidase Enzyme for Synthesis of Biosensor

Thesis Advisor:

A.A.Roohani Ph.D.

Consulting Advisor:

A.Farah Bakhsh Ph.D.

By:

Nahid Hossein FakhrAbadi

Winter ۲۰۱۲

سپاسگزاری

از تمام عزیزانی که مرا در تهیه و تنظیم این مجموعه یاری کرده‌اند، تشکر می‌کنم. برای نگارش این پایان‌نامه از همکاری و کمک جناب آقای دکترعلی اصغر روحانی وجناب آقای دکترافشین فرح‌بخش و مسئولین آزمایشگاه نانوتکنولوژی دانشگاه آزاد قوچان نیز بهره گرفته‌ام. باشد که این یادآوری، نمایانگر سپاس بی‌پایان من نسبت به کمک‌های بی‌دریغ آنان به شمار آید.

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم که همواره در طول حیات پر بارشان از حمایت‌های بی‌دریغ آنها بهره‌مند بوده‌ام وتقدیم به همسرم که مرا در انجام مراحل کار یاری نمود.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱بیوسنسورها ۳

۱-۲انواع بیوسنسورها ۸

۱-۲-۱بر اساس نوع مبدل ۸

۱-۲-۱-۱مبدل الکتروشیمیایی ۸

۱-۲-۱-۲مبدل نوری ۱۲

۱-۲-۱-۳مبدل پیزوالکتریک ۱۲

۱-۲-۱-۴مبدل ترمیستور ۱۳

۱-۲-۲بر اساس شناسانگرها ۱۴

۱-۲-۲-۱سنسورهای آنزیمی ۱۴

۱-۲-۲-۲ایمونوسنسورها ۱۷

۱-۲-۲-۳سنسورهای سلولی ۱۸

۱-۳ کاربرد بیوسنسورها ۱۹

۱-۴ بیوسنسور گلوکز به عنوان موضوع تحقیق ۲۲

۱-۵ مروری بر مراحل پروژه ۲۴

فصل دوم: پیشینه تحقیق

۲-۱بیوسنسور بر اساس الکترود کربن ۲۶

۲-۲بیوسنسور بر اساس الکترود پلاتین ۲۷

۲-۳بیوسنسور بر اساس الکترود پلاتین اصلاح شده با خاک رس آنیونی ۲۸

۲-۴بیوسنسور بر اساس الکترود طلا ۲۹

۲-۵بیوسنسور بر اساس الکترود پلاتین اصلاح شده ۳۰

۲-۶بیوسنسور بر اساس الکترود کربن شیشه ای ۳۱
۲-۷بیوسنسور بر اساس الکترود تخمیری کربن ۳۲
۲-۸بیوسنسور بر اساس الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده ۳۳
۲-۹بیوسنسور بر اساس نانوذرات نقره ۳۴

فصل سوم: مواد وروش کار

۳-۱مواد وتجهیزات ۳۶
۳-۱-۱ساخت بیوسنسور ۳۶
۳-۱-۲عملکرد بیوسنسور ۳۷
۳-۲روش ساخت ۳۷
۳-۲-۱ساخت الکترود ۳۷
۳-۲-۲آماده سازی آنزیم ۳۷
۳-۲-۳ساخت بیوسنسور ۳۹
۳-۳روش انجام آزمایشات ۳۹
۳-۳-۱عملکرد بیوسنسور ۴۰
۳-۳-۲پایداری بیوسنسور ۴۲

فصل چهارم: طراحی آزمایشات

۴-۱روش طراحی آزمایش ۴۴
۴-۱-۱فاز برنامه ریزی ۴۶
۴-۱-۱-۱مراحل برنامه ریزی ۴۶
۴-۱-۱-۲مفاهیم مهم فاز برنامه ریزی ۴۶
۴-۱-۲فاز اجرایی ۴۷
۴-۱-۳فاز آنالیز ۴۷
۴-۱-۳-۱آنالیز مقدماتی ۴۷
۴-۱-۳-۲آنالیز نتایج آزمایش‌ها ۴۹

۴-۱-۳-۳اجرای آزمایش تأییدیه ۵۰
۴-۲طراحی آزمایشات پروژه ۵۱

فصل پنجم: نتایج

۵-۱عملکرد بیوسنسور ۵۴
۵-۱-۱آنالیز S/N ۵۶
۵-۱-۲آنالیز ANOVA ۵۸
۵-۱-۳شرایط بهینه ۵۹
۵-۲پایداری بیوسنسور ۶۰
۵-۳ مقایسه نتایج با تحقیقات مشابه ۶۲

فصل ششم: نتیجه گیری وپیشنهادات

۶-۱ نتیجه گیری ۶۵
۶-۲ پیشنهادات ۶۶

منابع و مآخذ

فهرست منابع فارسی ۶۷
فهرست منابع غیر فارسی ۶۸
چکیده انگلیسی ۷۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۱). خلاصه ای از برخی بیوسنسورهای الکتروشیمیایی تجاری ۵

جدول (۱-۲).انواع مبدل‌های معمول در بیوسنسور ۱۴

جدول (۱-۳). انواع بیوکاتالیست در بیوسنسور ۱۵

جدول (۳-۱). تجهیزات ساخت بیوسنسور ۳۶

جدول (۳-۲). مواد در ساخت بیوسنسور ۳۶

جدول (۳-۳). تجهیزات در عملکرد بیوسنسور ۳۷

جدول (۴-۱). سطوح و فاکتورها ۵۱

جدول (۴-۲). آزمایشات طراحی شده ۵۱

جدول (۴-۳). مقادیر سطوح آزمایشات ۵۲

جدول (۵-۱). نتایج آزمایشات جریان سنجی ۵۴

جدول (۵-۲). مقادیر S/N ۵۶

جدول (۵-۳). تاثیر فاکتورها وسطوح ۵۷

جدول (۵-۴). نتایج ANOVA ۵۸

جدول (۵-۵). شرایط بهینه ۵۹

جدول (۵-۶). نتایج پیش بینی و اندازه گیری شده ۵۹

جدول (۵-۷). نتایج پایداری بیوسنسور ۶۰

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار (۵-۱). جریان سنجی بیوسنسور گلوکزدر pHهای مختلف بر حسب غلظت.....۵۴

نمودار (۵-۲). جریان سنجی بیوسنسور گلوکز در غلظت‌های مختلف بر حسب pH.....۵۵

نمودار (۵-۳). میزان تأثیرات سطوح در فاکتورهای مختلف.....۵۷

نمودار (۵-۴). پایداری بیوسنسور.....۶۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱). طرح شماتیک بیوسنسور ۴
شکل (۱-۲). طرز کار بیوسنسور ولت متری ۱۰
شکل (۱-۳). طرح شماتیک بیوسنسور گلوکز ۲۳
شکل (۳-۱). الکترودهای AU-CPE ۳۸
شکل (۳-۲). الکترود GOD-AU-CPE ۳۹
شکل (۳-۳). الکترودها در محلول گلوکز ۴۰
شکل (۳-۴).الکترود ها به هنگام جریان سنجی ۴۱
شکل (۳-۵). مجموعه بیوسنسور ۴۲

فهرست علایم اختصاری

مفهوم	علایم اختصاری
الکترود تخمیری کربن	CPE
فلاوین مونو دی نوکلویتید	FMN
آنزیم گلوکز اکسیداز	GOD
واحد فعالیت آنزیم	Kunits/mg
بافر فسفات	PBS
طراحی آزمایش	DOE

چکیده

استفاده از سنسور الکتروشیمیایی گلوکز اکسیداز یکی از مهم‌ترین روش‌های شناسایی مقادیر بسیار کم گلوکز است و بکارگیری ذراتی در مقیاس نانو می‌تواند به عنوان یک ماده مکمل در افزایش راندمان و عملکرد بهینه مؤثر واقع شود. در این پروژه، برای ساخت بیوسنسور ابتدا الکترودی با ترکیب پودر گرافیت کربن، روغن پارافین و نانوذرات کلوییدی طلا (با قطر۲۴ نانومتر) ساخته و توسط غشاء نیمه تراوایی در تماس با شناسانگر آنزیم گلوکز اکسیداز در حضور بافر فسفات قرار گرفت. برای جریان‌سنجی بیوسنسور ساخته شده از الکترود مرجع Ag/AgCl به عنوان کاتد و الکترود آماده شده به عنوان آند استفاده گردید و با اعمال پتانسیل ثابت ۰/۷ ولت، گلوکز در محلول تهیه شده با غلظت معین ردیابی گردید. در این فرایند بااکسید شدن گلوکز توسط آنزیم گلوکز اکسیداز، گلوکورونیک اسید و هیدروژن پراکسید تولید و با کاهش غلظت اکسیژن بین دو الکترود کاتد و آند، جریان برقرار گردیده است. طراحی آزمایش این پروژه با استفاده از نرم افزار QUALITEK-۴ به روش تاگوچی برای دو فاکتور غلظت گلوکز وpH در سه سطح انجام گردید و شرایط بهینه برای این دو فاکتور به ترتیب ۱ میلی مولار و ۶ بدست آمده است. بیوسنسور بر اساس میزان فعال ماندن آنزیم گلوکز اکسیداز در شرایط بهینه، به مدت ۶ روز پایدار مانده است.

فصل اول

مقدمه

۱-۱ بیوسنسورها

در تشخیص اختصاصی ترکیبات مختلف با کاربردهای گوناگون به صورت کمی یا کیفی، روش‌های سریع، ساده و بدون معرف نیاز است. شمار زیادی از چنین کاربردهایی در تشخیص‌های درمانی و بیوتکنولوژی وجود دارد. همچنین نیاز به اطلاعات شیمیایی سریع و دقیق به خصوص در حفظ سلامت بشر ضروری است. اهمیت این اطلاعات در عرصه‌های مختلف دیگر مثل دامپزشکی، صنایع غذایی، باغبانی، داروسازی، صنعت پتروشیمی، حفاظت محیط زیست، دفاع و ایمنی رو به افزایش است. روش‌های تشخیص شیمیایی مرسوم ، صرف‌نظر از کند و گران بودن، غیر اختصاصی بوده و دچار تداخل می‌باشند. یکی از ابزارهای مهمی که در شناسایی و تشخیص مقادیر مورد استفاده قرار می‌گیرد بیوسنسور است [۲].

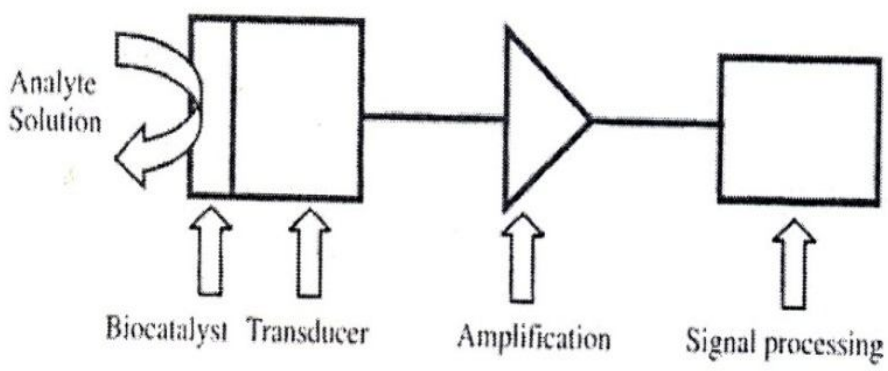
بیوسنسور از دو کلمه بیو وسنسور تشکیل شده است ، بیو به معنی زیست و سنسور به معنی حسگر است. یک بیوسنسور همگرایی دو اصطلاح متقابل را نشان می‌دهد: اختصاصی بودن و انتخاب‌پذیری سیستم‌های بیولوژیکی که با قدرت محاسباتی میکرو پردازشگرها ترکیب می‌شوند [۳].

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.

بیوسنسور به طور کلی به احساس و اندازه گیری مواد شیمیایی خاصی که ممکن است فیزیولوژیک نیز باشد، مربوط می شود. معمولا این مواد راsubstral(زیر لایه) می‌نامند، در حالی که واژه ی کلی‌تر آن آنالیت است. یک بیوسنسور را می توان به عنوان ابزاری که از تلفیق یک حسگر بیولوژیک متصل به یک مبدل حاصل می شود، تعریف کرد. مبدل عمل شناسایی را انجام می دهد،آنچه توسط مبدل شناسایی شده به صورت سیگنال تولید می شود.

عملکرد بیوسنسورها کاملا انتخابی است،(به یک مولکول یا آنالیت خاص پاسخ می دهند).

بیوسنسور دستگاهی است که در آن یک جزء تشخیص‌دهنده‌ی بیولوژیکی به یک مبدل متصل یا با آن ترکیب شده است. بیوسنسورهای کلاسیک به عنوان ابزار آنالیزکننده‌ای تعریف می‌شوند که در آن یک جزء زیستی به یک مبدل متصل شده و یک سیگنال بیولوژیک را به سیگنال الکتریکی قابل اندازه‌گیری تبدیلمی‌کند. نمای شماتیک یک بیوسنسور در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل (۱-۱). طرح شماتیک یک بیوسنسور و اجزای مختلف آن

در حوزه‌ی تکنولوژی بیوسنسور، آنزیم‌ها (یا بیومولکول‌های دیگر) کاربردهای کمی و کیفی قابل توجهی دارند. در ساخت بیوسنسور از تجزیه و تخصص رشته‌های علمی مختلف مثل بیوشیمی، ایمونولوژی، فیزیک نوری، الکتروشیمی، علم مواد، نیم‌رساناها، الکترونیک و هزاران علم و حوزه‌های دیگر مهندسی استفاده می‌شود.

مفهوم بیوسنسور بیشتر از چهار دهه‌ی قبل پیشنهاد شده بود. امروزه بیش از ۶۰ بیوسنسور تجاری برای حدود ۱۲۰ آنالیت مختلف در دسترس است. هر ساله در سراسر جهان ۱۲ تا ۱۵ میلیون دلار برای این صنعت خرج می‌شود که عبارت‌اند از استفاده آنزیم‌ها در اندازه‌گیری ۸۰ ماده‌ی مختلف در شیمی بالینی، صنایع غذایی و لوازم آرایشی و بیوتکنولوژی.مشکلات اساسی مربوط به قیمت بیومولکول‌ها و مواد واسطه، نحوه‌ی ذخیره‌سازی و حفظ عملکرد در آن‌ها و ... باعث روند کند و توسعه‌ی این ابزارها شده است. تثبیت بیومولکول‌ها اجازه‌ی استفاده‌ی مجدد از مواد با ارزش و ساده شدن دستگاه‌های آنالیتکی را می‌دهد.

یک بیوسنسور خوب باید حداقل بعضی از خصوصیات زیر را دارا باشد :

۱- بیوکاتالیست آن با توجه به هدف تجزیه بایستی کاملاً اختصاصی عمل کند و تحت شرایط عادی پایدار باشد .

۲- واکنش بیوکاتالیست با آنالیت باید وابسته به پارامترهای فیزیکی مثل تغییر pH ، درجه حرارت و . . . باشد تا قابل کنترل، هدایت و استفاده توسط ترانس دیوسرها (مبدل) بوده ، همچنین باید اجازه آنالیز نمونه را با کمترین فرآیند آماده سازی بدهند .

۳- نتیجه بدست آمده توسط بیوسنسورها باید دقیق و قابل تکرار باشد و پاسخی باشد که بدون رقیق یا غلیظ کردن

نمونه بدست آمده باشد . همچنین پاسخ باید عاری از اختشاشات الکتریکی باشد .

۴- بیوسنسور کامل باید ارزان ، کوچک ، قابل حمل و استفاده توسط کاربران نیمه ماهر نیز باشد .

۵- اگر از بیوسنسور برای کنترل عوامل میکروبی مهاجم در کارهای بالینی استفاده شده ، میله آن باید نازک و زیست سازگار باشد و اگر از آن در صنایع تخمیر استفاده می شود باید قابل استریل باشند [۴].

در سال ۱۹۶۲ کلارک ولیونز وسیله‌ای به نام بیوسنسور ساختند،که یک الکترود اکسیژن پوشیده شده با یک لایه‌ی نازک ژل حاوی آنزیم گلوکز اکسیداز بود [۵]، این نتیجه حاصل شده را دیگران بعد از کلارک، برای ساختن ابزاری در ارتباط بالاکتات [۶، ۷، ۸]،کراتینین [۹، ۱۰]، کلسترول [۱۱]، اوره [۱۲] و آنالیت‌های مهم درمانی به کار بردند.

اولین بیوسنسور الکتروشیمیایی تجاری که در شرکت (Ohio) در سال ۱۹۷۵ساخته شد یک بیوسنسور آمپرسنجی گلوکز بود.

مدل‌های بعدی آمپرسنجی سهم تجارت عمده‌ای پیدا کردند. اولین بیوسنسور آمپرسنجی گلوکز که به بازار آمده به وسیله‌ی آزمایشگاه فیزیک ملی هند توسعه پیدا کرد .

درجدول (۱-۱) تعدادی از بیوسنسورهای تجاری ذکر شده است . طراحی بیوسنسورها به کاربرد اختصاصی آن‌ها در درمان، صنعت محیط زیست یا صنایع دفاع بستگی دارد. در هر بخش، نیازهای کاملاً متفاوتی وجود دارد.

به خاطر فواید بیوسنسور الکتروشیمیایی محققان زیادی روی توسعه کاربرد در آنالیز و سنتز نمونه کار می‌کنند که هم اکنون مورد استفاده است [۱۳].

جدول(۱-۱). خلاصه‌ای از برخی بیوسنسورهای الکتروشیمیایی تجاری

مدل	آنالیت	تولید کننده
۲۳A	Glucose	YellowspringsInstruments
۲۳L	Lactate	Yellow springs, OH, USA
۳۰۰۰A	Glucose urate	Fuji Electric,Tokyo, Japan
Biosens ۵۰۴۰	Glucose	EKF Industrie-Elektronik GmbH
ABD ۳۰۰۰ Biosensor	Glucose	ABDInstruments
Glucometer	Glucose	Pulsatum Healthcare LTD, India

اجزای مهم یک بیوسنسور در زیر ذکر شده است، که عبارتند از:

۱) جزء حساس زیستی یا بیوکاتالیست: بیوکاتالیست به طور کلی یک سیستم یا ترکیب زیستی می‌باشد که قادر است به طور اختصاصی مولکول هدف را از بین عناصر دیگر تشخیص دهد. ترکیب زیستی که در طراحی بیوسنسورها استفاده می‌شوند شامل آنزیم‌ها، آنتی بادی‌ها، اندامک‌ها، باکتری‌ها و ... هستند.در این پایان نامه نوعی از آنزیم ها استفاده شده است.آنزیم ها دستهبزرگی ازپروتئینهارا شامل می‌شوند.

آنزیمها کاتالیزورهای بسیار موثر و کارآمدی هستند کهمسئولیت انجام صدها واکنش بیوشیمیایی لازم در فرآیندهای زیستی موجودات زنده را بهعهده دارند. آنزیم واکنش را با پایین آوردن انرژیفعال سازی لازم برای انجام واکنش تسریع می‌کند.کاتالیزورهادر واکنشها بدون تغییر می‌مانند، ولی آنزیمها مانند سایرپروتئین‌هاتحت شرایط مختلف پایدار نمی‌مانند. این مواد در اثر حرارت بالا واسیدی بودن یا قلیایی بودن تغییر می‌کنند [۱۴].

آنزیمها مولکولهای پروتئینی هستند که دارای یک یا چند محلنفوذ سطحی (جایگاههای فعال) هستند که سوبسترا یعنی ماده‌ای که آنزیم بر آن اثرمی‌کند، به این نواحی متصل می‌شود، تحت تاثیر آنزیمها ، سوبسترا تغییر می‌کند و بهیک یا تعدادی محصول تبدیل می‌شود.

واکنش های آنزیمی در طی چند مرحله صورت می گیرد :

۱- در اولین مرحله substra یا پیش ماده با آنزیم باند شده و کمپلکس آنزیم – سوبسترا می دهد .

۲- وقتی این کمپلکس تشکیل شد، یک مرحله ی گذار رخ داده و محصولتولید می شود.

۳- در این مرحله آنزیم و محصول آزاد می شوند .

آنزیم ها برای این که به سوبسترا بچسبند دارای محل خاصی به نام Active site (جایگاه فعال آنزیمی) هستند . کمپلکس سوبسترا در همین محل و با چسبیدن سوبسترا به جایگاه فعال آنزیم تشکیل می شود .

هر آنزیمی دارای جایگاه فعال خاصی است که برای سوبسترا ی خاصی تعریف شده است و اختصاصی بودن عمل آنزیم ها هم به همین دلیل است . آنزیم های ساده فقط یک active site دارند و عامل تنظیم کننده ی این آنزیم ها غلظت مواد است.

زمانی آنزیم دارای حداکثر فعالیت است که سایت های فعال آن کاملاً باند شده باشند.

آپو آنزیم بخش پروتئین آنزیم است و بدون کوفاکتور آنزیم فعال نیست و وقتی با کوفاکتور باند شد ، آنزیم فعال می

دهد . کو آنزیم ها ترکیباتی آلی اند مثل فلاوین:Flavin Mono Nucleotide = FMN [۱۵].

آنزیم گلوکز اکسیداز در عسل یافت شده و به عنوان یک نگه دارنده طبیعی عمل می کند.آنزیم گلوکز اکسیداز در سطح عسل، اکسیژن محیط را کاهش می دهد و آن را به پر اکسید هیدروژن تبدیل می کند که به عنوان یک سد آنتی باکتریالی عمل می کند.این آنزیم دارای دو مولکول FAD است که دارای اتصال قوی به آن هستند.

هم چنین یکی از محصولاتمهم اکسیدکردن این آنزیم ، اسید گلوکورونیک می باشد که کاربردهای بسیاری در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی دارد [۱۶].

اسید گلوکونیک یک اسید ضعیف است که برای ترش کردن غذا استفاده می شود.استر داخلی آن δ- کونولاکتون است.در نانوایی به عنوان خمیر ترش و در لبنیات و محصولات گوشتی استفاده می شود.تولید اسید توسط آنزیم گلوکز اکسیداز باعث کاهشpH محیط می شود. استفاده از یک بافر که با اسید گلوروکونیک موجود واکنش دهد،علاوه بر کنترلpH اثر قابل توجهی در انجام واکنش دارد.آنزیم گلوکز اکسیداز برای فعالیت خود نیاز به اکسیژن دارد [۱۷].

۲) مبدل: قسمتی از سنسور است که پدیده‌ی تشخیص داده شده‌ی زیستی را به یک سیگنال الکتریکی قابل اندازه‌گیری مثل ولتاژ یا جریان تبدیل می‌کند. خروجی مبدل می‌تواند به طور مستقیم نمایش داده شود یا به وسیله یک ریز پردازشگر یا آمپلی‌فایر مورد پردازش بیش‌تری قرار بگیرد.

مبدل ، که عمل تبدیل واکنش های شناسایی شده را به سیگنالهای الکتریکی برعهده دارد باید ویژگی های زیر را داشته باشند :

۱- نسبت به آنالیت کاملاً اختصاصی عمل کنند.

۲- واکنش در آنها در غلظت مناسبی صورت گیرد.

۳- زمان پاسخ آنها کوتاه باشد.

۴- بتوان تا حد امکان اندازه آنها را کوچک کرد [۱۸].

۱-۲ انواع بیوسنسورها

بیوسنسورها را می‌توان بر اساس نوع مبدل وشناسانگرهاطبقه‌بندی کرد.

۱-۲-۱نوع مبدل

۱-۲-۱-۱مبدل الکتروشیمیایی

رسانش الکترولیت هنگامی صورت می گیرد که یونهای الکترولیت بتوانند آزادانه حرکت کنند، چون در این مورد ، یونها هستند که بار الکتریکی را حمل می کنند. به همین دلیل است که رسانش الکترولیتی توسط نمکهای مذاب و محلولهای آبی الکترولیتها صورت می گیرد. علاوه بر این برای تداوم جریان در یک رسانای الکترولیتی لازم است که حرکت یونها با تغییر شیمیایی همراه باشد. منبع جریان در یک سلول الکترولیتی ، الکترونها را به الکترود سمت چپ می راند.بنابراین این الکترود بار منفی پیدا می کند، این الکترونها از الکترود مثبت سمت راست کشیده می شوند.

برای این که یک مدار کامل حاصل شود، حرکت یونها باید با واکنشهای الکترودی همراه باشد. در کاتد اجزای شیمیایی معینی باید الکترونها را بپذیرند و کاهیده شوند و در آند ، الکترونها باید از اجزای شیمیایی معینی جدا شده و در نتیجه آن اجزا اکسید شوند. الکترونها از منبع جریان خارج شده به طرف کاتد رانده می شوند. از میان تمام روش‌های انتقال سیگنال، انتقال الکتروشیمیایی کاربرد وسیعی داشته و روش مطلوبی در زمینه تحقیقات و صنایع می‌باشد [۲۴].

اساس این مبدل‌ها نمایش الکتروشیمیایی پاسخ بیوسنسور است.

۳ نوع مختلف مبدل الکتروشیمیایی وجود دارد:

۱) پتانسیل‌سنج: پتانسیل ایجاد شده به طور مستقیم با لگاریتم غلظت آنالیت متناسب است. اساس این نوع نمایش الکتروشیمیایی، معادله نرنست است، که پتانسیل الکترود (E) را به غلظت ترکیب اکسید و احیا شده مرتبط می‌کند.

$$E = E^{o'} + \frac{RT}{nF} \quad Ln\left(\frac{[OX]}{[\mathrm{Re}\ d]}\right) \qquad (۱-۱)$$

- E°: پتانسیل احیایی استاندارد
- R: ثابت گازها
- T: دمای مطلق