انجمن علمی مهندسی پزشکی

معاونت فرهنگی و دانشجویی
دانشگاه صنعتی همدان

سیگنال

گاهنامه مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی همدان

شماره مجوز: ۴/۹۰/ص/ن || شماره ۱۹ ،پاییز ۱۴۰۴

سیگنال

گاهنامه **سیگنال حیاتی**
انجمن علمی مهندسی پزشکی
دانشگاه صنعتی همدان
شماره ۱۹ ، پاییز ۱۴۰۴

مدیر مسئول نشریه: عرفان اصغری
سردبیر: نازنین عاشق حسینی
صفحه آرایی: نرگس طاوه ئی
ویراستار: فاطمه جوادی، مانیا گوران
هیئت تحریریه: یاسمن بیگی، یاسمن بختیاری، نازنین عاشق حسینی، مانی خلیلی؛ ساقی نعمت زاده
مصاحبه کنندگان: نازنین عاشق حسینی، علی گلزان، سارا خزایی

با تشکر و سپاس از همه عزیزانی که ما را یاری کردند و استاد مشاور محترم خانم دکتر قادری

صندوق پستی: ۵۷۹_۷۵۱۵۵ | کدپستی: ۳۷۳۳_۱_۷۵۱۶ | کانال تلگرام: @BMEJOURNAL

فهرست :

سخن سردبیر..... ۱
تازه ها..... ۲
رتینوپاتی دیابتی چیست؟ ۲
تحریک الکتریکی یک فناوری توانبخشی ۳
پیش بینی شدت بیماری کرونا با کمک هوش مصنوعی..... ۴
ایرانی ها سمعک هوشمند برای ناشنوایان ساختند ۴
انقلابی در درمان سرطان: تبدیل سلول های سرطانی به سلول های طبیعی ۵
پوست مصنوعی برای مقابله با عفونت های بیمارستانی ۵
انقلابی در تشخیص سرطان: روش جدید ایرانی با دقت بالا و هزینه کم..... ۶
نخ دندان هوشمند مخصوص شما ۶
دستگاهی انقلابی که سرطان پوست را در خانه تشخیص می دهد ۷
مروری برسنسورهای پلاسمون سطحی (SPR/LSPR) با کاربردهای پزشکی..... ۸
تاریخچه..... ۸
مقدمه و هدف ۸
بررسی و تحلیل ۹
نرم افزارهای کارآمد در مهندسی پزشکی..... ۱۷
سه مرجع مهم برای دانشجویان مهندسی پزشکی..... ۲۰
مصاحبه..... ۲۱
تریتا تجارت فردا..... ۲۱
زیستل..... ۲۱

سخن سردبیر :

به یاد آن که با نفسش جان گرفتیم و با مهرش مسیر را شناختیم...

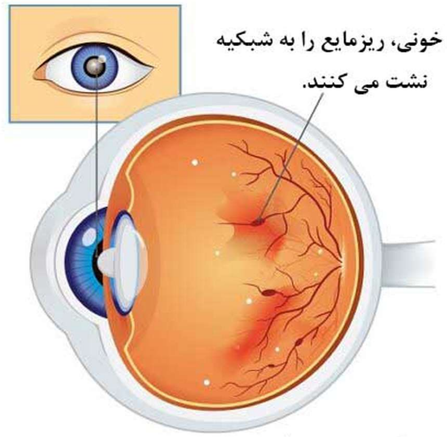
نوزدهمین شماره نشریه مهندسی پزشکی پیش روی شماست؛ حاصل ماه ها تلاش همدلانه جمعی از دانشجویان پرتلاش و اساتید فرهیخته دانشگاه صنعتی همدان. این نشریه با هدف بازتاب دادن نگاه علمی، انسانی و خلاقانه به حوزه مهندسی پزشکی شکل گرفته است.
در دنیایی پرشتاب امروز، گاهی لازم است مکث کنیم و به آن‌چه با همکاری و همفکری ساخته‌ایم، نگاهی دوباره بیندازیم. این شماره، نه حاصل یک جهش ناگهانی، بلکه نتیجه هم‌افزایی و پیگیری جمعی‌ست؛ تلاشی که با انگیزه یادگیری، انتقال تجربه و ساختن آینده‌ای روشن شکل گرفت.
از همه عزیزانی که در این مسیر همراه ما بودند—اساتید گرانقدر، دانشجویان پرتلاش، و خوانندگان اندیشمند—صمیمانه سپاسگزاریم. راهنمایی‌ها، پیشنهادها و دلگرمی‌های شما چراغ راه ما در ادامه مسیر خواهد بود.
از همه صاحب‌نظران، دانشجویان علاقه‌مند، و خوانندگان گرامی دعوت می‌کنیم تا با ارائه دیدگاه‌ها، نقدها و پیشنهادهای خود، ما را در مسیر رشد و ارتقاء این نشریه یاری رسانند.
باشد که در شماره‌های آینده، با همدلی و همکاری بیشتر، شاهد رشد و شکوفایی هرچه بیشتر این نشریه باشیم.

با احترام
نازنین عاشق حسینی

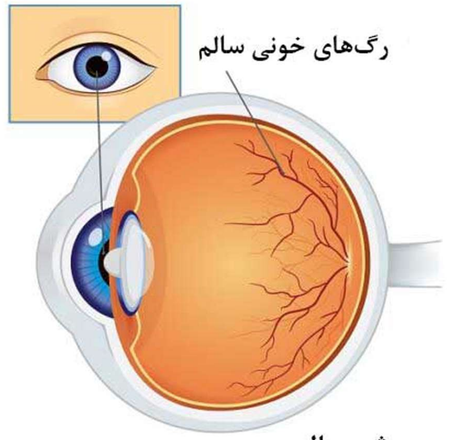
معاونت فرهنگی و دانشجویی
دانشگاه صنعتی همدان

انجمن علمی مهندسی پزشکی

رتینوپاتی دیابتی چیست؟



چشم مبتلا به رتینوپاتی



چشم سالم

رتینوپاتی دیابتی یک مشکل چشمی خطرناک است که در اثر دیابت (بیماری قند خون) ایجاد می شود این بیماری به تدریج به شبکیه چشم(پشت چشم که مثل فیلم دوربین عمل میکند) آسیب می زند و اگر درمان نشود می تواند منجر به نابینایی شود.

چطور اتفاق می افتد؟

۱-قندخون ⟵ بالابه رگ های خونی ریز چشم آسیب می زند

۲-رگ ها ممکن است:

متورم شوند و مایع نشت کنند(رتینوپاتی غیر پرولیفراتیو)

یا مسدود شده و رگ های جدید غیرطبیعی ایجاد کنند (رتینوپاتی پرولیفراتیو-مرحله خطرناک)

علائم هشدار دهنده:

تاری دید

دیدن لکه های شناور

تغییر در تشخیص رنگ ها

در مراحل پیشرفته: کاهش شدید بینایی

چرا مهم است؟

حدود یک سوم بیماران دیابتی به آن مبتلا می شوند

دومین علت اصلی نابینایی در بزرگسالان است

در ابتدا ممکن است هیچ علامتی نداشته باشد

پیشگیری و درمان:

کنترل دقیق قند خون و فشار خون

معاینه منظم چشم(حداقل سالی یک بار)

در صورت تشخیص:

تزریق دارو به چشم ،لیزر درمانی ،در موارد شدید: جراحی

نکته امیدوار کننده:

اگر زود تشخیص داده شود می توان از پیشرفت آن جلوگیری کرد به همین دلیل غربالگری منظم (حتی وقتی علامتی ندارید) بسیار مهم است

مشکلات بینایی ناشی از رتینوپاتی دیابتی در صورت تشخیص در مراحل اولیه و درمان مناسب پتانسیل بهبود قابل توجهی دارند اما کمتر از شصت درصد بیماران دیابتی به دلیل هزینه بالا و دسترسی محدود به خدمات چشم پزشکی معاینات منظم چشم را دریافت می کنند

از آنجا که رتینوپاتی دیابتی یک بیماری خاموش است بسیاری از بیماران به ویژه آنهایی که در مناطق با منابع پزشکی محدود زندگی می کنند از ابتلای خود بی خبرند این موضوع تشخیص دقیق وضعیت بیمار را برای چشم پزشکان بر اساس تصاویر ته چشم دشوار می سازد

غربالگری رتینوپاتی دیابتی با هوش مصنوعی: یک راه حل جدید با چالش ها

مشکل چیست:

گرفتن و بررسی این عکس ها وقت گیر و پرهزینه است

در مناطق محروم دسترسی به متخصص چشم محدود است

گاهی تشخیص بیماری سخت است

راه حل جدید: هوش مصنوعی پزشکی

محققان فکر کردند شاید کامپیوترها بتوانند این کار را انجام دهند آنها ۷۶ تحقیق مختلف را بررسی کردند تا ببینند الگوریتم های هوش مصنوعی چقدر خوب می توانند این بیماری را تشخیص دهند

چگونه از یادگیری ماشین برای تشخیص رتینوپاتی دیابتی استفاده می شود؟

۱-تهیه تصاویر آموزشی

۲_آموزش هوش مصنوعی

۳-تشخیص خودکار

مزایا این روش: سرعت بالا، دقت، دسترسی و کمک به مناطق محروم

چالش ها: نیاز به تصاویر با کیفیت بالا، احتمال خطا در موارد مرزی، نیاز به تایید نهایی توسط پزشک

الگوریتم های یادگیری ماشین این پتانسیل را دارند که رتینوپاتی دیابتی را با استفاده از تصاویر شبکیه تشخیص دهند هرچند این قابلیت در تمایز بین موارد مثبت واقعی و مثبت کاذب چندان چشمگیر نبوده است اما می تواند برای ارزیابی سریع تر و بهتر مورد استفاده قرار گیرد با این حال مطالعات بیشتری برای توسعه الگوریتم های بهبود یافته مورد نیاز است.

تحریک الکتریکی یک فناوری توانبخشی:

از دست دادن توانایی حرکت می تواند پیامدهای ویرانگری برای استقلال کیفیت زندگی فرد داشته باشد سکته مغزی و آسیب نخاعی دو عامل مهم فلج هستند که هزاران نفر را در سراسر جهان تحت تاثیر قرار می دهند تلاش های فوق العاده ای برای کاهش اثرات فلج صورت گرفته است.

آسیب نخاعی زمانی رخ می دهد که نخاع دچار آسیب شده و منجر به از دست دادن عملکرد حسی و یا حرکتی می شود نخاع بخشی از سیستم عصبی مرکزی است و از دسته ای از اعصاب اصلی تشکیل شده که ارتباط بین مغز و بقیه بدن را ممکن می سازد همچنین شامل ساختار های عصبی است که مسئول رفلکس های تک سیناپسی و چند سیناپسی بوده و وظایفی مانند کنترل مثانه و دفع روده و همچنین حرکت را انجام می دهند.

آسیب نخاعی معمولا به صورت دو طرفه بر بدن تاثیر می گذارد می تواند تروماتیک یا غیرتروماتیک باشد همچنین بسته به میزان آسیب به نخاع می تواند کامل یا ناقص باشد سطح آسیب نخاعی اهمیت زیادی دارد زیرا اختلالات حسی و یا حرکتی در زیر سطح آسیب رخ می دهد و هرچه محل آسیب بالاتر باشد بخش بیشتری از بدن تحت تاثیر قرار می گیرد.

در سال های اخیر بازتوانی حرکت ارادی با ادغام مداوم دانش های جدید نوروفیزیولوژیکی درباره مکانیسم های بازیابی عملکرد حرکتی غنی شده است یک مفهوم کلیدی که به طور چشمگیری بازتوانی عصبی را بهبود می بخشد توانایی سیستم عصبی مرکزی برای بازسازی خود در طول یادگیری حفظ و تثبیت مهارت های حرکتی است(نوروپلاستیسیتی)

تحریک الکتریکی عملکردی یک فناوری توانبخشی است که از جریان الکتریکی برای فعال کردن عضلات فلج یا ضعیف شده در افراد مبتلا به اختلالات عصبی عضلانی استفاده می کند این روش با شبیه سازی سیگنال های طبیعی سیستم عصبی به بازگرداندن عملکردهای حرکتی مانند راه رفتن گرفتن اشیا یا کنترل مثانه کمک می کند.

چگونه کار می کند؟

۱-الکترودها روی پوست زیر پوست یا داخل بدن قرار می گیرند

۲-پالس های الکتریکی به اعصاب یا عضلات ارسال می شوند تا انقباض عضلانی ایجاد کنند

۳-این انقباض ها به انجام حرکات هدفمند منجر می شوند.

کاربردهای اصلی:

بازتوانی حرکتی: بهبود راه رفتن در بیماران سکته ای یا آسیب نخاعی

کنترل مثانه/روده: کاهش بی اختیاری در افراد با آسیب نخاعی

بازوی رباتیک: کمک به حرکات دست در افراد مبتلا به تتراپلژی

پیشگیری از تحلیل عضلات: در بیماران فلج طولانی مدت

مزایا:

غیردارویی و بدون عوارض جانبی جدی

قابل ترکیب با سایر روش های فیزیوتراپی

بهبود کیفیت زندگی و استقلال بیماران



چالش ها:

نیاز به تنظیم دقیق پارامترهای تحریک

هزینه بالا در برخی سیستم های کاشته شده

نیاز به آموزش بیمار و درمانگر

تحریک الکتریکی عملکردی برای دهه ها به افراد دچار اختلالات حرکتی کمک ملموسی کرده است این فناوری امکان مشارکت در زندگی رومزه را فراهم آورده که در غیر این صورت دشوار یا غیرممکن بود. تحول این فناوری استفاده از آن در محیط های بالینی را تسهیل کرده و برخی از چشم گیرترین بهبودها در عملکرد حرکتی افراد مبتلا به سکته مغزی و آسیب نخاعی را به همراه داشته است.

با افزایش پیش بینی شده جمعیت سالخورده احتمالا فراوانی استفاده از تحریک الکتریکی در دهه آینده افزایش خواهد یافت این تغییر ممکن است تاکید بر مراقبت های پس از سکته را به سمت پیشگیری درمان و همچنین توانبخشی سوق دهد.

تحریک الکتریکی به عنوان یک روش درمانی امیدوار کننده در آستانه تحولات بزرگی قرار دارد که می تواند کیفیت زندگی افراد مبتلا به اختلالات حرکتی را به طور چشمگیری بهبود بخشد.

پیش بینی شدت بیماری کرونا با کمک هوش مصنوعی

به گزارش گروه علمی ایرن پژوهشگران دانشگاه علم و صنعت ایران با استفاده از فناوری هوش مصنوعی مدلی برای پیش بینی شدت بیماری کرونا طراحی کرده اند این مدل می تواند با دقت بالا احتمال وخامت حال بیماران را در همان روز اول بستری پیش بینی کند و به کادر درمان در تصمیم گیری سریع کمک نماید.

چرا این تحقیق مهم است؟

با گسترش سریع کرونا در جهان سیستم های بهداشتی و اقتصادی تحت فشار شدید قرار گرفتند این بیماری علاوه بر ریه قلب کلیه و دستگاه گوارش را نیز درگیر می کند و در موارد شدید منجر به سندم زجر تنفسی حاد می شود که مرگ و میر بالایی دارد بیماران مبتلا به این عارضه نیاز به بستری در ICU و دستگاه ونتیلاتور دارند بنابراین پیش بینی زودهنگام شدت بیماری می تواند در مدیریت منابع بیمارستانی و نجات جان بیماران موثر باشد.

عوامل موثر در شدت بیماری: ویژگی های فردی، علائم بالینی، داده های آزمایشگاهی

هوش مصنوعی چگونه کمک می کند؟

در این پژوهش با استفاده از الگوریتم های پیشرفته هوش مصنوعی و یادگیری عمیق رابطه بین عوامل فوق و شدت بیماری تحلیل شده است این مدل قادر است با بررسی اطلاعات اولیه بیماران احتمال پیشرفت بیماری به سمت وضعیت بحرانی را پیش بینی کند.

کاربردهای این مدل:

تشخیص سریع بیماران پرخطر در روز اول بستری

بهینه سازی تخصیص تخت های ICU و تجهیزات پزشکی

کاهش مرگ و میر با مداخله به موقع درمانی

این پژوهش گامی مهم در استفاده از فناوری های نوین برای مقابله با بحران های بهداشتی است و می تواند به سیستم های سلامت جهانی در مدیریت بهتر بیماری های همه گیر کمک کند.

ایرانی ها سمعک هوشمند برای ناشنوایان ساختند

یک شرکت دانش بنیان ایرانی موفق شده ریزتراشه هوشمندی طراحی کند که می تواند به افراد کاملا ناشنوا کمک کند تا دوباره بشنوند این فناوری بخشی از سیستم کاشت حلزون شنوایی است که با تبدیل صدا به سیگنال های الکتریکی عصب شنوایی را تحریک می کند و به مغز امکان درک صدا را می دهد.

چرا این اختراع مهم است؟

بیش از یک میلیون نفر در جهان از سیستم های کاشت حلزون استفاده می کنند و بسیاری از آن ها توانسته اند مثل افراد عادی صحبت کنند.

تاکنون این فناوری فقط در اختیار چند شرکت خارجی بود اما حالا ایران هم به جمع تولیدکنندگان این فناوری پیوسته است

این سیستم می تواند زندگی افراد ناشنوا را دگرگون کند و به آن ها امکان ارتباط راحت تر با دنیای اطراف را بدهد.

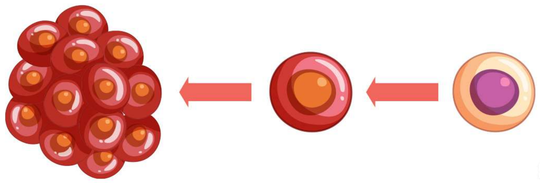
این سیستم چگونه کار می کند؟

از دو بخش بیرونی(روی گوش) و داخلی(کاشته شده در بدن) تشکیل می شود که صدا توسط بخش بیرونی دریافت می شود و صدا را به سیگنال های الکتریکی تبدیل می کند در بخش داخلی نیز یک ریز تراشه پیشرفته سیگنال ها را دریافت می کند و عصب شنوایی را تحریک می کند و مغز این سیگنال ها را به عنوان صدا تفسیر می کند .

این شرکت امیدوار است با توسعه بیشتر این سیستم هزینه های درمان ناشنوایی را کاهش دهد و دسترسی بیشتری به این فناوری پیشرفته در ایران فراهم شود.

انقلابی در درمان سرطان:

تبدیل سلول های سرطانی به سلول های طبیعی



یک تیم تحقیقاتی از دپارتمان مهندسی پزشکی یک موسسه علوم و تکنولوژی در کره جنوبی موفق شدند روش جدیدی برای درمان سرطان روده بزرگ ابداع کنند که بدون کشتن سلول های سرطانی آن ها را به سلول های عادی تبدیل می کند این کشف می تواند انقلابی در درمان سرطان ایجاد کند و از عوارض جانبی روش های رایج مانند شیمی درمانی جلوگیری نماید.

چطور این روش کار می کند؟

دانشمندان با مطالعه روی فرایند سرطانی شدن سلول ها متوجه شدند که سلول های طبیعی در مسیر رشد خود گاهی دچار اختلال می شوند و به سلول های سرطانی تبدیل می گردند.

آن ها با استفاده از فناوری دوقلوی دیجیتالی شبکه ژنتیکی سلول های سرطانی را شبیه سازی کردند و سوئیچ های مولکولی که باعث بازگشت سلول های سرطانی به حالت عادی می شوند را شناسایی نمودند.

نتایج شگفت انگیز آزمایش ها:

سلول های سرطانی روده بزرگ در آزمایشگاه به سلول های سالم تبدیل شدند.

این روش روی موش های آزمایشگاهی نیز جواب داد

برخلاف روش های معمول این تکنیک سلول ها را از بین نبرد بلکه آن ها را اصلاح کرد

چرا این کشف مهم است؟

دیگر نیازی به شیمی درمانی یا پرتودرمانی نیست، این روش می تواند برای انواع دیگر سرطان ها نیز به کار رود.

حرف های پروفسور کوانگ هیون چو سرپرست تحقیق:

این که توانستیم سلول های سرطانی را به سلول های عادی تبدیل کنیم یک پدیده شگفت انگیز است این پژوهش ثابت می کند که می توان به صورت سیستماتیک سرطان را بدون تخریب سلول ها درمان کرد.

پوست مصنوعی برای مقابله با عفونت های بیمارستانی



محققان دانشگاه تگزاس موفق به ساخت پوست مصنوعی شده اند که می تواند به کاهش عفونت های خطرناک کمک کند این نوآوری می تواند جان بسیاری از بیماران را نجات دهد.

چرا این اختراع مهم است؟

هرسال میلیون ها نفر در جهان دچار عفونت می شوند این عفونت ها گاهی کشنده هستند و هزینه های درمانی سنگینی ایجاد می کنند پوست مصنوعی جدید می تواند به پزشکان کمک کند دستگاه های پزشکی ایمن تری طراحی کنند.

این پوست مصنوعی چه ویژگی هایی دارد؟

از جنس سیلیکون ویژه ساخته شده که کاملا شبیه پوست انسان است باکتری ها به همان روشی که روی پوست طبیعی می چسبند به این ماده هم می چسبند می تواند سطح زیر پوست را با دقت نود و دو درصد شبیه سازی کند ارزان و در دسترس است و به راحتی قابل تولید است

چطور ساخته شده است؟

پژوهشگران از قالب های دست و آرنج استفاده کردند و موارد سیلیکونی را در این قالب ها ریختند سپس نمونه های پوست مصنوعی را برای آزمایش باکتری ها آماده کردند.

چگونه به کاهش عفونت کمک می کند؟

پزشکان می توانند سرنگ ها و ابزاری از این قبیل را ابتدا روی این پوست مصنوعی آزمایش کنند و با مشاهده چگونگی چسبیدن باکتری ها می توانند طرح های ضدعفونی کننده تری ایجاد کنند، این کار باعث می شود دستگاه های واقعی که برای بیماران استفاده می شوند امن تر باشند.

دکتر ماجد عثمان الثومیری سرپرست این تحقیق می گوید: هدف ما ساخت ماده ای بود که هم ارزان باشد و هم بتواند دقیقا مانند پوست انسان رفتار کند حالا می توانیم دستگاه های پزشکی را قبل از استفاده رو بیماران آزمایش کنیم.

انقلابی در تشخیص سرطان: روش جدید ایرانی با دقت بالا و هزینه کم

محققان ایرانی در دانشگاه علوم پزشکی مشهد موفق به توسعه روش نوین تصویربرداری برای تشخیص سرطان شده اند که می تواند انواع مختلف تومور ها را حتی آنهایی که قبلا قابل شناسایی نبودند با دقت بالا و هزینه بسیار کم تشخیص دهد.

چه سرطان هایی قابل تشخیص است؟

سرطان های سر و گردن، سرطان مری و معده، سرطان پانکراس و کبد، سرطان روده بزرگ، سرطان های با منشا ناشناخته

مزیت های روش جدید نسبت به روش های قدیمی:

هزینه بسیار کمتری دارد و دسترسی به آن آسان تر است همچنین دقت آن بالاتر است به همین ترتیب می توان تومورهایی که مصرف قند کمی دارند هم شناسایی کرد که در روش های قابل تشخیص نبودند.

چطور کار می کند؟

در روش های قدیمی از مصرف قند سلول ها برای تشخیص استفاده می شد اما در روش جدید از فرآیند ترمیم زخم توسط فیبروبلاست ها استفاده می شود، یک داروی ویژه به بدن تزریق می شود که این فرآیند را نشانه گذاری می کند سپس با تصویربرداری محل دقیق تومورها مشخص می شود.

حرف های دکتر عسگری محقق اصلی پروژه:

این روش تحولی بزرگ در تشخیص سرطان است نه تنها می توانیم تومورهایی را ببینیم که قبلا قابل تشخیص نبودند بلکه این کار را با هزینه بسیار کمتری انجام می دهیم

چرا این روش مهم است؟

سالانه هزاران نفر به دلیل تشخیص دیرهنگام سرطان جان خود را از دست می دهند، روش های قدیمی گران قیمت بودند و همه بیماران به آن ها دسترسی نداشتند برخی تومورها مانند تومورهای مغزی و روده با روش های قبلی به سختی تشخیص داده می شوند.

این فناوری پیشرفته توسط شرکت دانش بنیان پارس ایزوتوپ توسعه یافته و در بیمارستان قائم مشهد یکی از بزرگ ترین بیمارستان های آموزشی کشور مورد استفاده قرار میگیرد.



نخ دندان هوشمند مخصوص شما

دیگر نیازی به نخ دندان کشیدن سخت و وقت گیر نیست یک شرکت اسپانیای نخ دندان سه بعدی شخصی سازی شده ای اختراع کرده که کار تمیز کردن بین دندان ها را بسیار آسان کرده است

چطور کار می کند؟

این نخ دندان مخصوص دهان شما طراحی می شود، ابتدا باید از دندان هایتان اسکن سه بعدی تهیه کنید این شرکت براساس اسکن دندان قالب پلاستیکی مخصوصی می سازد که نخ های دندان دقیقا در فواصل بین دندان ها قرار می گیرد و با یک حرکت ساده همه دندان ها یکجا تمیز می شوند.

مزایای این اختراع:

تمیز کردن همه دندان ها در یک حرکت،رسیدن به جاهایی که با نخ دندان معمولی نمی رسید ،قابلیت تعویض نخ ،طراحی ارگونومیک و راحت،صرفه جویی در زمان (کل فرآیند فقط ده ثانیه طول می کشد)،مناسب برای افراد دارای ارتودنسی یا دندان های نامرتب

چرا دندان پزشکان این را توصیه می کنند؟

دکتر سارا محمدی متخصص دندان پزشکی ترمیمی می گوید: این دستگاه انقلابی در بهداشت دهان ایجاد کرده است بسیاری از بیمارانم که قبلا نخ دندان استفاده نمی کردند حالا با این روش به راحتی بین دندان هایشان را تمیز می کنند.

دستگاهی انقلابی که سرطان پوست را در خانه تشخیص می دهد



گروهی مبتکر از دانشجویان دانشگاه مک مستر کانادا دستگاه skan را اختراع کرده اند دستگاهی کوچک و مقرون به صرفه که می تواند سرطان پوست را با دقت بالا تشخیص دهد این اختراع هوشمندانه برنده جایزه چهل هزار دلاری جیمز دایسون شده است.

نحوه عملکرد این دستگاه شگفت انگیز:

دستگاه با استفاده از آرایه ای از حسگرهای حساس دما کوچک ترین تغییرات گرمایی پوست را ثبت می کند، مناطق سرطانی یک الی دو دهم درجه سانتی گراد گرم تر از بافت سالم هستند در انتها اطلاعات به صورت نقشه حرارتی رنگی روی نمایشگر نشان داده می شود.

مزایای منحصر به فرد:

قیمت مناسب، کاربری ساده، دقت بالا، غیرتهاجمی

کاربردهای گسترده:

غربالگری سریع در مطب پزشکان، پایش مستمر ضایعات پوستی مشکوک، تشخیص زودهنگام ملانوما و دیگر سرطان های پوست، کمک به مناطق محروم با دسترسی محدود به متخصص پوست

چشم انداز آینده:

نسخه های آینده ممکن است به اپلیکیشن موبایل متصل شوند و از هوش مصنوعی برای تحلیل دقیق تر استفاده کنند حتی کوچک تر و قابل حمل تر شوند

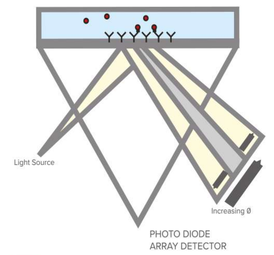
دکتر امیر حسین رضایی متخصص پوست می گوید: skan می تواند انقلابی در تشخیص زودهنگام سرطان پوست ایجاد کند به ویژه برای افرادی که دسترسی محدودی به متخصص دارند

نازنین عاشق حسینی

مروری بر سنسورهای پلاسمون سطحی (SPR/LSPR) با کاربردهای پزشکی

SPR

Surface Plasmon Resonance



تاریخچه

پدیده پلاسمون سطحی برای نخستین بار در اوایل قرن بیستم توسط فیزیکدان‌ها مشاهده و توصیف شد، اما کاربرد عملی آن در حوزه حسگرها از دهه ۱۹۶۰ و به‌ویژه با پیشرفت در فناوری‌های لایه‌نشانی و اپتیک آغاز شد. نخستین سنسورهای مبتنی بر پلاسمون سطحی (SPR) در دهه ۱۹۸۰ توسعه یافتند، زمانی که دانشمندان دریافتند می توان از این پدیده برای تشخیص بدون برچسب و حساس به تغییرات ضریب شکست بهره گرفت. در آن زمان، کاربرد اصلی SPR در حوزه‌های شیمی تجزیه و آنالیز سطحی بود، اما با توسعه فناوری‌های زیستی، توجه به قابلیت‌های این سنسورها در زیست‌فناوری و پزشکی نیز افزایش یافت.

دهه ۱۹۹۰ را می‌توان نقطه‌ی عطفی در ورود SPR به دنیای زیست‌پزشکی دانست. با معرفی دستگاه‌های تجاری مانند Biacore، امکان پایش برهم‌کنش‌های زیستی در زمان واقعی[1] فراهم شد. این تحول، درک بهتری از رفتار دینامیکی لیگاند-گیرنده، دارو-پروتئین و آنتی‌بادی-آنتی‌ژن به محققان داد و SPR به عنوان یک ابزار کلیدی در طراحی دارو و غربالگری مولکولی شناخته شد.

در همین راستا، کشف و توسعه پلاسمون‌های سطحی موضعی (LSPR) در اوایل دهه ۲۰۰۰، به‌ویژه با ظهور فناوری نانو، فصل جدیدی در طراحی سنسورهای نوری گشود. در این روش، به جای استفاده از سطح فلزی پیوسته، از نانوذرات فلزی (مانند طلا یا نقره) استفاده می‌شود که باعث افزایش حساسیت، مینیاتوریزه شدن دستگاه‌ها، و امکان تلفیق آن‌ها با ابزارهای قابل حمل شد. این ویژگی‌ها موجب گسترش کاربردهای LSPR در تشخیص‌های سریع پزشکی، شناسایی ویروس‌ها، و حتی تجهیزات تشخیصی محل مراقبت[2] گردید.

از آن زمان تاکنون، سنسورهای SPR و LSPR به‌طور گسترده در تشخیص زودهنگام بیماری‌هایی نظیر سرطان، عفونت‌های ویروسی (نظیر HIV و SARS-CoV-2)، و پایش درمان‌های دارویی به‌کار رفته‌اند. همچنین پیشرفت‌هایی در زمینه تلفیق این سنسورها با ریزتراشه‌ها، الکترونیک قابل پوشیدن، و سامانه‌های هوشمند انجام شده که نویدبخش نسل آینده‌ی حسگرهای زیستی در پزشکی دقیق است.

مقدمه و هدف

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های گسترده در نانوفناوری و اپتوالکترونیک منجر به توسعه نسل جدیدی از سنسورهای زیستی با حساسیت بالا و پاسخ سریع شده است. در این میان، سنسورهای مبتنی بر پدیده پلاسمون سطحی، به‌ویژه سنسورهای SPR و LSPR ، به دلیل ویژگی‌هایی چون تشخیص بدون نیاز به برچسب ، پایش برخط و قابلیت اندازه‌گیری بسیار دقیق برهم‌کنش‌های مولکولی، مورد توجه ویژه‌ی محققان حوزه زیست‌پزشکی قرار گرفته‌اند.

SPR و LSPR از برهم‌کنش نور با الکترون‌های آزاد در سطح فلزات نجیب، مانند طلا و نقره، استفاده می‌کنند. که در نتیجه‌ی آن نوسانات پلاسمونی ایجاد می‌شود. این نوسانات بسیار حساس به تغییرات محیطی هستند، به‌ویژه تغییر در ضریب شکست اطراف سطح حسگر، که اساس عملکرد این فناوری را شکل می‌دهد. با استفاده از این ویژگی، می توان فرآیندهای زیستی نظیر اتصال آنتی‌ژن-آنتی‌بادی، برهم‌کنش دارو-پروتئین، و حتی حضور بیومارکرهای بیماری را با دقت بالا ردیابی کرد.

امروزه، کاربرد این سنسورها از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی فراتر رفته و در زمینه‌هایی چون تشخیص زودهنگام سرطان، بیماری‌های عفونی، مانیتورینگ درمان دارویی، و تجهیزات تشخیص سریع در محل مراقبت توسعه یافته‌اند. همچنین، پیشرفت‌های فناورانه در طراحی نانوحسگرهای SPR/LSPR، موجب بهبود عملکرد آن‌ها در زمینه‌هایی مانند کاهش حجم نمونه، افزایش سرعت پاسخ، و قابلیت یکپارچه‌سازی با سیستم‌های میکروفلوئیدیک شده است.

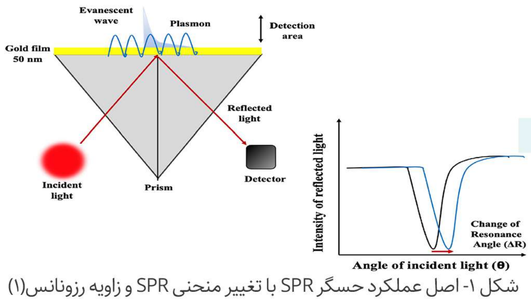
1.real-time biomolecular interactions
2.Point-of-Care

با توجه به اهمیت روزافزون این فناوری در حوزه پزشکی، هدف از این پژوهش، ارائه یک مرور جامع بر اصول عملکرد سنسورهای SPR و LSPR، معرفی ساختارها و نانوپیکربندی های رایج، و بررسی کاربردهای بالینی و آزمایشگاهی آن‌ها در پزشکی نوین است. همچنین به بررسی چالش‌ها، روندهای نوظهور، و چشم‌اندازهای آینده این فناوری در تشخیص‌های زیستی پرداخته خواهد شد.

بررسی و تحلیل

۱-انواع مدل‌های بیوسنسورهای SPR

سنسورهای پلاسمون سطحی (SPR) بر پایه تشدید پلاسمون سطحی در مرز بین فلز و دی‌الکتریک عمل می کنند. این سنسورها بسته به روش کوپل‌سازی نور و ساختار اپتیکی مورد استفاده، به چند دسته اصلی تقسیم می‌شوند که هر یک دارای ویژگی‌ها، حساسیت‌ها و کاربردهای خاصی در علوم پزشکی و زیست‌فناوری هستند.



شکل ۱- اصل عملکرد حسگر SPR با تغییر منحنی SPR و زاویه رزونانس(۱)

۱-۱ سنسورهای SPR منشوری

این مدل رایج‌ترین و قدیمی‌ترین نوع SPR است که معمولاً با روش کرچمن[3] یا روش اتو[4] طراحی می‌شود. در این سیستم، نور لیزر به یک منشور برخورد می‌کند و در زاویه‌ای خاص باعث ایجاد پلاسمون سطحی در سطح فلز (معمولاً طلا) می‌شود. با تغییر ضریب شکست محیط زیستی در تماس با سطح فلز، زاویه تشدید تغییر کرده و این تغییر قابل اندازه‌گیری است. این مدل دارای دقت بالا و قابلیت تنظیم دقیق زاویه نور است، اما برای کاربردهای قابل حمل مناسب نیست.

۱-۲ سنسورهای SPR شبکه‌ای

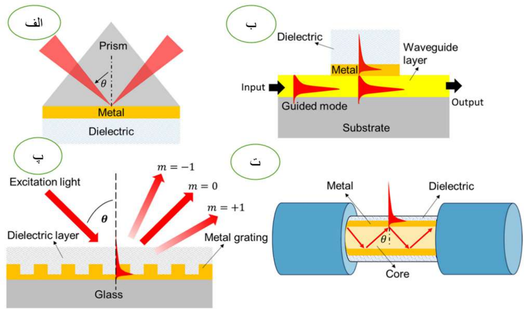
در این روش، به جای منشور، از یک شبکه پراش[5] برای کوپل کردن نور به سطح فلز استفاده می‌شود. این مدل ساختار ساده‌تری نسبت به نوع منشوری دارد و می‌تواند در قالب سنسورهای کوچک‌تر و ارزان‌تر مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، حساسیت آن ممکن است نسبت به مدل منشوری کمتر باشد.

۱-۳ سنسورهای SPR موجبر نوری

در این مدل از موجبرهای اپتیکی برای هدایت نور به سطح فلز استفاده می‌شود. این نوع سنسورها امکان ادغام با سیستم‌های میکروفلوئیدیک را دارند و مناسب برای سنجش‌های چندکاناله هستند. به دلیل ساختار پیچیده‌تر، فرآیند طراحی و ساخت آن‌ها نیز دشوارتر است.

۱-۴ سنسورهای SPR فیبر نوری

در این سنسورها از فیبر نوری برای انتقال و کوپل نور به سطح فلز استفاده می‌شود. این مدل‌ها بسیار فشرده، قابل حمل و مناسب برای کاربردهای تجهیزات تشخیص کنار-بیمار هستند. همچنین به دلیل انعطاف‌پذیری فیبر، امکان استفاده در محیط‌های محدود (مانند داخل بدن یا حین جراحی) نیز فراهم می‌شود. حساسیت آن‌ها بسته به طراحی و کیفیت پوشش فلزی، می‌تواند قابل رقابت با سایر مدل‌ها باشد.



شکل ۲- انواع روش‌های کوپل نور در سنسورهای SPR. (الف) ساختار منشوری، (ب) ساختار موجبر، (پ) ساختار شبکه‌ای و(ت)ساختار فیبر نوری(۲)

۲-اصول فیزیکی SPR و LSPR و تفاوت میان آن‌ها

۲-۱ نگاهی به اپتیک و بیوفوتونیک

درک عملکرد SPR و LSPR نیازمند شناخت دو حوزه بنیادین فیزیکی است:

اپتیک : (Optics) شاخه‌ای از فیزیک که به مطالعه رفتار نور، شکست، بازتاب، تداخل، پراش، و قطبش آن می پردازد. اپتیک به دو صورت کلاسیک (مبتنی بر قانون‌های هندسی) و کوانتومی/موجی (بر پایه نظریه الکترومغناطیسی) تحلیل می‌شود. این علم اساس طراحی سیستم‌های اپتیکی در سنسورها را فراهم می‌کند.

بیوفوتونیک : (Bio photonics) حوزه‌ای میان‌رشته‌ای که از فناوری‌های نوری برای مطالعه و مداخله در سیستم‌های زیستی بهره می‌گیرد. این حوزه شامل تصویربرداری فلورسانس، درمان فتودینامیک، و سنسورهای نوری زیستی مانند SPR/LSPR است.

۲-۲پلاسمون چیست

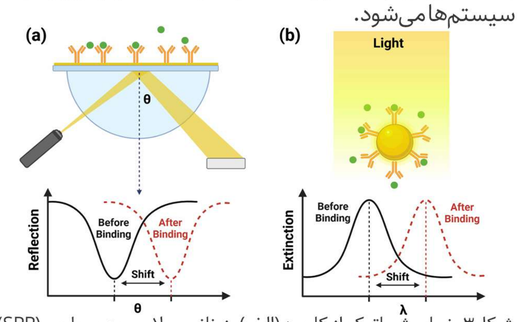
پلاسمون به نوسان جمعی الکترون‌های آزاد در سطح فلزات رسانا گفته می‌شود که در اثر تابش نور و برهم‌کنش آن با سطح فلز ایجاد می‌شود. فلزاتی مانند طلا، نقره و آلومینیوم به دلیل دارا بودن الکترون‌های آزاد سطحی، بستر مناسبی

3.Kretschmann
4.Otto
5.diffraction grating

۲-۳ تفاوت SPR و LSPR در مقیاس و ساختار

SPR: در این پدیده، پلاسمون‌های سطحی در امتداد سطح یک فلز پیوسته (film) منتشر می‌شوند. این حالت مشابه حرکت موجی سطح آب است که در امتداد آن پخش می شود. در سنسورهای SPR کلاسیک، از فیلم‌های نازک طلا یا نقره استفاده می‌شود.

LSPR : در این حالت، پدیده پلاسمون سطحی در اطراف نانوذرات فلزی (مانند نانوذرات طلا) به صورت موضعی و غیرمنتشرشونده رخ می‌دهد. این حالت مانند ارتعاشات اطراف یک قطره آب بر سطح است. استفاده از نانوساختارها باعث افزایش چشمگیر حساسیت و امکان مینیاتوریزه‌کردن سیستم‌ها می‌شود.



شکل۳- نمای شماتیک از کاربرد (الف) رزونانس پلاسمون سطحی (SPR) و (ب) رزونانس پلاسمون سطحی موضعی (LSPR) برای آشکارسازی(۳)

۲-۴ نقش کلیدی ضریب شکست

ضریب شکست محیط دی‌الکتریک در تماس با سطح فلز، نقش اساسی در ایجاد و تغییر شرایط تشدید پلاسمون دارد. تغییرات بسیار کوچک در این ضریب، مانند اتصال یک مولکول زیستی یا تغییر غلظت نمونه، منجر به جابجایی در زاویه یا طول‌موج تشدید می‌شود. این ویژگی، اساس عملکرد سنسورهای SPR و LSPR را شکل می‌دهد و به آن ها امکان تشخیص برخط، سریع و بدون نیاز به برچسب را می‌دهد.

در SPR، این جابجایی معمولاً به صورت تغییر در زاویه بازتابی نور ثبت می‌شود، در حالی که در LSPR این تغییرات در طیف جذب یا پراکندگی نور دیده می‌شود. به همین دلیل، LSPR معمولاً با طیف‌سنجی و SPR با آنالیز زاویه‌ای همراه است.

در مجموع، درک عمیق تفاوت‌ها و نقاط قوت SPR و LSPR برای طراحی و انتخاب حسگر مناسب در کاربردهای پزشکی حیاتی است.

۲-۵ معادلات کلیدی در SPR و LSPR

۲-۵-۱ معادله موج پلاسمون سطحی منتشرشونده (SPR)

این معادله ، معادله اصلی برای تشدید پلاسمون سطحی در مرز فلز–دی‌الکتریک می باشد

این همان فرمول شناخته شده برای dispersion relation پلاسمون سطحی (SPR) در مرز یک فلز و یک دی‌الکتریک

جدول ۱- تفاوت ویژگی های SPR و LSPR

ویژگی	SPR	LSPR
ابعاد فلز	لایه فلزی نازک (پیوسته)	نانوذرات فلزی مجزا
ناحیه پلاسمون	روی کل سطح (پیوسته)	فقط اطراف هر نانوذره
تحریک	با نور قطبیده (و زاویه خاص)	با نور مستقیم، در طول‌موج خاص
حساسیت	بالاتر برای تغییرات نازک سطحی	مناسب برای نانوحسگرهای زیستی سریع
ابزار	منشور (Kretschmann) یا موج‌بر	سوبسترا با نانوذرات طلا یا نقره
کاربرد	اندازه‌گیری پیوسته، دقیق	تشخیص سریع، ارزان، میدانی

جدول۲- پارامترهای ضریب شکست

شرط ضریب شکست	دلیل اهمیت
اختلاف واضح بین n فلز و دی‌الکتریک	برای تشکیل پلاسمون سطحی
حساسیت بالا به تغییرات n	برای آشکارسازی زیستی دقیق
ضریب شکست دی‌الکتریک مثبت و کم‌جذب	برای افزایش عمق نفوذ میدان الکترومغناطیسی و حساسیت
رنج کاربردی n (مثلاً۱٫۳۳-۱٫۴۵)	مناسب برای تشخیص مولکول‌های زیستی

بدون اتلاف (یا با اتلاف کم) است.

$$K_{sp} = \frac{\omega}{c}\sqrt{\frac{\varepsilon m.\varepsilon d}{\varepsilon m+\varepsilon d}}$$

Ksp: بردار موج پلاسمون سطحی(واحد: 1-m)معکوس متر
ω: فرکانس زاویه‌ای نور تابشی(rad/s)رادیان برثانیه
c : سرعت نور در خلأ(m/s)مترِ برثانیه
εm: تابع دی‌الکتریک فلز (مثلاً طلا یا نقره)، نسبت دو کمیت با واحد یکسان است در نتیجه بدونه بعد است.
εd: تابع دی‌الکتریک محیط اطراف (مثلاً آب، نمونه زیستی)،بدونه بعد است.

۲-۵-۲ حساسیت نوری سنسور

حساسیت، نشان‌دهنده میزان تغییر طول‌موج رزونانس در ازای تغییر کوچک در ضریب شکست محیط است:

$$S = \frac{\Delta\lambda res}{\Delta n}$$

که در آن:
Δλres:میزان جابه‌جایی در طول‌موج رزونانس،واحد نانومتر یا متر (nm،m)
Δn:میزان تغییر ضریب شکست محیط اطراف،بدون بعد است.
S :حساسیت به ازای واحد تغییر ضریب شکست. نانومتریا میکرومتر بر واحد ضریب شکست (nm/RIU)

۲-۵-۳ حد تشخیص (LOD)

LOD بیانگر کوچک‌ترین تغییر قابل تشخیص در محیط نمونه است که توسط حسگر قابل شناسایی باشد:

$$LOD = \frac{\sigma}{S}$$

که در آن:
σ:انحراف معیار نویز سیستم اندازه‌گیری، نانومتر (nm)
S:حساسیت سیستم به تغییر ضریب شکست، nm/RIU (نانومتر بر واحد ضریب شکست)
LOD هر چه کمتر باشد، نشان‌دهنده دقت و کارایی بالاتر سیستم حسگر است.

۲-۶ سایر عوامل کلیدی

در کنار ضریب شکست، عواملی نظیر نوع فلز، ضخامت لایه فلزی، قطبش نور، ناهمواری سطح و ویژگی‌های ساختار نانومتری در عملکرد سنسورها مؤثرند. در ادامه، جدول زیر عوامل مؤثر و نقش عملکردی آن‌ها را نشان می‌دهد:

جدول ۳- عوامل فیزیکی و نوری موثر بر عملکرد سنسورهای SPR/LSPR

نقش عملکردی سنسورSPR/LSPR	عامل فیزیکی/نوری
کنترل شدت تشدید، کاهش تلفات نوری	ضخامت لایه فلزی
تعیین حساسیت، پایداری شیمیایی، طیف پاسخ	نوع فلز
تنظیم موقعیت تشدید، کنترل شرایط رزونانس	زاویه تابش یا طول‌موج نور
تحریک مؤثر پلاسمون سطحی	قطبش نور
تأثیر بر کیفیت و تکرارپذیری اندازه‌گیری	ناهمواری سطح
افزایش میدان نوری موضعی و حساسیت	ساختار نانومتری درLSPR
مبنای عملکرد تشخیصی سنسور	تغییرات زیستی در سطح حسگر

۳-مواد مورد استفاده در طراحی بیوسنسورهای SPR و LSPR

طراحی موفق یک بیوسنسور SPR یا LSPR نیازمند انتخاب دقیق و مهندسی‌شده‌ی مواد تشکیل‌دهنده است. این مواد نه‌تنها نقش فیزیکی در ایجاد پدیده پلاسمونی دارند، بلکه بر حساسیت، انتخاب‌پذیری، پایداری و سازگاری زیستی حسگر نیز تأثیر مستقیم می‌گذارند.

۳-۱ فلزات نجیب

طلا: رایج‌ترین فلز مورد استفاده در SPR و LSPR است. طلا از نظر شیمیایی پایدار است، زیست‌سازگار می‌باشد و امکان اتصال آسان به مولکول‌های زیستی (مانند تیول‌ها) را فراهم می‌کند. همچنین، پاسخ پلاسمونی آن در ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیسی رخ می‌دهد که برای کاربردهای زیستی مناسب است.

نقره : دارای بیشترین شدت پلاسمونی است و حساسیت بالاتری نسبت به طلا دارد، اما پایداری شیمیایی آن پایین‌تر است و به‌راحتی اکسید می‌شود.

آلومینیوم: کاربرد آن در ناحیه فرابنفش (UV) بیشتر است و در برخی طراحی‌های خاص به کار می‌رود، اما در مقایسه با طلا و نقره کاربرد کمتری در حسگرهای زیستی دارد.

۳-۲ نانوذرات فلزی

در طراحی LSPR، استفاده از نانوذرات فلزی با هندسه‌های مختلف (کره‌ای، میله‌ای، ستاره‌ای، پوسته‌ای و ...) نقش مهمی دارد. اندازه و شکل این نانوذرات تعیین‌کننده موقعیت طیفی پاسخ پلاسمونی و حساسیت حسگر است. نانوذرات طلای میله‌ای[6] به‌ویژه برای LSPR مناسب‌اند زیرا دارای دو باند تشدید (عرضی و طولی) هستند که امکان تنظیم پاسخ را فراهم می‌کنند.

۳-۳ لایه‌های دی‌الکتریک و زیست‌سازگار

برای بهینه‌سازی شرایط تشدید و نیز فراهم کردن بستری مناسب برای تثبیت مولکول‌های زیستی، از لایه‌های نازک دی‌الکتریک مانند سیلیکا، پلیمرهای زیست‌سازگار مانند پلی اتیلن گلیکول[7] یا لایه‌های اکسیدی استفاده می‌شود.

۳-۴ اصلاح و عامل‌دار کردن سطح حسگر

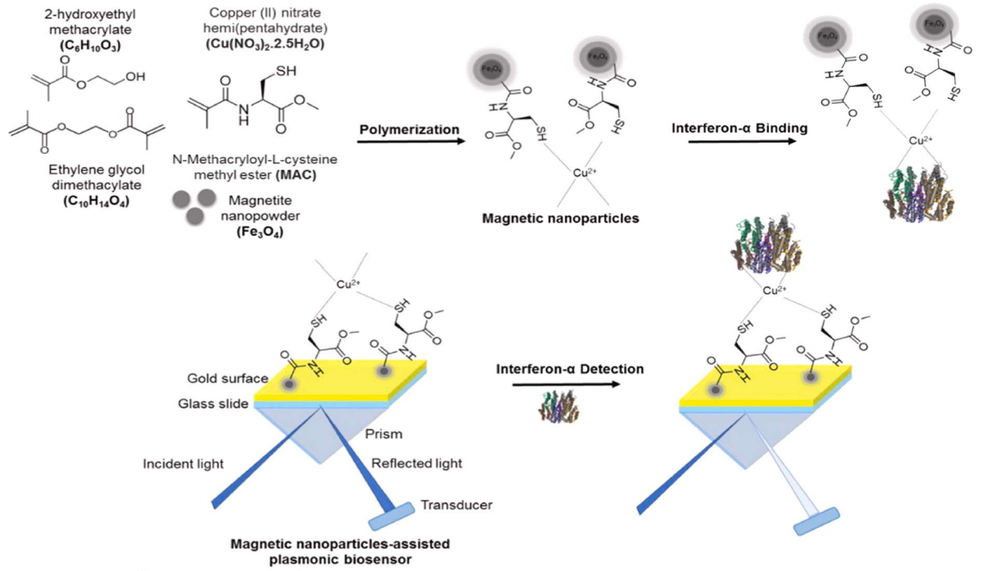
برای عملکرد انتخاب‌پذیر حسگر، سطح فلزی با مولکول هایی مانند آنتی‌بادی‌ها، آپتامرها[8]، دی ان ای، یا پروتئین های خاص عامل‌دار می‌شود. این فرآیند که معمولا با استفاده از پیوندهای کووالانسی یا جذب فیزیکی انجام می گیرد، تعیین‌کننده‌ی دقت و صحت عملکرد سنسور در محیط‌های زیستی پیچیده است.

عامل‌دار کردن سطح همچنین به کاهش اثرات غیراختصاصی[9] و افزایش نسبت سیگنال به نویز کمک می کند.

۳-۵ نانوساختارهای پیشرفته

برای بهبود کارایی حسگرهای LSPR، استفاده از نانوساختارهایی با طراحی پیچیده (مانند هسته پوسته[10]، نانومیله[11]، نانو پوسته[12]، نانوستاره و ...) رایج است. این ساختارها می‌توانند میدان الکترومغناطیسی را در نقاط خاصی متمرکز کرده و به افزایش چشمگیر حساسیت منجر شوند.

طراحی آرایه‌ای از این نانوساختارها به‌صورت منظم روی بسترهای سخت یا انعطاف‌پذیر، امکان تولید انبوه و یکپارچه‌سازی با سایر سیستم‌های الکترونیکی یا میکروفلوئیدیک را فراهم کرده است.



شکل ٤- نمای شماتیک از بیوسنسور پلاسمونیکی تهیه‌شده با نانوذرات مغناطیسی برای آشکارسازی اینترفرون-آلفا(۱)

6.gold nanorods
7.PEG
8.Aptamer
9.non-specific binding
10.Core-Shell
11.nanorods
12.Nano shell

٤-کاربردهای پزشکی بیوسنسورهای SPR و LSPR

بیوسنسورهای SPR و LSPR به‌عنوان ابزارهایی پیشرفته در زیست‌پزشکی، توانسته‌اند تحول بزرگی در تشخیص‌های دقیق و سریع بیماری‌ها ایجاد کنند. این سنسورها به دلیل حساسیت بالا، سرعت پاسخ‌دهی، و امکان انجام سنجش های برخط بدون نیاز به برچسب‌زنی، در کاربردهای مختلف پزشکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

٤-۱ تشخیص بیماری‌های عفونی

سنسورهای SPR/LSPR به‌طور موفقیت‌آمیزی در تشخیص سریع و اختصاصی عوامل بیماری‌زای ویروسی و باکتریایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال:

تشخیص ویروس HIV از طریق شناسایی پروتئین‌های ۱۲۰ gp(گلیکوپروتئین، کیلودالتون) یا آنتی‌بادی‌های اختصاصی.

تشخیص سریع ویروس SARS-CoV-2 (عامل بیماری کووید-۱۹) با استفاده از آنتی‌بادی‌ها یا آپتامرهای متصل شونده به اسپایک پروتئین.

شناسایی باکتری‌های بیماری‌زا در نمونه‌های خونی یا ادراری با حساسیت بالا و بدون نیاز به کشت زمان‌بر.

استفاده از حسگرهای ترکیبی LSPR با ریزکاواک[13] برای تشخیص سریع ویروس در بزاق دهان، به‌عنوان روشی غیرتهاجمی و قابل اعتماد در پایش عفونت‌های ویروسی تنفسی.

٤-۲ تشخیص سرطان و بیومارکرها

یکی از مهم‌ترین کاربردهای SPR و LSPR، شناسایی بیومارکرهای سرطان در مراحل اولیه بیماری است. برای مثال:

آشکارسازی PSA در سرطان پروستات

تشخیص HER2 در سرطان پستان

٤-۳ بررسی برهم‌کنش‌های زیستی و طراحی دارو

SPR به‌طور گسترده در مطالعات فارماکولوژیک برای بررسی برهم‌کنش دارو–پروتئین، آنتی‌بادی–آنتی‌ژن و لیگاند–گیرنده استفاده می‌شود. این اطلاعات در طراحی داروهای هدفمند و تحلیل مکانیسم‌های عملکرد مولکولی کاربرد دارد.

٤-٤ سامانه‌های تشخیص در محل

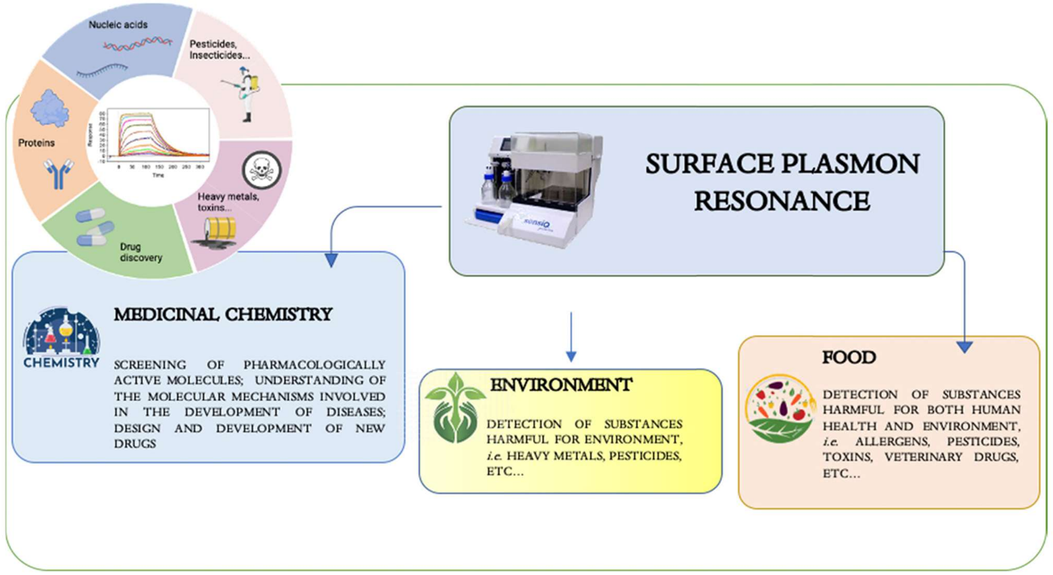
با پیشرفت در طراحی سنسورهای مبتنی بر LSPR و استفاده از نانوذرات، امکان توسعه سیستم‌های قابل حمل و سریع برای تشخیص بیماری در محل (بدون نیاز به آزمایشگاه مرکزی) فراهم شده است. این سنسورها در شرایط اورژانسی، مناطق دورافتاده، یا کلینیک‌های محلی برای تشخیص فوری کاربرد دارند.

همچنین در کاربردهای پایش هورمونی بدن، طراحی سنسور SPR برای اندازه‌گیری سطح کورتیزول در مایعات زیستی انجام شده است که می‌تواند وضعیت استرس فرد را به صورت لحظه‌ای و غیرتهاجمی بررسی کند. این کاربرد در حوزه سلامت روان و مدیریت استرس روزافزون مورد توجه قرار گرفته است.

٤-٥ تصویربرداری زیستی و آنالیز سلولی

ترکیب سنسورهای LSPR با میکروسکوپ نوری یا طیف سنجی، امکان تصویربرداری از سلول‌ها، مانیتورینگ پاسخ دارویی در زمان واقعی و تحلیل برهم‌کنش‌های درون‌سلولی را فراهم کرده است.

این کاربردها نشان‌دهنده پتانسیل گسترده SPR/LSPR در زیست‌پزشکی مدرن هستند و مسیر پژوهش‌های آینده را نیز هموار می‌سازند.



شکل۵-نمای شماتیک از کاربردهای مختلف رزونانس پلاسمون سطحی(٤)

13.Microcavity



۵-پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی و توسعه بیوسنسورهای پلاسمونیکی به‌ویژه SPR و LSPR با هدف ارتقاء روش‌های تشخیص زیستی و پزشکی پرداخته‌اند. یکی از مهم‌ترین مطالعات در این حوزه، مقاله‌ای مروری از Usman و همکاران(۵) است که در آن کاربردهای متنوع سنسورهای پلاسمونیکی برای تشخیص بیومارکرهای سرطان ریه به‌صورت جامع بررسی شده است. در این پژوهش، نشان داده شد که SPR، LSPR و SERS قادرند بیومارکرهایی مانند EGFR، CYFRA، CEA، miRNA-21، 21-1 و حتی ترکیبات آلی فرار[14]موجود در بازدم بیماران را با دقت بالا و به‌صورت غیرتهاجمی شناسایی کنند. استفاده از نانوساختارهایی نظیر نانوذرات طلا، نقره، نانوحفره‌ها و فیبر نوری در کنار فناوری SPR باعث ارتقاء حساسیت تا مقیاس فمتومولار[15]و اتومولار شده است. این مقاله نشان می‌دهد که فناوری پلاسمونیکی ابزار قدرتمندی برای تشخیص زودهنگام بیماری‌های بدخیم تنفسی محسوب می‌شود.

در این مسیر، Chahkoutahi و همکاران (۶)به طراحی یک سنسور نوری برای سنجش غلظت هموگلوبین با استفاده از ساختارهای ترکیبی گرافن و طلا پرداختند. در این مطالعه، با بهره‌گیری از روش شبیه‌سازی FEM، پنج پیکربندی مختلف بررسی شد و ساختاری با جذب کامل نوری[16] و حساسیت ۵۷۰ نانومتر بر RIU به‌عنوان بهترین مدل معرفی گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که گرافن می‌تواند با تنظیم ضخامت، پتانسیل شیمیایی و زاویه تابش، تأثیر چشمگیری بر بهبود عملکرد سنسورهای نوری داشته باشد. این یافته‌ها اهمیت نانومواد دوبعدی در طراحی سنسورهای زیستی برای کاربردهای پزشکی، از جمله پایش خون و تشخیص کم خونی را برجسته ساخت.

در مطالعه‌ای دیگر Verma و همکاران(۷) بررسی امکان استفاده از اکسید روی دوپ‌شده با گالیوم[17] به‌عنوان جایگزینی برای فلزات رایج در ساختار SPR پرداختند. در این طراحی، لایه‌هایی از GZO به همراه دی‌الکتریک و گرافن در ساختار حسگر گنجانده شدند. نتایج عددی نشان دادند که افزودن این مواد، نه تنها باعث کاهش اتلاف نوری در محدوده فروسرخ می‌شود، بلکه منجر به افزایش Figure of Merit (FOM) تا مقدار قابل‌توجه ۳۶۶/۷ RIU^{-1} گردیده است. این پژوهش از نظر فنی نشان داد که استفاده از مواد نیمه‌رسانا می‌تواند راهکار مناسبی برای طراحی حسگرهایی با پایداری نوری بیشتر و حساسیت بالا باشد و برای سنجش زیستی در مقیاس نانویی بسیار کارآمد است.

14.VOCs
15.femtomolar
16.Unity Absorption
17.GZO

در مطالعه‌ای که توسط Agharazy و همکاران (۸)انجام شد، شبیه‌سازی سه‌بعدی دستگاه‌های سنجش SPR و LSPR با استفاده از نرم‌افزار کامسول[18] مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، ساختارهای مختلفی از لایه‌های فلزی شامل لایه های صاف، سوراخ‌دار و برآمده، شبیه‌سازی شده و عملکرد آن‌ها در تشخیص تغییرات ضریب شکست محیط پیرامون ارزیابی گردید. این مطالعه برای نخستین‌بار نشان داد که در برخی ساختارهای طراحی‌شده، می‌توان پلاسمون‌های سطحی محلی و منتشرشونده را به‌طور هم‌زمان[19] فعال نمود، که این موضوع منجر به افزایش میدان الکتریکی محلی و بهبود دقت تشخیص شد. نتایج این تحقیق اهمیت طراحی هندسی نانوساختارها و نقش کلیدی آن‌ها در افزایش حساسیت و محدوده عملکرد حسگرهای پلاسمونیکی را به خوبی نشان داد.

در مطالعه‌ای نوآورانه توسط علیپور و همکاران (۹)، طراحی و تحلیل یک سنسور پلاسمونیکی در ناحیه THz مبتنی بر متاسرفیس (PMS) برای تشخیص مواد سمی مانند آمونیاک و اوره ارائه شده است. این سنسور با بهره‌گیری از ساختار چهاربراندی و استفاده از ترکیب فلزات نقره و طلا در لایه‌های مختلف، توانسته است عملکرد نوری بسیار دقیقی را با حساسیت بالا به نمایش بگذارد. نویسندگان با استفاده از شبیه‌سازی FDTD و تحلیل پارامترهایی مانند FoM، MFIE و حساسیت، به نتایج چشمگیری دست یافتند؛ به‌طوری‌که حساسیت سنسور تا ۱۳۰۰ nm/RIU و ضریب شایستگی (FoM) تا ۷۹ گزارش شده است. افزایش شدت میدان مغناطیسی در نقاط تشدید، قابلیت تشخیص بسیار دقیق و همچنین قابلیت تنظیم‌پذیری ساختار از طریق تغییر ضریب دی‌الکتریک لایه میانی از دیگر ویژگی‌های برجسته‌ی این تحقیق بود. نویسندگان نتیجه گرفتند که این سنسور با برخورداری از چهار پیک جذب قوی، اندازه‌ی کوچک، و توانایی تنظیم دقیق پاسخ طیفی، می‌تواند برای سنجش غلظت‌های کم از مواد سمی و در کاربردهای صنعتی و زیستی بسیار کارآمد باشد.

در مطالعه‌ای منتشرشده در مجله Stem Cell Reviews and Reports توسط رهنما و همکاران (۱۰) مرور نظام‌مند بر کارآزمایی‌های بالینی انجام‌شده با استفاده از اگزوزوم‌ها ارائه شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که اگزوزوم‌های مشتق از سلول‌های بنیادی مزانشیمی توانسته‌اند در درمان بیماری‌هایی مانند سرطان، COVID-19، التهاب مزمن، و زخم‌های پوستی، اثربخشی قابل قبولی نشان دهند. این مطالعه همچنین بر مزایای استفاده از اگزوزوم‌ها به‌عنوان حامل‌های دارویی با سمیت پایین، عبور از سد خونی-مغزی، و ایمنی بالا تأکید دارد و آن‌ها را جایگزینی نویدبخش برای سلول‌درمانی می‌داند.

در مقاله‌ای از Rafi و همکاران(۱۱)، طراحی و تحلیل سه مدل حسگر SPR مبتنی بر فیبر کریستالی نوری بررسی شده است. تمرکز این پژوهش بر هندسه سوراخ‌های هوا در فیبر و تأثیر آن بر حساسیت سنسور بوده است. مدل C با قرار دادن یک سوراخ کوچک مرکزی توانست به بیشترین حساسیت نوری (۸۰۰۰ nm/RIU) و حد تشخیص بهتر (۵×۱۰^-۵ RIU) دست یابد. نتایج این تحقیق اهمیت طراحی ساختاری بهینه برای افزایش حساسیت را برجسته می‌کند و مسیر طراحی حسگرهای نوری دقیق‌تر را فراهم می‌سازد.

در مقاله منتشرشده در Biosensor(۱۲) نویسندگان با مروری جامع، چالش‌ها و فرصت‌های به‌کارگیری حسگرهای SPR در سامانه‌های تشخیص در کنار-بیمار را بررسی کرده اند. استفاده از نانوذرات طلا، ادغام با فناوری‌های میکروفلوئیدیک، و ارتقاء پاسخ‌دهی در زمان واقعی، از جمله محورهای کلیدی این مقاله بوده است. نویسندگان بر اهمیت توسعه پلتفرم‌هایی با قابلیت تحلیل چندگانه در یک تراشه[20] تأکید کرده‌اند که می‌تواند روند تشخیص بیماری‌ها را متحول کند.

همچنین در پژوهشی توسط Zhang و همکاران(۱۳)، طراحی یک حسگر LSPR مبتنی بر نانوذرات با ترکیب با حفره های نوری جهت افزایش تمرکز میدان الکترومغناطیسی گزارش شده است. این ترکیب توانست به حساسیتی در حد فمتومولار دست یابد و برای تشخیص بیومارکرهای سرطان تخمدان به‌کار رفت. نتایج حاصل، کارایی بسیار بالای سامانه‌های نانو-فوتونیکی را در تشخیص زودهنگام بیماری ها نشان می‌دهد.

در مطالعه‌ای توسط Singh و همکاران (۱۴)با عنوان تشخیص زودهنگام ویروس چیکونگونیا با استفاده از SPR چندلایه‌ای، یک ساختار سنسور بر پایه‌ی منشور BKV با لایه‌های نازک نقره، سیلیکون و PtSe2 پیشنهاد شد. این ساختار با هدف تشخیص زودهنگام ویروس چیکونگونیا طراحی شد و عملکرد آن با استفاده از روش بازتاب کامل تضعیف‌شده در طول‌موج ۶۳۳ نانومتر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که با بهینه‌سازی تعداد لایه‌های سیلیکون و PtSe2، حساسیت به مقدار ۲۸۷/۳ درجه بر RIU افزایش یافت. این تحقیق یک طراحی نوآورانه برای افزایش حساسیت SPR در کاربردهای ویروسی ارائه می‌دهد.

در مقاله‌ای دیگر از مهدی و همکاران (۱۵)، پاسخ حرارتی بافت پوستی در مجاورت نانوآنتن پلاسمونی نوع bowtie بررسی شده است. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی توزیع دما در بافت سرطانی بود که تحت تابش نانوآنتن قرار می گیرد. این نانوآنتن‌ها، به‌واسطه پدیده LSPR، قادر به تمرکز میدان نوری در مقیاس نانومتری و افزایش دما در ناحیه هدف هستند. حداکثر نرخ جذب خاص (SAR) به میزان ۱۱۸۱۰×۱/۹۸ W/kg و دمای ۵۸۰ درجه کلوین در فاصله ۱۰۰ نانومتری گزارش شد. این نتایج نشان‌دهنده پتانسیل کاربرد LSPR در درمان‌های نوری سرطان با دقت بالا می‌باشند.

در مقاله‌ای منتشر شده در مجله Nanoscale توسط Xu و همکاران(۱۶)، یک سنسور SPR مبتنی بر فیبر توخالی با پوشش نقره‌ای برای تشخیص گلوکز معرفی شد. با استفاده از دو مرحله فعال‌سازی شیمیایی و کاربرد نانوذرات طلا

18.COMSOL Multiphysics
19.co-excitation
20.Lab-on-a-Chip

اصلاح‌شده با PMBA، حساسیت سنسور تا حد۱ نانومولار (nM) ارتقا یافت. طراحی این سنسور، در مقایسه با روش های رایج یک‌مرحله‌ای، پایداری بالاتر و زیست‌سازگاری بهتری را ارائه داد. عملکرد سنسور در محدوده۱ نانومولار (nM) تا ۱میلی مولار (mM) خطی بوده و قابلیت استفاده در سنجش‌های زیستی دقیق را نشان می‌دهد.

همچنین در مقاله‌ای دیگر توسط Zheng و همکاران در مجله Processes (۱۷)، یک ماژول نوری سه‌بعدی یکپارچه با استفاده از Active Photonic Interposer طراحی و ساخته شد. این ساختار که متشکل از ادغام RDL، TSV و edge coupler است، برای کاربردهای ارتباط نوری با پهنای باند بالا در مراکز داده طراحی شد. ویژگی‌هایی مانند کاهش تلفات نوری و افزایش بهره‌وری انتقال داده از مزایای این طراحی هستند که می‌توانند در ساخت سنسورهای پیشرفته نوری نیز الگوبرداری شوند.

مروری از Homola (۱۸)یکی از مطالعات پایه‌ای در حوزه SPR به‌شمار می‌آید که در آن اصول، ساختارها و کاربردهای مختلف SPR به‌ویژه در تشخیص زیستی به تفصیل بررسی شده‌اند. این مرجع کلاسیک، از دیدگاه نظری و تجربی، راهنمای جامعی برای درک عمیق‌تر عملکرد سنسورهای پلاسمونیکی است و بسیاری از طراحی‌های نوین بر پایه مفاهیم ارائه‌شده در این مقاله بنا شده‌اند

در مقاله‌ای توسط Almawgani و همکاران (۱۹)، یک سنسور SPR چندلایه متشکل از لایه‌های مس ، پلاتین و فسفر سیاه طراحی شد که با استفاده از منشور BaF☒ به‌عنوان کوپل‌کننده، عملکرد آن در تشخیص گلوکز و هموگلوبین بررسی گردید. با استفاده از روش انتقال ماتریس و تحلیل شدت بازتاب نور TM، پارامترهایی چون زاویه تشدید، حساسیت زاویه‌ای، دقت تشخیص و ضریب شایستگی (FOM) محاسبه شد. حداکثر حساسیت سنسور در تشخیص گلوکز به ۳۹۹٫۷۸ درجه بر RIU رسید که نشان دهنده دقت بالای این ساختار در تشخیص زیستی است

در مطالعه‌ای دیگر توسط Wang و همکاران(۲۰) ، یک حسگر SPR بر پایه فیبر باندگپ فوتونی دوقلو معرفی شد که در محدوده شاخص شکست ۱٫۳۴ تا ۱٫۳۳ در محیط آبی، حساسیت ۴۰۰۰ nm/RIUرا نشان داد. همچنین با بهره گیری از نانوسیم‌های طلا، نانوسیم‌های نقره، و سیال مغناطیسی، طراحی یک سنسور چندمنظوره برای اندازه گیری میدان مغناطیسی، دما و شاخص شکست پیشنهاد گردید. حساسیت نهایی برای شاخص شکست تا nm/RIU ۳۱۰۰۰و وضوح RIU ۳٫۲۲×۸۱۰^(-۶) ظاهرشد، که این ساختار را به گزینه‌ای مناسب برای کاربردهای زیستی و پزشکی از جمله پایش دمای بدن و تشخیص بیماری‌ها تبدیل می‌کند.

در مقاله‌ای دیگر از çimen و همکاران (۲۱)، یک سنسور WaveFlex مبتنی بر فیبر نوری چند هسته‌ای برای تشخیص HbA1c (نشانگر قند خون) طراحی شد. سطح حسگر با نانوذرات طلا، نانومیله‌های اکسید سریم، و صفحات WS☒ اصلاح شد که این ترکیب باعث افزایش سطح تعامل با آنتی‌بادی‌ها شد. حساسیت سنسور در محدوده ۰μg/mLتا ۱۰۰۰ اندازه‌گیری شده و حد تشخیص μ g/mL ۱٫۶۶به‌دست آمد. همچنین حسگر مشابهی برای تشخیص گزانتین در سرم انسانی و محصولات ماهی توسعه یافت که ویژگی‌هایی نظیر تکرارپذیری بالا، انتخاب‌پذیری و زیست‌سازگاری را نشان داد.

Mutalik و همکاران (۲۲) در مقاله‌ای مروری، بر نقش نانومواد در توسعه سنسورهای نانوپلاسمونیکی تأکید کردند. آن‌ها با بررسی ساختارهای مبتنی بر SPR و LSPR، نشان دادند که استفاده از نانوذرات موجب افزایش چشمگیر حساسیت، تشخیص در زمان واقعی و عملکرد بدون برچسب در سنجش های زیستی می‌شود. همچنین پتانسیل این ساختارها در کاربردهایی چون رهاسازی هدفمند دارو، تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، و پایش آلاینده‌های غذایی و محیطی مورد بررسی قرار گرفت.

مرور ادبیات و مطالعات پیشین

مرور ادبیات و مطالعات پیشین نشان می‌دهد که فناوری‌های مبتنی بر تشدید پلاسمون سطحی و تشدید پلاسمون سطحی محلی ، در دهه‌های اخیر به‌عنوان ابزارهایی توانمند و پیشرفته برای تشخیص زیستی در پزشکی نوین مطرح شده اند. ساختارهای متنوع، نانومواد نوآورانه، و رویکردهای ترکیبی به‌کار رفته در مطالعات، نشان‌دهنده روندی پیوسته در جهت افزایش حساسیت، کاهش حد تشخیص ، و ارتقاء قابلیت های سامانه‌های Point-of-Care هستند.

در پژوهش‌های مروری که اسامی آن ها ذکر شد، اصول نظری و کاربردهای زیستی SPR/LSPR در تشخیص بیومارکرهایی نظیر EGFR، CEA، miRNA و VOCs بررسی شده است. این مقالات بر نقش کلیدی سنسورهای پلاسمونیکی در تشخیص غیرتهاجمی و زمان‌واقعی بیماری هایی همچون سرطان ریه و عفونت‌های ویروسی تأکید دارند.

مطالعات طراحی و شبیه‌سازی‌شده متعددی نیز ساختارهای ترکیبی مبتنی بر نانوذرات طلا، نقره، فسفر سیاه، نانومیله های اکسید سریم، و نانوحفره‌های نوری را معرفی کرده‌اند که با استفاده از روش‌های عددی مانند FEM یا انتقال ماتریس، به مقادیری از حساسیت در محدوده‌ی فمتومولار تا اتومولار دست یافته‌اند. استفاده از نانوساختارهای دو یا چندلایه، بهینه‌سازی زاویه تابش، و ادغام با میکروفلوئیدیک یا فیبرهای نوری، از جمله نوآوری‌های مهم در این مسیر بوده است.

همچنین طراحی سنسورهای چندمنظوره برای سنجش هم زمان دما، میدان مغناطیسی، شاخص شکست و بیومولکول ها، مسیر جدیدی را برای توسعه حسگرهای هوشمند چندکاره باز کرده است. در این میان، تحقیقات کاربردی مانند سنجش HbA1c (گلیکو پروتئین) ، کورتیزول، اوره،

گلوکز، و ویروس چیکونگونیا در شرایط بالینی و زیستی، پتانسیل بالای این فناوری‌ها برای ورود به حوزه‌های کلینیکی و بهداشت عمومی را اثبات کرده‌اند.

در مجموع، پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که سنسورهای SPR و LSPR با بهره‌گیری از نانومواد و طراحی نوری دقیق، اکنون در آستانه ورود گسترده به بازارهای پزشکی قرار دارند و همچنان فضای وسیعی برای نوآوری در زمینه‌های حساسیت، قابلیت حمل، و ادغام با سایر فناوری‌های تشخیصی وجود دارد.

۶-ارجاعات

1çimen D, ünal S, Denizli A. Nanoparticle-assisted plasmonic sensors: Recent developments in clinical applica-. .tions. Vol. 698, Analytical Biochemistry. Academic Press Inc.; 2025

2Nurrohman DT, Chiu NF, Hsiao YS, Lai YJ, Nanda HS. Advances in Nanoplasmonic Biosensors: Optimizing Perfor-. .mance for Exosome Detection Applications. Vol. 14, Biosensors. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.

Mutalik C, Sharma S, Yougbaré S, Chen CY, Kuo TR. Nanoplasmonic Biosensors: A Comprehensive Overview and 3. .Future Prospects. Vol. 20, International Journal of Nanomedicine. Dove Medical Press Ltd; 2025. p. 5817–36

4Capelli D, Scognamiglio V, Montanari R. Surface plasmon resonance technology: Recent advances, applications. .and experimental cases. Vol. 163, TrAC - Trends in Analytical Chemistry. Elsevier B.V.; 2023

یاسمن بختیاری،یاسمن بیگی



نرم افزار های کارآمد درمهندسی پزشکی

پس از اواسط دهه شصت میلادی ، درست در زمانی که رشته مهندسی پزشکی با هدف ارتقا و فناوری در عرصه تجهیزات و سخت افزار های پزشکی و نجات جان تعداد کثیری از افراد روی کار آمد و پیشرفت روزافزون علوم کامپیوتر ، بشر نیاز خود به بکارگیری تجهیزات دیجیتال در کنار تجهیزات آنالوگ و قدیمی را درک کرد و در جهت رشد و شکوفایی آن گام برداشت

اولین ارتباط بین علوم کامپیوتر و مهندسی پزشکی در سال ۱۹۷۱ با اختراع دستگاه سی تی اسکن توسط دکتر گادفری هانس فیلد بود که با بهره گیری از پردازش کامپیوتر و اشعه ایکس ، قادر به تهیه تصویر از داخل بدن شد.

به تدریج تلاقی این دو علم بیشتر شد و در حال حاضر به گونه ای است که علوم کامپیوتری عضوی جداناشدنی از مهندسی پزشکی هستند.

در این مقاله سعی شده که با معرفی نرم افزار های تخصصی و کارآمد مهندسی ، یک دید باز و متفاوت تر از قبل برای شما دوست داران این علوم محیا شود تا از آن در جهت پیشرفت و به طور شایسته استفاده کنید.

نرم افزار های مهندسی پزشکی مطابق کاربردهایشان به چند دسته تقسیم میشوند که در ادامه با آنها آشنا میشویم:

۱- نرم افزار های پردازش سیگنال و تصویر

Matlab

برنامه Matlab یک نرم افزار مبتنی بر محاسبات عددی است و به نوعی یک زبان برنامه نویسی نسل چهارم محسوب میشود که یکی از مهمترین نرم افزار ها چه در حوزه دانشگاهی و چه در حوزه صنعتی است .

این برنامه بر اساس زبان برنامه نویسی C نوشته شده است و از قدرت بسیار بالایی در زمینه محاسبات و تصویرسازی برخوردار است.

به گونه ای این برنامه در عین سادگی ، یک دستیار تمام عیار برای هر مهندس پزشک است.

imageJ

برنامه imageJ توسط موسسه ملی بهداشت آمریکا و بر اساس زبان برنامه نویسی Java تولید شد که تحت مالکیت عمومی می‌باشد و در دسترس همگان قرار دارد.
این برنامه کاربرد شایانی در پردازش و تحلیل تصاویر دارد به نحوی که از آن در تصویربرداری سه بعدی از سلول های زنده و حتی تصویرپردازی در پرتوشناسی پزشکی نیز استفاده نمود.
قابلیت و افزونه های جدید این برنامه ، آن را به گزینه محبوبی برای آموزش و یادگیری پردازش تصویر تبدیل کرده است

ImageJ

۲-طراحی و مدل سازی

SolidWorks

شاید به جرعت بتوان گفت نرم افزار SolidWorks یکی از پرطرفدارترین و پرفروش ترین برنامه های مختص طراحی در بازار جهانی و بسیار محبوب نزد مهندسان است.
این برنامه یک مدل ساز بر پایه مدل سازی برای جامدات است و از رویکرد پارامتری برای ساخت مدل ها و مونتاژ ها استفاده میکند.
از کاربرد های وسیع این برنامه میتوان به طراحی و شبیه سازی پروتز ، ایمپلنت و دیگر تجهیزات پزشکی اشاره کرد.

SolidWorks

Comsol Multiphysics

یک برنامه مبتنی بر شبیه سازی است که توانایی حل معادلات دیفرانسیل سیستم های غیر خطی در فضا های یک ، دو و سه بعدی را دارد.
قدرت این نرم افزار را میتوان به گونه ای دانست که توانایی حل پیچش های مختلف مسئله مانند الکترومغناطیس ، کشش و دینامیک سیالات را به کاربر ارائه میکند.
سطح بالا و قدرت مانور این نرم افزار باعث شده تا در عرصه صنعت ، حرف های زیادی برای گفتن داشته باشد.

Comsol

۳-شبیه سازی فیزیولوژیکی

Simulink

کاربرد برنامه Simulink برای مدل سازی و تحلیل سیستم های قلبی-عروقی یا عصبی مانند شبیه سازی ضربان قلب یا فعالیت نورون هاست.
باید به این نکته اشاره شود که این برنامه همراه با نرم افزار Matlab استفاده میشود که کاربرد آن را به نوعی افزایش میدهد

Simulink

LabVIEW

یک زبان برنامه نویسی گرافیکی است که در سامانه های تست ، اخذ داده و کنترل و پایش مهم واقع میشود.
این زبان یا بهتر میتوان گفت نرم افزار از با سابقه های عرصه مهندسی پزشکی است که از سال ۱۹۸۶ به کمک مهندسان پزشک در عرصه های مختلف شتافته است و به گونه ای میتوان گفت که استفاده از آن ضرورت دارد.

LabVIEW

Opensim

از بهترین نرم افزار های ساخته شده در این عرصه میتوان به Opensim اشاره کرد که به صورت متن باز ارائه شده است و زمینه اصلی فعالیت آن در حوزه مدل سازی ، شبیه سازی و آنالیز در شاخه بیومکانیک رشته مهندسی پزشکی است.
طیف کاربردی این برنامه بسیار گسترده و وسیع است طوری که از آنالیز دینامیکی راه رفتن تا طراحی دستگاه های پزشکی پیشرفته و پیچیده کاربردی بی نظیر دارد.

Opensim

۳-تحلیل داده های پزشکی

SPSS

برنامه SPSS در واقع یک خانواده نرم افزاری است که برای تحلیل داده های آماری به کار میرود.
از سال ۱۹۶۸ تا به حال این برنامه در حال کار است و از مهم ترین گزینه های گرداوری داده های آماری به شمار میرود.

SPSS

Excel

در واقع برنامه Excel به خودی خود نمی‌تواند کمکی به مهندسان پزشک بکند ولی با اضافه کردن افزونه های پزشکی/آماری میتوان از آن در محاسبات ساده و مدیریت داده های آماری ازمایشگاه استفاده کرد

Excel

پیشنهاد نویسنده :

خوانندگان محترم این مطلب بایستی به این مطلب مهم توجه کنند که با توجه به کاربرد این برنامه ها به فراگیری آنها بپردازند.
برخی از نرم افزار های معرفی شده مختص فراگیری در سطوح آکادمیک و دانشگاهی است و برخی از آنها در سطح صنعتی.
به طور مثال برنامه های matlab , Simulink, SolidWorks ,SPSS , Excel و پایتون ابتدا در دانشگاه و سپس در صنعت مورد استفاده هستند و نرم افزار های Opensim ، Comsol , LabVIEW و imageJ به طور اختصاصی در صنعت و پروژه ها و به صورت جزئی در دانشگاه کاربرد دارند.
امیدوارم که این مقاله در شناخت نرم افزار های مهندسی پزشکی به شما دوستداران و علاقمندان این رشته اطلاعات کاربردی و مفیدی را افزوده باشد.

مانی خلیلی

سه مرجع مهم برای دانشجویان مهندسی پزشکی



مهندسی پزشکی، رشته‌ای پویا و میان‌رشته‌ای است که با ترکیب اصول مهندسی و علوم زیستی، به بهبود تشخیص، درمان و پایش وضعیت بیماران کمک می‌کند. دانشجویان این رشته برای موفقیت، نیازمند منابعی معتبر و علمی هستند که بتوانند هم مفاهیم پایه و هم کاربردهای عملی را پوشش دهند. در این معرفی، به سه کتاب شاخص و پرکاربرد می‌پردازیم که در دانشگاه‌های ایران ترجمه و منتشر شده‌اند و از جایگاه ویژه‌ای در میان دانشجویان و استادان برخوردارند.

۱. پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی (Bruce & Beards)

نویسندگان: Bruce, Beards

مترجم: دکتر محمدرضا نوروزی

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران

این کتاب یکی از منابع پایه‌ای برای ورود به دنیای پردازش سیگنال‌های زیستی است. نویسندگان تلاش کرده‌اند با زبانی ساده و روان , مفاهیم اساسی ثبت و پردازش سیگنال های حیاتی مانند نوار قلب , نوار مغز , فعالیت عضله و سیگنال های فشار خونی تنفس را توضیح دهد

از مهم‌ترین مباحث کتاب می‌توان به روش‌های نمونه‌برداری دیجیتال، طراحی فیلترهای FIR و IIR، حذف نویزهای محیطی و فیزیولوژیکی، و استخراج ویژگی‌های سیگنال اشاره کرد. آنچه این کتاب را برجسته می‌کند، تلفیق نگاه مهندسی با کاربردهای پزشکی است. به همین دلیل، برای دانشجویان کارشناسی که تازه وارد حوزه مهندسی پزشکی شده‌اند، یک منبع ایده‌آل محسوب می‌شود.

۲. اصول پردازش سیگنال‌های زیستی (Rangaraj M. Rangayyan)

نویسنده: Rangaraj M. Rangayyan

مترجم: دکتر مهدی جعفری

ناشر: انتشارات ناقوس

کتاب رانگایان از جمله منابع مرجع در سطح بین‌المللی است که در بسیاری از دانشگاه های معتبر جهان تدریس می‌شود. این کتاب نسبت به اثر بروس و بیرز، نگاهی عمیق تر، ریاضی‌محورتر و پژوهشی‌تر به پردازش سیگنال دارد و بیشتر برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و پژوهشگران مناسب است.

موضوعاتی که در این کتاب پوشش داده می‌شوند عبارت‌اند از:

مبانی ریاضی مانند تبدیل فوریه، سری‌های هارمونیک و همبستگی،پردازش پیشرفته شامل تبدیل موجک (Wavelet Transform)، تجزیه مد تجربی (EMD) و فیلترهای غیرخطی،یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های شناسایی الگو،کاربردهای متنوع در تحلیل EEG، ECG، صوت قلب و پردازش تصاویر زیستی

این کتاب با ارائه‌ی مثال‌های بالینی و کاربردی، پلی میان نظریه و عمل ایجاد می‌کند. با وجود این، پیچیدگی ریاضی آن ممکن است برای دانشجویان تازه‌کار چالش‌برانگیز باشد.

۳. مهندسی ابزار دقیق در پزشکی (John G. Webster)

نویسنده: John G. Webster

مترجمان: دکتر رضا خیرالدین، دکتر رامین محمدی

ناشر: دانشگاه صنعتی امیرکبیر

کتاب وبستر به درستی یکی از جامع‌ترین و شناخته‌شده‌ترین منابع در حوزه‌ی تجهیزات و ابزارهای پزشکی است. این کتاب در بسیاری از دانشگاه‌های ایران به‌عنوان منبع اصلی درس «ابزار دقیق پزشکی» تدریس می‌شود.

موضوعات مطرح در این کتاب شامل طیف وسیعی از مباحث می‌شود:

اصول اندازه‌گیری پارامترهای حیاتی مانند دما، فشار خون، جریان خون و غلظت گازها

طراحی و عملکرد الکترودها و سنسورهای زیستی

بررسی تقویت‌کننده‌های زیستی و چگونگی ثبت سیگنال‌های ضعیف بدن

معرفی تجهیزات تشخیصی (مانند الکتروکاردیوگراف و اسپیرومتر)

توضیح کامل درباره‌ی تجهیزات تصویربرداری پزشکی و دستگاه‌های درمانی مانند دیفیبریلاتور و دیالیز

تأکید ویژه بر ایمنی تجهیزات پزشکی و حفاظت بیمار

این کتاب علاوه بر ارزش آموزشی، برای مهندسانی که در صنعت تجهیزات پزشکی فعالیت می‌کنند نیز یک مرجع کاربردی محسوب می‌شود.

سه کتاب معرفی‌شده به‌نوعی نماینده‌ی سه رویکرد اصلی در مهندسی پزشکی‌اند:

- یادگیری پایه و ساده (کتاب پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی)
- تحلیل عمیق و پژوهشی (کتاب اصول پردازش سیگنال‌های زیستی رانگایان)
- کاربرد و طراحی تجهیزات (کتاب مهندسی ابزار دقیق وبستر)
- مطالعه‌ی این سه کتاب می‌تواند مسیر دانشجویان مهندسی پزشکی را هموارتر کرده و آن‌ها را برای ورود به عرصه‌های تحقیقاتی و صنعتی آماده سازد.

ساقی نعمت زاده

تریتا تجارت فردا

خودتون رو معرفی کنید و بگید که از کجا شروع به فعالیت کردید.

من ماریا هستم، سال های سال خارج از ایران زندگی می کردم به واسطه اینکه اونجا دسترسی مون به پزشک خیلی کم بود یک ایده ای برای ما شکل گرفت که چکار کنیم که دسترسی بیماران خارج و داخل ایران به پزشکان ایرانی را راحت تر کنیم، فکر می کنم نوآورانه ترین ایده ای باشه که هم برای بیماران و هم برای پزشکان منفعت داره

شرکت در چه حوزه ای کار می کنه؟

اینجا اولین بیمارستان آنلاینه فارسی زبانان سراسر دنیا است منفعتی که برای بیماران خارج از ایران داره دسترسی آسان و سریع به پزشکان است، در اینجا پزشک ها شخصی سازی پزشکی را با اساتید بین المللی یاد میگیرند و برای اولین بار درآمد پزشک ها ارزی می شود.

راه ارتباطی بین پزشک و بیمار چیه؟

یک هوش مصنوعی به نام دکتربات که هم دستیار پزشک و کمک کننده به بیمار است، در نسخه نویسی به پزشک کمک می کند، نام دارو ها رو مختص به کشوری که بیمار در آن هست می نویسند، برای بیماران آنها اول با دکتربات صحبت می کنند و هوش مصنوعی تشخیص اولیه را می دهد و براساس این تشخیص پزشک های متخصص به بیمار معرفی می شوند اگر نیاز به مراحل بعدی درمان از جمله جراحی و معاینه حضوری باشد مدکس تور این کار را انجام می دهد و صفر تا صد سفر درمانی را مدیریت می کند

توصیه تون به افرادی که میخواهند پا در این راه بگذارند چیه؟

همه چیز از یک رویا شروع میشه اگر آن را در ذهنتان بزرگ کنید و آن را رها نکنید همه چیز دست به دست هم میده تا عملی بشه و من همیشه میگم اون چیزی

زیستل

لطفا خودتون رو معرفی کنید

من محمد سروش رضایی هستم از شرکت زیستل یا زیست پردازش نصیر، این شرکت یک شرکت دانش بنیان است که در حوزه تجهیزات پزشکی، پزشکی خانگی و مطب ها فعالیت دارد.

از کجا شروع به فعالیت کردید؟

من حدودا دو سال پیش به شرکت ملحق شدم در حوزه تحقیق و توسعه و در حوزه دستگاه هایی مثل نوارقلب و فشار سنج فعالیت داشتم

برای وارد شدن به این حوزه به چه مهارت هایی نیازه؟

برای ساختن یک دستگاه به چند پارامتر نیازه که یکی از آنها دانش آن دستگاه است که چطور کار می کنه و ما چون تجهیزات پزشکی هستیم یک اطلاعات پایه پزشکی نیاز هست بخش هایی دیگه ای که لازمه شما باید طراحی دستگاه را انجام بدید برای بقیه موارد برنامه نویسی هست در واقع دانش برنامه نویسی هم لازمه

توصیه تون به افرادی که میخواهند پا در این راه بگذارند چیه؟

توصیه می کنم دوره های مربوط به این موارد را شرکت کنند و سعی کنند دانش های این زمینه رو یاد بگیرند

زیستل

نازنین عاشق حسینی، سارا خزایی، علی گلزان

گاهنامه سیگنال حیاتی

انجمن علمی مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی همدان

شماره ۱۹ / پاییز ۱۴۰۴

راه ارتباطی با ما

انجمن علمی مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی همدان