۱.عنوان پروژه

استفاده از امواج التراسوند برای تحریک ترشح انسولین

۲.نوع پروژه

پژوهشی ـ آزمایشگاهی / میان‌رشته‌ای در حوزه‌های:

- مهندسی پزشکی
- فیزیولوژی و علوم اعصاب
- غدد و متابولیسم
- تجهیزات پزشکی
- پردازش سیگنال و کنترل سیستم‌های زیستی

۳.بیان مسئله

دیابت یکی از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن در جهان است که در آن تنظیم سطح گلوکز خون دچار اختلال می‌شود. در بسیاری از بیماران، کنترل قند خون وابسته به تزریق انسولین یا داروهای تحریک‌کننده ترشح انسولین است. این روش‌ها می‌توانند با مشکلاتی مانند درد، نیاز به مصرف مداوم، نوسان سطح قند خون، عوارض جانبی و کاهش کیفیت زندگی همراه باشند.

در سال‌های اخیر، استفاده از **تحریک فیزیکی غیرتهاجمی** مانند امواج التراسوند برای اثرگذاری بر سلول‌ها و بافت‌ها مورد توجه قرار گرفته است. التراسوند می‌تواند از طریق پدیده‌هایی مانند تحریک مکانیکی، تغییر نفوذپذیری غشا، فعال‌سازی کانال‌های یونی، تغییرات موضعی فشار و اثرات حرارتی کنترل‌شده، رفتار سلول‌های زیستی را تحت تأثیر قرار دهد.

ایده اصلی این پروژه بررسی امکان استفاده از امواج التراسوند برای **تحریک سلول‌های بتای پانکراس** و افزایش یا تنظیم ترشح انسولین است.

۴.ضرورت و اهمیت پروژه

اهمیت این پروژه از چند جنبه قابل بررسی است:

- امکان توسعه روش‌های **غیرتهاجمی یا کم‌تهاجمی** برای کمک به کنترل دیابت
- کاهش وابستگی به تزریق‌های مکرر انسولین

- ایجاد زمینه برای طراحی سامانه‌های درمانی هوشمند و قابل‌کنترل
- بررسی اثرات بیوفیزیکی التراسوند بر عملکرد سلول‌های ترشح‌کننده هورمون
- ایجاد یک مسیر پژوهشی نوین در حوزه مهندسی پزشکی و دیابت

۵.هدف کلی پروژه

بررسی امکان تحریک ترشح انسولین با استفاده از امواج التراسوند و تعیین اثر پارامترهای مختلف التراسوند بر میزان ترشح انسولین در مدل آزمایشگاهی.

اهداف اختصاصی

- مطالعه منابع علمی مرتبط با اثر التراسوند بر سلول‌های زیستی و ترشح هورمون‌ها
- طراحی پروتکل تحریک التراسوند با پارامترهای کنترل‌شده
- بررسی اثر فرکانس، شدت، مدت تابش و duty cycle بر پاسخ سلولی
- اندازه‌گیری تغییرات ترشح انسولین پس از تحریک
- ارزیابی زنده‌مانی سلول‌ها پس از اعمال امواج التراسوند
- تحلیل آماری نتایج و تعیین محدوده‌های مؤثر و ایمن تحریک
- ارائه مدل اولیه برای طراحی سامانه تحریک التراسوند کنترل‌شده

پرسش‌های پژوهش

- آیا امواج التراسوند می‌توانند ترشح انسولین را در سلول‌های بتای پانکراس افزایش دهند؟
- کدام پارامترهای التراسوند بیشترین اثر را بر ترشح انسولین دارند؟
- آیا تحریک التراسوند باعث آسیب سلولی یا کاهش زنده‌مانی سلول‌ها می‌شود؟
- آیا می‌توان محدوده‌ای ایمن و مؤثر برای تحریک ترشح انسولین تعریف کرد؟

فرضیه‌های پژوهش

- استفاده از التراسوند با شدت و مدت کنترل‌شده می‌تواند باعث افزایش ترشح انسولین از سلول‌های بتای پانکراس شود.
- اثر التراسوند وابسته به پارامترهایی مانند فرکانس، شدت، زمان تابش و duty cycle است.
- در محدوده‌های مناسب، تحریک التراسوند می‌تواند بدون آسیب جدی به سلول‌ها انجام شود.

۶. دامنه پروژه

دامنه پروژه شامل موارد زیر است:

۶,۱ مطالعه و طراحی نظری

- مرور مقالات علمی مرتبط
- بررسی اثرات بیوفیزیکی التراسوند بر سلول‌ها
- شناسایی پارامترهای کلیدی تحریک
- انتخاب مدل آزمایشگاهی مناسب

۶,۲ طراحی سامانه تحریک

- انتخاب مبدل التراسوند مناسب
- طراحی یا تنظیم مدار درایور التراسوند
- کنترل پارامترهایی مانند فرکانس، شدت، مدت تابش و duty cycle
- طراحی محفظه یا چیدمان آزمایشگاهی برای تابش کنترل‌شده

۶,۳ اجرای آزمایش

- آماده‌سازی نمونه‌های سلولی یا مدل زیستی مناسب
- اعمال تحریک التراسوند در گروه‌های آزمایشی مختلف
- تعریف گروه کنترل بدون تحریک
- تکرار آزمایش‌ها برای اعتبار آماری

۶,۴ اندازه‌گیری و تحلیل

- اندازه‌گیری میزان انسولین ترشح‌شده
- بررسی زنده‌مانی سلولی
- تحلیل داده‌ها با روش‌های آماری
- مقایسه نتایج گروه‌های مختلف

۶,۵ مستندسازی و ارائه نتایج

- تهیه گزارش نهایی
- ارائه نمودارها و تحلیل آماری
- پیشنهاد پارامترهای بهینه
- ارائه محدودیت‌ها و پیشنهادهای پژوهشی آینده

۷. روش پیشنهادی اجرا

روش اجرای پروژه می‌تواند به‌صورت زیر باشد:

مرحله اول: مرور منابع

در این مرحله، مقالات مرتبط با موضوعات زیر بررسی می‌شوند:

- اثر التراسوند بر سلول‌های زیستی
- تحریک مکانیکی سلول‌های بتا
- ترشح انسولین و مسیرهای کلسیمی
- bioeffects of ultrasound
- low-intensity pulsed ultrasound یا LIPUS
- focused ultrasound در کاربردهای سلولی

مرحله دوم: انتخاب مدل آزمایشگاهی

مدل‌های ممکن شامل موارد زیر هستند:

- سلول‌های بتای پانکراس کشت‌شده مانند INS-1 یا MIN6
- جزایر لانگرهانس جداشده از مدل حیوانی
- مدل آزمایشگاهی ساده‌تر در صورت محدودیت امکانات

برای پروژه دانشگاهی، استفاده از سلول‌های کشت‌شده معمولاً گزینه مناسب‌تری است.

مرحله سوم: طراحی پارامترهای تحریک

پارامترهای قابل بررسی:

- فرکانس التراسوند
- شدت صوتی
- مدت تابش
- حالت پیوسته یا پالسی
- duty cycle
- فاصله مبدل تا نمونه
- دمای محیط کشت حین تحریک

مرحله چهارم: طراحی گروه‌های آزمایش

نمونه‌ای از گروه‌بندی:

شرایط	گروه
بدون تحریک التراسوند	**کنترل منفی**
قرارگیری در شرایط آزمایش بدون اعمال موج	**کنترل محیطی**
التراسوند با شدت پایین	**گروه تحریک ۱**
التراسوند با شدت متوسط	**گروه تحریک ۲**
التراسوند با مدت تابش متفاوت	**گروه تحریک ۳**
ارزیابی زنده‌مانی پس از تحریک	**گروه بررسی ایمنی**

مرحله پنجم: اندازه‌گیری خروجی‌ها

شاخص‌های اصلی:

- میزان انسولین ترشح‌شده
- درصد زنده‌مانی سلولی
- تغییرات دما
- احتمال آسیب سلولی
- تغییرات وابسته به زمان پس از تحریک

مرحله ششم: تحلیل داده

روش‌های قابل استفاده:

- میانگین و انحراف معیار
- آزمون t-test یا ANOVA
- تحلیل dose-response
- مقایسه گروه‌های تحریک با گروه کنترل
- تعیین سطح معنی‌داری آماری

۸. خروجی‌های مورد انتظار پروژه

خروجی‌های اصلی شامل موارد زیر است:

- گزارش مرور ادبیات علمی
- طراحی پروتکل تحریک التراسوند
- طراحی چیدمان آزمایشگاهی
- داده‌های آزمایشگاهی مربوط به ترشح انسولین
- تحلیل آماری نتایج
- گزارش ارزیابی ایمنی اولیه
- گزارش نهایی پروژه
- ارائه پاورپوینت برای دفاع یا ارائه دانشگاهی
- در صورت امکان، مقاله علمی یا پوستر کنفرانسی

۹. معیارهای موفقیت پروژه

پروژه زمانی موفق محسوب می‌شود که:

- پروتکل تحریک التراسوند به‌صورت شفاف طراحی و اجرا شود.
- اثر تحریک التراسوند بر ترشح انسولین قابل اندازه‌گیری باشد.
- نتایج با گروه کنترل مقایسه شوند.
- ایمنی اولیه از نظر زنده‌مانی سلولی بررسی شود.
- داده‌ها از نظر آماری تحلیل شوند.
- محدودیت‌ها و مسیرهای ادامه پژوهش مشخص شوند.

۱۰. الزامات فنی

پیشنهاد دهنده باید موارد زیر را مشخص کند:

- نوع مبدل التراسوند
- محدوده فرکانس قابل استفاده
- روش کنترل شدت موج
- روش کالیبراسیون یا تخمین شدت صوتی
- طراحی محفظه نمونه
- روش پایش دما
- نوع مدل سلولی یا زیستی
- روش اندازه‌گیری انسولین
- روش تحلیل آماری

۱۱. الزامات ایمنی و اخلاقی

با توجه به ماهیت زیستی پروژه، رعایت موارد زیر ضروری است:

- عدم انجام آزمایش انسانی در این فاز
- دریافت مجوزهای لازم در صورت استفاده از نمونه حیوانی
- رعایت اصول کار با سلول و نمونه زیستی
- کنترل دما برای جلوگیری از اثرات حرارتی ناخواسته
- جلوگیری از اعمال شدت‌های آسیب‌زا
- مستندسازی کامل شرایط آزمایش
- رعایت دستورالعمل‌های ایمنی آزمایشگاه

۱۲. برنامه زمان‌بندی پیشنهادی

فاز	فعالیت	مدت تقریبی
فاز ۱	مرور منابع و طراحی پروپوزال	۲ تا ۳ هفته
فاز ۲	طراحی سامانه تحریک	۵ تا ۶ هفته
فاز ۳	آماده‌سازی مدل آزمایشگاهی	۴ تا ۵ هفته
فاز ۴	اجرای آزمایش‌های اولیه	۳ تا ۴ هفته
فاز ۵	اجرای آزمایش‌های اصلی	۴ تا ۶ هفته
فاز ۶	تحلیل داده و نگارش گزارش	۳ تا ۴ هفته

فاز ۷	آماده‌سازی ارائه نهایی	۱ تا ۲ هفته