



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

# طراحی و ساخت سامانه تزریق هوشمند دارو برای بیماران مبتلا به بیماری پارکینسون

## مجری: دکتر مهدی دلربائی

همکاران: امیر حسین جنتی، عطیه ریاسی

### چکیده

بیماری پارکینسون (PD) یک بیماری شایع پیشرونده عصبی همراه با اختلالات حرکتی است که درمان قطعی ندارد و بیماران مبتلا به این بیماری برای جلوگیری از پیشرفت بیماری، تسکین علائم و بهبود کیفیت زندگی می‌بایست به صورت مداوم داروهایی را مصرف کنند. در حال حاضر برای مدیریت درمان بیماران مبتلا به اختلالات حرکتی بطور سنتی، حضور بیمار در مطب یا بیمارستان، ارزیابی فیزیکی بیمار، دریافت نسخه از پزشک و مصرف مقدار مشخص شده دارو در محل زندگی تا نوبت مراجعه بعدی، انجام می‌شود. در این شیوه درمان، علاوه بر تحمیل هزینه‌های مالی و زمانی به بیماران و خانواده آن‌ها که در مواردی (از جمله شدید بودن اختلالات حرکتی و دور بودن بیمار از مراکز بهداشتی) با دشواری‌های فراوان همراه است، میزان دریافت دارو برای یک دوره زمانی نسبتاً طولانی، ثابت و در نتیجه غیر بهینه است. علاوه بر این شدت اختلالات حرکتی از روزی به روز دیگر و در ساعات مختلف شبانه روز (بسته به میزان فعالیت جسمی و حتی شرایط روحی و روانی بیمار) تغییر می‌کند. بنابراین یک سامانه هوشمند تزریق دارو برای این دسته از بیماران ضروری به نظر می‌رسد. این سامانه که طرح ویژه‌ی پژوهشی دانشگاه است برای انجام محاسبات به صورت زمان واقعی، نیازمند بستر اینترنت اشیا (IoT) است تا لایه‌ی ابر (Cloud Layer) اطلاعات دریافت شده از بدن بیمار را تحلیل کند و در نهایت با الگوریتم‌های تصمیم‌گیری میزان نرخ تزریق مورد نیاز بیمار را به پمپ تزریق فرمان دهد. در این طرح نمونه‌های اولیه دو قسمت اصلی این سامانه، شامل دستگاه پوشیدنی ثبت حرکات بیمار و دستگاه پمپ تزریق قابل حمل توسط حسگرهای واحد اندازه‌گیری اینرسی، در لایه دستگاه (Device Layer) بررسی و ساخته شده‌اند. به وسیله‌ی این دو ابزار می‌توان عملیات تزریق دارو را بهینه کرد و کیفیت زندگی بیمار را افزایش داد.

در عملگرهای لایه دستگاه همچون پمپ تزریق ابعاد، وزن و مصرف انرژی حائز اهمیت است که در این طراحی تلاش شده است که با انتخاب مکانیزم و تنظیم پارامترهای آن، این موارد را به حداقل برسانیم. این مکانیزم غیرتهاجمی، در مخزن دارو ایجاد حباب هوا نمی‌کند و قادر به تزریق با حجم و نرخ تزریق متناسب با نتایج لایه ابر است. شکل ۲ نمونه اولیه پمپ تزریق هوشمند را نشان می‌دهد.

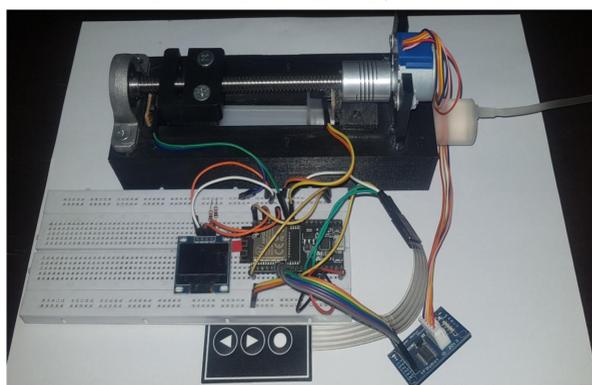
مشخصات فنی پمپ تزریق هوشمند:

- رابط کاربری آسان
- توانایی تزریق ژل لوودوپا
- نرخ تزریق: ۰/۱ - ۵۰ میلی لیتر بر ساعت
- مصرف انرژی: ۴۰۰ میلی آمپر

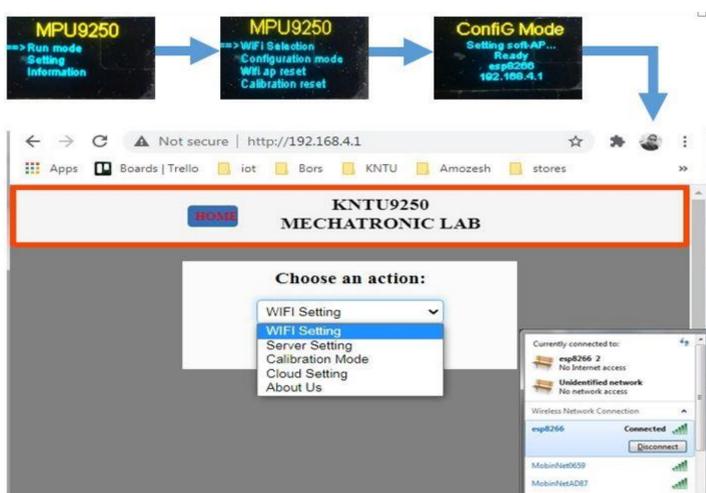
هشدار دیداری و شنیداری خطای تزریق رابط کاربری طراحی شده در هر دو دستگاه به وسیله‌ی صفحه کلید، نمایشگر و بلندگو در صورت رخداد خطاهایی همچون خرابی یا قطع اتصال حسگرها، مشکلات در لایه گذرگاه، مشکلات در لایه ابر و بروز خطا در تزریق، محل خطا را به صورت دیداری و شنیداری به کاربر اعلام می‌کند. همچنین به وسیله‌ی طراحی سروری در نقطه دسترسی (Access Point) دستگاه، کاربر می‌تواند تنظیمات مربوط به لایه ابر، لایه گذرگاه (Gateway Layer) و کالیبره کردن حسگرها را در صفحه وب انجام دهد (شکل ۳).



شکل ۱: سامانه پوشیدنی ثبت حرکات بیمار



شکل ۲: سامانه پمپ تزریق هوشمند



شکل ۳: تنظیمات ابر، مودم‌ها و همچنین کالیبره حسگرها

### سامانه پوشیدنی ثبت حرکات بیمار

در لایه نزدیک به کاربر نیازمند ابزاری هستیم تا بتوانیم اطلاعات مربوط به اختلالات حرکتی را از بدن بیمار دریافت کنیم. بهترین راهکار برای استخراج زاویه به صورت زمان واقعی و در قالب ابزار پوشیدنی، استفاده از حسگرهای میکروالکترومکانیکی (MEMS) اندازه‌گیری واحد اینرسی (IMU) است. بنابراین دستگاه پوشیدنی ثبت حرکت با استفاده از این حسگرها در بستر اینترنت اشیا طراحی و ساخته شده است. کارایی مناسب برای تشخیص علائم بیماری، نرخ نمونه برداری مناسب با حرکات انسان، ابعاد، وزن و مصرف انرژی کم، رابط کاربری مناسب برای راه اندازی آسان و استفاده از پروتکل‌های مناسب درون لایه‌ای و بین لایه‌ای، از معیارهای این طراحی بوده است. نمونه اولیه‌ی ساخته شده این دستگاه که در شکل ۱ نمایش داده شده است با استفاده از ۴ سنسور IMU داده‌های خام سینماتیکی حرکات بیمار را دریافت می‌کند و پس از پیش‌پردازش، آن‌ها را به لایه ابر می‌فرستد.

مشخصات فنی سامانه پوشیدنی:

- نرخ انتقال داده: ۵۰ هرتز
- رابط کاربری آسان
- هشدار دیداری و شنیداری در صورت بروز خطا
- مصرف انرژی: ۱۰۰ میلی آمپر

### سامانه پمپ تزریق هوشمند

درمان موثر بیماری پارکینسون در حال حاضر، تزریق ژل لوودوپا به اتنی عشر است که به وسیله‌ی پمپ‌های تزریق غیر هوشمند تزریق می‌شود. این دارو برای تزریق موثر و دور از عوارض، باید به صورت تدریجی و با نرخ بسیار کم، مثلاً ۰/۵ میلی لیتر بر ساعت تزریق شود. نمونه‌ی پمپ ساخته شده در این طرح با توجه به حداکثر و حداقل نرخ تزریق مورد نیاز و همچنین مشخصات دارو نظیر گرانروی و چگالی، ساخته شده است. توانایی تزریق ژل لوودوپا از نرخ ۰/۱ تا ۵۰ میلی لیتر بر ساعت توسط فرمان حجم و نرخ تزریق صادر شده از لایه‌های بالاتر، نتیجه طراحی و ساخت این دستگاه است.