



موضوع :

سیستم ایستگاه هواشناسی چند حسگری و نظارت ایمنی - محیطی مبتنی بر IoT

کوثر علی جانلو

این پروژه یک سیستم نظارتی و هشداردهی مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT) می باشد که به صورت زنده کیفیت محیط و شرایط مختلف را پایش کرده و در صورت لزوم هشدارهایی به کاربر ارسال می کند.

شرح مسئله:

در دنیای امروز، نظارت بر شرایط محیطی و جوی به صورت لحظه ای و دقیق، برای مدیریت منابع طبیعی، پیشگیری از حوادث، و ارتقای ایمنی ضروری است. تغییرات اقلیمی و وقوع حوادث غیرمنتظره مانند آتش سوزی، سیل، و طوفان، نیاز به سیستم هایی هوشمند را بیشتر از پیش برجسته کرده است. **با این حال، بسیاری از ایستگاه های هواشناسی سنتی:**

- گران قیمت هستند و نیازمند زیرساخت های پیشرفته.
- داده ها را با تأخیر یا در مقیاس محدود ارائه می دهند.
- امکان ادغام با سایر سیستم های ایمنی و نظارت محیطی را ندارند.

از طرفی، در محیط های صنعتی، کشاورزی، یا حتی مناطق دورافتاده، وجود سیستمی که بتواند علاوه بر داده های جوی، شرایط محیطی نظیر کیفیت هوا، نور محیط، و حتی وقوع آتش سوزی را تشخیص دهد، بسیار حیاتی است. چنین سیستمی می تواند به تصمیم گیری های دقیق تر کمک کند، خطرات را کاهش دهد، و ایمنی را بهبود بخشد.

ضرورت پروژه ما:

پروژه ما، با استفاده از فناوری اینترنت اشیا (IoT) و سنسورهای چندمنظوره، یک ایستگاه هواشناسی هوشمند را ارائه می دهد که:

- مقرون به صرفه است و قابل استفاده در مناطق مختلف.
- داده های جوی و محیطی را در زمان واقعی جمع آوری و تحلیل می کند.
- قابلیت ارسال داده ها به سرور مرکزی و نمایش آن ها روی یک رابط کاربری شیک و ریسپانسیو را دارد.
- دارای ماژول های ایمنی مثل تشخیص آتش سوزی و اندازه گیری کیفیت هوا است که کاربرد آن را فراتر از ایستگاه های معمولی می برد.

این سیستم نه تنها برای پیش بینی شرایط جوی و ارائه گزارش های هواشناسی طراحی شده، بلکه با قابلیت های پیشرفته خود می تواند در برنامه ریزی کشاورزی، مدیریت منابع آبی، و حتی هشدارهای اولیه برای بلایای طبیعی نیز نقش آفرینی کند.

تعریف دقیق محصول

۱. جمع آوری داده ها از سنسورها: میکروکنترلر ESP32 به عنوان مغز اصلی سیستم عمل می کند. این میکروکنترلر داده ها را از سنسورهای مختلفی مانند (MQ135) برای تشخیص آلودگی هوا (LDR) برای سنجش شدت نور، (DHT11) برای اندازه گیری دما و رطوبت، (HC-SR04) برای اندازه گیری فاصله و (KY-26) برای شناسایی شعله های آتش جمع آوری می کند. داده های این سنسورها به فرمت مناسب مثلاً (JSON) تبدیل می شوند و به Raspberry Pi ارسال می گردند.
۲. پردازش و تجزیه و تحلیل داده ها در Raspberry Pi: Raspberry Pi به عنوان سرور عمل می کند. این مینی کامپیوتر داده ها را از ESP32 دریافت کرده، آن ها را پردازش می کند و می تواند به صورت زنده در یک رابط وب نمایش دهد. به این ترتیب، کاربر می تواند وضعیت محیط را به راحتی بررسی کرده و در صورت لزوم اقدامات لازم را انجام دهد.
۳. کاربرد داده ها:

- حسگر MQ135 کیفیت هوای محیط را اندازه گیری کرده و در صورت شناسایی غلظت بالای گازهای مضر مانند CO2 یا آمونیاک، هشدار می دهد.
- حسگر LDR شرایط نوری محیط را شناسایی کرده و به سیستم کمک می کند تا تغییرات نور محیط را به روز کند.

- حسگر DHT11 دما و رطوبت محیط را کنترل کرده و می‌تواند در مکان‌های حساس مانند اتاق‌های سرور یا گلخانه‌ها استفاده شود.

- سنسور اولتراسونیک HC-SR04 برای اندازه‌گیری سطح آب در مخزن یا مسافت سنج استفاده می‌شود.

- حسگر KY-26 شعله‌ها یا آتش را شناسایی کرده و در صورت وجود خطر آتش‌سوزی هشدار می‌دهد.

۴. سیستم هشدار و اطلاع‌رسانی: در صورتی که یکی از این سنسورها مقادیر غیرطبیعی یا خطرناک را شناسایی کند، سیستم به‌طور خودکار هشدار می‌دهد. برای مثال، در صورتی که سنسور MQ135 میزان آلودگی هوا را بیش از حد معمول تشخیص دهد، یا سنسور KY-26 شعله‌ای را شناسایی کند، سیستم می‌تواند هشدار ارسال کرده یا از طریق یک رابط وب این وضعیت را به کاربر اطلاع دهد.

۵. صرفه‌جویی در انرژی: استفاده از قابلیت "Deep Sleep" در ESP32 می‌تواند به کاهش مصرف انرژی سیستم کمک کند. این ویژگی به سیستم این امکان را می‌دهد که در زمانی که نیازی به پردازش نیست، به حالت خواب برود و تنها در مواقع ضروری فعال شود.

در این پروژه، با استفاده از ترکیب Raspberry Pi و ESP32، داده‌های مختلف از سنسورهای محیطی جمع‌آوری شده و به صورت زنده پردازش و نمایش داده می‌شود. سیستم می‌تواند وضعیت محیط را بررسی کرده و در مواقع ضروری هشدار دهد. این سیستم کاربردهای متعددی از جمله نظارت بر کیفیت هوا، شرایط محیطی، سطح آب، و ایمنی در برابر آتش‌سوزی دارد.

کارکردهای محصول

محصول نهایی یک سیستم نظارتی هوشمند محیطی است که برای نظارت بر شرایط مختلف محیطی (مانند کیفیت هوا، نور، دما، رطوبت، سطح آب، و شناسایی آتش) طراحی شده است. این سیستم از ترکیب سخت‌افزارهای مختلف ESP32، Raspberry Pi، سنسورها و نرم‌افزارهای مدیریت داده (Python, Flask, ThingsBoard) استفاده می‌کند. در این سیستم، داده‌های جمع‌آوری شده از سنسورها به یک پلتفرم ابری ارسال می‌شوند تا تحلیل و نمایش داده‌ها به صورت زنده و در زمان واقعی انجام گیرد.

۱. نظارت بر کیفیت هوا:

- استفاده از سنسور MQ135 برای اندازه‌گیری سطح گازهای مضر مانند CO_2 ، NH_3 و بنزن.
- هشدار به کاربران در صورت افزایش غلظت گازهای خطرناک.
- ذخیره‌سازی داده‌ها در پلتفرم ThingsBoard برای تحلیل و مشاهده آن‌ها به صورت گرافیکی.

۲. اندازه‌گیری شرایط نوری محیط:

- استفاده از سنسور LDR برای اندازه‌گیری شدت نور محیط.
- شناسایی تغییرات نوری مانند تاریکی یا نور زیاد و ارسال داده‌ها به سرور.
- نمایش اطلاعات نوری در صفحه وب به صورت نمودار و به روز رسانی زنده.

۳. اندازه‌گیری دما و رطوبت محیط:

- استفاده از سنسور DHT11 برای اندازه‌گیری دما و رطوبت.
- نظارت بر شرایط محیطی و ارسال داده‌ها به ESP32.
- امکان ارسال هشدار برای دما یا رطوبت غیرمناسب (مثلاً در شرایط حساس به دما یا رطوبت).

۴. اندازه‌گیری فاصله (سطح آب):

- استفاده از سنسور اولتراسونیک HC-SR04 برای اندازه‌گیری فاصله و سطح آب.
- نظارت بر سطح آب در مخازن یا آکواریوم‌ها و ارسال داده‌ها به سیستم.
- نمایش تغییرات سطح آب به صورت زنده در رابط وب.

۵. شناسایی آتش و شعله:

- استفاده از سنسور KY-26 IR Fire/Flame برای تشخیص آتش و شعله.
- هشدار به کاربران در صورت شناسایی آتش یا شعله.
- ارسال سیگنال به ESP32 برای اطلاع رسانی و مدیریت بحران.

۶. کنترل و مدیریت داده‌ها از طریق رابط وب:

- داده‌های جمع‌آوری شده از سنسورها به Raspberry Pi ارسال شده و سپس به ThingsBoard منتقل می‌شوند.
- نمایش داده‌ها در یک صفحه وب به صورت گرافیکی و زنده (نمودار، جدول).
- قابلیت نظارت از راه دور بر وضعیت محیط از طریق اینترنت.

۷. گزارش‌دهی و هشدارهای زنده:

- ارسال هشدارها از طریق ایمیل یا پیامک در صورت مشاهده تغییرات غیرعادی در شرایط محیطی (مانند افزایش گازهای مضر، تغییرات دما، یا وجود شعله).
- امکان مشاهده گزارش‌های تاریخی از داده‌های جمع‌آوری شده و بررسی روندهای مختلف.

۸. صرفه‌جویی در انرژی:

- استفاده از قابلیت Deep Sleep در ESP32 برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی زمانی که داده‌ها در حال پردازش نیستند.
- کنترل اتوماتیک از طریق پلتفرم ابری برای مدیریت مصرف انرژی و زمان فعال‌سازی سنسورها.

ویژگی‌های محصول

۱. نظارت زنده:

- کاربران می‌توانند داده‌های مختلف مانند کیفیت هوا، دما، رطوبت، نور، سطح آب و آتش‌سوزی را در هر زمان و از هر مکانی بررسی کنند.
- این داده‌ها به طور مداوم و در زمان واقعی به روزرسانی می‌شوند و به راحتی از طریق یک رابط وب قابل مشاهده هستند.

۲. آلام و هشدارهای پیشرفته:

- در صورت وقوع شرایط خاص (افزایش گازهای خطرناک، تغییرات شدید دما، تشخیص آتش)، سیستم به طور خودکار هشدار می‌دهد.
- این هشدارها می‌توانند به صورت پیامک، ایمیل یا درون سیستمی برای کاربران ارسال شوند.

۳. تحلیل داده‌ها:

- داده‌های جمع‌آوری شده از سنسورها در پلتفرم ThingsBoard ذخیره و پردازش می‌شوند.
- گزارش‌ها و تحلیل‌ها برای مشاهده روندهای مختلف مانند تغییرات کیفیت هوا یا دما به طور خودکار تولید می‌شوند.

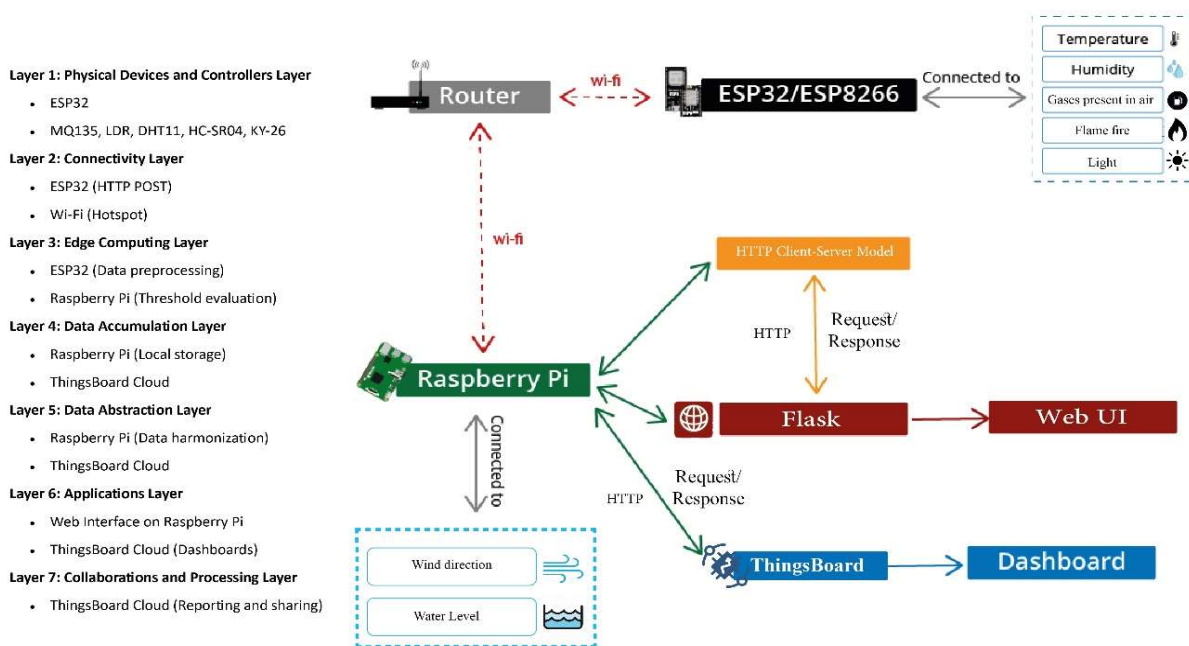
۴. دستگاه‌های قابل کنترل از راه دور:

- کاربران می‌توانند تنظیمات مختلف مانند آلام‌ها یا وضعیت سنسورها را از طریق رابط وب تنظیم و مدیریت کنند.
- امکان اضافه کردن سنسورهای بیشتر یا تنظیمات سفارشی برای استفاده در محیط‌های خاص (مانند گلخانه‌ها یا کارگاه‌ها) وجود دارد.

۵. جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌های تاریخی:

- داده‌ها به صورت مرتب در ThingsBoard ذخیره شده و می‌توان آن‌ها را در قالب‌های مختلف گزارش‌گیری کرد.
- دسترسی به تاریخچه داده‌ها برای مقایسه و تحلیل روندهای مختلف در طول زمان ممکن است.

نمودار بلوکی و لایه بندی سخت افزاری و نرم افزاری :



شرح سخت افزارها و نرم افزارهای مورد استفاده :

۱- سخت افزار :

۱. ESP32 (Microcontroller)

یک میکروکنترلر ۳۲ بیتی مبتنی بر معماری Xtensa LX6 است که توسط شرکت Espressif Systems تولید شده است. این چیپ دارای دو هسته پردازنده است که می توانند به صورت هم زمان یا مستقل کار کنند.

• ویژگی ها :

- Wi-Fi 802.11 b/g/n (2.4 GHz) و بلوتوث ۴.۲/BLE
- 34 پین GPIO با قابلیت پشتیبانی از پروتکل های I2S، I2C، SPI، UART و ADC/DAC
- توانایی Deep Sleep برای صرفه جویی در انرژی.
- 520 KB SRAM داخلی و قابلیت پشتیبانی از حافظه های خارجی.

نقش در پروژه:

- جمع آوری داده های سنسورهای آنالوگ (مانند MQ135 و LDR و دیجیتال) مانند DHT11 و KY-26.
- تبدیل داده ها به فرمت JSON و ارسال آن ها از طریق HTTP POST به Raspberry Pi.
- قابلیت پردازش لبه ای (Edge Computing) برای کاهش حجم داده ها.

۲. Raspberry Pi (Mini Computer)

یک مینی کامپیوتر همه کاره است که دارای پردازنده ARM Cortex-A72 (۴ هسته ای) و قابلیت اجرای سیستم عامل های مبتنی بر لینوکس (مانند Raspbian) است.

• ویژگی ها :

- 4 GB یا ۸ GB حافظه رم (DDR4 مدل ۴).
- پشتیبانی از GPIO و پروتکل های ارتباطی مانند I2C، SPI و UART.

○ درگاه‌های USB 3.0 و Ethernet برای اتصالات سریع تر.

نقش در پروژه:

- میزبانی سرور Flask برای دریافت و پردازش داده‌ها از ESP32.
- اجرای اسکریپت‌های Python برای خواندن داده‌های سنسورهای اولتراسونیک متصل.
- ترکیب داده‌ها و نمایش آن‌ها در یک رابط وب برای نظارت زنده.
- استفاده از GPIO برای کنترل سنسورها و تجهیزات اضافی.

۳. MQ135 (Air Quality Sensor)

MQ135 یک سنسور گاز نیمه‌هادی است که از مواد حساس به گاز برای تشخیص آلودگی هوا استفاده می‌کند.

• ویژگی‌ها :

- قابلیت تشخیص گازهای مضر مانند آمونیاک (NH_3) ، بنزن، دی‌اکسیدکربن (CO_2) و بخارات مضر.
- خروجی آنالوگ متناسب با غلظت گازهای تشخیص داده شده.
- محدوده اندازه‌گیری: ۱۰ ppm تا ۱۰۰۰ ppm

نقش در پروژه:

- اندازه‌گیری کیفیت هوای محیط برای شناسایی وجود آلودگی یا گازهای مضر.
- ارسال سیگنال آنالوگ به ADC ESP32 برای پردازش.
- هشدار دادن به کاربران در صورت افزایش سطح گازهای خطرناک.

۴. LDR (Light Dependent Resistor)

LDR یک سنسور مبتنی بر مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن بر اساس شدت نور تغییر می‌کند. این تغییر مقاومت توسط ADC اندازه‌گیری می‌شود.

• ویژگی‌ها :

- محدوده حساسیت: ۱ K Ω تا چندین M Ω بسته به نور محیط.
- حساسیت به نور مرئی.
- سرعت پاسخ‌دهی متوسط.

نقش در پروژه:

- نظارت بر شدت نور محیط و شناسایی شرایط نوری (مانند تاریکی، نور زیاد).
- ارسال داده به ESP32 برای ثبت و نمایش در رابط وب.
- کمک به شناسایی شعله یا شرایط خاص محیطی.

۵. DHT11 (Temperature and Humidity Sensor)

DHT11 یک سنسور دیجیتال کم‌هزینه است که دما و رطوبت را اندازه‌گیری می‌کند. این سنسور از یک حسگر رطوبت مقاومتی و یک ترمیستور برای اندازه‌گیری استفاده می‌کند.

• ویژگی‌ها :

- محدوده دما: ۰-۵۰°C با دقت $\pm 0.2^\circ\text{C}$
- محدوده رطوبت: ۲۰-۸۰٪ با دقت $\pm 5\%$
- نرخ نمونه‌برداری: ۱ Hz یک اندازه‌گیری در ثانیه.

نقش در پروژه:

- اندازه‌گیری شرایط محیطی برای نظارت بر دما و رطوبت.
- ارسال داده‌ها به ESP32 برای ثبت، ارسال به سرور و نمایش در رابط وب.
- استفاده در هشداردهی یا نظارت بر محیط‌های حساس.

۶. Ultrasonic Sensor (HC-SR04)

سنسور اولتراسونیک با استفاده از ارسال و دریافت امواج صوتی فاصله بین خود و یک جسم را اندازه‌گیری می‌کند.

- ویژگی‌ها :

○ محدوده اندازه‌گیری: ۲ cm تا ۴۰۰ cm.

○ دقت: ± 3 mm.

○ فرکانس کار: ۴۰ kHz.

نقش در پروژه:

- اندازه‌گیری سطح آب در مخزن و محاسبه عمق آن.
- استفاده در جهت‌یابی باد با اندازه‌گیری فاصله از موانع.
- ارائه اطلاعات دقیق به سرور Raspberry Pi برای نظارت و تصمیم‌گیری.

۷. KY-26 IR Fire/Flame Detection Sensor

این سنسور با تشخیص مادون قرمز منتشرشده از شعله آتش، وجود آتش‌سوزی را شناسایی می‌کند.

- ویژگی‌ها :

○ حساسیت به طول موج ۷۶۰-۱۱۰۰ نانومتر (مادون قرمز).

○ زاویه تشخیص: حدود ۶۰ درجه.

○ پاسخ‌دهی سریع (کمتر از ۱ ثانیه).

نقش در پروژه:

- شناسایی شعله برای تشخیص آتش‌سوزی احتمالی.
- ارسال سیگنال دیجیتال به ESP32 برای اطلاع‌رسانی و هشدار.
- استفاده در سیستم ایمنی پروژه.

۲- نرم‌افزار:

۱. ThingsBoard (Cloud Platform)

پلتفرم ThingsBoard برای مدیریت داده‌های IoT، نمایش گرافیکی داده‌ها، ذخیره‌سازی داده‌ها و ارسال هشدار استفاده می‌شود.

- نقش در پروژه:

- ذخیره‌سازی داده‌های سنسورها.
- ایجاد داشبورد برای نمایش داده‌ها به صورت گرافیکی.
- ارسال هشدار در صورت تغییرات غیرعادی در داده‌ها.

۲. Flask (Web Framework)

یک فریمورک Python است که برای ساخت و اجرای سرور وب استفاده می‌شود. در این پروژه، از Flask برای مدیریت درخواست‌های HTTP و ارسال داده‌ها به صفحه وب استفاده می‌شود.

- نقش در پروژه:

- مدیریت درخواست‌های HTTP برای دریافت داده‌ها از ESP32.

○ پردازش داده‌ها و ارسال آن‌ها به ThingsBoard و یا نمایش آن‌ها در صفحه وب.

۳. Python (Programming Language):

برای نوشتن اسکریپت‌های پردازشی و کنترل ارتباطات بین سخت‌افزار و نرم‌افزار استفاده می‌شود.

• نقش در پروژه:

○ پردازش داده‌ها از سنسورها.

○ ارتباط با ThingsBoard و ارسال داده‌ها به پلتفرم ابری.

○ اجرای اسکریپت‌های لازم برای نمایش داده‌ها در صفحه وب.

۴. HTML/CSS/JavaScript (Frontend Technologies):

این تکنولوژی‌ها برای طراحی و پیاده‌سازی رابط کاربری وب‌سایت استفاده می‌شوند.

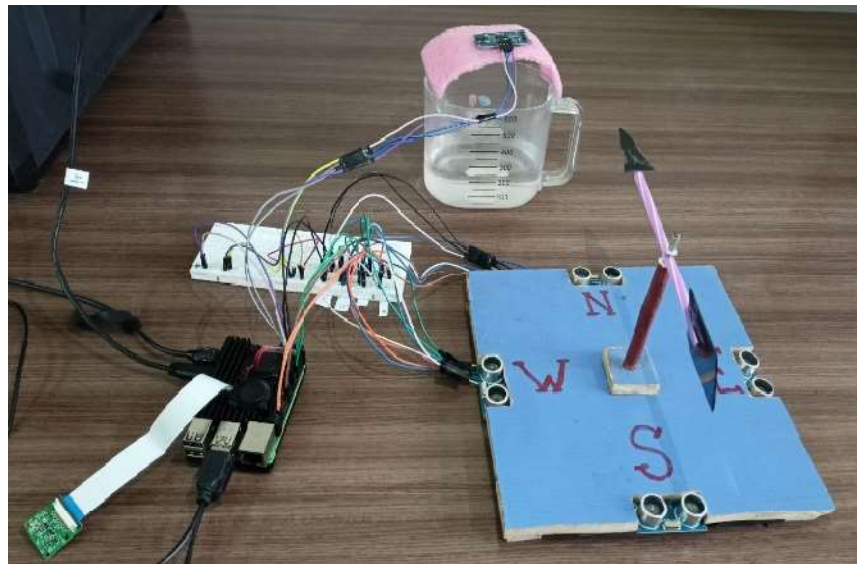
• نقش در پروژه:

○ طراحی صفحه وب برای نمایش داده‌های جمع‌آوری شده از سنسورها.

○ نمایش داده‌ها به صورت گرافیکی مانند نمودارها و جداول.

تصاویر سخت‌افزار محصول:

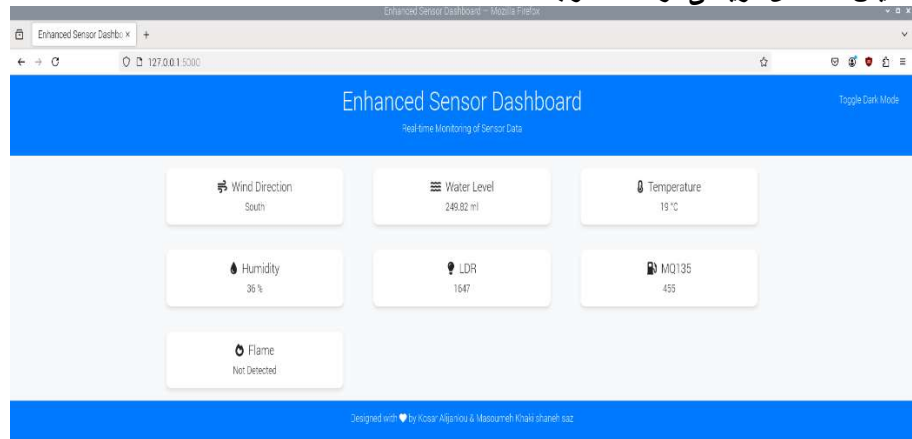
رزبری پای و اتصالات آن به اولتراسونیک‌های تشخیص حجم بارش و جهت وزش باد:



ESP32 و اتصالات مربوط به گزارشات دما، رطوبت، الودگی هوا، شدت نور و تشخیص شعله یا آتش



نمایش داده‌های دریافتی در صفحه وب:



نمایش داده‌های دریافتی به صورت نمودار در Thingsboard

