طراحی سیستم ایمنی هوشمند برای کارگاه با استفاده از سنسورهای حرکتی، نوری و شیمیایی (مطالعه موردی کارگاه عمومی مکانیک دانشگاه ملی مهارت)

حجیه بسطامی[1]، رضوان بابایی[2] بهاره حاج اسماعیلی آهنگر،[2] علی گودرزی

[1] عضو هیات علمی، دپارتمان مواد و متالورژی، دانشگاه ملی مهارت؛ دانشجو،[2]دپارتمان ساخت و تولید، دانشگاه ملی ومهارت؛ [3]دپارتمان فناوری های نوین، دانشگاه تهران (hbastami@nus.ac.ir; hajiehbastami21@gmail.com)

انجمن مهندسی ساخت و تولید ایران
Society of Manufacturing Engineering of Iran

ICME2025

۱- چکیده

این مقاله به طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم ایمنی هوشمند در کارگاه‌ها اختصاص دارد که با استفاده از سنسورهای حرکتی(PIR) ، نوری (LDR) و گاز (GAS) به شناسایی خطرات می‌پردازد. در این سیستم، یک میکروکنترلر نانو به همراه رگلاتور ولتاژ و رله‌های ۵ ولت به کار رفته است. زمانی که برق قطع می‌شود، سیستم به گونه‌ای طراحی شده است که با استفاده از باتری داخلی ادامه کار خود را حفظ کند و از خاموشی جلوگیری نماید. باتری به محض وصل شدن برق شروع به شارژ می‌کند. همچنین، رله‌ها در این سیستم نقش کلیدی در کنترل جریان برق دارند و در صورت بروز خطر، می‌توانند به سرعت واکنش نشان دهند. این سیستم به ایجاد ایمنی بیشتر و بهبود پاسخگویی به تهدیدات در محیط کار کمک می‌کند و می‌تواند به عنوان یک راهکار موثر در زمینه ایمنی‌سازی کارگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: ایمنی سازی کارگاه، سنسور حرکتی، سنسور نوری، سنسور شیمیایی، دانشگاه ملی مهارت

۲- تئوری

ایمنی در محیط‌های آموزشی به ویژه در کارگاه‌های دانشگاهی و مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، از اهمیت بسزایی برخوردار است. با توجه به سهم بالای این مراکز در تولید نیروی کار ماهر و متخصص، توجه به مسائل ایمنی می‌تواند تأثیر مستقیم بر سلامت و رفاه دانشجویان و کارآموزان داشته باشد. در سال‌های اخیر، با پیشرفت تکنولوژی و ابزارهای هوشمند، امکان ارتقاء ایمنی در این محیط‌ها به شکل چشمگیری افزایش یافته است (Baker & Logan, 2023).تحقیقات نشان می‌دهد که حوادث ناشی از عدم ایمنی در کارگاه‌ها، نه تنها باعث آسیب به افراد می‌شود، بلکه می‌تواند هزینه‌های سنگینی را به موسسات آموزشی تحمیل نماید (Smith et al., 2024).به این ترتیب، طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های ایمنی هوشمند، ضروری به نظر می‌رسد. این سیستم‌ها می‌توانند با استفاده از سنسورهای حرکتی، نوری و شیمیایی، محیط کار را تحت نظر قرار دهند و در صورت بروز خطر، واکنش مناسب را به سرعت ارائه دهند.(Johnson & Green, 2025)

در کارگاه‌های آموزشی مهارتی، که معمولاً شامل فعالیت‌های عملی و استفاده از ابزارهای تخصصی هستند، خطرات به وضوح قابل مشاهده است. گزارش‌ها حاکی از آن‌اند که بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیاء (IOT)می‌تواند به بهبود ایمنی این فضاها کمک کند .(Lee et al., 2024) این نوع سیستم‌ها از مزیت‌های خاصی برخوردارند که شامل نظارت مستمر و ارسال هشدار در مواقع اضطراری است (Garcia & Martinez, 2023).

۳- روش حل

برای این تحقیق، از یک روش تجربی-تحلیلی استفاده شده است که به بررسی تأثیر سیستم‌های ایمنی هوشمند در کارگاه‌های آموزشی می‌پردازد. مراحل تحقیق به شرح زیر است:

تحلیل نیازمندی‌ها :ابتدا نیازمندی‌های خاص ایمنی کارگاه‌ها شناسایی و تحلیل شدند. این مرحله شامل بررسی مستندات و مقالات مرتبط و همچنین مشاوره با متخصصین حوزه ایمنی و آموزش می‌باشد.

طراحی سیستم ایمنی :بر اساس نیازمندی‌ها، یک سیستم ایمنی شامل سنسورهای حرکتی، نوری و شیمیایی طراحی شد. در این مرحله، میکروکنترلر نانو به عنوان مغز متفکر سیستم انتخاب گردید و طرح کلی مدار به همراه سطوح مختلف ورودی و خروجی مورد بررسی قرار گرفت.

اجرا و پیاده‌سازی :مدار طراحی شده با استفاده از ابزارهای الکترونیکی به صورت عملی ساخته شد. سنسورها و اجزای دیگر خارج از محیط کارگاه آزمایش شدند تا اطمینا حاصل شود که همه‌ی اجزا به درستی کار می‌کنند.

بررسی قابلیت‌ها و آزمون سیستم :عملکرد سیستم در شرایط مختلف آزمایش شد. سنسورها تحت شرایط نوری متغیر و در زمان وجود و عدم وجود حرکت مورد آزمایش قرار گرفتند. همچنین، عملکرد سیستم در شناسایی وجود گازهای خطرناک نیز سنجیده شد.

٤- نتایج

طراحی مدار و تهیه سنسورها و اقلام الکترونیکی

اقلام الکترونیکی مورد نیاز

میکروکنترلر آردوینو نانو: اطلاعات ورودی را پردازش کرده و فرمان‌های خروجی را صادر می‌کند.

سنسور حرکتی :(PIR) برای تشخیص حرکت در محیط کارگاه.

سنسور نور :(LDR) برای سنجش نور محیط، که می‌تواند به سیستم اطلاعاتی درباره‌ی شرایط نوری بدهد.

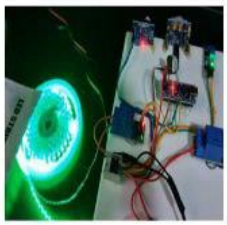
سنسور گاز MQ-2 یا MQ-7 برای شناسایی وجود گازهای خطرناک.

ریگلاتور ولتاژ :برای تأمین ولتاژ ثابت ۵ ولت برای اجزای مدار.

ماژول رله :برای کنترل تجهیزات برقی به هنگام بروز خطر.

LEDبرای نشان دادن وضعیت ایمنی و صادر کردن هشدار.

قطعات جانبی :شامل مقاومت‌ها، سوییچ‌ها و بوردهای متصل کننده.



شکل۱: طراحی سیستم ایمنی هوشمند برای کارگاه

در شکل ۲ تصویری از سیستم ایمنی که در کارگاه مکانیک دانشکده دکتر شریعتی، به عنوان بزرگترین دانشکده دانشگاه ملی و مهارت مورد استفاده قرار گرفته، ارائه گردیده است. این سیستم به مدت یک سال است که به صورت پایلوت اجرا شده است و ایمنی راه پله این کارگاه را تامین می کند. به محض نزدیک شدن دانشجویان به راه پله از پایین (محل استقرار ماشین ابزار و محیط اصلی کارگاه) و یا بالا(محل تشکیل کلاس تئوری) سیستم روشنایی کار می کند. از طرفی با توجه به وجود بخاری در این کارگاه، سنسور شیمیایی نیز تعبیه شده است. این سیستم برای تامین ایمنی در جاهای پرجمعیت دانشجویی مانند خوابگاه ها نیز توصیه می گردد.

شکل ۲: تصویر سیستم ایمنی کارگاه مکانیک دانشکده دکتر شریعتی

۵- نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان‌دهنده تأثیر مثبت سیستم‌های ایمنی هوشمند در کارگاه‌های آموزشی است. پیاده‌سازی موفق مدار و سنسورهای مرتبط نشان می‌دهد که می‌توان به‌طور مؤثری از فناوری‌های نوین برای بهبود ایمنی استفاده نمود. با استفاده از سنسورهای حرکتی، نوری و شیمیایی، این سیستم توانسته است خطرات احتمالی را به‌دقت شناسایی کرده و به موقع واکنش نشان دهد .

این سیستم به‌خصوص در محیط‌های آموزشی کارگاهی نه‌تنها به بهبود ایمنی کمک می‌کند، بلکه مانع از حوادث ناخواسته شده و کیفیت آموزش را نیز ارتقا می‌دهد. علاوه بر این، آموزش منظم و ترغیب به فرهنگ ایمنی در میان دانشجویان و کارآموزان می‌تواند به نتایج شگرف‌تری در این زمینه بینجامد .سیستم‌های ایمنی برداخته و زیرساخت‌های لازم را فراهم نمایند. این اقدام نه‌تنها بر بهبود محیط یادگیری تأثیر می‌گذارد، بلکه باعث ارتقای مهارت‌های عملی و آگاهی ایمنی دانشجویان خواهد شد.

منابع

Baker, J., & Logan, A. (2023). The Role of Technology in Enhancing Workshop Safety. *Engineering Education Review*, 37(2), 137-145.

Garcia, L., & Martinez, P. (2023). IoT Applications in Occupational Safety: A Case Study. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 58(1), 12-20.

Johnson, M., & Green, S. (2025). Emergency Response Systems in Educational Settings. *Journal of Risk Management*, 52(4), 215-223.

Smith, A., Brown, H., & Wilson, C. (2024). Assessing Risks in Educational Workshops. *Educational Review*, 29(3), 100-110.