بسمه تعالی

فرم پیشنهاد پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد

پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور- دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی

(ویرایش اول)

1- عنوان پایان نامه (فارسی/انگلیسی):	پایش وضعیت برخط مقدار ذرات معلق در اتاق تمیز Online Monitoring the state of suspended particles in the clean room

2- نوع طرح :

بنیادی ☐ کاربردی ■ توسعه‌ای ☐

3- زمینه مرتبط با حوزه :

آب ☐ انرژی ☐ محیط زیست ☐ نانوبیوفناوری ☐ سایر ■

توضیح کاربرد در زمینه‌های فوق در حد یک پاراگراف:

کنترل و پایش وضعیت و نظارت اتاق های تمیز و کنترل مقدار ذرات معلق در هوا در صنایع مختلف و حوزه هایی مانند داروسازی، الکترونیک، هسته ای، پزشکی، یکی از نیاز ها در صنایع و حوزه های فن آوری نوین است. در حال حاضر نظارت بر بیشتر اتاق های تمیز با روش های سنتی و به صورت برون خطی (آفلاین) انجام می شود. در این روش ریسک خطا و خرابی بالا می باشد. از این رو برای کنترل و پایش اتاق های تمیز از روش بر خط استفاده می شود که قابلیت اطمینان را به مقدار زیادی افزایش می دهد که در لحظه وضعیت اتاق را برای ما به نمایش می گذارد. این روش تاثیر بسیاری جهت بهبود کنترل بر شرایط محیطی اتاق های تمیز و کاهش خطرات ناشی از وجود ذرات بیش از حد مجاز برای ما فراهم می آورد.

4- مشخصات استاد :

مشخصات استاد راهنمای اول:

نام و نام خانوادگی: عباس رهی مدرک تحصیلی: دکتری مهندسی مکانیک مرتبهٔ علمی: استادیار

محل اشتغال: دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی، پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور، دانشگاه شهید بهشتی

مشخصات استاد راهنمای دوم:

نام و نام خانوادگی: مرتضی شهروی مدرک تحصیلی: دکتری مهندسی مکانیک مرتبهٔ علمی: دانشیار

محل اشتغال: دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی، پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور، دانشگاه شهید بهشتی

5- مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: منصور خدائی عنبران شماره دانشجوئی: 400436051 (گرایش نگهداری و پایش وضعیت)

تا[redacted] نیمسال: اول سال تحصیلی: 1400-1401

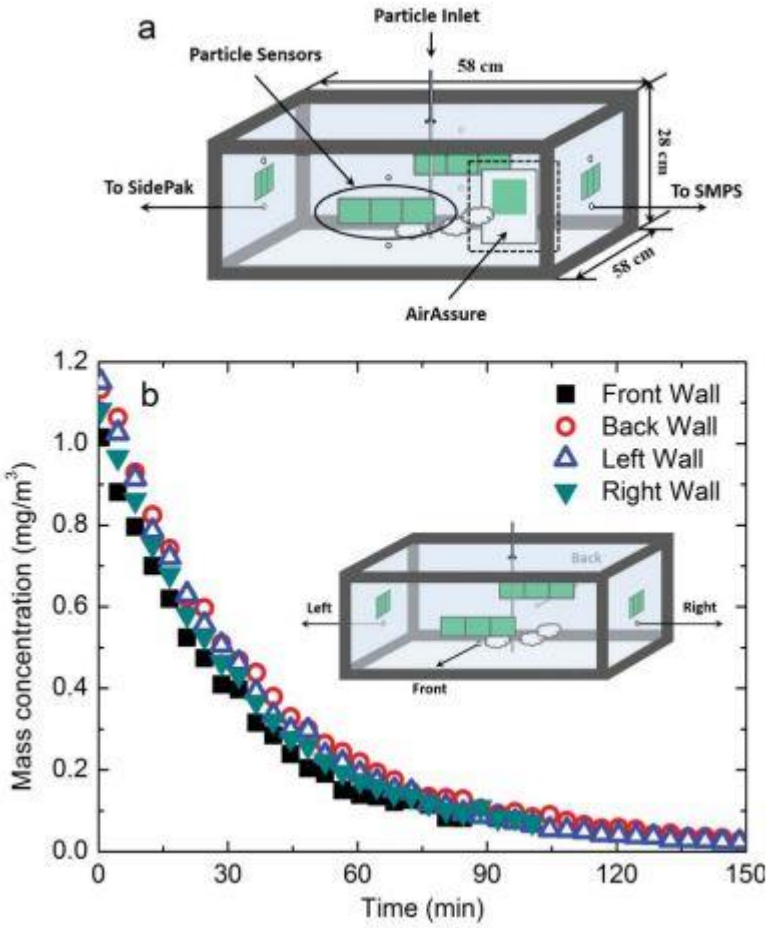
6- اطلاعات مربوط به موضوع پایان‌نامه:

1-6- تعریف پایان نامه:

در اتاق های تمیز زمانی که مقدار ذرات معلق در هوا از استاندارد بالاتر باشد و عیب، خطا، خرابی، خسارت، در اتاق تمیز ناشی از ذرات تشخیص داده شود، می توان با پایش برخط مقدار ذرات را اندازه گیری نمود و در هنگام عبور از حد مجاز اقدام لازم جهت کاهش ذرات انجام داد، تا خسارت

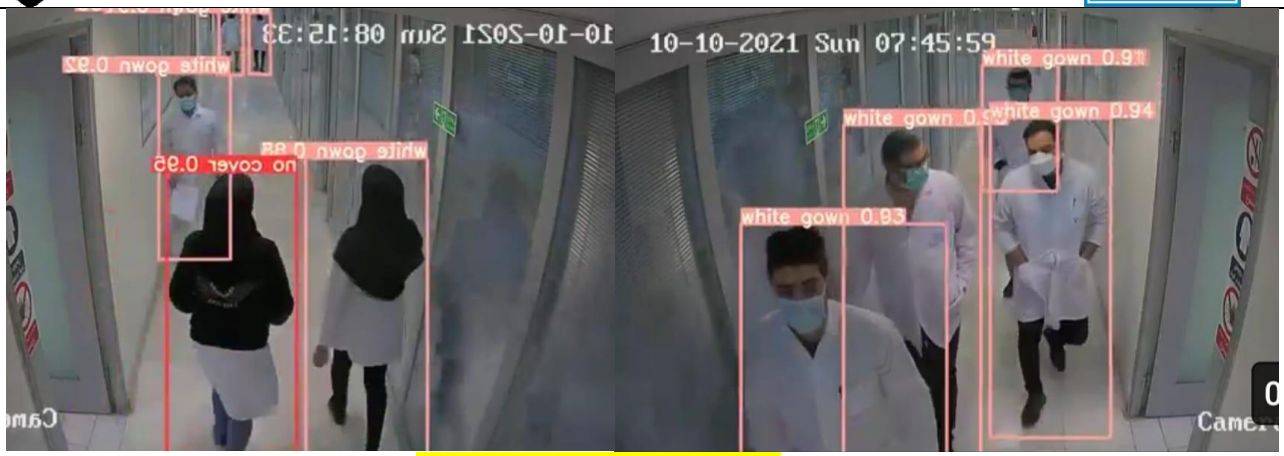
های ناشی از افزایش ذرات از بین بروند. در صنایع حساس تجهیزات و موادهای با پیچیدگی های بسیار در حال انجام فرایندهای مربوط می باشند که با کم ترین تغییرات شرایط محیط اتاق تمیز واکنش نشان داده و باعث خرابی می شوند.

به طور مثال در داروسازی ها، هنگام تهیه داروهای تزریقی به هیچ عنوان ذرات نباید از حد مجاز فراتر روند. افزایش ذرات باعث از بین رفتن استاندارد الزامات GMP [1] تولید می شود. این موضوع برای طراحی اتاق های تمیز در حوزه ها و صنایع مختلف الکتریکی، هسته ای، داروسازی، و غیره نیز صادق است. در حالت پایش برخط سوابق ثبت شده از اتاق تمیز با هوش مصنوعی کنترل می گردد. شکل (1) و قبل از تغییر شرایط مطلوب، هشدار صادر می شود و در صورت امکان تغییرات خودکار اعمال می شود و در غیر این صورت خط تولید و یا فرایند متوقف و اعلام خطا صادر می گردد.



شکل (1) نمودار شماتیک محفظه برا ی اندازه گیر ی ذرا ت و آرایش سنسورها ی ذرا ت[8] .

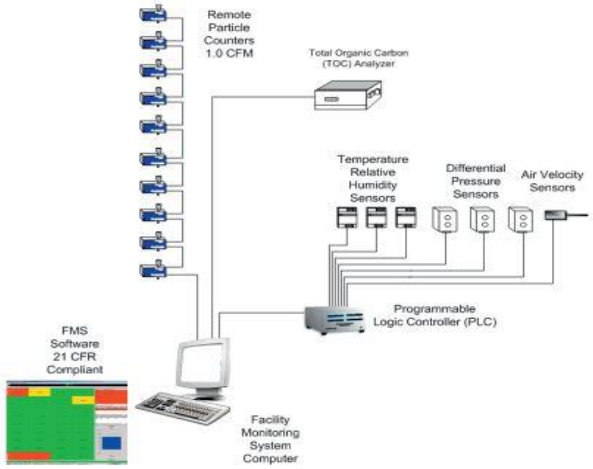
به طور مثال در یکی از راهروهای ارتباطی داروسازی تهران شیمی دوربین هوشمندی نصب است، (شکل 2) که تردد پرسنل را رصد می‌نماید و پوشش افراد از نظر لباس مناسب جهت ورود به اتاق تمیز را بررسی می نماید و در صورت مناسب نبودن لباس درب اتاق تمیز باز نخواهد شد با استفاده از این دوربین ها و استفاده از اطلاعات آنها قبل از ورود و خروج پرسنل مقدار تغییر هوا در اتاق تمیز بالا دستی افزایش می یابد و بعد از تایید درب باز می شود تا شرایط مجاز حفظ گردد.



شکل (2) راهروی ارتباطی به ورودی Airlock

شکل (3) سنسور اندازه گیری ذرات بر خط

در این پایان نامه به طراحی و پایش بر خط ذرات معلق در اتاق تمیز پرداخته می شود. نحوه انجام پایان نامه به صورت تجربی نمی‌باشد و با استفاده از محاسبه و جانمایی شکل (3) سنسورهای شمارنده ذرات صورت می گیرد. بعد از دریافت اطلاعات و تعریف مقدار مجاز ذرات در سیستم کامپیوتری شکل (4) و عوامل تاثیر گذار مانند باز و بسته شدن درب های ورودی هنگام تردد و به جهت ثابت نگه داشتن شرایط ثابت مطلوب میزان تعویض هوای فیلتر شده با استفاده از تغییر سرعت جریان و استفاده از باز و بسته شدن اتوماتیک دریچه رزرو انجام می شود. در صورت تغییر مقدار ذرات استاندارد و تعریف شده در اتاق تمیز چه به صورت افزایش ذرات و چه به صورت کاهش ذرات تغییرات در میزان تعویض هوای فیلتر شده صورت می پذیرد که باعث کاهش مصرف انرژی می شود. نحوه انجام نیز به صورت محاسبه میزان جریان مورد نیاز در اتاق تمیز با کلاس B به ابعاد 40 متر مکعب با کاربری داروسازی می باشد.



شکل (4) شماتیک سیستم مانیتورینگ استفاده از شمارشگرهای ذرات

6-2- مراحل انجام پایان نامه و روش‌های اجرایی:

ابتدا روش های پایش وضعیت اتاق های تمیز بر اساس پژوهش های انجام شده پیشین در خارج و داخل کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد و همچنین اطلاعات تجربی، سوابق و پایش وضعیت بر خط اتاق های تمیز در صنایع مختلف جمع آوری می شود. در ادامه حساسیت اتاق های تمیز در صنایع گوناگون مقایسه شده و تجهیزات مورد نیاز برای پایش اتاق تمیز و چگونگی عملکرد آنها بررسی می شود. در ضمن شبیه سازی و بررسی انواع دریچه های دمنده و خروجی جهت پوشش دهی فضای اتاق در جریان های یکسو و متلاطم جهت تعیین موقعیت های نصب سنسورهای نمونه‌برداری جهت پایش وضعیت اتاق تمیز و محاسبه مقدار تغییر هوا در اتاق های تمیز در مراحل بعدی انجام می شود.

به عبارت دیگر مراحل انجام پایان نامه به شرح زیر است:

1) مروری بر پژوهش های پیشین
2) جمع آوری داده های تجربی
3) طراحی اتاق تمیز و موقعیت های نصب سنسورهای شمارنده ذرات و عملگرهای مورد نیاز جهت تغییر میزان جریان ورودی هوای فیلتر شده
4) محاسبه مقدار تغییر هوا در هنگام باز و بسته شدن درب ورود و خروج و استفاده از مقدار ذرات در لحظه جهت اعمال تغییرات اتوماتیک تجهیزات
5) شبیه سازی جریان هوای اتاق تمیز در مسیر سنسورهای شمارنده ذرات معلق در اتاق تمیز با استفاده از نرم افزار ANSYS
6) تهیه محاسبات جهت مقدار تغییر هوا در اتاق تمیز با ابعاد 40 متر مکعب در کلاس B برای کاربری داروسازی
7) استخراج نتایج با استفاده از سوابق ثبت شده
8) جمع بندی و نگارش پایان‌نامه

6-3- هدف از انجام پایان نامه و ضرورت آن:

الف) اهداف اصلی

هدف اصلی این پایان‌نامه پایش وضعیت برخط مقدار ذرات معلق در اتاق تمیز و بررسی روش کنترل ذرات در اتاق تمیز کلاس B برای کاربری داروسازی می باشد.

ب) اهداف فرعی

از اهداف فرعی این پژوهش می‌توان به توسعه مطالعات انجام شده در زمینه کنترل مقدار ذرات هوا در اتاق تمیز و همچنین بررسی تاثیر انواع جریان‌های هوا بر ذرات معلق در هوا اشاره کرد. بررسی کلی عوامل تاثیر گذار و ارایه پیشنهاد جهت تاثیر گذار بودن کنترل بر خط اتاق تمیز می‌باشد.

7- کاربرد صنعتی و نتایج حاصل:

در پایش وضعیت اتاق تمیز سنسورهای نوری و لیزری، فشار سنج ها، دما سنج ها، رطوبت سنج ها و غیره از جمله قطعات مورد استفاده در این زمینه می باشند با به کارگیری روش مطرح شده در این پژوهش می توان سبب بهبود کنترل و در نتیجه افزایش کیفیت و بازده اتاق های تمیز در صنایع گوناگون و مورد نیاز شد.

8- سابقه علمی موضوع در داخل و خارج کشور:

سوابق استفاده اتاق تمیز بسیار گسترده می باشد. در ابتدا افراد و صنایع و موسسات، از روش های متفاوتی برای حل مشکلات ناشی از گرد و غبار، ذرات میکروبی و میکروارگانیسم ها و باکتریها و غیره استفاده می کردند. در سال 1865میلادی، توماس اندرسون[2]، استاد شیمی در گلاسکو، جوزف لیستر [3] را با شیمیدان فرانسوی لوئی پاستور[5] آشنا کرد در آن زمان بود که اندرسون لیستر با مطالعه مقالات لوئی پاستور متوجه شد که ذرات هوا که بر روی محل جراحی و تجهیزات و دست های افراد می نشینند باعث عفونت در بیماران می شود. سپس مک ون که یکی از دستیاران لیستر بود پیشنهاد کرد که به جای این کار، از ورود باکتری ها به زخم با جوشاندن وسایل و بانداژ جلوگیری شود. برای رسیدن به این هدف پیشنهاد شد جراحان و پرستاران دستشان را به دقت می شستند که باکتری های موجود را از بین ببرند. تا سال ۱۹۰۰ میلادی دستکش ها، ماسک ها و روپوش های جراحی پیشنهاد شدند که قبل از جراحی با بخار، استریل می شدند. این روش ها پایه تکنیک های اتاق تمیزی است که امروزه استفاده می شود.

می توان گفت اولین اتاق تمیز مدرن توسط فیزیکدان آمریکایی به نام ویلیام ویتفیلد[4]، در سال 1960 میلادی اختراع شد. وی کارمند آزمایشگاه ملی ساندیا بود که اتاق تمیز خود را با جریان هوای ثابت و فیلترشده با تمرکز بر دور نگهداشتن آلاینده ها نه حذف آنها، طراحی کرد.

درکتاب راهنمایی های گام به گام برای طراحی و ساخت اتاق های تمیز، روش های آزمایش مناسب و عملیات برای به حداقل رساندن آلودگی ارائه شده و به عواملی که باعث تعطیلی اتاق های تمیز شده اشاره دارد[6]. در بسیاری از اتاق های تمیز با استفاده از روش های ابتدایی ذرات اندازه گیری می شوند و در حال اندازه گیری می باشند و کار بسیار طاقت فرسایی است. برای این روش زمان بسیاری صرف می شود که خود این روش به علت ترددهای پرسنل باعث بروز ایراد و افزایش ذرات می شود. بعد از گذشت چندین سال و به وجود آمدن فن آوری های پیشرفته با استفاده از پرتوهای نور و لیزری شمارش ذرات آسان تر گردید و تجهیزات نیز با ابعاد کوچکتری تهیه و ساخته شدند و اخیر با استفاده از شمارنده های ذرات قابل حمل مقدار زیادی از مشکلات کنترل ذرات برطرف گردید اما همچنان روش برون خطی به حساب می آیند و به کار گرفته می شود. در حال حاضر از تجهیزات لیزری به صورت موقعیت ثابت و ثبت سوابق و استفاده از الگوی پیش بینی با استفاده از هوش مصنوعی ذرات شمارش می گردد و در صورت نیاز تغییرات جریان ورودی و خروجی و شدت و سرعت جریان ها قابل کنترل و ردیابی می باشند که باعث کاهش چشم گیر تغییرات شرایط محیطی اتاق تمیز گردیده است. روش پایش وضعیت بر خط به علت هزینه بالای تجهیزات مورد نیاز چندان قابل پذیرش نیست و ترجیح اکثر موارد کنترل اتاق تمیز با روش های برون خطی می باشد. روش پایش وضعیت آنلاین 80 درصد خطا های ممکن را کاهش می دهد و زمان آماده به کاری را نیز افزایش داده است[7 و 8].

دیوید پاریسو[9] یک مهندس طراح موسس شرکت Particles Plus در مقاله ای در سال 2019 به تاریخچه توسعه ابزارهای دقیق کنترل کیفیت هوا در اتاق های تمیز پرداخته است و فقط پایش ذرات را مورد بحث قرار داده است. به حساسیت پایش ذرات و کالیبراسیون سنسورها و دستگاه پایش وضعیت و نحوه کارکرد آن را به صورت کلی بیان نموده است.

ماهنرت و همکاران[10] در سال 2015 مقاله پژوهشی را انتشار کرده که در آن به تعمیرات و نگهداری اتاق تمیز و تاثیرات نحوه تمیز کردن اتاق تمیز و روش های کنترل تاسیسات اشاره شده و به عوامل تاثیر گزار مانند دما رطوبت و عامل اصلی انتقال آلودگی که انسان می باشد اشاره شده و به تاثیر این عوامل و تعداد ذرات و ایجاد آلودگی ها پرداخته شده است.

9- منابع و مراجع:

1. The Rules Governing Medicinal Products in the European Union Volume 4 EU Guidelines for Good Manufacturing Practice for Medicinal Products for Human and Veterinary Use, https://health.ec.europa.eu/latest-updates/revision-manufacture-sterile-medicinal-products-2022-08-25_en
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Anderson_(chemist)#cite_ref-4 (1865)
3. Lister, Joseph Jackson Dictionary of National Biography, 1885-1900/Lister, Joseph Jackson
4. Joseph_Lister https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Lister#citerefnoble(1960), https://edu.rsc.org/feature/solving-an-infectious-problem/2020229.article
5. Louis_Pasteur https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur https://doi.org/10.1053/spid.2002.125138
6. William Whyte Cleanroom Technology: Fundamentals of Design, Testing and Operation, 2nd Edition William Whyte ISBN: 978-1-119-96559-6 August 2011 384 Pages
7. By James W. Useller Lewis Research Center, Cleveland, Ohio Technology Utilization Divisioll office of technology utilization (1969) national aeronautics and space administration washington, D.C. Date Acquired (2013). https://ntrs.nasa.gov/citations/19690024397
8. Yang Wang, Jiayu Li, He Jing, Qiang Zhang, Jingkun Jiang & Pratim Biswas "Laboratory Evaluation and Calibration of Three Low-Cost Particle Sensors for Particulate Matter Measurement", Aerosol Science and Technology, 49:11, 1063-1077, (2015), DOI: 10.1080/02786826.2015.1100710 To link to this article: https://doi.org/10.1080/02786826.2015.1100710
9. David Pariseau "Air quality instrumentation: A history" (2019) https://particlesplus.com/wp-content/uploads/2019/03/Air-Quality-Instrumentation-A-History.pdf
10. Mahnert A, Vaishampayan P, Probst AJ, Auerbach A, Moissl-Eichinger C, Venkateswaran K, "Cleanroom Maintenance Significantly Reduces Abundance but Not Diversity of Indoor Microbiomes". PLoS ONE 10(8): e0134848 (2015). https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0134848

10- زمان بندی انجام پایان نامه:

فعالیت	شرح فعالیت	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	ماه ششم	ماه هفتم	ماه هشتم	ماه نهم	ماه دهم	ماه یازدهم	ماه دوازدهم
1	مروری بر پژوهش های پیشین	■	■	■									
2	جمع آوری داده های تجربی			■	■								
3	طراحی اتاق تمیز و موقعیت های نصب سنسور های شمارنده ذرات و عملگر های مورد نیاز جهت تغییر میزان جریان ورودی هوای فیلتر شده				■	■	■						
4	محاسبه مقدار تغییر هوا در هنگام باز و بسته شدن درب ورود و خروج و استفاده از مقدار ذرات در لحظه جهت اعمال تغییرات اتوماتیک تجهیزات					■	■	■	■				
5	شبیه سازی جریان هوای اتاق تمیز در مسیر سنسورهای شمارنده ذرات معلق در اتاق تمیز					■	■	■	■				
6	تهیه محاسبات جهت مقدار تغییر هوا در اتاق تمیز با ابعاد 40 متر مکعب در کلاس B با کاربری داروسازی					■	■	■	■	■			
7	استخراج نتایج با استفاده از سوابق ثبت شده						■	■	■	■	■		
8	جمع بندی پایان‌نامه و ارائه پیشنهادها				■	■	■	■	■	■	■	■	■

11- تاریخ و امضاء:

استاد راهنمای اول: آقای دکتر عباس رهی استاد راهنمای دوم: آقای دکتر مرتضی شهروی دانشجو: منصور خدائی عنبران

نسخه اول: استاد راهنمای پایان‌نامه **نسخه دوم:** تحصیلات تکمیلی دانشکده **نسخه سوم:** دانشجو