



اتاق های تمیز از حساسیت بالای برخوردارند به طوری که پایش مستمر پارامترهای تاثیر گذار در این محیط ها از اهمیت بالایی برخوردار است. در این اتاق به سبب حساست بالای محصولات تولیدی، بایستی شرایط مساعدی از بابت تهویه محیط فراهم شود. اصلی ترین پارامتر در این محیط ها که از لحاظ استانداردهای بین المللی نیز دارای حائز اهمیت می باشد، میزان ریز ذرات معلق در هوا می باشد که تاثیر فوق العاده ای بر محصول تولیدی می تواند داشته باشد. بدین منظور نیز بسته به نوع محصول تولیدی کلاس بندی هایی از لحاظ تعداد ذرات معلق در هوا بر واحد متر مکعب محیط وجود دارد که بایستی با طراحی مناسب سیستم تهویه این اتاق ها و همچنین سیستم های کنترل و مانیتورینگ وضعیت این اتاق ها، بر اساس استانداردهای لازم ، این شرایط بهینه فراهم گردد. بر اساس استانداردهای مختلف، طبقه بندی های مختلفی از لحاظ غلظت ذرات موجود در کلین روم ها وجود دارد. در حال حاضر طبقه بندی کلین روم ها بر اساس استاندارد ISO 14644-1 انجام می شود.

این استاندارد بین المللی در سال 1999 توسط اتحادیه اروپا و در سال 2001 توسط ایالات متحده پذیرفته شد با این وجود، ساده ترین و قابل فهم ترین طبقه بندی کلین روم ها، استاندارد فدرال 209 ایالات متحده است که هنوز جدیدترین ورژن آن (E209) به طور گسترده در بسیاری از کشورها استفاده می شود.

طبقه بندی کلین روم ها بر اساس استاندارد E209 بر اساس تعداد ذرات بزرگتر مساوی سایز ۰,۵ میکرومتر در هر فوت مکعب هوای اتاق می باشد. به گونه ای که در کلاس ۱۰۰ این استاندارد به هیچ عنوان اجازه نمی دهد غلظت ذرات بالای یا برابر با ۰,۵ میکرون بر هر فوت مکعب از ۱۰۰ عدد بیشتر باشد.

Metric M	Imperial Class	0.1 μm		0.2 μm		0.3 μm		0.5 μm		5 μm	
		m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³
1		350	9.91	75.7	2.14	30.9	0.875	10	0.283		
1.5	1	1,240	35.0	265	7.5	106	3.00	35.3	1.00		
2		3,500	99.1	757	21.4	309	8.75	100	2.83		
2.5	10	12,400	350	2,650	75.0	1,060	30	353	10		
3		35,000	991	7,570	214	3,090	87.5	1,000	28.3		
3.5	100			26,500	750	10,600	300	3,530	100		
4				75,700	2140	30,900	875	10,000	283		
4.5	1,000							35,300	1,000	247	7.00
5								100,000	2,830	618	17.5
5.5	10,000							353,000	10,000	2,470	70
6								1,000,000	28,300	6,180	175
6.5	100,000							3,530,000	100,000	24,700	700
7								10,000,000	283,000	61,800	1,750

با توجه به تعدد استانداردهای موجود در کلین روم و لزوم یک استاندارد جهانی، سازمان بین المللی استاندارد، استاندارد iso 14644-1 را تعیین نموده است. استاندارد ISO 14644-1 براساس تجمع ذرات موجود در هوا، جهت طبقه بندی کلین روم ها روشی ارائه می دهد که این طبقه بندی بر مبنای معادله زیر است:

$$C_n = 10^N \times \left[\frac{0.1}{D} \right]^{2.08}$$

با توجه به معادله فوق حداکثر غلظت ذرات در هوا می تواند برای هر سایز از ذرات و در هر کلاس از کلین روم محاسبه شود .طبقه بندی استاندارد ISO 14644-1 بر اساس جدول زیر می باشد. در این جدول میزان ذرات مجاز در هر متر مکعب هوای اتاق تمیز براساس سایزهای مختلف در کلاس های مختلف ISO بر اساس این استاندارد مشخص شده است.

Metric	0.1 μm	0.2 μm	0.3 μm	0.5 μm	1 μm	5 μm
ISO Class	m3	m3	m3	m3	m3	m3
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1,000	237	102	35	8	
4	10,000	2,370	1,020	352	83	
5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
7				352,000	83,200	2,930
8				3,520,000	832,000	29,300
9				35,200,000	8,320,000	293,000

بر اساس نمودارهای فوق ملاحظه می شود که یه همپوشانی بین استاندارد 209e و ISO 14644-1 در کلاسهای مختلف وجود دارد که در جدول زیر قایل مشاهده می باشد:

ISO 14644-1	FED STD 209E	
ISO Class	English	Metric
1		
2		
3	1	M1.5
4	10	M2.5
5	100	M3.5
6	1,000	M4.5
7	10,000	M5.5
8	100,000	M6.5
9		

به عنوان مثال کلاس ۱۰۰ استاندارد 209e را می توان معادل کلاس 5 استاندارد iso 14644-1 در نظر گرفت.

یکی از تاثیر گذارترین پارامترهای این اتاق به منظور تامین کلاس بندی های مورد نیاز، ایجاد اختلاف فشار لازم به منظور جلوگیری از نفوذ ذرات از منافذ اتاق به محیط می باشد. بدین منظور طراحی مناسب سیستم تهویه اتاق و کنترل و پایش مستمر این پارامتر مهم ضروری می باشد.

از دیگر عوامل تاثیر گذار در تولید بهینه محصولات اتاق های تمیز می توان به میزان دما و رطوبت محیط اشاره کرد که بایستی به بهترین شکل ممکن فراهم گردد.



شرکت فناوران ساخت آزمای هوشمند با تکیه بر تجارب مهندسان خود در زمینه انواع سیستم های تهویه مطبوع ساختمانی و همچنین سیستم های کنترل و مانیتورینگ هوشمند صنعت تهویه، اقدام به طراحی سیستم کنترل و مانیتورینگ هوشمند اتاق های تمیز نموده است. این سیستم با پایش مستمر پارامترهای چهارگانه حیاتی از جمله تعداد ریز ذرات معلق در هوا و اختلاف فشار تفاضلی بین اتاق تمیز و محیط خارج یا مجاور و میزان دما و

رطوبت اتاق با استفاده از سنسورهای خاص تعبیه شده در نقاط مختلف اتاق، توانسته است با رعایت کلیه استانداردهای بین المللی همچون GMP و ISO 14644-1 شرایط بهینه برای تولید محصولات را فراهم گردد.

در این سیستم با تعریف استانداردهای لازم برای تهیه یک محصول خاص بر اساس کلاس بندی های موجود، در صورت انحراف رفتار هر کدام از پارامترها از حالت بهینه تعریف شده، مسئول مربوطه اتاق به طرق مختلف اطلاع داده می شود تا نسبت به رفع مشکلات احتمالی اقدام گردد.

این سیستم مجهز به صفحه مانیتورینگ HMI در محل اتاق می باشد. بدین طریق علاوه امکان اعمال تنظیمات خاص اتاق توسط مربوطه، امکان مشاهده آنلاین رفتار پارامترهای مختلف و همچنین اعلان خطاهای به وجود آمده در سیستم نیز در این صفحه فراهم می باشد.

اتصال سیستم تهویه مجموعه به سیستم هوشمند از دیگر قابلیت های این سیستم می باشد. در این حالت علاوه برپایش مستمر رفتار پارامترهای چهارگانه توسط سیستم، با استفاده از یک سیستم کنترلی پیشرفته در صورت انحراف رفتار هر کدام از پارامترها، به صورت خودکار سیستم تهویه مطبوع را در جهت کنترل و ایجاد شرایط بهینه مدیریت می کند.

از دیگر موارد حساس اتق های عمل که کانون توجه این اتاق ها می باشد، بحث امنیت و کنترل تردد به این اتاق ها می باشد. مذکور با استفاده از سنسورهای مخصوص کلیه تردها به اتاق را رصد نموده و به مسئول مربوطه گزارش می دهد.

در این سیستم قابلیت ذخیره اطلاعات پارامترهای متعدد و بازه های زمانی مختلف وجود دارد که امکان تحلیل رفتار این داده ها نسبت به زمان وجود دارد که کمک شایانی به امر تعمیر و نگهداری تاسیسات مجموعه می نماید.



امکان نمایش و ارسال داده ها و همچنین مشکلات و خطاهای به وجود آمده در بستر اینترنت داخلی مجموعه و همچنین اینترنت فراهم می باشد تا از این طریق مدیریت یا مسئولین مربوطه واحدهای تولیدی از وضعیت اتاق های تمیز اطلاع حاصل نموده و از راه دور شرایط و وضعیت این اتاق ها را از لحاظ استانداردهای معیار پایش و کنترل نمایند. این مسئله خود کمک شایانی به مدیریت بهتر مجموعه و همچنین افزایش کارایی و بهینه سازی خطوط تولید واحد ها می تواند داشته باشد.

اتاق های تمیز در واحد های صنعتی مختلفی از جمله تولید تجهیزات پزشکی، داروسازی، صنایع غذایی، خودرویی، صنایع تولید قطعات حساس الکترونیکی و اتاق های عمل، محیط های بیمارستانی و ... کاربرد دارد و طیف وسیعی از صنایع را در بر می گیرد. و از حیث حساسیت این اتاق، لزوم استفاده از یک سیستم کنترل و مانیتورینگ هوشمند ضروری می باشد و بدین طریق کلیه پارامترهای حیاتی پایش و کنترل گردد.

امکان اتصال سیستم اعلان حریق مجموعه به سیستم مذکور از دیگر قابلیت های آن محسوب می شود تا در مواقع بروز آتش سوزی در اتاق های عمل هشدارها و آذیرهای لازم فعال گردد تا نسبت به اطفاء حریق در حداقل زمان ممکن اقدام گردد.