Journal of Research in Environmental Health
Volume 10, Issue 3, Autumn 2024

Determining the Efficiency of a Hybrid Bipolar Ionization System in Reducing Poultry Farm Air Pollution

Mehri Moussavi Baygi
Master's Student, Natural Resources-Environmental Engineering, Department of Environmental Sciences, Kheradgarayan Motahar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.
Mitra Mohammadi
* Assistant professor of Department of Environmental Sciences, Kheradgarayan Motahar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran. (Corresponding Author)
m.mohammadi@motahar.ac.ir
Hamed Ramyar
Assistant professor of Department of Environmental Sciences, Kheradgarayan Motahar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.

Received: 2024/03/24
Accepted: 2024/08/11
Doi:10.22038/jreh.2024.25290

Abstract

Background and Purpose: Poultry production is crucial in the global food supply chain. However, despite its economic benefits, the industry poses significant environmental challenges, notably air pollution. This study aims to evaluate air pollution in poultry farms throughout a growth cycle using statistical techniques and assess the effectiveness of a hybrid bipolar ionization system in mitigating air pollutants in this sector.

Materials and Methods: This research was carried out at an experimental poultry farm equipped with a hybrid bipolar ionization system to reduce particulate matter (PM), ammonia (NH_3), hydrogen sulfide (H_2S), and airborne microorganisms. The study examined the effects of three factors—negative ion concentration, humidity, and ventilation—at two levels, with two replications. The data were analyzed using SPSS and MSTAT-C software, employing analysis of variance (ANOVA) and the Kruskal-Wallis test at significance levels of 1%, 5%, and 10%.

Results: The results revealed that the most substantial reduction in particulate matter was achieved in Treatment 3 (low humidity, high ion concentration, and ventilation off), with reductions of 40.88% for $PM_{2.5}$ and 31.91% for PM_{10}, at confidence levels of 90%, 95%, and 99%. The highest reduction in ammonia levels was also observed in Treatment 3, with a mean rank of 50.13. Complete elimination of hydrogen sulfide was observed in Treatment 4 (high ion concentration, low humidity, and ventilation on), with a mean rank of 50.14 at the 10% significance level. Maximum reduction of microorganisms occurred on day 3, with an ionization level of 7 kV, ventilation off, and 30% humidity (Treatment 3).

Conclusion: The study confirms that increasing the concentration of negative ions generated by the ionization system significantly reduces the concentration of airborne pollutants in poultry farms. Therefore, implementing a hybrid bipolar ionization system is recommended to enhance air quality in poultry houses.

Keywords: Particulate Matter, Ammonia, Hydrogen Sulfide, Microorganisms, Poultry Farm Pollution

Open Access Policy: This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy ofthis licence, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Citation: Moussavi Baygi M, Mohammadi M, Ramyar H. Determining the Efficiency of a Hybrid Bipolar Ionization System in Reducing Poultry Farm Air Pollution. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2024; 10(3):11-24.

تعیین کارایی سیستم یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی در کاهش آلودگی هوای مرغداری

مهری موسوی بایگی
دانشجوی کارشناسی‌ارشد، مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست، گروه علوم محیط زیست، موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر، مشهد، ایران.
میترا محمدی
* استادیار گروه علوم محیط زیست، موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول)
m.mohammadi@motahar.ac.ir
حامد رامیار
استادیار گروه علوم محیط زیست، موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۰۵/۲۱
نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: امروزه تولیدات صنعت مرغداری در سبد غذایی مردم، جایگاه ویژه‌ای را به‌خود اختصاص داده است . این صنعت علی‌رغم مزایای اقتصادی و افزایش روزافزون آن، چالش‌های زیست‌محیطی فراوانی ازجمله آلودگی هوا به همراه داشته است. هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی آلودگی هوای مرغداری در یک دوره‌ی رشدی با استفاده از تکنیک‌های آماری و تعیین کارایی سیستم یونیزاسیون هیبریدی در کاهش آلاینده‌های هوای این صنعت می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در یک مرغداری آزمایشی با استفاده از دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی جهت کاهش ذرات معلق، آمونیاک، سولفید هیدروژن و میکروارگانیزم‌ها انجام گرفت. تاثیر سه پارامتر غلظت یون‌های منفی، میزان رطوبت و تهویه با دو سطح در دو تکرار بر کارایی سیستم مورد بررسی قرار گرفت. سپس داده‌ها با کمک نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT-C و استفاده از روش‌های آماری آنووا و کروسکال والیس، در سطح معنی‌داری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ تجزیه‌وتحلیل گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین مقدار کاهش ذرات‌معلق (۸۸/۴۰٪ $PM_{2.5}$ و ۹۱/۳۱٪ PM_{10}) توسط دستگاه مذکور مربوط به تیمار۳ (حداقل میزان رطوبت و حداکثر یون و تهویه خاموش) در سطح اطمینان ۹۰٪ و ۹۵٪ و ۹۹٪ بوده است. بیشترین میزان کاهش آمونیاک نیز مربوط به تیمار ۳ با میانگین رتبه ۱۳/۵۰ و حذف کامل سولفیدهیدروژن مربوط به تیمار ۴ (حداکثر یون، حداقل رطوبت و تهویه روشن) با میانگین رتبه ۱۴/۵۰ در سطح معناداری ۱۰٪ بود. بیشترین مقدار کاهش میکروارگانیزم‌ها نیز مربوط به روز سوم با درجه‌ی یونیزاسیون ۷ کیلوولت، تهویه خاموش و رطوبت ۳۰٪ (تیمار ۳)، می‌باشد.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت یون‌های منفی تولیدشده توسط دستگاه یونیزاسیون، تفاوت معناداری در کاهش آلاینده‌های مذکور توسط این سیستم در هوای مرغداری ایجاد می شود. لذا استفاده از سیستم یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی برای بهبود کیفیت هوای سالن‌های مرغداری، توصیه می‌گردد.

کلید واژه‌ها: ذرات‌معلق، آمونیاک، سولفید هیدروژن، میکروارگانیزم‌ها، آلودگی مراکز پرورش جوجه‌های گوشتی

استناد: موسوی بایگی م، محمدی م، رامیار ح. تعیین کارایی سیستم یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی در کاهش آلودگی هوای مرغداری. *فصلنامه‌ی پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۴۰۳؛۱۰(۳): ۱۱-۲۴.

مقدمه

صنعت پرورش مرغ گوشتی، یکی از صنایع مهم کشاورزی است که با به‌کارگیری فناوری‌های روز جهان، نقشی اساسی در تأمین پروتئین حیوانی مورد نیاز جامعه ایفا می‌کند (۲۵). اهمیت محصول نهایی صنعت مرغداری در سبد غذایی مردم، هزینه‌ی مناسب‌تر آن نسبت به سایر فرآورده‌های گوشتی، پروتئین بالا و چربی اندک آن، باعث گسترش روزافزون این صنعت شده است. به‌نظر می‌رسد در جوامعی همانند کشور ایران که دچار کمبود چراگاه‌های طبیعی هستند و از نظر مراتع مصنوعی محدودیت دارند، توسعه‌ی هرچه بیشتر صنعت پرورش طیور به‌منظور تأمین پروتئین حیوانی کافی جهت مصارف انسانی، ضرورتی انکارناپذیر می‌باشد زیرا نگهداری و پرورش طیور احتیاج به مراتع و چراگاه‌های وسیع ندارد و می‌توان در محیط محدود با استفاده از مازاد موادغذایی غیرقابل استفاده برای انسان مانند بقایای کارخانجات روغن‌کشی، کشتارگاه‌های صنعتی (دام و طیور)، شیلات، کنسروسازی و غیره در مدت زمان کوتاهی، اقدام به تولید گوشت و تخم‌مرغ کافی در طیور نمود. علاوه بر این، کوتاه بودن دوره پرورش طیور و پایین‌تر بودن ضریب تبدیل غذایی آن نسبت به دام باعث می‌شود که توقف سرمایه در این صنعت به حداقل برسد. به‌همین دلیل صنعت طیور به لحاظ گردش مالی یکی از بزرگترین بخش‌های اقتصادی در جوامع مختلف ازجمله ایران بعد از صنایعی هم‌چون نفت و خودروسازی می‌باشد (۹).

علی‌رغم مزایای اقتصادی بالای صنعت مرغداری، این بخش دارای چالش‌ها و آلودگی‌های زیست محیطی فراوانی ازجمله آلودگی هوا نیز می‌باشد. نگهداری غیراصولی هزاران پرنده در فضاهای بسته و کوچک علاوه بر بد منظره کردن محیط، سبب ایجاد بیماری‌های متعدد به‌ویژه مشکلات تنفسی در این حیوانات، آلودگی محیط زیست و نهایتا جامعه‌ی انسانی خواهد شد (۳). مهم‌ترین آلاینده‌های منتشره در سالن‌های پرورش طیور شامل آمونیاک[1]، گردوغبار و ذرات‌معلق (PM_{10}، $PM_{2.5}$)[2] ، گازهای گلخانه‌ای(متان[3]، دیاکسید کربن[4]، دینیتروژن مونوکسید[5])، میکروارگانیزم‌ها (باکتری‌ها مانند اشرشیاکلی، سالمونلا، کمپلوباکتر، ویروس‌ها مانند آنفولانزا، قارچ، کپک)، پاتوژن‌ها، غبارات آلی و سولفید هیدروژن بوده که تحت تاثیر فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی تولید می‌شوند (۶).

با توجه به این‌که آلودگی‌های صنعت مرغداری، مستقیما با محیط زیست مرتبط است و محصول آن سهم بسیار بالایی در جیره‌ی غذایی جامعه دارد، لذا بایستی تمامی کوشش‌ها را برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و به‌حداقل رساندن بیماری‌های قابل انتقال طیور به انسان به‌کار گرفت (۹). گزارشات متعددی از تولید برخی آلاینده‌های هوا از جمله ذرات‌معلق (PM) و آمونیاک در سالن‌های پرورش طیور و خطرات قابل توجه آن‌ها برای سلامت پرندگان و انسان شده است (۵).

در تحقیقی که برای کاهش بو و ذرات‌معلق و گازها از مزارع پرورش مرغ گوشتی در استرالیا انجام گرفت، مشخص شد که انتشار بوها، اندوتوکسین، گردوغبار و ترکیبات نیتروژنی اثرات سویی در پرورش طیور داشته و راه‌حل‌هایی جهت کاهش این آلاینده‌ها شامل انتخاب جیره‌ی مناسب، جارو و شست‌وشوی سالن، مه‌پاشی سالن با امولسیون آب و روغن توسط کمپرسور آب‌وهوا، استفاده از دستگاه‌های جاذب آلودگی، بیوفیلتراسیون هوا، یونیزاسیون هوا مشخص گردید (۲۲).

در کشور ایران با وجود توسعه صنعت دام و طیور، نارسایی‌های متعددی ازجمله ضعف مدیریتی، استفاده از شیوه‌های سنتی مثل تهویه‌ی ساده (که خود باعث انتشار آلاینده‌ها به خارج می‌شود)، کاربرد شوینده‌های حاوی فرمالین و کلر و سورفکتنت‌ها، کارایی پایین واحدهای تولیدی و عدم رعایت مسائل زیست محیطی وجود دارد و تحقیقات اندکی در این زمینه صورت گرفته است (۱۹).

با توجه به نقش ارزنده‌ای که مرغداری‌ها در تامین مواد غذایی مورد نیاز کشور دارند، در سال‌های اخیر به صنعتی عظیم و فعال تبدیل گشته‌اند. بنابراین شایسته است که علاوه بر کم‌کردن هزینه‌ها، اقداماتی هم‌چون بهبود شرایط رشد و پرورش، تقلیل بیماری‌ها و تلفات آن‌ها جهت تولید

[1] Ammonia(NH_3)
[2] Particulate Matter(PM)
[3] Methane(CH_4)
[4] Carbon Dioxide(CO_2)
[5] Nitrous Oxide(N_2O)

محصولات ارگانیک (مرغ سبز) و نیز کاهش هر چه بیش‌تر خسارات زیست محیطی صورت گیرد. لذا با توجه به انتشار فراوان آلاینده‌های مرغداری، استفاده از فن‌آوری‌ها و تکنولوژی‌های جدید، جهت حذف آن‌ها لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد (۱۰).

تاکنون روش‌های مختلفی ازجمله فیلتراسیون (فیلترهای مدیا[1]، فیلترهای هپا[2]، الکتروفیلتراسیون، فیلترهای گازی[3]، فیلترهای ضد میکروبی[4])، اکسیداسیون فتوکاتالیستی، رسوب الکترواستاتیک، ازن کاتالیست(UV)، یونیزاسیون هوا[5] و یونیزاسیون بی‌پلار[6] جهت از بین‌بردن آلاینده‌های محیط زیست ناشی از صنعت مرغداری توسط محققین مختلف به کار گرفته شده‌اند (۴).هاسب (۲۰۲۲) گزارش کرد که یونیزاسیون دو قطبی در کنترل و کاهش گروهی از باکتری‌ها و قارچ‌های مورد مطالعه موثر و معنی‌دار بوده است. هر کدام از روش‌های مذکور در کنار محاسن خود دارای معایبی نیز می‌باشند. به‌طور مثال، فیلترهای مدیا فقط قادر به حذف ذرات می‌باشند. فیلترهای هپا مقاومت زیادی در برابر جریان هوا دارند و باعث افت فشار و افزایش مصرف انرژی می‌شوند. الکتروفیلتراسیون یا فیلترهای الکترواستاتیک، گازها را جذب نکرده و مقاومت هوا در این فیلترها باعث افزایش مصرف انرژی و میزان تهویه می‌شود. کارایی فیلترهای گازی نیز به ویژگی‌های جاذب آن بستگی دارد و ترکیب آن با سیستم هیبریدی گران‌قیمت است وتوانایی حذف میکروارگانیزم‌ها را ندارند. فیلترهای ضدمیکروبی، توانایی کاهش انواع میکروارگانیزم‌ها (باکتری، قارچ ، کپک و بعضی ویروس‌ها) را داشته ولی اثربخشی کامل در تخریب میکروارگانیزم‌ها و عدم جذب گازها از معایب آن‌ها می‌باشد. اکسیداسیون فتوکاتالیستی، میکروارگانیزم‌ها و ترکیبات عالی فرار را اکسید و بی‌ضرر کرده ولی نمی‌توانند گازهای دیگر و ذرات‌معلق را حذف کنند و نسبتا ناشناخته و گران‌قیمت هستند. رسوب الکترواستاتیک نیز فقط در حذف و جذب ذرات موثر می‌باشند. ازن کاتالیست نیز یک سیستم نوظهور، پرهزینه و تقریبا ناشناخته است. یونیزاسیون هوا در کنار کاهش یا حذف آلودگی‌ها باعث ایجاد محصولات جانبی مانند ازن شده و برای حذف آن باید از کاتالیست‌هایی هم‌چون مس، زئولیت، منگنز و ... استفاده کرد. هر چند یونیزاسیون بی‌پلار، تکنولوژی جدید و گران‌قیمتی است. بنابراین باید از یک سیستم ترکیبی بهینه جهت حذف ذرات و گازها با مصرف انرژی کمتر و بازدهی بیشتر استفاده کرد (۴). به‌نظر می‌رسد استفاده از سیستم یونیزاسیون هیبریدی که به‌صورت بهینه ترکیبی از یونیزاسیون بی‌پلار، هواشور[7]، ذغال فعال[8] و آلومینیوم فعال[9] می‌باشد، بتواند بهترین گزینه جهت کاهش آلاینده‌های مرغداری باشد. لذا این مطالعه با هدف ارزیابی آلودگی هوای مرغداری در یک دوره رشدی با استفاده از تکنیک‌های آماری و هم‌چنین تاثیر سیستم یونیزاسیون هیبریدی بر کاهش مهم‌ترین آلاینده‌های هوای مرغداری (آمونیاک ، PM_{10}، $PM_{2.5}$، دی‌اکسید کربن ، باکتری‌ها از جمله اشرشیاکلی، سالمونلا، کمپلوباکتر) انجام شد.

روش کار

زمان وموقعیت مکان اجرای طرح

این پژوهش در محل شرکت پردیس هوا رایحه واقع در شهرک صنعتی کاویان فریمان با مشخصات جغرافیایی۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی در تابستان ۱۳۹۸ انجام شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۳۹۰ متر و متوسط میزان بارندگی سالانه آن ۱۲۵ میلی‌متر بود(اداره کل هواشناسی خراسان رضوی، ۱۴۰۲)

مشخصات واحد آزمایشی

در این تحقیق از یک اتاقک به طول ۲/۸، عرض ۳/۶ و ارتفاع ۳/۵ متر با حجم ۳۵ مترمکعب استفاده شد. بستر اتاقک از بتن پوشیده شد، به‌طوری‌که سطحی صاف و عایق را ایجاد کرده بود. برای پوشش دیواره‌های اتاق از کاشی استفاده شد و درب و پنجره نصب شده در این واحد آزمایشی همراه با پوشش توری بود. برای تهویه‌ی هوای داخل اتاق از یک عدد فن به قطر چهل سانتی‌متر، که بر روی دیوار نصب شده بود، استفاده گردید. برای تامین روشنایی اتاق از دو عدد لامپ مهتابی ۶۰ وات که در سقف نصب شده بود، استفاده شد.

[1] Media
[2] HEPA
[3] Gas Filter
[4] Anti-Microbial
[5] Air Ionization
[6] Bi Polar Ionization
[7] Air Washer
[8] Activated Carbon
[9] Active alumina

همچنین برای تامین رطوبت و اندازه‌گیری دمای داخل اتاق نیز از یک عدد دستگاه بخور سرد و یک عدد دماسنج جیوه‌ای استفاده گردید. با توجه به زمان اجرای پژوهش در تابستان از یک دستگاه کولر آبی هم‌جهت خنک‌شدن هوا در ساعاتی از روز استفاده گردید. در نهایت سیستم یونیزاسیون هیبریدی در قسمت انتهایی اتاقک توسط شرکت سازنده نصب و فعال شد.

طرح آماری و تیمارهای آزمایش

تیمارهای آزمایشی مورد مطالعه در این پروژه شامل زمان، ولتاژ، رطوبت و نرخ تهویه هر کدام در ۲ سطح بود که در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در ۲ تکرار انجام گرفت.

شیوه اعمال تیمارهای آزمایش

در این آزمایش ۸ تیمار در طی ۱۶ روز به‌صورت یک‌درمیان بین ساعت ۹/۵ تا ۱۱/۵ صبح از تاریخ ۱۳۹۸/۶/۱۴ تا تاریخ ۱۳۹۸/۶/۲۸ طی ۲ تکرار جهت اندازه‌گیری ذرات‌معلق (PM_{10} ,$PM_{2.5}$)، آمونیاک، سولفیدهیدروژن و میکروارگانیزم‌ها صورت گرفت (**جدول ۱**). رطوبت در دو درجه ۳۰٪ و ۵۰٪ که توسط یک دستگاه بخور سرد تامین شده و به‌وسیله‌ی رطوبت‌سنج مقدار آن به‌طور دقیق مشخص گردید. تهویه‌ی نصب‌شده بر روی درب مرغداری در دو حالت روشن و خاموش مورد استفاده قرار گرفت. ولتاژ دستگاه یونیزاسیون نیز روی دو عدد ۳ و ۷ کیلوولت جهت تولید یون تنظیم گردید. آزمایشگاه معتمد محیط زیست در این تاریخ و ساعات میزان آلاینده‌های مورد نظر را اندازه‌گیری کرد.

جدول ۱. مشخصات تیمارهای آزمایشی

ردیف	نوع تیمار	روز اعمال تیمار
۱	رطوبت ۳۰٪، ولتاژ ۳ کیلو ولت، تهویه خاموش	۱۳۹۸ /۶/۱۴
۲	رطوبت ۳۰٪، ولتاژ ۳ کیلو ولت، تهویه روشن	۱۳۹۸ /۶/۱۶
۳	رطوبت ۳۰٪، ولتاژ ۷ کیلو ولت، تهویه خاموش	۱۳۹۸ /۶/۱۸
۴	رطوبت ۳۰٪، ولتاژ ۷ کیلو ولت، تهویه روشن	۱۳۹۸ /۶/۲۰
۵	رطوبت ۵۰٪، ولتاژ ۳ کیلو ولت، تهویه خاموش	۱۳۹۸ /۶/۲۲
۶	رطوبت ۵۰٪، ولتاژ ۳ کیلو ولت، تهویه روشن	۱۳۹۸ /۶/۲۴
۷	رطوبت ۵۰٪، ولتاژ ۷ کیلو ولت، تهویه خاموش	۱۳۹۸ /۶/۲۶
۸	رطوبت ۵۰٪، ولتاژ ۷ کیلو ولت، تهویه روشن	۱۳۹۸ /۶/۲۸

آماده‌سازی آشیانه برای جوجه‌ریزی، نگهداری و تامین دان

برای آماده‌سازی فضای آزمایشی، تمامی تجهیزات و فضاها با دقت شسته و ضدعفونی شدند. همچنین از سم سایپرمترین ۱۰٪ و محلول‌های ضدعفونی برای تهویه‌ی فضاها و پوشش کف نیز استفاده شد. همچنین در این پروژه، یک اتاق با رعایت کلیه اصول بهداشتی و با استفاده از دان‌های مورد تایید دامپزشکی به‌عنوان فضای نگهداری و تامین دان برای جوجه‌ها انتخاب شد. جوجه‌ریزی و مراحل پس از آن نیز به‌دقت برنامه‌ریزی و اجرا گردید و از چهار نوع دان متفاوت شامل پری‌استارتر، پیشدان، میان‌دان و پسدان استفاده شد.

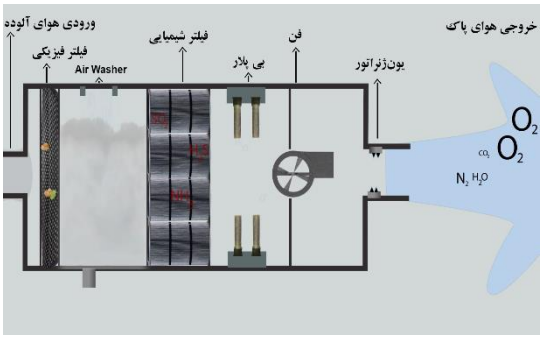
جوجه‌ریزی

۱۲ ساعت قبل از جوجه‌ریزی، دمای اتاق در ۲۳ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. تعداد ۵ آب‌خوری و ۵ دان‌خوری در داخل سالن با توجه به مساحت و تعداد جوجه قرار داده شد. ۱۸۰ قطعه جوجه که واکسن برونشیت دریافت کرده بودند وارد اتاق گردید. آبخوری‌ها از محلول مولتی‌ویتامین الکترولیت تولیدی شرکت دارویی دامپزشکی ایران (یک در هزار لیتر) پر شد و تا ۳۶ ساعت در دسترس جوجه‌ها قرار گرفت. همچنین پس از دو ساعت از ورود جوجه‌ها، تغذیه‌ی آن‌ها طبق سفارش شرکت سازنده‌ی دان (گوهر دانه شرق) آغاز گردید.

سیستم یونیزاسیون دو قطبی هیبریدی

دستگاه تصفیه‌ی استفاده‌شده در این پژوهش، سیستم یونیزاسیون هیبریدی H-A-P-S[1] مدل ۵۰۰۰ ساخت شرکت پردیس هوا رایحه بود که با توجه به مقدار فضای آزمایشی مورد نظر طراحی و نصب گردید. این دستگاه از قسمت‌های مختلفی برای حذف آلاینده‌ها تشکیل شده که شامل فیلتراسیون از طریق جذب فیزیکی و شیمیایی، ایرواشر، سیستم بی‌پلار، فن و یون‌ژنراتور می‌باشد (**شکل ۱**).

[1] Hybrid Air Purification System



شکل ۱. سیستم یونیزاسیون دوقطبی هیبریدی

صفات اندازه‌گیری‌شده

برای اندازه‌گیری ذرات‌معلق محیطی از دستگاه Met One Instruments ساخت شرکت کشور ایتالیا، استفاده شد. این دستگاه در حالت جرمی سطح PM_1، $PM_{2.5}$، PM_4، PM_7 و PM_{10} و میزان کل ذرات (TSP) را اندازه‌گیری می‌کند. این دستگاه پس از کالیبره-شدن توسط آزمایشگاه معتمد، طی ۱۶ روز غیرمتوالی(۸ روز به‌صورت یک‌درمیان) بین ساعات ۹/۵ تا ۱۱/۵ صبح، با دو تکرار مورد استفاده قرار گرفت. هم‌چنین برای اندازه‌گیری میزان گازهای آمونیاک و سولفیدهیدروژن از دستگاه سنجش گاز Seitron Chemist 606X ساخت کشور ایتالیا استفاده شد. این دستگاه نیز پس از کالیبراسیون در جلوی تهویه روی درب مرغداری به‌مدت چند دقیقه قرار گرفت تا میزان گازهای آلاینده خروجی مورد نظر را طی دو تکرار در بازه‌ی زمانی ۹/۵ تا ۱۱/۵ صبح اندازه‌گیری نماید. هم‌چنین در این تحقیق از دستگاه اندازه‌گیری یون[1] ساخت شرکت آلفالپ[2] آمریکا، جهت اندازه‌گیری یون‌های منفی تولید شده توسط سیستم یونیزاسیون هیبریدی، استفاده شد. در این مطالعه از محیط کشت غیرانتخابی نوترینت‌آگار (NA) جهت کشت طیف وسیعی از میکروارگانیزم‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌هایی ازجمله، استرپتوکوکوس و استافیلوکوک استفاده شد. هم‌چنین به-عنوان محیط کشت انتخابی افتراقی مک‌کانکی‌آگار (MAC)، جهت بررسی وجود باکتری‌های گرم‌منفی مانند سالمونلا و سودوموناس و محیط کشت افتراقی ائوزین‌متیلن‌بلو (EMB) برای شناسایی باکتری‌های گرم-منفی مانند اشرشیاکلای (باکتری مدفوعی) در دو تکرار مورد استفاده قرار گرفت و در انکوباتور با دمای ۲ ± ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت. در نهایت مقدار متوسط کلنی جمع‌آوری و گزارش شد.

آنالیز آماری

در نهایت نرم‌افزارهای آماری SPSS نسخه‌ی ۲۳ و MSTAT-Cپس از گردآوری و یکسان نمودن تعداد داده‌ها، جهت محاسبه و برآورد نتایج مورد استفاده قرار گرفت. نرمال‌بودن داده‌های به‌دست آمده با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف[3] بررسی گردیده و سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ به‌عنوان معیار نرمال‌بودن در نظر گرفته شد. برای بررسی همگنی واریانس‌ها[4] از آزمون لون[5] با سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ (به‌عنوان داده‌های همگن) استفاده گردید. سپس از آزمون پارامتریک واریانس یک-طرفه آنووا[6] در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ برای داده‌های نرمال و آزمون ناپارامتریک کروسکال‌والیس[7] در سطح معنی‌داری ۱۰٪ برای داده‌های غیرنرمال به‌منظور مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی مربوط به بیش از دو جامعه مستقل استفاده شد. لازم به ذکر است که در روش آماری کروسکال والیس از میانگین رتبه‌ها به‌جای شاخص میانگین به‌منظور مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی استفاده شد. جهت رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که بیشترین مقدار کاهش ذرات‌معلق (PM_{10} ٪۹۱/۳۱ و $PM_{2.5}$ ٪۸۸/۴۰) توسط دستگاه مذکور مربوط به تیمار۳ (حداقل میزان رطوبت و حداکثر یون و تهویه خاموش) در سطح اطمینان ۹۰٪ و ۹۵٪ و ۹۹٪ بوده است. بیشترین میزان کاهش آمونیاک نیز مربوط به تیمار۳ با میانگین رتبه ۱۳/۵۰ و حذف کامل سولفیدهیدروژن مربوط به تیمار ۴ (حداکثر یون، حداقل رطوبت و تهویه روشن) با میانگین رتبه ۱۴/۵۰ در سطح معناداری ۱۰٪ بود. بیشترین مقدار کاهش میکروارگانیزم‌ها نیز مربوط به روز سوم با درجه‌ی یونیزاسیون ۷ کیلوولت، تهویه خاموش و رطوبت ۳۰٪ (تیمار ۳)، می‌باشد. تیمار ۲ با رطوبت ۳۰٪ و ولتاژ کم ۳ کیلوولت با تهویه روشن، کمترین اثر (۴۳/۵۸ ٪) را بر کاهش میزان PM_{10} داشته

[1] (AIC) Counter Air ion
[2] Alphalap
[3] Kolmogorov-Smirnov
[4] Homogeneity of Variance
[5] Leven
[6] One-Way Anova
[7] Kruskal-Wallis

است. تیمار ۶ با رطوبت ۵۰٪ و ولتاژ کم ۳ کیلوولت با تهویه روشن، کمترین اثر را بر کاهش $PM_{2.5}$ به‌میزان ۲۳/۳۴٪ داشته است.

بحث

اثر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان کاهش آلاینده‌های هوای خروجی از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی

$PM_{2.5}$

جدول ۲ نشان‌دهنده‌ی تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان کاهش غلظت $PM_{2.5}$ خروجی از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی می‌باشد. با توجه به نوع آزمون انجام شده (آنووا) در جدول ۲ می‌توان این‌گونه بیان نمود که تفاوت معنی‌داری میان ۸ تیمار مورد بررسی از نظر کاهش میزان $PM_{2.5}$ فضای مرغداری توسط دستگاه مذکور با سطح اطمینان ۹۰٪، ۹۵٪ و ۹۹٪ وجود دارد.

PM_{10}

جدول ۳ نشان‌دهنده‌ی تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان کاهش ذرات PM_{10} خروجی از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی می‌باشد. با توجه به جدول ۳ می‌توان این‌گونه بیان نمود که تفاوت معنی‌داری میان ۸ تیمار مورد بررسی از نظر کاهش میزان PM_{10} فضای مرغداری توسط دستگاه مذکور در سطح اطمینان ۹۰٪، ۹۵٪ و ۹۹٪ وجود دارد.

جدول ۲. تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان کاهش ذرات‌معلق $PM_{2.5}$ خروجی از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی در سطح اطمینان ۹۰٪ ، ۹۵٪ و ۹۹٪

تیمار آزمایشی	مقایسات میانگین			ضریب تغییرات درصد	F (نسبت واریانس بین نمونه‌ها)	P (سطح معنی‌داری)
	سطح معنی‌داری ۱۰٪	سطح معنی‌داری ۵٪	سطح معنی‌داری ۱٪			
۱	^{cd*}۰۱۰۰/۳۹	^{cde}۰۱۰۰/۳۹	^{bcd}۰۱۰۰/۳۹	۶۱/۲	۸۰۲/۱۲	۰۰۱/۰
۲	^{b}۶۶۰۰/۶۴	^{b}۶۶۰۰/۶۴	^{ab}۶۶۰۰/۶۴	۶۲/۱۴		
۳	^{a}۴۰۵۰/۸۸	^{a}۴۰۵۰/۸۸	^{a}۴۰۵۰/۸۸	۱۳/۳		
۴	^{d}۲۶۰۰/۳۴	^{cde}۲۶۰۰/۳۴	^{cd}۲۶۰۰/۳۴	۸۶/۷		
۵	^{d}۸۶۵۰/۳۲	^{de}۸۶۵۰/۳۲	^{cd}۸۶۵۰/۳۲	۴۳/۱۲		
۶	^{d}۳۴۵۰/۲۳	^{e}۳۴۵۰/۲۳	^{d}۳۴۵۰/۲۳	۵۹/۳		
۷	^{bc}۰۵۰۰/۵۱	^{bcd}۰۵۰۰/۵۱	^{bcd}۰۵۰۰/۵۱	۲۸/۳		
۸	^{bc}۸۶۰۰/۵۳	^{bc}۸۶۰۰/۵۳	^{bc}۸۶۰۰/۵۳	۶۸/۸		

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد

جدول ۳. تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان کاهش ذرات‌معلق PM_{10} خروجی از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی در سطح اطمینان ۹۰٪ ، ۹۵٪ و ۹۹٪

تیمار آزمایشی	مقایسات میانگین			ضریب تغییرات درصد	F (نسبت واریانس بین نمونه‌ها)	P (سطح معنی‌داری)
	سطح معنی‌داری ۱۰٪	سطح معنی‌داری ۵٪	سطح معنی‌داری ۱٪			
۱	^{b*}۰۲۰۰/۶۱	^{c}۰۲۰۰/۶۱	^{cd}۰۲۰۰/۶۱	۱۰/۴	۸۸۲/۱۷	۰۰۰/۰
۲	^{e}۵۸۰۰/۴۳	^{d}۵۸۰۰/۴۳	^{d}۵۸۰۰/۴۳	۶۳/۱۱		
۳	^{a}۳۱۰۰/۹۱	^{a}۳۱۰۰/۹۱	^{a}۳۱۰۰/۹۱	۰۴/۰		
۴	^{ab}۸۹۵۰/۸۵	^{a}۸۹۵۰/۸۵	^{ab}۸۹۵۰/۸۵	۱۴/۰		
۵	^{cd}۵۰۵۰/۶۹	^{bc}۵۰۵۰/۶۹	^{bc}۵۰۵۰/۶۹	۳۶/۶		
۶	^{d}۹۴۵۰/۶۲	^{c}۹۴۵۰/۶۲	^{c}۹۴۵۰/۶۲	۷۸/۵		
۷	^{bc}۹۸۰۰/۷۸	^{ab}۹۸۰۰/۷۸	^{abc}۹۸۰۰/۷۸	۳۹/۱		
۸	^{ab}۶۴۵۰/۸۴	^{a}۶۴۵۰/۸۴	^{ab}۶۴۵۰/۸۴	۹۲۶۳۱/۰		

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد

عوامل موثر بر پاکسازی ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی

تراکم یون

دستگاه یونیزاسیون هیبریدی تعبیه‌شده در مرغداری آزمایشی، بر اساس دو نوع ولتاژ ۳ و ۷ کیلوولت عمل می‌کند. با اندازه‌گیری‌های انجام‌شده توسط دستگاه اندازه‌گیری غبار Met one مشخص شد که هر چه تراکم یون‌های منفی تولید شده توسط دستگاه بیشتر باشد، میزان حذف ذرات‌معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} افزایش می‌یابد. به‌عبارت دیگر به‌نظر می‌رسد با توجه به نتایج مذکور در میان عوامل موثر بر پاکسازی ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10}، نقش تولید یون از همه پررنگ‌تر بوده است، چراکه تیماری که بالاترین میزان یون را داشته، بیشترین نقش را در کاهش آلایندگی ایفا کرده است (**جداول ۲ و ۳**).

در فضاهایی که یون منفی با چگالی بالا وجود دارد، جذب مغناطیسی‌شان با آلاینده‌های معلق هوا بیشتر شده و سنگین‌تر از حدی می‌شوند که بتوانند در هوا معلق بمانند. سپس به‌علت نیروی جاذبه به زمین افتاده و نمی‌توانند وارد سیستم تنفسی شوند. اگر هم قبل از رسیدن به زمین وارد دستگاه تنفس شوند، چون تبدیل به ذرات بزرگتری شده‌اند توسط فیلترهای بالای ریه، جذب و در نهایت دفع می‌شوند (۱۰). یونیزه‌کننده‌های هوا می‌توانند گازهای مضر موجود در هوا را حذف کرده و ذرات‌معلق موجود در هوا، به‌ویژه باکتری‌ها و ویروس‌های مختلف را جذب کنند (۱۸). در دما و رطوبت ثابت، فروپاشی و تخریب ذرات توسط یون‌های منفی هوا (NAI)[1] بالاتر از حذف طبیعی ذرات بوده و حذف حدود ۹۵/۹۸٪ برای ذرات ۰/۱ میلی‌متر و حدود ۹۹/۸۳٪ برای ذرات ۰/۵ میلی‌متر صورت گرفت (۲۱).

تهویه

نتایج حاصل از مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد، زمانی که تهویه اتاق خاموش و فن دستگاه روشن است، حذف ذرات‌معلق با کارایی بهتری صورت می‌پذیرد (جداول ۱ و ۲). در شرایط معمولی و بدون حضور دستگاه، افزایش تهویه منجر به حذف بیشتر ذرات می‌شود، چرا که تهویه به خروج بیشتر ذرات کمک می‌کند (۱۵). محققین متعددی نیز در مطالعات خود به بررسی اثر نرخ تهویه بر یونیزاسیون پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش نرخ تهویه، جریان هوای داخل اتاق یونیزاسیون بیشتر شده و به‌تبع آن، غلظت یون‌های منفی تولیدشده که مهم‌ترین عامل در حذف ذرات‌معلق و باکتری‌ها هستند، کاهش می‌یابد. در نتیجه با کاهش غلظت یون‌های منفی، راندمان حذف ذرات‌معلق کمتر می‌شود. (۱۷, ۲۳)

فن داخل دستگاه

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که فن تعبیه‌شده موجود در داخل دستگاه یونیزاسیون هیبریدی، باعث مکش هوای اتاق به درون دستگاه شده که ذرات درشت‌تر و غالب آلاینده‌های گازی هوا در این مرحله توسط بستر فیلترهای موجود، تصفیه می‌شوند. سپس از روی تیوپ‌های یونیزه‌کننده داخل دستگاه عبور کرده، با یونیزه‌کردن ملکول‌های اکسیژن، بخارآب و پرتاب یون‌های منفی از نقاط نوک‌تیز تیوپ، باعث انتشار آن‌ها به هوای داخل اتاق و تصفیه ذرات ریزتر و میکروارگانیزم‌ها می‌شود. در نتیجه به‌علت وجود فن از همان لحظه‌ی ورود هوا به دستگاه تا مرحله‌ی انتشار یون به داخل اتاق، پروسه تصفیه هوا به‌طور دائم صورت می‌گیرد.

محققین متعددی در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که وجود فن در داخل دستگاه یونیزاسیون موجب خواهد شد که شارژ ذرات توسط یون‌های هوا کارآمدتر و اختلاط هوا در یک محفظه بسته بیشتر شود. در نتیجه راندمان حذف ذرات و اثر تمیزکنندگی هوا افزایش می‌یابد (۱۳). فن موجود در داخل دستگاه یونیزاسیون باعث چرخش بیشتر هوا و در نتیجه حذف بالاتر ذرات می‌شود (۲۱).

رطوبت

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که بالاترین میزان حذف ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} مربوط به تیماری است که درصد کمتری از رطوبت ۳۰٪ و ۵۰٪ را دارد. در مورد آلاینده $PM_{2.5}$، کمترین میزان حذف مربوط به رطوبت ۵۰٪ تیمار۳ و در رطوبت ۳۰٪، بیشترین میزان حذف ذرات PM_{10}، تیمار۶ صورت گرفته است (جدول ۲ و ۳). از عوامل تاثیرگذار بر روی یونیزاسیون در تعامل با عوامل دیگری

[1] Negative Air Ionization

هم‌چون رطوبت، مقدار پاتوژن‌ها را کاهش می‌دهد (۲). بررسی حاصل از نتایج فرایند یونیزاسیون نشان داد که طول عمر یون‌های هوا به عواملی چون دما، رطوبت، گازهای فرار و ذرات بستگی دارد. در دمای نسبی طول عمر یون‌ها بیشتر است. مقدار رطوبت، گازهای فرار و ذرات نیز هر چقدر که کمتر باشد، طول عمر یون‌ها بیشتر است، چرا که شانس کمتری برای ضربه‌زدن به این عوامل را داشته و ماندگاری بیشتری پیدا می‌کنند (۱۲).

گازهای آمونیاک و سولفید هیدروژن

جدول ۴ نشان‌دهنده‌ی تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان کاهش غلظت گازهای آمونیاک و هیدروژن سولفید[1] خروجی از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی می‌باشد. با توجه به جدول ۴ می‌توان این‌گونه بیان نمود که طبق آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس، تفاوت معنی‌داری میان ۸ تیمار مورد بررسی از نظر کاهش غلظت گازهای آمونیاک هیدروژن سولفید و فضای مرغداری توسط دستگاه مذکور در سطح معنی‌داری ۹۰٪، وجود دارد. بدین‌صورت که بالاترین تاثیر کاهش آمونیاک مربوط به تیمار ۳ (رطوبت ۳۰٪، تهویه روشن و یون با درجه بالا) و کمترین تاثیر مربوط به تیمار ۱ (رطوبت ۵۰٪، ولتاژ کم و تهویه خاموش) بوده و بالاترین میزان حذف سولفیدهیدروژن نیز مربوط به تیمار ۴ (رطوبت ۳۰٪، یون زیاد و تهویه روشن) و کمترین آن مربوط به تیمار ۱ (رطوبت ۳۰٪، ولتاژ کم و تهویه خاموش) می‌باشد (**جدول ۴**).

جدول ۴. تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان کاهش گازهای آمونیاک و سولفیدهیدروژن خروجی از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی در سطح اطمینان ۹۰٪ (سطح معناداری ۱۰٪)

تیمار آزمایشی	میانگین رتبه	
	آمونیاک	سولفید هیدروژن
۱	۱/۵۰	۱/۵۰
۲	۷/۲۵	۳/۵۰
۳	۱۳/۵۰	۹/۷۵
۴	۱۲/۲۵	۱۴/۵۰
۵	۳/۵۰	۷/۰۰
۶	۵/۷۵	۹/۵۰
۷	۱۱/۵۰	۹/۰۰
۸	۱۲/۷۵	۱۳/۲۵

میانگین رتبه در هر گروه

تیمار آزمایشی	میانگین رتبه	
	آمونیاک	سولفید هیدروژن
۱	۱/۵۰	۱/۵۰
۲	۷/۲۵	۳/۵۰
۳	۱۳/۵۰	۹/۷۵
۴	۱۲/۲۵	۱۴/۵۰
۵	۳/۵۰	۷/۰۰
۶	۵/۷۵	۹/۵۰
۷	۱۱/۵۰	۹/۰۰
۸	۱۲/۷۵	۱۳/۲۵

آزمون آماری کروسکال والیس

سولفید هیدروژن	آمونیاک	شاخص آماری
کای اسکوار	۱۳/۲۰۸	۱۲/۳۶۲
درجه آزادی	۷	۷
سطح اطمینان	۰/۰۶۷	۰/۰۸۹

عوامل موثر بر پاکسازی گازهای آمونیاک و سولفیدهیدروژن از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی

تراکم یون

به‌نظر می‌رسد با توجه به نتایج مذکور در میان عوامل موثر در حذف بوهای نامطبوع ناشی از گازهای آمونیاک و سولفیدهیدروژن، نقش تولید و غلظت یون نسبت به تیمارهای دیگر (تهویه و رطوبت) مهم‌تر بوده است (**جدول ۴**). استفاده از یون‌ها برای تمیزکردن هوا، نه‌تنها می‌تواند از میزان ذرات‌معلق، از طریق چسبیدن به یکدیگر و میل به تشکیل ذرات بزرگتر و متراکم و سنگین‌شدن بکاهد، بلکه بو و ترکیبات آلی فرار موجود در هوای فضاهای بسته و محیط‌های داخلی ناشی از اکسیداسیون را نیز کاهش می‌دهد (۸). در مطالعه‌ای به بررسی اثر تکنولوژی‌های پرده

[1] Hydrogen Sulfide (H_2S)

زیستی[1] و یونیزاسیون ذرات الکترواستاتیک (EPI) بر کاهش کل ذرات‌معلق (TSP) هوا در یک مرکز پرورش جوجه‌های گوشتی پرداخته و مشخص شد که اثرات سیستم یونیزاسیون بر میزان نرخ انتشار آمونیاک ، سولفید هیدروژن و کل ذرات‌معلق به‌ترتیب به اندازه ۱۷٪، ۳۴٪ و ۳۹٪ کاهش می‌دهد(۱۴).

تهویه و رطوبت

براساس مطالعات ارائه‌شده، عوامل مختلفی بر کیفیت هوای محیط‌های مرغداری و انتشار گازهای ناخواسته مانند آمونیاک تأثیرگذار هستند. این عوامل شامل تهویه، رطوبت، دما و سن جوجه‌ها می‌شود. بستر مرطوب علت اصلی افزایش گاز آمونیاک است که ازجمله عوامل مهم محیطی در پرورش جوجه‌های گوشتی محسوب می‌شود. منبع آمونیاک فضولات طیور، اسیداوریک است که تحت شرایط مرطوب به‌سرعت به اوره و سپس به آمونیوم تجزیه و درنهایت باعث آزادسازی آمونیاک می‌شود. انتشار آمونیاک، ذرات‌معلق و دیاکسید کربن خروجی از مزرعه طیور پرداختند. آن‌ها غلظت آمونیاک و دیاکسید کربن را وابسته به میزان تهویه و غلظت PM_{10},$PM_{2.5}$ را منوط به فعالیت پرندگان در طول دوره‌ی رشدی و میزان تهویه و رطوبت دانستند (۲۰). گروهی از محققان نیز غلظت آمونیاک در داخل سالن مرغداری را با افزایش رطوبت نسبی آن هم‌سو دانستند (۲۰) (۱۶). در تحقیقاتی دیگر به انتشار انواع آلاینده‌های گازی و غیره از صنعت مرغداری پرداخته و بیان شد که جمعیت میکروبی زیست تجزیه‌پذیر در فضولات طیور وجود دارد. باکتری‌ها در شرایط هوازی و بی‌هوازی همراه با رطوبت و اکسیژن، آمونیاک را تولید می‌کنند(۷). انتشار آمونیاک از سالن جوجه‌های گوشتی و اثر دما، رطوبت و سن جوجه بر میزان انتشار آن پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که سن جوجه‌ها بالاترین تاثیر و دما و رطوبت به‌ترتیب تاثیر کمتری بر انتشار آمونیاک داشتند (۱).

میکروارگانیزم‌ها

عوامل موثر بر حذف میکروارگانیزم‌ها از صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی

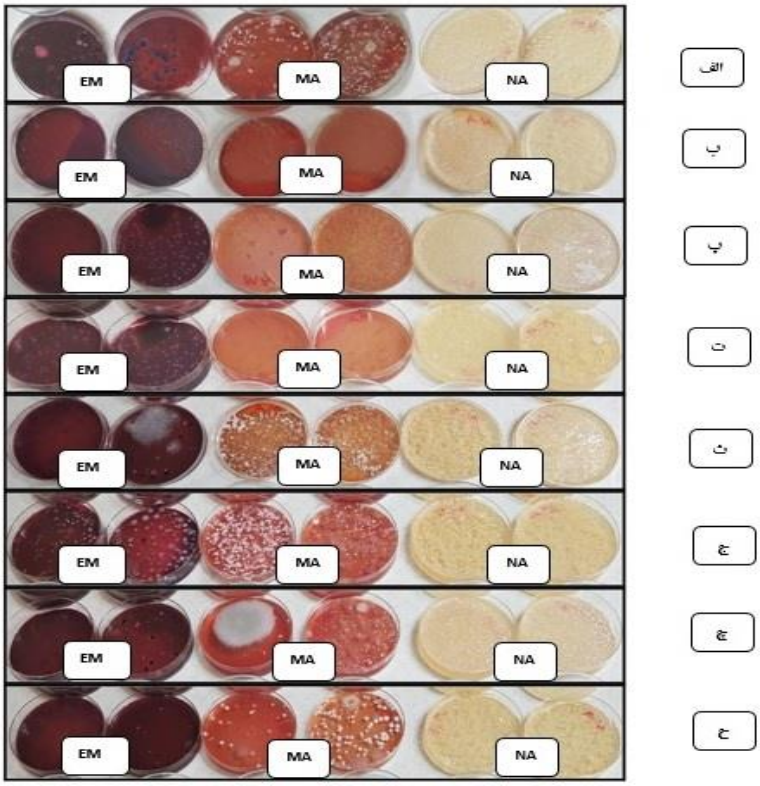
اثر تراکم یون، تهویه و رطوبت

شکل ۲ نشان‌دهنده تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان تغییرات رشد میکروارگانیزم‌های صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی می‌باشد. هدف از این بررسی، نمایش کاهش ماکروسکوپی میکروارگانیزم‌های موجود در فضای صنعت مرغداری توسط دستگاه یونیزاسیون بوده و نتایج کمی در خصوص افتراق باکتری‌ها و مقدار دقیق شمارش آن‌ها در محیط‌های کشت ارائه نشده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که کمترین کاهش میکروارگانیزم‌ها مربوط به روز ششم با رطوبت (۵۰٪)، ولتاژ ۳ کیلوولت و تهویه روشن (شکل ۲ الف) و بیشترین مقدار کاهش میکروارگانیزم‌ها، مربوط به روز سوم با، بیشترین درجه یونیزاسیون (۷ کیلوولت)، تهویه خاموش و رطوبت ۳۰٪، می‌باشد (**شکل ۲ پ**). با توجه به نتایج می‌توان این‌گونه بیان نمود که با افزایش درجه یونیزاسیون، کاهش کلی میکروارگانیزم‌ها در محیط کشت نوترینت آگار اتفاق افتاده است (پلیت‌های زرد رنگ شکل ۲ پ). به‌عبارت دیگر، بین متغیرهای یونیزاسیون، رطوبت و به‌کارگیری تهویه، استفاده از درجه بیشتر یون، کاهش چشم‌گیر این نوع باکتری‌ها را نشان می‌دهد.

محیط کشت انتخابی - افتراقی ایوزین متیلن‌بلو (EMB) برای تشخیص باکتری‌های گرم‌منفی علیه باکتری‌های گرم مثبت می‌باشد. در کشت‌های مختلف EMB، از متغیرهای یونیزاسیون، رطوبت و به‌کارگیری تهویه استفاده شد و مشخص شد که به‌کارگیری یونیزاسیون بیشتر، کاهش محسوس این باکتری‌ها را نشان می‌دهد. رنگ کلونی آبی سیاه زیر نور عبوری نشان‌دهنده باکتری اشرشیاکلی

[1] Bio Curtain

می‌باشد که کاهش آن بعد از یونیزاسیون، بسیار مشهود می‌باشد (پلیت‌های قرمز رنگ شکل ۲ پ).
رنگ قرمز تیره که ممکن است با هاله‌ای ناشی از رسوب نمک‌های صفراوی احاطه شده باشد در محیط کشت مک‌کانکی‌آگار به راحتی مشهود است که بعد از یونیزاسیون، کاهش چشم‌گیر تعداد باکتری‌های محیطی به چشم می‌خورد (پلیت‌های نارنجی رنگ شکل ۲ پ). به‌طورکلی، شواهد عینی حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بهترین عملکرد دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی از نظر کاهش کلی میکروارگانیزم‌ها در صنعت مرغداری به‌ترتیب در روزهای سوم، دوم، هشتم، هفتم، چهارم، پنجم، اول و ششم اتفاق افتاده است **(شکل ۲)**.



شکل ۲. پلیت‌های میکروبی کشت‌شده در روز الف) اول ، ب) دوم ، پ) سوم ، ت) چهارم ، ث) پنجم ، ج) ششم ، چ) هفتم ، ح) هشتم (پلیت‌های زرد: NA محیط کشت نوترینت آگار– پلیت‌های نارنجی: MA محیط کشت مک‌کانکی‌آگار– پلیت‌های قرمز: EMB محیط کشت ائوزین‌متیلن‌بلو)

کاهش ذرات‌معلق، عامل مهمی در حذف و کاهش باکتری‌ها می‌باشد. چرا که ذرات‌معلق، حامل مقادیر زیادی از میکروب، ویروس و باکتری است(۱۰). استفاده از سیستم‌های یونیزاسیون منفی هوا برای کاهش باکتری وهاگ‌های باسیل‌آنتراسیس در سیستم‌های بسته پرورش طیور را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از سیستم‌های یونیزاسیون منفی هوا موجب کاهش معنی‌داری در غلظت و تراکم باکتری و هاگ‌های باسیل-آنتراسیس در سالن‌های بسته پرورش طیور تخم‌گذار و گوشتی می‌شود (۱۱). در تحقیقی دیگر اثبات شد که دستگاه یونیزاسیونی که دارای کلکتورهای بیشتر و ولتاژ خروجی بالاتر بین ۳ تا ۷ کیلوولت است، تعداد یون‌های منفی بیشتری در واحد زمان تولید می‌کند. نتایج آن‌ها نشان داد که کلنی‌های میکروبی ایجاد شده با مقدار یون منفی تولیدشده نسبت عکس داشته و این یون‌های منفی به‌شدت باعث کاهش و حذف معنی‌دار میکروب‌ها، باکتری‌ها و میکروارگانیزم‌ها می‌شوند (۲۴).

نتیجه‌گیری

آلودگی هوا یکی از خطرات بزرگ زیست‌محیطی است که بر سلامت انسان تأثیر می‌گذارد و صنایع مرغداری به عنوان بخشی از کشاورزی، آلاینده‌های زیادی منتشر می‌کند. در ایران، تحقیقاتی درباره‌ی استفاده از سیستم یونیزاسیون

بی‌پلار هیبریدی برای کاهش آلاینده‌های هوای مرغداری انجام نشده است. این پژوهش به بررسی تأثیر این سیستم بر کاهش آلاینده‌هایی مانند PM_{10}، $PM_{2.5}$، هیدروژن سولفید، آمونیاک و میکروارگانیزم‌ها پرداخته است. فقدان مطالعات در این زمینه، ضرورت انجام این تحقیق را بیش از پیش نشان می‌دهد. لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر سیستم یونیزاسیون هیبریدی بر کاهش مهم‌ترین آلاینده‌های هوای مرغداری انجام گرفت. نتایج آزمایشات نشان داد که سطح آلاینده‌های مذکور بیش از حد مجاز بوده و مولکول‌های این گازهای آلاینده، به‌شدت در داخل ذرات گردوغبار محصور شده‌اند. در این مطالعه، اثرات سیستم یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی با ترکیبی از فرآیندهای فیلتراسیون و یونیزاسیون بر کاهش حداکثری غلظت آلاینده‌های موجود با توجه به ۳ تیمار یون، رطوبت و تهویه بررسی و تفاوت‌های معنی‌داری در کاهش آن‌ها مشاهده شد. این روش می‌تواند هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی، داروها، مواد ضدعفونی‌کننده و خطرات اپیدمی منطقه‌ای را به شدت کاهش دهد. در استفاده از دستگاه یونیزاسیون بی‌پلار هیبریدی با افزایش درجه یونیزاسیون، بهبود قابل‌توجهی در کیفیت هوای مرغداری، بهداشت و حذف آلاینده ها ایجاد می‌شود.

تشکر و قدردانی: نویسندگان از مدیریت محترم شرکت پردیس هوا رایحه که در مراحل اجرایی این پژوهش همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع: نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع با یکدیگر ندارند.

حمایت مالی: منابع مالی اجرای این پژوهش توسط شرکت رایحه گستران تامین شد.

ملاحظات اخلاقی: نویسندگان این مقاله تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. هم‌چنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

سهم نویسندگان: مهری موسوی بایگی: اجرا، اندازه گیری، نگارش مقاله. میترا محمدی: طراحی آماری، آنالیز و تحلیل آماری، نگارش مقاله. حامد رامیار: طراحی آماری، نگارش مقاله.

References

1. Aghajani, S.M., et al., Molecular identification of wild strains of avian infectious bronchitis virus in vaccinated broiler flocks in Mazandaran province. 1398.
2. Alonso, C., et al., Evaluation of an electrostatic particle ionization technology for decreasing airborne pathogens in pigs. Aerobiologia, 2016. 32: p. 405-419. https://doi.org/10.1007/s10453-015-9413-3 PMCid:PMC4996881
3. Ariyai, N., M. Fathi Najafi, and Z. Saber, Different biological responses of neural progenitor cells to various collagen treatments in culture medium, in National Congress on Biology and Applied Aspects of Stem Cells. 1390.
4. Arzbaecher, C.E. and P. Hurtado. Indoor Air Purification Technologies that Allow Reduced Outdoor Air Intake Rates While Maintaining Acceptable Levels of Indoor Air Quality. 2008.
5. Bist, R.B., et al., Ammonia emissions, impacts, and mitigation strategies for poultry production: A critical review. Journal of Environmental Management, 2023. 328: p. 116919. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116919 PMid:36516703
6. Brouček, J., Methods of methane measurement in ruminants. Slovak Journal of Animal Science, 2014. 47(1): p. 51-60.
7. Brouček, J. and B. Čermák, Emission of harmful gases from poultry farms and possibilities of their reduction. Ekológia (Bratislava), 2015. 34(1): p. 89-100. https://doi.org/10.1515/eko-2015-0010
8. Daniels, S.L., On the qualities of the air as affected by radiant energies (photocatalytic ionization processes for remediation of indoor environments). Journal of environmental engineering and

science, 2007. 6(3): p. 329-342. https://doi.org/10.1139/s06-072
9. Daryadel, S., Environmental legal aspects of the poultry industry. 1395, University of law, Shahid Beheshti University, Tehran.
10. Ensafi, A., Effects of air ionization in poultry houses on air and litter quality, performance, and immune responses of broiler chickens. 1395, Ministry of Science, Research, and Technology - University of Zanjan.
11. Fazaeli rad, A.r., S.j. Modaresi, and F. Khosravi, Using negative air ionization systems to reduce Bacillus anthracis bacteria and spores in closed poultry systems, in National Conference on Passive Defense in the Agricultural Sector. 1392.
12. Fojlaley, M., et al. Design and Evaluation of Air Ionizer with Plasam System and its Applications. 2015.
13. Grinshpun, S., et al., Evaluation of ionic air purifiers for reducing aerosol exposure in confined indoor spaces. Indoor air, 2005. 15(4): p. 235-245. https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2005.00364.x PMid:15982270
14. Jerez, S., et al., Evaluation of Electrostatic Particle Ionization and BioCurtain Technologies to Reduce Dust, Odor and other Pollutants from Broiler Houses Final Report. 2011, Texas Water Resources Institute.
15. Lin, X., et al., Emissions of ammonia, carbon dioxide and particulate matter from cage-free layer houses in California. Atmospheric Environment, 2017. 152: p. 246-255. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.12.018
16. Paknejad, S., et al., Measuring ammonia concentration in a poultry house and simulating the effect of ammonia on the production of Nox pollutants resulting from the combustion of jet heaters inside the poultry house, in The Third International Conference on Science and Engineering. 1395.
17. Pushpawela, B., et al., Efficiency of ionizers in removing airborne particles in indoor environments. Journal of Electrostatics, 2017. 90: p. 79-84. https://doi.org/10.1016/j.elstat.2017.10.002
18. Qian, C., Air ionizers case study. Journal of Physics: Conference Series, 2021. 2029(1): p. 012026. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2029/1/012026
19. Seyed abadi, H.r., S.a. Hosseini, and M. Ahmadi, Investigating the effect of management factors on the performance of broiler farms in Golestan Province using a multi-criteria decision-making system. Animal husbandry sciences and techniques, 2015. 4(16): p. 3-10.
20. Shepherd, T.A., et al., Environmental assessment of three egg production systems-Part II. Ammonia, greenhouse gas, and particulate matter emissions. Poultry science, 2015. 94(3): p. 534-543. https://doi.org/10.3382/ps/peu075 PMid:25737568 PMCid:PMC4990889
21. Shiue, A., S.-C. Hu, and M.-L. Tu, Particles removal by negative ionic air purifier in cleanroom. Aerosol and Air Quality Research, 2011. 11(2): p. 179-186. https://doi.org/10.4209/aaqr.2010.06.0048
22. Winkel, A., et al., Evaluation of oil spraying systems and air ionisation systems for abatement of particulate matter emission in commercial poultry houses. Biosystems Engineering, 2016. 150: p. 104-122. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.07.014
23. Winkel, A., et al., Emissions of particulate matter from animal houses in the Netherlands. Atmospheric Environment, 2015. 111: p. 202-212. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.03.047
24. Yun, S.J. and Y. Seo, Removal of bacteria and odor gas by an alumina support catalyst and negative air ions. Journal of aerosol science, 2013. 58: p. 33-40.

https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2012.12.006
25. Zzoli, M.a., Survey of the environmental health status of broiler farms in Babol city in 1392. Tabari Journal of Preventive Medicine, 1394.