بررسی فراوانی و شناسایی باکتری‌های هوا در هنگام وقوع طوفان‌های ریزگرد در استان لرستان

رباب بهاروند[1]، پریسا محمدی[2*]، عزت عسگرانی[3]، غلامرضا گودرزی[4]

۱- دانشجوی دکترا، گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران، مرکز تحقیقات میکروبیولوژی کاربردی و بیوتکنولوژی میکروبی، تهران، ایران

۳- دانشیار، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران

۴- دانشیار، مرکز تحقیقات داروهای گیاهی رازی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران

یافته / دوره ۲۴ / شماره ۴ / زمستان ۱۴۰۱ / مسلسل ۹۴

چکیده

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۸/۲۶ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۱۱

مقدمه: ریزگرد شامل گرد و غبار و ذرات معلق در هوا است که باعث کاهش دید می‌شود و خاستگاه‌های مختلفی دارد. هدف این مطالعه بررسی فراوانی باکتری‌های هوا در هنگام وقوع طوفان ریزگرد در استان لرستان با استفاده از روش‌کلاسیک بود.

مواد و روش‌ها: در یک مطالعه مقطعی نمونه‌برداری در سه شهر استان لرستان انجام شد. باکتری‌ها هوا با روش‌های کلاسیک جدا شدند و تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون مجذور کای انجام شد. رابطه فراوانی باکتری‌ها با پارامترهای هواشناسی بررسی گردید و با آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه ما نشان داد که روی محیط TSA، ۹۶ کلنی رشد کرد. ۵۵/۲٪ این کلنی‌ها باکتری و ۴۴/۸٪ مخمر بود. ایستگاه پلدختر با ۲۵٪ بیشترین و ایستگاه خرم‌آباد با ۸/۳۳٪ کمترین فراوانی را نشان داد. روی محیط R2A، ۱۸۴ کلنی رشد کرد. ۶۹٪ این کلنی‌ها باکتری و ۳۱٪ مخمر بود. ایستگاه کوهدشت با ۳۴/۸٪ بیشترین و ایستگاه خرم‌آباد با ۴/۳٪ کمترین فراوانی را داشت. در محیط‌های TSA و R2A، بیشترین جدایه باسیلوس و کمترین آن اکتینومیست بود و بیشترین فراوانی میکروبی مربوط به شهرهای کوهدشت و پلدختر بود. بر اساس آزمون همبستگی اسپیرمن، بین میزان ریزگرد و فراوانی باکتری‌ها رابطه مستقیم (r=۰/۶۳۷, P= ۰/۰۲۶) و بین سرعت باد و تعداد کلنی‌ها رابطه خطی معکوس معنادار مشاهده شد (r= -۰/۵۶۹, P= ۰/۰۴۸).

بحث و نتیجه‌گیری: فراوانی باکتریایی در محیط R2A بیشتر بود. باکتری غالب در محیط TSA، باسیلوس‌ها و میکروکوکوس‌ها و در محیط R2A، باسیلوس‌ها و کورینه باکتریوم‌ها بودند. نتایج نشان داد میزان ریزگرد و سرعت باد، بر فراوانی و تنوع باکتری‌های هوا تأثیر دارد.

واژه‌های کلیدی: ریزگرد، لرستان، پارامترهای هواشناسی، آلودگی میکروبی.

***آدرس مکاتبه:** تهران، خیابان ونک، مرکز تحقیقات میکروبیولوژی کاربردی و بیوتکنولوژی میکروبی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا.

پست الکترونیک: p.mohammadi@alzahra.ac.ir

مقدمه

هوا به عنوان یکی از آخرین زیستگاه‌های شناخته شده روی زمین و یک سیال مهم برای حرکت میکروارگانیسم‌ها از یک مکان جغرافیایی به منطقه دیگر معرفی شده است و در زیست جغرافیایی زمین اهمیت فراوان دارد (۳-۱). امروزه مشخص شده است که هوا مانند زیستگاه‌های آبی و خاکی در برگیرنده‌ی میکروارگانیسم‌های مختلفی است.

صدها هزار باکتری در یک مترمکعب هوا وجود دارد (۴،۵) که نمایانگر صدها گونه‌ی منحصر به فرد میکروبی است (۸-۶). با این حال هنوز تنوع زیستی، پراکندگی و فعل و انفعالات میکروارگانیسم‌ها در هوا به خوبی درک نشده است. حیات میکروبی در هوا، هم به طور مستقیم به عنوان منبع میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و میکروارگانیسم‌های مفید و هم به طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر فرآیندهای جوی در زندگی انسان مؤثر است (۱۱-۹).

بررسی رابطه بین شرایط محیطی و پراکندگی باکتریایی در هوا نشان می‌دهد که تغییرات آب و هوایی می‌تواند تنوع میکروبی مناطق در مسیر باد را به خوبی تغییر دهد و در نتیجه خطر بهداشتی ناشی از عوامل بیماری‌زا و یا اجزای آلرژی‌زای آن را افزایش دهد. در دهه گذشته شاهد افزایش چشمگیر بیابان‌زایی و به تبع آن افزایش هم زمان ریزگردها بوده‌ایم (۱۳،۱۲).

نشانه‌های زیادی وجود دارد که میکروارگانیسم‌های هوا از لحاظ متابولیکی فعال هستند (۲) و به خوبی با شرایط سخت جوی سازش یافته اند. علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند شیمی و فیزیک اتمسفر را تحت تأثیر قرار دهند (۱۵،۱۴). امروزه بروز طوفان‌های ریزگرد چالش مهم زیست محیطی در سراسر جهان است. منابع اصلی طوفان-های ریزگرد شامل بیابان‌های موجود در خاورمیانه، آسیای مرکزی و شمال شرقی آن است. ریزگرد ناشی از این مناطق، می‌تواند در سطح جهانی پراکنده شود. طوفان‌های ریزگرد معمولاً در طول سال رخ می‌دهند و از نظر فراوانی و شدت متفاوت هستند.

عوامل زیستی مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها و ترکیبات معدنی و شیمیایی ریزگرد ممکن است اثرات نامطلوبی بر سلامت و کیفیت زندگی انسان داشته باشند (۱۶). در سال‌های اخیر، جوامع میکروبی که توسط طوفان ریزگرد حمل می‌شوند به طور چشمگیری مورد توجه محققین قرار گرفته است. در مورد ترکیب میکروبی هوا، چگونگی تغییرات و تنوع آن و ارتباط آن با مکان و شرایط آب و هوایی، اطلاعات کمی موجود است.

تعیین دقیق گروه‌های مختلف میکروارگانیسم‌ها در هوا می‌تواند خطر انتشار بیماری را پیشگویی کند و برای تدوین استانداردهای کنترل کیفیت هوا نیز لازم به نظر می‌رسد (۱۷، ۱۸). در ایران، بیش از ۸۰٪ استان‌ها درگیر پدیده ریزگرد می‌باشند که سالانه هزینه‌های گزافی را بر بهداشت کشور تحمیل می‌کند (۱۹). ذرات با اندازه ۲/۵ میکرومتر یا کوچک‌تر، به صورت جدی بر سلامت انسان تأثیر بسیار منفی می‌گذارند. اطلاعات امروز ما در مورد جوامع میکروبی هوا، عمدتاً محدود به منطقه کارائیب آمریکاست؛ که بیشتر از طوفان‌های ریزگرد صحرای ساهارا و ساحل در شمال آفریقا منشأ گرفته‌اند (۲۰).

مطالعات کمی در مورد میکروارگانیسم‌های انتقال یافته در منطقه آسیا و به ویژه کشور ایران انجام شده است. در سال‌های اخیر، میزان ریزگرد در مناطق غربی و جنوب غربی کشور ایران، به دلیل مجاورت با بیابان‌های بزرگ کشورهای همسایه، افزایش یافته است و مشاهدات نشان می‌دهد که بیشتر طوفان‌های ریز گرد در این مناطق در فصل تابستان و بهار رخ می‌دهند (۲۱). هدف از این مطالعه، تعیین فراوانی و شناسایی باکتری‌های موجود در هوا در استان لرستان و رابطه آن با برخی عوامل هواشناسی بود.

مواد و روش‌ها

استان لرستان در غرب ایران، بین °۴۶ و '۵۱ تا °۵۰ و '۳ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و °۳۲ و '۳۷ تا °۳۴ و '۲۲ عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است و وسعت آن حدود ۲۸۵۵۹ کیلومتر مربع می‌باشد. ارتفاع بلندترین نقطه ۴۰۵۰ متر و پست‌ترین نقطه آن حدود ۵۰۰ متر از سطح دریای آزاد است. لرستان به لحاظ اقلیمی یک استان چهارفصل، دارای آب و هوای متنوع و سومین استان از نظر بارندگی در کشور است.

به طور کلی در استان لرستان سه ناحیه مشخص آب و هوایی سرد کوهستانی، معتدل مرکزی و گرم جنوبی دیده می‌شود. جهت نمونه‌برداری، سه شهر خرم‌آباد، پلدختر و کوهدشت به دلیل موقعیت‌های متفاوت اقلیمی و جغرافیایی انتخاب شدند. نمونه‌برداری در هر شهر، در دو منطقه انجام شد. پارامترهای هواشناسی دما، رطوبت نسبی، سرعت باد با هدف تعیین میزان همبستگی آن‌ها با میزان غلظت ریزگرد انتخاب گردید (جدول ۲).

اطلاعات پارامترهای هواشناسی از سایت سازمان هواشناسی کشور که به صورت آنلاین در دسترس می‌باشند (www.irimo.ir) و با استفاده از نرم‌افزار Weather Channel در روز نمونه‌برداری دریافت و آنالیز شد (۲۲).

روش نمونه‌برداری و کشت

محل‌های نمونه‌برداری مطابق با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) و با ویژگی‌های لازم که مهمترین آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است، انتخاب گردید (۲۳). نمونه‌برداری از هوا مطابق اعلام سازمان هواشناسی کشور در شرایط وقوع ریزگرد در فصل بهار و در ماه اردیبهشت از شهر خرم‌آباد، از دو منطقه باغ کشاورزی و بام خرم‌آباد، از مرکز شهر و شهرداری کوهدشت، از ساختمان جهاد کشاورزی و سراب حمام پلدختر انجام شد. نمونه‌برداری به روش غیرفعال انجام شد؛ در این روش که به روش رسوب-گذاری نیز شناخته می‌شود، پلیت‌های یک بار مصرف حاوی محیط کشت برای جداسازی کشت هر گروه در مدت زمان معین در معرض هوای منطقه مورد ارزیابی، قرار گرفت و (۲۴).

نمونه‌برداری تک مرحله‌ای و روی ۱۲ پلیت حاوی محیط‌های کشت R2A (Reasoner's 2A agar) و TSA (Tryptic soy agar) انجام شد به طوری که، درب پلیت‌های حاوی محیط‌های کشت به مدت ۲۰ دقیقه برداشته شد و بعد از طی این مدت، درب پلیت‌ها بسته و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. (۲۵). محیط TSA در دمای ۳۷° C به مدت ۴۸ ساعت و محیط R2A در دمای ۲۵° C در شرایط مرطوب به مدت یک هفته گرماگذاری گردیدند (۲۶).

جدول ۱.استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا جهت تعیین ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا

پارامتر	استاندارد
فاصله از خیابان	> ۲۰m
فاصله از نزدیک‌ترین درخت	> ۲۰m
فاصله از منبع تولید آلودگی هوا	> ۲۰m
فاصله از موانع	دو برابر ارتفاع مانع
فاصله از سطح زمین	۳-۱۵m

کلنی‌های رشد یافته روی محیط‌های کشت به دقت شمارش و واکشت شدند و کلنی‌های خالص با استفاده از رنگ‌آمیزی گرم، رنگ‌آمیزی اسپور و آزمون‌های کاتالاز و اکسیداز، آزمون حرکت و آزمون رشد روی مانیتول سالت آگار (MSA) شناسایی نسبی شدند (جدول ۳).

جدول ۲. ویژگی‌های هواشناسی ایستگاه‌های مطالعه شده در زمان نمونه‌برداری از هوا

محل نمونه‌برداری	دما	رطوبت	سرعت باد	غلظت ریز گرد
باغ کشاورزی خرم‌آباد	۲۲° C	٪۲۴	۳۰km/h	۱۵۳ µg/m3
بام خرم‌آباد	۱۸° C	٪۲۲	۴۱ km/h	۱۵۳ µg/m3
مرکز شهر کوهدشت	۱۵° C	٪۳۰	۵ km/h	۲۲۰ µg/m3
شهرداری کوهدشت	۱۹° C	٪۱۲	۱۸km/h	۲۲۰ µg/m3
جهاد کشاورزی پلدختر	۳۰° C	٪۱۰	۸km/h	۲۵۰ µg/m3
سراب حمام پلدختر	۲۸° C	٪۱۷	۱۴ km/h	۲۵۰µg/m3

جدول ۳. آزمون‌های استفاده شده برای تعیین هویت نسبی جدایه‌های رشد یافته روی محیط TSA و R2A

محل نمونه‌برداری	مورفولوژی	رنگ‌آمیزی گرم	رنگ‌آمیزی اسپور	اکسیداز	کاتالاز	آزمون حرکت	آزمون MSA
	باسیل	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	-
خرم‌آباد	کوکسی	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	مثبت / منفی
	دیفتروئید	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	-
	باسیل	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	-
کوهدشت	کوکسی	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	مثبت/ منفی
	کوکوباسیل	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	مثبت/ منفی
	رشته‌ای	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	-
	باسیل	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	-
	کوکسی	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	مثبت/ منفی
پلدختر	کوکوباسیل	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	مثبت/ منفی
	دیفتروئید	مثبت	-	مثبت	مثبت	-	-
	رشته‌ای	مثبت	-		مثبت	-	-

آنالیز آماری

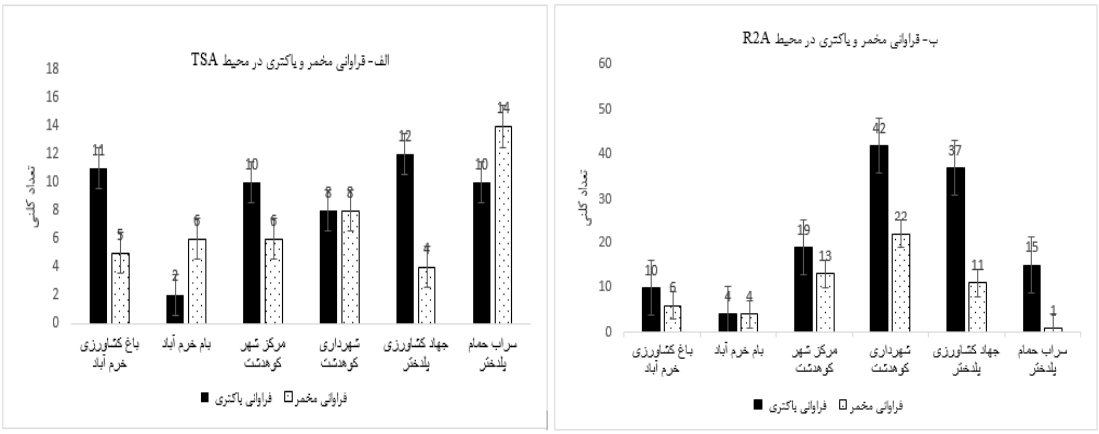
برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ و آزمون استقلال مجذور کای استفاده گردید. همچنین، ارتباط بین پارامترهای هواشناسی و فراوانی کلنی‌های میکروبی در مراکز نمونه‌برداری با آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن تحلیل شد. در تمامی موارد، سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

فراوانی کلنی‌های میکروبی

در این مطالعه برای بررسی فراوانی میکروارگانیسم‌های قابل کشت، از دو محیط TSA و R2A استفاده گردید و در مجموع ۹۶ کلنی روی محیط TSA رشد کرد که ایستگاه سراب حمام پلدختر با ۲۵٪ بیشترین و منطقه بام خرم‌آباد با ۸/۳۳٪ کمترین فراوانی میکروبی را نشان داد. در تمامی ایستگاه‌های دیگر، فراوانی میکروبی برابر ۱۶/۶۶ ٪ بود. لازم به ذکر است که ۵۵/۲٪ کلنی‌های فوق مربوط به جدایه‌های باکتریایی و ۴۴/۸٪ آن‌ها جدایه‌های مخمری بودند. در بررسی پلیت‌های محیط R2A، در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری، ۱۸۴کلنی رشد کرد که ایستگاه شهرداری کوهدشت با ۳۴/۸٪ بیشترین فراوانی را نشان داد و در منطقه بام خرم‌آباد با ۴/۳٪ کمترین فراوانی میکروبی مشاهده شد. فراوانی کلنی‌های به دست آمده در

دو ایستگاه مرکز جهاد کشاورزی و سراب حمام شهرستان پلدختر، به ترتیب عدد ۲۶/۱٪ و ۸/۷٪ و دیگر ایستگاه‌های شهرستان‌های کوهدشت (شهرداری) و خرم‌آباد (باغ کشاورزی) به ترتیب ۱۷/۴٪ و ۸/۷٪ بود. جدایه‌های فوق ۶۹٪ باکتری و ۳۱٪ مخمر بودند (نمودار ۱).



نمودار۱ . فراوانی مخمرها و باکتری‌های جدا شده روی محیط TSA (الف) و R2A (ب) در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از هوا

تعیین هویت نسبی جدایه‌ها

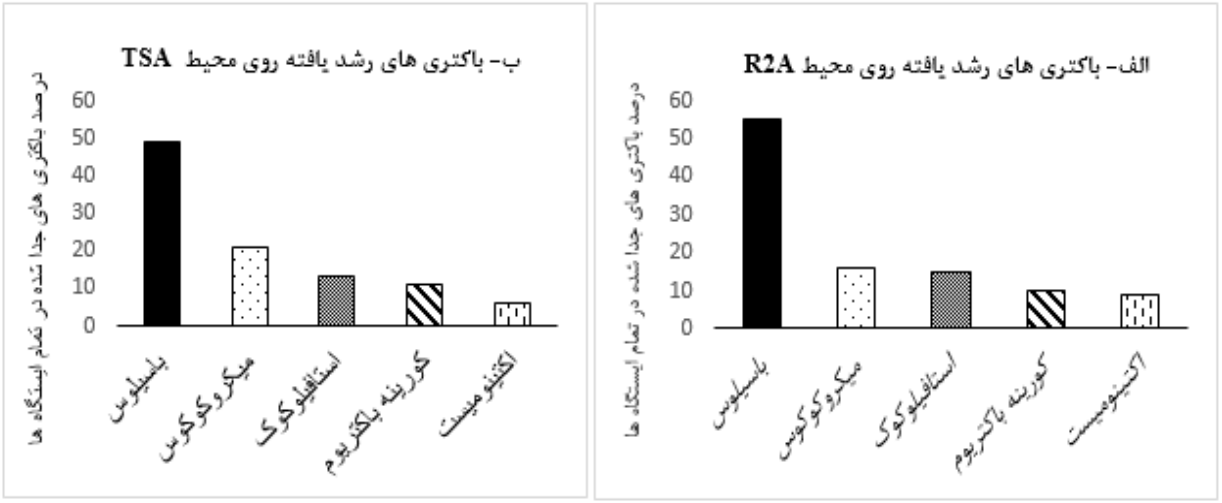
در رنگ‌آمیزی، تمام جدایه‌های باکتریایی گرم مثبت دیده شدند. در این مطالعه هیچ باکتری گرم منفی جدا نشد. مورفولوژی باکتری‌ها به صورت باسیل، کوکسی، کوکوباسیل، دیفتروئید و باکتری‌های رشته‌ای مشاهده گردید. آزمون کاتالاز و اکسیداز تمامی کلنی‌های باکتریایی مثبت بود. با استفاده از آزمون‌های تشخیصی کلیدی، جدایه‌ها در سطح جنس *باسیلوس*، *میکروکوکوس*، *استافیلوکوکوس*، *کورینه‌باکتریوم* و *اکتینومیست*‌ها تعیین هویت نسبی شدند.

توزیع فراوانی جدایه‌های باکتریایی

در محیط R2A بیشترین فراوانی باکتری‌های به دست آمده به ترتیب از شهرستان کوهدشت، پلدختر و خرم‌آباد بود و در محیط TSA بیشترین فراوانی به دست آمده به ترتیب در شهرستان پلدختر، کوهدشت و خرم‌آباد مشاهده شد. تعداد کل باکتری‌های جدا شده روی محیط TSA در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه ۵۳ جنس بود که شامل ۴۹٪ *باسیلوس*، ۲۱٪ *میکروکوکوس*، ۱۳٪ *استافیلوکوکوس*، ۱۱٪ *کورینه باکتریوم* و ۳٪ *اکتینومیست* بودند. بر روی محیط R2A در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۲۷ کلنی باکتریایی جدا شد که ۵۵٪ *باسیلوس*، ۱۶٪ *کورینه‌باکتریوم*، ۱۲٪ *استافیلوکوکوس*، ۱۰٪ میکروکوکوس و ۷٪ *اکتینومیست* بودند. در هر دو محیط TSA و R2A فراوان‌ترین باکتری *باسیلوس* و کمترین آن *اکتینومیست* بود (نمودار۲). در منطقه باغ کشاورزی شهرستان خرم‌آباد، باکتری‌های جدا شده از محیط TSA شامل سه جنس *باسیلوس*، *استافیلوکوکوس* و *کورینه‌باکتریوم* بود و از روی محیط R2A *باسیلوس*، *استافیلوکوکوس*، *کورینه‌باکتریوم* و *میکروکوکوس* جدا شد. در منطقه بام خرم‌آباد، باکتری‌های جدا شده از هر دو محیط TSA و محیط R2A شامل تنها جنس *باسیلوس* بود. در منطقه مرکز شهرکوهدشت، باکتری‌های جدا شده از محیط TSA شامل سه جنس *باسیلوس*، *استافیلوکوکوس*، *میکروکوکوس* بودند و از محیط R2A *باسیلوس*، *استافیلوکوکوس*، *کورینه‌باکتریوم*، *میکروکوکوس* و *اکتینومیست* جدا شد. در منطقه شهرداری شهرستان کوهدشت، باکتری‌های جدا شده از محیط TSA، *باسیلوس* و *میکروکوکوس* گزارش شد و از محیط R2A *باسیلوس*، *استافیلوکوکوس*، *کورینه‌باکتریوم*، *میکروکوکوس* و *اکتینومیست* جدا شدند. در منطقه مرکز جهاد کشاورزی

شهرستان پلدختر، باکتری‌های جدا شده از هر دو محیط TSA و R2A شامل *باسیلوس*، *استافیلوکوس*، *کورینه‌باکتریوم*، *میکروکوکوس* و *اکتینومیست* بودند. در منطقه سراب حمام شهرستان پلدختر، باکتری‌های جدا - شده از هر دو محیط TSA و R2A شامل *باسیلوس*، *استافیلوکوس*، *کورینه‌باکتریوم*، *میکروکوکوس* و *اکتینومیست* بود.

همچنان که در جدول ۴ مشخص شده است، بین نوع باکتری های جدا شده از هر دو محیط کشت و محل نمونه برداری ارتباط آماری معناداری بدست نیامد (P=۰/۷۲۸).



نمودار۲. فراوانی جنس‌های باکتریایی رشد یافته روی محیط کشت R2A (الف) و TSA (ب) در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از هوا

جدول۴. توزیع فراوانی نوع باکتری‌های جدا شده از هر دو محیط کشت R2A و TSA به تفکیک محل نمونه‌برداری‌ها

جنس / محل نمونه‌گیری	باسیلوس تعداد (٪)	استافیلوکوک تعداد (٪)	کورینه‌باکتریوم تعداد (٪)	اکتینومیست تعداد (٪)	میکروکوکوس تعداد (٪)	جمع تعداد (٪)	P- مقدار
باغ کشاورزی خرم-آباد	۱۲(۵۷/۱)	۴(۱۹)	۳(۱۴/۳)	۲(۹/۵)	۰(۰)	۲۱(۱۰۰)	۰/۷۲۸
بام خرم‌آباد	۶(۱۰۰)	۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۶(۱۰۰)	
مرکز شهر کوهدشت	۱۳(۴۴/۸)	۶(۲۰/۷)	۳(۱۰/۳)	۲(۶/۹)	۵(۱۷/۲)	۲۹(۱۰۰)	
شهرداری کوهدشت	۳۰(۶۰)	۴(۸)	۷(۱۴)	۳(۶)	۶(۱۲)	۵۰(۱۰۰)	
جهادکشاورزی پلدختر	۲۴(۴۹)	۶(۱۲/۲)	۸(۱۶/۳)	۴(۸/۲)	۷(۱۴/۳)	۴۹(۱۰۰)	
سراب حمام پلدختر	۱۱(۴۴)	۲(۸)	۵(۲۰)	۳(۱۲)	۴(۱۶)	۲۵(۱۰۰)	

P=۰/۷۲۸ , X^2= ۱۵/۸۲

بار میکروبی و پارامترهای هواشناسی

در بررسی ارتباط دما و میزان فراوانی جدایه‌های میکروبی در هر شهرستان، شهر پلدختر با بیشترین میانگین دما در زمان نمونه‌برداری (۲۹° C)، بیشترین فراوانی میکروبی را روی محیط TSA نشان داد و شهرهای کوهدشت و خرم‌آباد در رتبه بعد قرار داشتند. اما بیشترین فراوانی میکروبی به دست آمده در محیط R2A در شهر کوهدشت با کمترین میانگین دما (۱۷° C) به

دست آمد. شهر خرم‌آباد با بیشترین میانگین درصد رطوبت (۲۳)، کمترین فراوانی را در هر دو محیط R2A و TSA نشان داد و شهر پلدختر با کمترین میانگین درصد رطوبت (۱۳)، بیشترین فراوانی را روی محیط TSA داشت. در نتایج مربوط به بررسی میانگین پارامترهای میزان ریزگرد، شهرهای پلدختر و کوهدشت با بیشترین میزان ریزگرد، بیشترین بار میکروبی و شهر خرم‌آباد با کمترین میزان ریزگرد، کمترین بار میکروبی را نشان داد. در بررسی نتایج مربوط به سرعت باد و ارتباط آن با فراوانی کلنی‌ها نشان داده شد که شهر خرم‌آباد با بیشترین میانگین سرعت باد (۳۵ km/h)، کمترین فراوانی باکتریایی را در هر دو محیط R2A و TSA داشت و شهر کوهدشت و پلدختر با میانگین سرعت باد مشابه (۱۱ km/h)، فراوانی تقریباً مشابهی را نشان دادند (جدول ۳). نتایج آنالیز آماری بر اساس آزمون همبستگی اسپیرمن جهت بررسی ارتباط بین پارامترهای هواشناسی و تعداد کلنی‌های هر دو محیط R2A و TSA نشان داد که ارتباط خطی معکوس معناداری بین سرعت باد و تعداد کلنی‌های میکروبی دیده می‌شود (P= ۰/۰۴۸ , r = -۰/۵۶۹) و با کاهش سرعت باد، تعداد کلنی باکتری‌ها افزایش یافت و بالعکس. همچنین ارتباط خطی مستقیم معناداری بین میزان ریزگردهای هوا و تعداد کلنی‌ها دیده شد. با افزایش میزان ریزگرد، تعداد کلنی‌ها افزایش یافت و بالعکس (P= ۰/۰۲۶ , r = ۰/۶۳۷). هیچ ارتباط خطی معناداری بین دما (P= ۰/۲۵۶ , r = ۰/۳۵۶)، رطوبت (P= ۰/۳۷ , r = -۰/۲۸۵) با تعداد کلنی باکتری‌ها در مطالعه حاضر دیده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در چند دهه گذشته، مطالعات معدودی در مورد تعیین تنوع و فراوانی میکروارگانیسم‌های هوا انجام شده است. نوبیاسو در سال ۲۰۱۶ در بررسی‌های خود نشان داد که تعداد و تنوع این میکروارگانیسم‌ها در زمان ریزگرد افزایش می‌یابد (۲۷). نتایج ما نیز نشان داد که در شهرستان‌های پلدختر و کوهدشت با بیشترین میزان ریزگرد، به ترتیب میزان ریز گرد ۳/۵ و۳ برابر حد مجاز، فراوانی و تنوع باکتریایی رابطه‌ی مستقیمی با وقوع ریزگرد دارد. پراسین و همکاران تأیید کردند که هوا در حقیقت محیط همگنی است که میکروارگانیسم‌ها را در نقاط مختلف شهرها توزیع می‌کنند. به عبارتی، محیط‌های شهری، به عنوان یک بیوم میکروبی، مستعد ورود اجزایی ناشی از رخدادهایی مانند طوفان‌های ریزگرد هستند (۲۸). هوانگ و همکاران در پژوهش‌های خود اثبات نمودند که میکروارگانیسم‌ها توسط پدیده‌های مختلف از جمله ریزگرد به آسیا منتقل شده‌اند (۲۹). محققین ساختار جوامع باکتریایی موجود در هوای نزدیک به سطح زمین و تروپوسفر را مطالعه کردند و گزارش نمودند که این تغییرات متأثر از رویدادهای ریزگرد در آسیا هستند. همچنین محققین، تنوع زیستی مرتبط با ذرات گرد و غبار را در مکان‌هایی دور از منبع تولید ریزگرد مطالعه کردند و گزارش کردند که بیشترین سلول‌های زیستی موجود در هوا از نوع پروکاریوت‌ها هستند (۳۱،۳۰و ۳۲). در این پژوهش، دو محیط R2A و TSA برای کشت میکروارگانیسم‌ها استفاده شد. محیط کشت R2A، از رشد حداکثر کلنی‌های میکروبی هوا حمایت می‌کند. در مطالعه‌ای نیز ژانگ و همکاران محیط R2A را برای جداسازی میکروارگانیسم‌های الیگوتروف از زیستگاه‌های محیطی مناسب دانستند (۳۳). نتایج نشان داد که تعداد باکتری‌های به دست آمده در محیط R2A نسبت به محیط TSA در تمام ایستگاه‌ها بیشتر بوده است (نمودار۱). محیط R2A یک محیط مناسب برای باکتری-های تحت تنش و نیز دیر رشد است. رشد باکتری‌های هوا نیز که در محیط پر تنش قرار دارند در محیط R2A بیشتر حمایت شده است و تعداد بیشتری سلول میکروبی در این محیط رشد کرده است. محققین با مقایسه محیط-

های حاوی مواد مغذی کم مانند R2A در مقابل محیط-های حاوی مواد مغذی زیاد توانستند باکتری‌های قابل کشت الیگوتروف بیشتری را از زیستگاه‌های مختلف آب، هوا و خاک جدا و شناسایی کنند که با مطالعه حاضر هم-خوانی دارد. در اکثر مطالعات مبتنی بر روش‌های کشت ریزگرد، درجه حرارت متوسط برای رشد در محیط R2A دمای C ۲۳° یا دمای اتاق در نظر گرفته شده است؛ زیرا دمای گرماگذاری به طور چشمگیری می‌تواند نتایج کشت را تحت تأثیر قرار دهد (۳۴). به طور کلی، تقلید از درجه حرارت مشابه محل نمونه‌برداری می‌تواند شرایط رشد میکروارگانیسم‌های بیشتری را فراهم کند که در مطالعه حاضر نیز در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج به دست آمده، باکتری‌های غالب، در تمام ایستگاه‌ها در محیط R2A *باسیلوس‌ها* و *کورینه باکتریوم‌ها* بودند؛ حال آنکه در محیط TSA *باسیلوس‌ها* و *میکروکوکوس*ها غالب بودند. از آنجایی که همه میکروارگانیسم‌های موجود در ریزگرد در معرض تنش پرتو فرابنفش نور خورشید، کمبود مواد مغذی و تنش خشکی هستند که این عوامل برای میکروارگانیسم‌ها، فاکتور محدود کننده رشد محسوب می‌گردد و با توجه به اینکه باکتری‌های *باسیلوس* و *میکروکوکوس* به ترتیب تولید اسپور و رنگدانه می‌کنند، این دو ویژگی آن‌ها را در برابر تنش‌ها مقاوم‌تر می‌کنند (۳۵). در بررسی‌های دیگر نیز نشان داده شد که گونه‌های مختلف *میکروکوکوس* در محیط‌های شهری (۳۶) و میکروارگانیسم‌های مولد اسپور مانند گونه‌های *باسیلوس* در محیط‌های پرتنش، باکتری‌های غالب می‌باشند (۳۸،۳۷). براتی و همکاران با بررسی میکروارگانیسم-های هوای قشم، جنس *باسیلوس*، *کورینه باکتریوم* و *استافیلوکوکوس* را جنس‌های باکتریایی غالب در هوای این جزیره معرفی کردند (۳۹) که شباهت آن‌ها با جنس‌های جدا و شناسایی شده در مطالعه حاضر، تأییدی بر دامنه جغرافیایی و انتشار گسترده این موجودات در هواست (نمودار۲). طی مطالعات انجام شده در شهر سنندج پژوهشگران دریافتند که در هنگام وقوع پدیده ریزگرد، تعداد میکروارگانیسم‌های هوابرد افزایش می-یابد و در شرایط عادی و ریزگرد گونه *باسیلوس* به عنوان گونه غالب باکتریایی معرفی شد (۴۰). همچنین نجفی و همکاران با مطالعه ریزگرد دریافتند که *باسیلوس* و پس از آن *میکروکوکوس* و *استافیلوکوکوس* جنس باکتریایی غالب بودند (۴۱). متکوویک و همکاران *استافیلوکوکوس*، *استرپتوکوکوس* و *باسیلوس*ها را فراوان-ترین باکتری‌ها در هوای کرواسی گزارش کرده‌اند (۴۲). یاسین و همکاران در بررسی هوای کویت نشان دادند که جنس باکتریایی *باسیلوس‌ها*، *میکروکوکوس‌ها* و دیفتروئیدها غالب بودند و فراوانی *باسیل‌ها* در ایام ریزگرد بیشتر بوده است (۴۳). در مطالعه هوای لرستان حضور *اکینومیست*ها با فراوانی کمتر مشاهده شد که ارتباط معنی‌دار با شرایط آب و هوایی به ویژه درجه حرارت دارد. افزایش درجه حرارت و کاهش رطوبت باعث افزایش خشکی و در نتیجه پراکندگی بیشتر باکتری و تشکیل آئروسل می‌شود. در مطالعات بسیاری حضور باکتری‌های گرم مثبت و مولد اسپور مانند گونه‌های *باسیلوس* در آئروسل‌ها نشان داده شده است که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد (۳۵،۴۵،۴۴و ۴۶). بالیان و همکاران گزارش کردند نحوه بهره‌برداری از زمین و فعالیت‌های انسانی عامل مهمی در تنوع میکروبی هوای شهرها و روستاهاست (۴۷). عوامل محیطی مختلف از جمله دما، رطوبت و سرعت باد نقش مؤثری در ترکیب و بقای میکروارگانیسم‌های موجود در هوا دارند و بر ترکیب آئروسل زیستی و زنده مانی و عملکرد میکروبی تأثیر می‌گذارند (۴۸). در این تحقیق شهر پلدختر با بیشترین میانگین دما بیشترین فراوانی باکتریایی را روی محیط TSAداشت. امروزه در منطقه غرب کشور همزمان با افزایش دما، تغییرات قابل ملاحظه اقلیمی رخ داده است و

خشک شدن باتلاق‌ها و فرسایش زمین، به ویژه در کشورهای همسایه موجب افزایش میزان ریزگرد در این استان شده است. بیشترین فراوانی به دست آمده در محیط R2A در شهر کوهدشت با کمترین میانگین دما به دست آمد که دلالت بر رابطه غیر مستقیم دما و رشد کلنی باکتریایی در این منطقه است. به عبارتی، گرماگذاری میکروارگانیسم‌ها در محیط R2A در دمای محیط، امکان رشد بهتر باکتری‌های دچار تنش و دیر رشد را فراهم کرده است. در مطالعات قبلی نشان داده شده است که به طورکلی دمای بالای C ۲۴° مدت زنده مانی باکتری‌های گرم مثبت را کاهش می‌دهد (۴۹). شهر پلدختر با کمترین میزان رطوبت، بیشترین فراوانی را در محیط TSA داشت. کاهش رطوبت نقش مهمی در ایجاد و تشدید تولید ریزگرد دارد. به طورکلی افزایش دما و کاهش رطوبت از شاخص‌های خشکسالی و فرسایش خاک است. فوزی و همکاران گزارش کردند رطوبت می‌تواند، میکروارگانیسم‌های هوا را از خشکی محافظت کند (۵۰). شهر خرم‌آباد با بیشترین میزان رطوبت، کمترین فراوانی میکروبی را در هر دو محیط R2A و TSA نشان داد. اگرچه رطوبت به عنوان یک پوشش محافظ برای باکتری‌ها در برابر پرتو فرابنفش و نیز مونوکسیدکربن عمل می‌کند، ولی موجب تجمع توده باکتریایی و سنگین شدن توده تشکیل شده و رسوب آن‌ها می‌شود (۵۱). به نظر می‌رسد درون حضور ریزگرد، باکتری‌ها به دلیل حفاظت و بقای بهتر در ذرات خارجی دوام بیشتری می‌یابند (۵۲). نتایج بررسی حاضر نشان داد شهرهای پلدختر و کوهدشت با بیشترین میزان ریزگرد، بیشترین فراوانی باکتریایی را دارد و شهر خرم‌آباد با کمترین میزان ریزگرد، کمترین فراوانی باکتریایی را نشان می‌دهد. از دلایل افزایش میزان ریزگرد در دو شهر پلدختر و کوهدشت همجواری آن‌ها با استان-های مرزی خوزستان و کرمانشاه است که بیشترین طوفان‌های ریزگرد ورودی به کشور از این استان‌ها و از طریق کشورهای همسایه مشاهده می‌شود. البته کانون‌های تولید ریزگرد در مناطق جنوبی کشور را نباید نادیده گرفت. از آنجایی که استان لرستان، کوهستانی و دارای پوشش جنگلی مناسب است و از لحاظ میانگین بارش سالانه سومین استان کشور است، اکثر ریزگردهای محلی این ناحیه دارای منشأ خارجی است. با وجود این، تغییر کاربری اراضی، تخریب زمین و خشک شدن تالاب‌های پلدختر به ویژه تالاب گوری بلمک به عنوان بزرگ‌ترین تالاب شهرستان، قطعاً در افزایش ریزگردها مؤثر بوده است. در بررسی تأثیر سرعت باد، شهر خرم‌آباد با بیشترین میانگین سرعت باد، کمترین فراوانی باکتریایی را در هر دو محیط R2A و TSA نشان داد. نتیجه تأثیر سرعت باد در دو شهر کوهدشت و پلدختر، مشاهده فراوانی تقریباً مشابه در این دو شهر بود که دلالت بر این موضوع دارد که افزایش سرعت باد موجب جابجایی سلول‌ها و رقیق‌سازی هوا می‌شود و به تبع آن بر کاهش غلظت آئروسل‌های زیستی تأثیر می‌گذارد (۵۳). سرعت بالای باد منجر به انتقال طولانی‌تر سلول‌های میکروبی به مناطق دوردست می‌شود (۵۴). همچنین ارتفاعات زاگرس در نواحی غرب کشور همانند سدی جلوی ورود و عبور ریزگردهای وارده به این نواحی را تا حدی می‌گیرد و در نتیجه برای جابجایی این ذرات به زمان بیشتری نیاز است (۵۵). پژوهشگران نشان دادند که ترکیب جامعه میکروبی هوا در شهرها سریع‌تر از روستاها تغییر می‌یابند (۴۴،۸). با استفاده از روش‌های کلاسیک مبتنی برکشت، نشان داده شده است که تغییرات آب و هوایی می‌توانند ترکیب جمعیت میکروبی را تغییر دهند (۵۸،۵۷،۵۶ و۵۹). نتیجه پژوهش حاضر نشان داد در شهرهای پلدختر و کوهدشت که سطح زیر کشت زمین‌های کشاورزی بیشتر است تنوع و فراوانی جدایه‌های باکتریایی نسبت به شهر خرم‌آباد بیشتر بوده است. با توجه به نزدیک بودن مناطق غربی ایران به منابع تولید ریزگرد در غرب آسیا، این نواحی برای بروز مکرر

ریزگرد در طول سال مستعد می‌باشند در این پژوهش رابطه مستقیم و معنی‌داری بین میزان ریزگرد و فراوانی باکتریایی مشاهده شد. همچنین بین فاکتور محیطی سرعت باد با فراوانی باکتری‌های موجود در هوا، رابطه‌ی غیرمستقیم معنی‌داری مشاهده شد. با توجه به حضور انواع باکتری‌های بیماری‌زا در هوا که می‌توانند اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان داشته باشند. این پژوهش برای اولین بار در سطح استان و در سه شهر با موقعیت جغرافیایی متفاوت انجام شد و تنوع و فراوانی باکتری‌های هوا را در حضور ریزگرد مورد بررسی قرار داد. علاوه بر این، تأثیر پارامترهای هواشناسی بر بار میکروبی هوا، نیز بررسی شد. تعداد دفعات نمونه‌برداری، تعداد سایت نمونه-برداری و استفاده از روش‌های مبتنی بر کشت از جمله محدودیت‌های مربوط به این مطالعه بود. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده نمونه‌برداری به دفعات بیشتر و در بازه زمانی طولانی‌تر انجام شود و ارتباط گونه‌های باکتریایی شناسایی شده با شیوع عفونت‌های رایج در منطقه مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت بررسی میکروبیوم هوا در بازه‌های زمانی مختلف، می‌تواند جهت مدیریت و برنامه‌ریزی، در حوزه شیوع و کنترل بیماری‌های عفونی منطقه و پیشگویی‌های لازم در زمینه محیط زیست و تغییرات اقلیم در منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه الزهرا در حمایت از انجام این پروژه کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

References

1. Geravandi S, Yari AR, Jafari M, Goudarzi G, Vosoughi M, Dastoorpoor M, et al. Effects of dust phenomenon and impacts with emphasis on dust problems and present solutions in Khuzestan (Iran). Archives of Hygiene Sciences. 2018; 10;7(2):134-8.In Persian.
2. Ruiz-Gil T, Acuna JJ, Fujiyoshi S, Tanaka D, Noda J, Maruyama F, et al. Airborne bacterial communities of outdoor environments and their associated influencing factors. Environment International. 2020; 1;145:106156.
3. Xie W, Li Y, Bai W, Hou J, Ma T, Zeng X, et al. The source and transport of bioaerosols in the air: A review. Frontiers of Environmental Science & Engineering. 2021;15:1-9.
4. Burrows SM, Elbert W, Lawrence MG, Poschl U. Bacteria in the global atmosphere–Part 1: Review and synthesis of literature data for different ecosystems. Atmospheric chemistry and physics. 2009; 10;9(23):9263-80.
5. Tignat-Perrier R, Dommergue A, Thollot A, Keuschnig C, Magand O, Vogel TM, Larose C. Global airborne microbial communities controlled by surrounding landscapes and wind conditions. Scientific Reports. 2019; 8;9(1):14441.
6. Bowers RM, Lauber CL, Wiedinmyer C, Hamady M, Hallar AG, Fall R, et al. Characterization of airborne microbial communities at a high-elevation site and their potential to act as atmospheric ice nuclei. Applied and environmental microbiology. 2009; 1;75(15):5121-30.
7. Brodie EL, DeSantis TZ, Parker JP, Zubietta IX, Piceno YM, Andersen GL. Urban aerosols harbor diverse and dynamic bacterial populations. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007; 2;104(1):299-304.
8. Fierer N, Liu Z, Rodríguez-Hernández M, Knight R, Henn M, Hernandez MT. Short-term temporal variability in airborne bacterial and fungal populations. Applied and environmental microbiology. 2008; 1;74(1):200-7.
9. Kellogg CA, Griffin DW. Aerobiology and the global transport of desert dust. Trends in ecology & evolution. 2006; 1;21(11):638-44.
10. Mu F, Li Y, Lu R, Qi Y, Xie W, Bai W. Source identification of airborne bacteria in the mountainous area and the urban areas. Atmospheric Research. 2020; 1;231:104676.
11. Deguillaume L, Leriche M, Amato P, Ariya PA, Delort AM, Poschl U, Chaumerliac N, Bauer H, Flossmann AI, Morris CE. Microbiology and atmospheric processes: chemical interactions of primary biological aerosols. Biogeosciences. 2008; 30;5(4):1073-84.
12. Hashizume M, Kim Y, Ng CF, Chung Y, Madaniyazi L, Bell ML, Guo YL, et al. Health effects of Asian dust: a systematic review and meta-analysis. Environmental health perspectives. 2020; 26;128(6):066001.

13. Shinn EA, Griffin DW, Seba DB. Atmospheric transport of mold spores in clouds of desert dust. Archives of Environmental & Occupational Health. 2003; 1;58(8):498.
14. Šantl-Temkiv T, Sikoparija B, Maki T, Carotenuto F, Amato P, Yao M, et al. Bioaerosol field measurements: Challenges and perspectives in outdoor studies. Aerosol Science and Technology. 2020; 3;54(5):520-46.
15. Ariya PA, Amyot M. New directions: the role of bioaerosols in atmospheric chemistry and physics. Atmospheric Environment. 2004;8(38):1231-2.
16. Soleimani Z, Teymouri P, Boloorani AD, Mesdaghinia A, Middleton N, Griffin DW. An overview of bioaerosol load and health impacts associated with dust storms: A focus on the Middle East. Atmospheric Environment. 2020 Feb 15;223:117187. In Persian.
17. Gat D, Mazar Y, Cytryn E, Rudich Y. Origin-dependent variations in the atmospheric microbiome community in Eastern Mediterranean dust storms. Environmental science & technology. 2017; 20;51(12):6709-18.
18. Womack AM, Bohannan BJ, Green JL. Biodiversity and biogeography of the atmosphere. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2010; 27;365(1558):3645-53.
19. Nazari S, Kermani M, Fazlzadeh M, Matboo SA, Yari AR. The origins and sources of dust particles, their effects on environment and health, and control strategies: A review. Journal of Air pollution and Health. 2016; 29;1(2):137-52. In Persian.
20. Gonzalez-Toril E, Osuna S, Viúdez-Moreiras D, Navarro-Cid I, Toro SD, Sor S, Bardera R, Puente-Sánchez F, de Diego-Castilla G, Aguilera Á. Impacts of Saharan dust intrusions on bacterial communities of the low troposphere. Scientific Reports. 2020; 22;10(1):6837.
21. Shahsavani A, Yarahmadi M, Jafarzade Haghighifard N, Naimabadie A, Mahmoudian MH, Saki H, et al. Dust storms: Environmental and health impacts. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2011; 10;2(4):45-56.In Persian
22. Goudarzi G, Hashemi Shahraki A, Alavi N, Ahmadi Angali K, Dehghani M. Study of environmental parameters effect on particulate matters and bacterial concentration in Ahvaz city during different seasons. New Cellular and Molecular Biotechnology Journal. 2013; 10;3(11):83-90.In Persian.
23. Leili M, Naddafi K, Nabizadeh R, Yunesian M, Mesdaghinia A. The study of TSP and PM 10 concentration and their heavy metal content in central area of Tehran, Iran. Air Quality, Atmosphere & Health. 2008;1:159-66.
24. Lehrnbecher TA, Frank C, Engels K, Kriener S, Groll AH, Schwabe D. Trends in the postmortem epidemiology of invasive fungal infections at a university hospital. Journal of Infection. 2010; 1;61(3):259-65.

25. Dziurzynski M, Ciuchcinski K, Dyda M, Szych A, Drabik P, Laudy A, Dziewit L. Assessment of bacterial contamination of air at the museum of King John III's palace at wilanow (Warsaw, Poland): Selection of an optimal growth medium for analyzing airborne bacteria diversity. Applied Sciences. 2020; 13;10(20):7128.
26. Godish DR, Godish TJ. Relationship between sampling duration and concentration of culturable airborne mould and bacteria on selected culture media. Journal of applied microbiology. 2007; 1;102(6):1479-84.
27. Yamaguchi N, Baba T, Ichijo T, Himezawa Y, Enoki K, Saraya M, Li PF, Nasu M. Abundance and community structure of bacteria on Asian dust particles collected in Beijing, China, during the Asian dust season. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 2016; 1;39(1):68-77.
28. Prussin AJ, Garcia EB, Marr LC. Total virus and bacteria concentrations in indoor and outdoor air. Environmental science & technology letters. 2015;2(4):84.
29. Huang J, Yu H, Dai A, Wei Y, Kang L. Drylands face potential threat under 2 C global warming target. Nature Climate Change. 2017;7(6):417-22.
30. Maki T, Puspitasari F, Hara K, Yamada M, Kobayashi F, Hasegawa H, et al. Variations in the structure of airborne bacterial communities in a downwind area during an Asian dust (Kosa) event. Science of the total environment. 2014; 1;488:75-84.
31. Santl-Temkiv T, Amato P, Casamayor EO, Lee PK, Pointing SB. Microbial ecology of the atmosphere. FEMS Microbiology Reviews. 2022;46(4):fuac009.
32. Ben-Dov E, Katra I, Arotsker L, Krasnov H, Zaritsky A, Kushmaro A. Richness and diversity in dust stormborne biomes at the Southeast Mediterranean.
33. Ghattargi VC, Garg M, Raina S, Silva JD, Pawar SP, Rahi P, Shouche YS. Assessment of airborne microbial community in Indian cities during the Middle East dust storm. Current Science. 2019; 25;117(10):1693-700.
34. Nichols CM, Bowman JP, Guezennec J. Effects of incubation temperature on growth and production of exopolysaccharides by an Antarctic sea ice bacterium grown in batch culture. Applied and environmental microbiology. 2005;71(7):3519-23.
35. Santl-Temkiv T, Gosewinkel U, Starnawski P, Lever M, Finster K. Aeolian dispersal of bacteria in southwest Greenland: their sources, abundance, diversity and physiological states. FEMS microbiology ecology. 2018 Apr;94(4):fiy031.
36. Barberán A, Ladau J, Leff JW, Pollard KS, Menninger HL, Dunn RR, Fierer N. Continental-scale distributions of dust-associated bacteria and fungi. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2015; 5;112(18):5756-61.
37. Fang Z, Ouyang Z, Zheng H, Wang X, Hu L. Culturable airborne bacteria in outdoor

environments in Beijing, China. Microbial Ecology. 2007;54:487-96.
38. Gat D, Mazar Y, Cytryn E, Rudich Y. Origin-dependent variations in the atmospheric microbiome community in Eastern Mediterranean dust storms. Environmental science & technology. 2017; 20;51(12):6709-18.
39. Nosratabadi M, Kachuei R, Afshari MA, Jafari H, Shokouhamiri MR, Emamgholi A. Diversity and distribution pattern of airborne fungi in Greater Tunb, Abu-musa, and Sirri islands, Persian gulf, Iran. Polish Journal of Natural Sciences. 2019;34(4):493-503. In Persian.
40. Kazembeigi F, Khoshniat R, Hamidi S, Nooshak M, Sharifi F. Survey of relationship between PM10 and plate count heterotrophic microorganisms in the air and dust particles in Sanandaj 2012-2013. 2014. Journal of Ilam University of Medical Sciences.2014; 22(3): 90-100. (In Persian).
41. Najafi MS, Khoshakhllagh F, Zamanzadeh SM, Shirazi MH, Samadi M, Hajikhani S. Characteristics of TSP loads during the Middle East springtime dust storm (MESDS) in Western Iran. Arabian Journal of Geosciences. 2014;7:5367-81.In Persian.
42. Matkovic K, Vučemilo M, Vinkovic B, Seol B, Pavicic Z, Matkovic S. Qualitative structure of airborne bacteria and fungi in dairy barn and nearby environment. Czech J. Anim. Sci. 2007;52(8):249-54.
43. Yassin MF, Almouqatea S. Assessment of airborne bacteria and fungi in an indoor and outdoor environment. International journal of environmental science & technology. 2010;7:535-44.
44. Bowers RM, McLetchie S, Knight R, Fierer N. Spatial variability in airborne bacterial communities across land-use types and their relationship to the bacterial communities of potential source environments. The ISME journal. 2011;5(4):601-12.
45. Griffin DW, Kellogg CA, Garrison VH, Lisle JT, Borden TC, Shinn EA. Atmospheric microbiology in the northern Caribbean during African dust events. Aerobiologia. 2003;19(3-4):143-57.
46. Merrill L, Dunbar J, Richardson J, Kuske CR. Composition of Bacillus species in aerosols from 11 US cities. Journal of forensic sciences. 2006;51(3):559-65.
47. Balyan P, Ghosh C, Das S, Banerjee BD. Spatial variation of biogenic aerosols at different land use configurations in urban Delhi. Int. J. Appl. Environ. Sci. 2017;12(5):731-44.
48. Smets W, Moretti S, Denys S, Lebeer S. Airborne bacteria in the atmosphere: Presence, purpose, and potential. Atmospheric Environment. 2016; 1;139:214-21.
49. Soleimani Z, Goudarzi G, Sorooshian A, Marzouni MB, Maleki H. Impact of Middle Eastern dust storms on indoor and outdoor composition of bioaerosol. Atmospheric environment. 2016;1;138:135-43.. In Persian.
50. Fuzzi S, Mandrioli P, Perfetto A. Fog droplets—an atmospheric source of

secondary biological aerosol particles. Atmospheric environment. 1997; 1;31(2):287-90.
51. Tang JW. The effect of environmental parameters on the survival of airborne infectious agents. Journal of the Royal Society Interface. 2009; 6;6 ;737-46.
52. Kallawicha K, Lung SC, Chuang YC, Wu CD, Chen TH, Tsai YJ, et al. Spatiotemporal distributions and land-use regression models of ambient bacteria and endotoxins in the greater Taipei area. Aerosol and Air Quality Research. 2015;15(4):1448-59.
53. Lee JY, Park EH, Lee S, Ko G, Honda Y, Hashizume M, et al. Airborne bacterial communities in three east asian cities of China, South Korea, and Japan. Scientific reports. 2017; 17;7(1):1-8.
54. Asan A, Okten SS, Sen B. Airborne and soilborne microfungi in the vicinity Hamitabat Thermic Power Plant in Kirklareli City (Turkey), their seasonal distributions and relations with climatological factors. Environmental monitoring and assessment. 2010;164:221-31.
55. Arami SA, Ownegh M, Mohammadian Behbahani A, Akbari M, Zarasvandi A. The analysis of dust hazard studies in southwest region of Iran in 22 years (1996-2017). 2018;5:1:39-66. In Persian.
56. Huang Z, Huang J, Hayasaka T, Wang S, Zhou T, Jin H. Short-cut transport path for Asian dust directly to the Arctic: a case study. Environmental Research Letters. 2015;16;10(11):114018.
57. Mouli P, Mohan S, Reddy S. Assessment of microbial(bacteria) Concentrations of ambient air at semi-arid urban region: Influence of meteorological factors. Applied ecology and environmental research. 2005;3(2):139-49.
58. Sugimoto N, Huang Z. Lidar methods for observing mineral dust. Journal of Meteorological Research. 2014; 28(2):173-84.
59. Zhou J, Ning D. Stochastic community assembly: does it matter in microbial ecology? Microbiology and Molecular Biology Reviews. 2017;81(4):e00002-17.

Investigation of frequency and identification of air bacteria during dust storms in Lorestan province

Baharvand R[1], Mohammadi P[2]*, Asgarani E[3], Goudarzi Ghr[4]

1.PhD Student, Department of Microbiology, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran
2.Associate Professor, Department of Microbiology, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran, Research Center for Applied Microbiology and Microbial Biotechnology, Alzahra University, Tehran, Iran, p.mohammadi@alzahra.ac.ir
3.Associate Professor, Department of Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran
4.Associate Professor, Razi Herbal Medicine Research Center, Lorestan University of Medical Sciences, Khoramabad, Iran

Received: *2022/11/17* Accepted: *2023/3/2*

Abstract

Background: Fine dust includes dust and particles suspended in the air, which reduce visibility and have different origins. The present study aimed to investigate the abundance of air bacteria during micro dust storms in Lorestan province using classical methods.

Materials and Methods: In this study, sampling was performed in three cities of Lorestan province. Air bacteria were isolated by classical methods, and data analysis was carried out using the Chi-square test. The relationship between the abundance of bacteria and meteorological parameters was investigated and analyzed by Spearman's correlation coefficient test.

Results: The results of the present study demonstrated that 96 colonies grew on the TSA medium. Moreover, %55.2 of these colonies were bacteria, and %44.8 were yeast. Poldakhtar and Khorramabad stations showed the highest (%25) and lowest (%8.33) frequencies. On the R2A medium, 184 colonies grew. In addition, %69 of these colonies were bacteria, and %31 were yeast. Kohdasht and Khorramabad stations had the highest (%34.8) and lowest (%4.3) frequencies. In TSA and R2A environments, the most and least frequently observed isolates were Bacillus and Actinomycetes, and the highest microbial frequency was related to Kohdasht and Poldakhter. According to Spearman's correlation test, there was a direct relationship between the amount of fine dust and the abundance of bacteria (P=0.637, r=0.026), and a significance inverse linear relationship was observed between wind speed and the number of colonies (P=0.048, r = -0.569).

Conclusion: Bacterial abundance was higher in the R2A medium. The dominant bacteria in the TSA environment were Bacillus and Micrococcus, and in the R2A environment, Bacillus and Corynebacterium. The results pointed out that the amount of fine dust and wind speed have an effect on the abundance and diversity of air bacteria.

Keywords: Fine dust, Lorestan, Meteorological parameters, Microbial contamination.

Citation: Baharvand R, Mohammadi P, Asgarani E, Goudarzi Ghr. Investigation of frequency and identification of air bacteria during dust storms in Lorestan province. Yafte. 2023; 24(4):42-57.