

Investigation of Bacterial and Fungal Contamination in Domestic Refrigerators

Nafiseh Sarabi

MSc student, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Maryam Sarkhosh

* Assistant, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. (Corresponding):
Email: sarkhoshm@mums.ac.ir

Aliasghar Najafpoor

Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Hossen Alidadi

Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Sima Baridkazemi

Student Research Committee, PhD Student of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Received:2022/05/05

Accepted:2022/07/11

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Purpose: Consumers often think that food is safe when stored in refrigerators at 4°C. However, food can still spoil and cause foodborne illness, which is one of the most important health challenges. The present study was conducted with the aim of investigating bacterial and fungal contamination in domestic refrigerators.

Materials and Methods: In this study, 30 domestic refrigerators were examined. First, microbial plates including blood agar and Saburo were placed on the refrigerator shelves for one hour. Then the bacterial cultures were incubated for 48 hours at 36°C and the fungal cultures were incubated for 5 days at 28°C and the colonies were counted. Finally, in order to check the level of contamination of the refrigerator surfaces, treated samples were prepared from the surface of the refrigerator shelves using moist sterile swabs.

Results: Based on the results, 100% bacterial contamination and 58% fungal contamination were observed in the air of household refrigerators, and the amount of bacterial and fungal contamination on the surface of domestic refrigerators was 4.7-8.9 and 3.6-7.2 (log CFU/cm²) respectively

Conclusion: As seen in this study, bacteria enter food through unwashed hands, raw foods, leaking packaging, unwashed shelves, refrigerator surfaces, and long-term storage of food in the refrigerator. Therefore, if refrigerators are not maintained properly, they become a place for the growth of microorganisms and directly and indirectly contaminate the refrigerator and food and make people sick.

Keywords: Microbial Contamination, Food-Borne Illness, Domestic Refrigerator

► **Citation:** Sarabi N, Sarkhosh M, Najafpoor A, Alidadi H, Baridkazemi S. Investigation of Bacterial and Fungal Contamination in Domestic Refrigerators. *Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2022; 8(3): 259-266.

بررسی آلودگی باکتریایی و قارچی در یخچال‌های خانگی

چکیده

زمینه و هدف: بیشتر مصرف‌کنندگان بر این باورند که مواد غذایی در یخچال‌های با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ایمن هستند، اما در این شرایط باز هم ممکن است غذا فاسد و منجر به عفونت شده و بیماری‌های ناشی از غذا را که یکی از مهم‌ترین چالش‌های بهداشتی هستند، ایجاد کنند. مطالعه حاضر با هدف بررسی آلودگی‌های باکتریایی و قارچی در یخچال‌های خانگی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۳۰ یخچال خانگی مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا پلیت‌های میکروبی شامل بلاد آگار و سابورو به مدت ۱ ساعت در قفسه‌های یخچال قرار داده شد. سپس محیط کشت‌های باکتریایی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد و محیط کشت‌های قارچی به مدت ۵ روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد انکوبه و کلنی‌ها شمارش شدند. در نهایت به منظور بررسی میزان آلودگی سطوح یخچال، با استفاده از سواپ استریل مرطوب، نمونه‌های تیمار شده از سطح قفسه‌های یخچال تهیه شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به دست آمده، ۱۰۰٪ آلودگی باکتریایی و ۵۸٪ آلودگی قارچی در هوای یخچال‌های خانگی مشاهده شد و میزان آلودگی باکتریایی و قارچی در سطح یخچال‌های خانگی به ترتیب $\log CFU/cm^2$ ۲۷-۴/۹ و ۷/۲-۳/۶ بود.

نتیجه‌گیری: باکتری‌ها از طریق دست‌های شسته نشده، غذاهای خام، بسته‌بندی دارای نشت، قفسه‌های شسته نشده، سطوح یخچال و نگهداری طولانی مدت مواد غذایی در یخچال وارد غذا می‌شوند. بنابراین اگر یخچال‌ها به درستی نگهداری نشوند، به محلی برای رشد میکروارگانیسم‌ها تبدیل می‌شوند و به طور مستقیم و غیرمستقیم یخچال و مواد غذایی را آلوده و افراد را دچار بیماری می‌کنند.

کلید واژه‌ها: آلودگی میکروبی، بیماری‌های ناشی از غذا، یخچال خانگی

نمونه سرایی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

مریم سرخوش

* استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.
(نویسنده مسئول):

sarkhoshm@mums.ac.ir.

علی اصغر نجف‌پور

استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

حسین علی‌دادی

استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

سیما بریدکاظمی

کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشجوی دکتر، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

نوع مقاله: پژوهشی

مقدمه

سرد کردن با استفاده از یخچال، یک روش معمول نگهداری مواد غذایی در محیط خانگی می‌باشد. با این وجود شرایط بهداشتی و دمای حاکم در یخچال‌های خانگی اغلب نامناسب است (۱). بیشتر مصرف‌کنندگان بر این باورند که مواد غذایی در یخچال‌های با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ایمن هستند، اما در این شرایط باز هم ممکن است غذا فاسد و منجر به عفونت شود (۲)، زیرا میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا می‌توانند از دست انسان و سطوح در تماس با غذا، به غذاها و بالعکس گسترش یابند (۳).

تحقیقات نشان می‌دهند که یخچال‌های خانگی ۳ برابر بیشتر از یخچال‌های تجاری در ایجاد بیماری‌های ناشی از مواد غذایی (FBI) نقش دارند و شاید تا ۵۰٪ از بیماری‌های ناشی از مواد غذایی خانگی را بتوان به نگهداری نامناسب غذا و مدیریت یخچال نسبت داد (۴). بیماری‌های منتقله از طریق مواد غذایی شامل تعدادی از بیماری‌ها از مسائل خفیف گوارشی گرفته تا بیماری‌های تهدید کننده زندگی مانند بوتولیسم، سندرم همولیتیک-اورمیک، سندرم گیلن باره و غیره می‌باشد (۵).

سازمان جهانی بهداشت (WHO) ^۲ بار بیماری‌های منتقله از طریق غذا را تخمین زده است؛ به‌طوری‌که سالانه بیش از ۴۲۰۰۰۰ میلیون نفر بیمار می‌شوند و ۲۳۰۰۰۰ نفر در اثر بیماری‌های اسهالی ناشی از مصرف غذا و یا آب آلوده جان خود را از دست می‌دهند (۶)، اگرچه اکثر موارد در کشورهای در حال توسعه رخ می‌دهد، اما هنوز هم تعداد زیادی از مردم در کشورهای توسعه یافته، برخی بیماری‌های منتقله از طریق غذا را تجربه می‌کنند (۷)، (۸). در اتحادیه اروپا، بیش از ۴۳۰۰۰ مورد بیماری ناشی از غذا، با ۴۵۴۱ مورد بستری در بیمارستان و ۳۳ مورد مرگ تنها در سال ۲۰۱۷ گزارش شده است. از این میان، تقریباً ۳۴/۲٪ در خانه و ۳۰٪ موارد نیز در رستوران‌ها رخ داده است (۹). بنابراین، بیماری‌های منتقله از غذا توسط WHO، به‌عنوان یک چالش جهانی برای

سلامت عمومی در نظر گرفته می‌شوند (۴، ۱۰، ۱۱). همانطور که گفته شد، با توجه به اینکه یخچال‌های خانگی یکی از لوازم برقی ضروری هستند که نقش مهمی در جلوگیری از فساد مواد غذایی و تازه نگه داشتن آنها دارند، با این حال، از آنجایی که بسیاری از افراد به‌طور منظم یخچال را تمیز نمی‌کنند، سطح یخچال آلوده به قارچ و باکتری است که همگی به مواد غذایی ذخیره شده منتقل می‌شوند (۱۲). بنابراین، یخچال‌های خانگی را عامل اصلی انتقال گسترده آلودگی مواد غذایی می‌دانند (۱۳). در واقع یخچال‌ها با انتقال آلودگی‌های غذایی به بدن افراد، بیماری‌ها را به‌وجود می‌آورند (۱۱). قسمت داخلی یخچال معمولاً محیطی نامناسب برای بسیاری از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا است، اما برخی از آنها از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها، کپک‌ها و مخمرها می‌توانند در آنجا رشد کنند یا زنده بمانند (۱۱، ۱۴-۱۶). برخی گونه‌های باکتریایی مشاهده شده در سطوح یخچال‌ها شامل باسیلوس، استافیلوکوک، کوکریا، سودوموناس، کلادوسپوریوم، آسپرژیلوس و پنی‌سیلیوم می‌باشند (۱۷). ادعا می‌شود که میزان آلودگی هوای داخل یخچال تا حد زیادی به تمیزی داخل یخچال، نوع بسته‌بندی و روش‌های نگهداری مربوط می‌شود (۲، ۱۵).

بنابراین با توجه به نقش آلودگی‌های میکروبی در سطوح یخچال‌های خانگی در رابطه با ایجاد FBI، مطالعه حاضر باهدف بررسی میزان آلودگی‌های باکتریایی و قارچی و نوع میکروارگانیسم‌های موجود در سطوح و هوای داخل یخچال‌های خانگی انجام شد.

روش کار

انتخاب یخچال

در مطالعه حاضر تعداد ۳۰ یخچال از نوع یخچال معمولی با عمر ۱-۳ سال انتخاب شدند. با توجه به اینکه هدف از این مطالعه، بررسی وضعیت یخچال‌ها در حین استفاده بود، لذا یخچال‌ها بدون دستکاری در وضعیت اولیه و به همان شکل که مورد استفاده روزانه بودند، بررسی شدند. همچنین نمونه‌برداری از یخچال کاملاً استریل

1. Foodborne Illness

2. World Health Organization

شده به عنوان نمونه شاهد نیز به صورت ۳ بار در روز در ۳ هفته متوالی انجام شد. در طول آزمایش، دمای تمام یخچال‌ها روی ۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد.

نمونه‌برداری میکروبی

هوای سردخانه

برای تجزیه و تحلیل آلودگی میکروبی هوای یخچال‌ها از روش رسوب‌گذاری طبیعی استفاده شد. برای کشت باکتری و قارچ در یخچال به ترتیب ۳ پلیت با محیط کشت بلاد آگار (نوعی محیط کشت برای تکثیر و جداسازی باکتری‌های بیماری‌زا) و ۳ پلیت نیز با محیط کشت سابورو (نوعی محیط کشت بلاد آگار حاوی پپتون و مناسب برای رشد انواع قارچ‌ها و باکتری‌های رشته‌ای) به مدت ۱ ساعت در قفسه‌های یخچال قرار داده شد. درب یخچال به مدت ۱ ساعت بسته بود. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه میکروبیولوژی منتقل شدند. نمونه‌های باکتریایی در دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و نمونه‌های قارچی نیز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز انکوبه شدند.

سطح تماس داخلی در اتاق سردخانه

برای نمونه‌برداری از سطوح، یک سواپ استریل در یک لوله حاوی محیط TSB^۱ (Tris CO، انگلستان) قرار داده شد تا محیط را مرطوب و آغشته کند. سپس سواپ روی سطوح قفسه‌های یخچال به مساحت ۱۰۰ سانتی‌متر مربع ($10\text{ cm}^2 \times 10\text{ cm}^2$) چرخانده شد و در داخل محیط TSB قرار گرفت. پس از بستن درب لوله، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و در آنجا به مدت ۱ ساعت در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد نگهداری و طی ۴ ساعت پردازش شدند. طبق استانداردهای کشت میکروبی، نمونه‌ها به محیط کشت‌های باکتریایی و قارچی منتقل شدند. در نهایت، کلنی‌ها شمارش و نوع باکتری‌ها و قارچ‌ها مشخص و نتایج آنالیز شد.

تعداد میکروارگانیزم‌های زنده

نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و آماده‌سازی، به محیط کشت مربوطه منتقل شدند. محیط کشت بلاد آگار برای شمارش تعداد

کل باکتری‌ها و باکتری‌های سایکروفیل به ترتیب به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و ۱۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. علاوه بر این، برای شمارش تعداد قارچ‌ها، محیط کشت سابورو به مدت ۵ روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. سپس، یک محیط کشت تخمیری double lactose (bile salt (Luqiao Co, Ltd, Beijing, China) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. تخمیر مایع روی صفحات اتوزین متیلن بلو آگار (EMB Agar, Luqiao Co, Ltd, پکن، چین) نیز برای تولید اسید و گاز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شد. سپس کلنی‌های کلیفرم بر روی اتوزین متیلن بلو آگار (سبز و براق یا با مراکز تیره یا بنفش) در محیط تخمیر لاکتوز تلقیح شدند و در نهایت کلنی‌ها شمارش و نوع باکتری‌ها و قارچ‌ها مشخص و نتایج آنالیز شد.

شناسایی گونه‌های میکروبی

شناسایی اولیه باکتری‌ها بر اساس خصوصیات مورفولوژیکی و محیط کشت انجام شد. علاوه بر این، شناسایی دقیق‌تر با بررسی بیوشیمیایی با استفاده از روش‌های استاندارد زیر انجام شد.

رنگ‌آمیزی گرم

پس از ۴۸ ساعت کشت، اسمیر نازکی بر روی یک لام تمیز تهیه شد که با عبور سریع از بالای شعله مشعل Bunsen پس از خشک شدن با هوا ثابت شد. سپس اسمیر تهیه شده به مدت ۱ دقیقه به محلول کریستال ویولت آغشته و سپس با محلول ید رنگ‌آمیزی شد. پس از ۶۰ ثانیه واکنش، اتانول ۹۵٪ به مدت ۳۰ ثانیه اضافه شد. اسمیر به مدت ۱ دقیقه با محلول سافرانین رنگ‌آمیزی شد و سپس با آب شسته و با کاغذ صافی خشک شد و در نهایت نمونه توسط میکروسکوپ بررسی شد. رنگ بنفش نشان‌دهنده باکتری‌های گرم مثبت و رنگ صورتی نشان‌دهنده باکتری‌های گرم منفی بود.

خصوصیات بیوشیمیایی گونه‌ها

خصوصیات بیوشیمیایی گونه‌ها از طریق آزمایش‌های زیر مورد بررسی قرار گرفت:

2. Eosin methylene blue Agar

1. Tryptic Soy Broth

این آزمایش برای تمایز سودوموناس از سایر باکتری‌های گرم منفی انجام شد. نواری از کاغذ صافی واتمن با محلول آبی ۱۰٪ از تترا متیل پی فنیلن دی آمین دی هیدروکلراید اشباع شد. از یک حلقه سیمی برای برداشتن کلنی استفاده شد که سپس روی کاغذ صافی مرطوب آغشته به یک معرف اکسیداز قرار داده شد. مشاهده رنگ‌های بنفش یا آبی تیره پس از ۵ دقیقه به‌عنوان یک واکنش مثبت در نظر گرفته شد.

تست تخمیر

این آزمایش نشان‌دهنده توانایی موجودات زنده در تخمیر قندها از جمله گلوکز، مانیتول، ساکارز و غیره است. برای این منظور، فنل برات قرمز تهیه شد و قندها با غلظت نهایی ۱٪ ترکیب شدند. سپس لوله‌های دورهام به‌صورت معکوس در هر لوله آزمایش قرار گرفتند تا تولید گاز قابل تشخیص باشد و لوله‌های آزمایش در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تلقیح شدند. محیط کنترل، محیط تلقیح نشده بود. مصرف قندها با ایجاد رنگ زرد روی محیط نشان داده شد و تولید گاز با تشکیل حباب در انتهای لوله‌های دور هم آشکار شد. ارگانایسم‌های مورد استفاده برای آزمایش تخمیر در محیطی متشکل از پپتون ۱۰٪، نمک طعام ۱/۰٪، بروموکروزول ۱٪ و شکر ۱٪ رشد کردند.

تست سیترات

محیط کشت سیترات برای افتراق باکتری‌های انتروباکتریاسه است. ۵ میلی‌لیتر از محیط کشت سیترات کوزر ۵٪ تهیه و در لوله‌های درپوش‌دار توزیع شد. سپس محلول به مدت ۳ روز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. رنگ آبی محیط نشان‌دهنده استفاده از سیترات و رنگ سبز، نشان‌دهنده واکنش منفی بود.

یافته‌ها

نتایج بررسی آلودگی میکروبی و قارچی هوای یخچال‌های خانگی، ۱۰۰٪ آلودگی باکتریایی و ۵۸٪ آلودگی قارچی را نشان داد (جدول ۱). تعداد باکتری‌ها و قارچ‌ها در هوای یخچال در جدول ۱ نشان داده شده است.

تست کاتالاز

این تست به‌منظور تشخیص باکتری گرم مثبت و تعیین نوع گونه آنها مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش، باکتری‌های تولید کننده آنزیم کاتالاز از باکتری‌هایی که آنزیم کاتالاز تولید نمی‌کنند، متمایز می‌شوند. کاتالاز به‌عنوان یک کاتالیزور در واکنش تبدیل پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن عمل می‌کند. ۲-۳ میلی‌لیتر محلول پراکسید هیدروژن ۳٪ به یک آزمایش لوله اضافه شد. سپس محیط کشت بلافاصله ۲۴ ساعته به محلول پراکسید هیدروژن در لوله اضافه شد. آزاد شدن فوری حباب، نشان‌دهنده کاتالاز مثبت و فقدان حباب، نشان‌دهنده کاتالاز منفی بود.

تست متیل رد

این تست برای تشخیص توانایی ارگانایسم در تولید و حفظ محصولات نهایی اسیدی حاصل از تخمیر گلوکز استفاده می‌شود. انتروباکتری‌ها در محیط کشت بافر پپتون واتر کشت داده شدند. این آزمایش با نشانگر متیل قرمز از طریق اسیدیته کافی که از تخمیر گلوکز به دست می‌آید، رنگ قرمز تولید می‌کند. این آزمایش با افزودن یک کلنی به ۵/۰ میلی‌لیتر محیط کشت برات گلوکز فسفات استریل انجام شد. پس از انکوباسیون این محلول در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، ۵ قطره از ماده کوآکس به محیط کشت اضافه شد و محلول به آرامی تکان داده شد. یک حلقه قرمز روی سطح کشت نشان‌دهنده واکنش مثبت و عدم تشکیل حلقه رنگی نشان‌دهنده منفی بودن واکنش بود.

تست کواگولاز

تست کواگولاز، سویه‌های استافیلوکوکوس اورئوس را از استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس و سایر گونه‌های کواگولاز منفی متمایز می‌کند. بخشی از یک میکروارگانایسم جدا شده با یک حلقه سیمی برداشته شد و در سرم فیزیولوژی استریل (نرمال سالین) روی یک لام تمیز غوطه‌ور شد تا یک سوسپانسیون غلیظ به دست آید. تشکیل توده‌های ماکروسکوپی در عرض ۱۰-۱۵ ثانیه نشان‌دهنده نتیجه مثبت و عدم وجود توده‌های ماکروسکوپی، نشان‌دهنده نتیجه منفی بود.

آزمایش اکسیداز

جدول ۱. نتایج نمونه برداری باکتریایی و قارچی

تقسیم بندی میکروبی	تعداد کلنی در حجم نمونه برداری (cfu/m ³)	شیوع (درصد)
باکتری	۱۵-۳۰	۱۰۰
قارچ	۰-۲۷	۵۸

بر اساس نتایج نمونه برداری از قفسه های یخچال های خانگی، میزان آلودگی باکتریایی و قارچی در سطح یخچال ها به ترتیب $\log \text{CFU/cm}^2$ ۸/۹-۴/۷ و $\log \text{CFU/cm}^2$ ۷/۲-۳/۶ بود. باکتری های شناسایی شده در یخچال ها شامل اشریشیا کلی، باسیلوس سوبتیلیس، انتروباکتر، کلبسیلا، شیگلا، و سالمونلا تیفی و قارچ های شناسایی شده شامل کاندیدا آلبیکنس، پنیسیلیوم و آسپرژیلوس فلاووس بودند. گونه های باکتریایی غالب موجود در یخچال ها استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سوبتیلیس، اشریشیا کلی و گونه های قارچی آسپرژیلوس و کاندیدا بودند.

بحث

علاوه بر غذاهایی که در خارج از خانه تهیه می شوند، غذاهای خانگی نیز ممکن است شیوع FBI را افزایش دهند، زیرا برخی مطالعات نشان می دهد که میزان شیوع FBI ناشی از غذاهای خانگی بیشتر از غذاهایی است که در خارج از خانه طبخ می شوند (۱۸، ۱۹). با این وجود، در حالی که دمای پایین یخچال از فاسد شدن بسیاری از غذاها جلوگیری می کند و رشد و فعالیت میکروارگانیسم ها را به حداقل می رساند، برخی از میکروارگانیسم ها می توانند در این دما رشد کرده و زنده بمانند (۱۹-۲۲).

در پژوهش حاضر ۳۰ یخچال خانگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که یخچال ها به گونه های باکتریایی مانند اشریشیا کلی، باسیلوس سوبتیلیس، انتروباکتر، کلبسیلا، شیگلا و سالمونلا تیفی و گونه های قارچی از جمله کاندیدا آلبیکنس، پنسیلیوم و آسپرژیلوس فلاووس آلوده شده اند.

در مطالعه داون و همکاران که در ترکیه انجام شد، ۳۰ یخچال

خانگی از نظر بار میکروبی و وضعیت بهداشتی سطوح یخچال مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که تعداد کل باکتری های سایکوتروف (TPBC) ^۱ در ۷۵٪ نمونه ها کمتر از CFU/cm^2 ۵ و همچنین تعداد کل باکتری های کلیفرم (TPBC) ^۲ برابر CFU/cm^2 ۲ بود (۲۳). نتایج این مطالعه از نظر حضور باکتری های کلیفرمی مشابه نتایج مطالعه حاضر بود.

نتایج مطالعه ساتلانی و همکاران بر روی آلودگی میکروبی سطوح ۲۹۳ یخچال خانگی که در ایتالیا انجام شد، نشان داد که تعداد میکروارگانیسم ها در سطح پایین یخچال به طور قابل توجهی بالاتر از سطوح جانبی است. همچنین گونه های پسودوموناس در ۷۷ نمونه (بیشتر از $\log \text{CFU/cm}^2$ ۱۰)، گونه های آئروموناس در ۲۶ نمونه (بیشتر از $\log \text{CFU/cm}^2$ ۱۰)، باسیلوس سرئوس در ۱۸ نمونه، استافیلوکوک کواگولاز مثبت در ۱۳ نمونه و گونه های سالمونلا در ۸ نمونه مشاهده شد، اما لیستریا مونوسیژنز و یرسینیا انتروکولیتیکا در هیچ یک از نمونه ها مشاهده نشد (۲۴). در این مطالعه مشابه مطالعه حاضر، گونه های سالمونلا و باسیلوس در سطوح یخچال های خانگی مشاهده شد.

در مطالعه جووانوئیک و همکاران در صربستان که بر روی وضعیت بهداشتی ۴۲ یخچال خانگی نشان داد، تعداد کل گونه های زنده (TVC) ^۳ (بیشتر از $\log \text{CFU/cm}^2$ ۸/۴)، بود که بیانگر وضعیت بهداشتی نامطلوب سطوح داخلی یخچال های خانگی بود (۲۵).

در مطالعه یه و همکاران که با هدف بررسی آلودگی میکروبی در سردخانه و سطوح یخچال های خانگی در چین انجام شد، ۱۶ یخچال خانگی مورد بررسی قرار گرفتند که انواع آلودگی های باکتریایی (CFU/Vessel ۱-۲۷) و قارچی (CFU/Vessel ۰-۲۲) در یخچال های خانگی مشاهده شد. همچنین تعداد کل باکتری ها، باکتری های سایکوتروف، قارچ ها و کلیفرم ها روی سطوح تماس به ترتیب ($\log \text{CFU/cm}^2$ ۱۰۰-۳/۱۸-۷/۸۲)،

1. Total Psychrotrophic Bacteria Count
2. Total Coliform Bacteria Count
3. Total Viable Counts

در یخچال نگهداری شوند. غذاهای خام مانند ماهی و مرغ سریعاً در یخچال نگهداری شوند، یخچال‌ها مرتب شسته و ضایعات مواد غذایی در کمترین زمان دور ریخته شوند. همچنین این یافته‌ها نیاز به بهبود شیوه‌های بهداشتی و افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان را نسبت به حفظ زنجیره سرد در حین نگهداری مواد غذایی در خانه نشان می‌دهد.

ملاحظات اخلاقی

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

تشکر و قدردانی

این مطالعه با کد ۹۸۰۴۳۶ و با حمایت دانشگاه علوم پزشکی مشهد انجام شد. بدین‌وسیله از همکاری این مرکز با پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

$100 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ (۸/۲ - ۱۳/۳۷)، $100 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ (۴/۶۰ - ۰/۳۵) و $100 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ (۷/۳ - ۴۶/۵۷) بود. نتایج این مطالعه از نظر حضور گونه‌های قارچی و کلیفرم‌ها مشابه نتایج مطالعه حاضر بود (۲).

نتیجه‌گیری

بیماری‌های منتقله از غذا توسط غذاهای آلوده ایجاد می‌شوند و ممکن است در هر مرحله از زنجیره تولید، تحویل و مصرف مواد غذایی رخ دهند. این بیماری‌ها می‌توانند ناشی از انواع مختلفی از آلودگی محیطی، از جمله آلودگی آب، خاک، یا هوا و پردازش و ذخیره‌سازی نایمن مواد غذایی باشند. در مطالعه حاضر یخچال‌های خانگی، آلودگی‌های باکتریایی و قارچی را نشان دادند که ممکن است به دلیل شسته نشدن دست‌ها، غذاهای خام، نشت از بسته‌بندی مواد غذایی، قفسه‌های شسته نشده، سطوح یخچال و نگهداری طولانی‌مدت مواد غذایی در یخچال باشد. بنابراین توصیه می‌شود فقط غذاهایی که قرار است به زودی مصرف شوند،

References

- Andritsos ND, Stasinou V, Tserolas D, Giaouris E. Temperature distribution and hygienic status of domestic refrigerators in Lemnos island, Greece. *Food Control*. 2021;127:108121.
- Ye K, Wang J, Han Y, Wang C, Qi C, Ge X. Investigation on microbial contamination in the cold storage room of domestic refrigerators. *Food Control*. 2019;99:64-7.
- Mkhungo MC, Oyedeji AB, Ijabadeniyi OA. Food safety knowledge and microbiological hygiene of households in selected areas of Kwa-Zulu Natal, South Africa. *Ital J Food Saf*. 2018;7(2).
- Dagno K, Lahlali R, Diourté M, Jijakli MH. Effect of temperature and water activity on spore germination and mycelial growth of three fungal biocontrol agents against water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *J Appl Microbiol*. 2011;110(2):521-8.
- Bari ML, Yeasmin S. Foodborne diseases and responsible agents. In: *Food Safety and Preservation*. Elsevier; 2018. p. 195-229.
- Kirk MD, Pires SM, Black RE, Caipo M, Crump JA, Devleeschauwer B, et al. World Health Organization estimates of the global and regional disease burden of 22 foodborne bacterial, protozoal, and viral diseases, 2010: a data synthesis. *PLoS Med*. 2015;12(12):e1001921.
- Authority EFS, Prevention EC for D, Control. The European Union one health 2018 zoonoses report. *EFSA Journal*. 2019;17(12):e05926.
- Painter JA, Hoekstra RM, Ayers T, Tauxe R v., Braden CR, Angulo FJ, et al. Attribution of foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths to food commodities by using outbreak data, United States, 1998-2008. *Emerg Infect Dis*. 2013;19(3):407-15.
- Smigic N, Jovanovic S, Djekic I, Nikolic S. FOOD SAFETY KNOWLEDGE among CADETS of MILITARY ACADEMY in REPUBLIC of SERBIA. *Acta Periodica Technologica*. 2021;(52):159-71.
- Barth M, Hankinson TR, Zhuang H, Breidt F. Microbiological spoilage of fruits and vegetables. In: *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*. Springer; 2009. p. 135-83.
- Abdalla MA, Suliman E, Alian YYH, Bakhiet AO. A study of the microbial content of the domestic refrigerators in Khartoum area (Khartoum North). *Sudan J of Vet Sci and Animal Husbandry*. 2008;47:15-23.
- Carrasco E, Morales-Rueda A, García-Gimeno RM. Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: a review. *Food Research International*. 2012;45(2):545-56.

13. sanlier N. The knowledge and practice of food safety by young and adult consumers. *Food Control*. 2009;20(6):538–42.
14. Kumar MR, Rishu BA, Osborne JW. Isolation of various bacterial pathogens from domestic refrigerators. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2012;5(3):151–3.
15. Itodo ES, Bassey Otu-Bassey I, Ewaoche IS, Okon F, Ibor UA. Microbial Contamination of House Hold Refrigerators in Calabar Metropolis-Nigeria NON ORTHODOX ALTERNATIVE TO ANTI VIRAL AGENT View project Microbial Contamination of House Hold Refrigerators in Calabar Metropolis-Nigeria. *American Journal of Epidemiology and Infectious Disease*. 2017;5(1):1–7.
16. Gavaravarapu SM. Food Safety in Domestic Refrigerators—A Mixed Methods Study to Identify Key Messages for Promoting Safe Storage Practices among Households. *Indian Journal of Nutrition and Dietetics*. 2016;53:1.
17. Yang S, Feng G, Yao Q, Wang Y, Yao Y, Zhu H. Investigation of microbial species in domestic refrigerator. *Biotechnology Bulletin*. 2013;(2):195.
18. Jackson V, Blair IS, McDowell DA, Kennedy J, Bolton DJ. The incidence of significant foodborne pathogens in domestic refrigerators. *Food Control*. 2007;18(4):346–51.
19. Nesbitt A, Majowicz S, Finley R, Marshall B, Pollari F, Sargeant J, et al. High-risk food consumption and food safety practices in a Canadian community. *J Food Prot*. 2009;72(12):2575–86.
20. Altunatmaz SS, Issa G, Aydin A. Detection of airborne psychrotrophic bacteria and fungi in food storage refrigerators. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2012;43:1436–43.
21. Irkin R. Determination of microbial contamination sources for use in quality management of cheese industry: “Dil” cheese as an example. *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. 2010;5(1):91–6.
22. King MD. Spoilage and preservation of food. *Food quality and standards*. Eolss Publishers Co. Ltd, UK, 41; 2009.
23. Düven G, Tiryaki Gündüz G, Kışla D. Determination of hygienic status of refrigerators surface. *Food and Health*. 2021;7(4):251–8.
24. Catellani P, Scapin RM, Alberghini L, Radu IL, Giaccone V. Levels of microbial contamination of domestic refrigerators in Italy. *Food Control*. 2014;42:257–62.
25. Jovanovic J, Djekic I, Smigic N, Tomic N, Rajkovic A. Temperature profile and hygiene in household refrigerators in Belgrade, Serbia and their relation to consumers food safety knowledge and characteristics of the refrigerators. *Food Control*. 2022;136.