Paramedical Sciences and Military Health

P-ISSN: 2423-7507 ISSN:2538-3086

Homepage: htt://jps.ajaums.ac.ir

Analysis of Laboratory Methods for the Diagnosis of Fungal Infections: A Review Study

Peyman Aslani [1], Nasrin Sargolzaie Avval [2], Zahra Tanha [3], Tarannom Dehbashi [3], Abozar Nasiri Jahrodi [4], Soroush Dabiri [2], Nasser Keikha [5]*

[1] Department of Medical Mycology, School of Medicine, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[2] Department of Medical Laboratory Sciences, School of Allied Medical Sciences, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran.

[3] Medical Laboratory Sciences Student, Student Research Committee, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran.

[4] Department of Laboratory Sciences, School of Allied Medical Sciences, North Khorasan University of Medical Sciences, North Khorasan, Iran.

[5] Infectious Diseases and Tropical Medicine Research Center, Research Institute of Cellular and Molecular Sciences in Infectious Diseases, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran.

ARTICLE INFO

Article Type:
Review Article

Article History:
Received: 2025/09/27
Received in revised form: 2025/10/09
Accepted: 2025/11/11
Published:2025/12/28

Corresponding Author:
Dr. Naser Keikha

Email:
nasserkeikha@yahoo.com

Abstract

Introduction: Fungal diseases are one of the important causes of mortality in immunocompromised individuals, cancer patients, and high-dose chemotherapy patients. Their diagnosis and differentiation from other microbial diseases and appropriate treatment depend on the correct diagnosis of these factors. Since the past, numerous diagnostic methods have been used in laboratories around the world. Laboratory methods for diagnosing various fungal infections were examined in this study.

Materials and Methods: In the present study, fungal infection diagnosis, molecular techniques, fungal culture, serological techniques, mass spectrometry keywords and their equivalents were searched in EMBASE, Scopus, OVID, WOS PubMed databases and Google Scholar search engine.

Results: Methods for diagnosing fungal diseases offer a significant improvement from traditional approaches to more specialized techniques. It also emphasizes the importance of integrating traditional methods with molecular techniques to increase the speed of diagnosis and accurate identification of fungal pathogens. These advances in sequencing technology and other molecular techniques expand the process of diagnosing and treating fungi.

Conclusion: Some of the existing diagnostic methods are time-consuming and some of them are laborious and they require specialized equipment and trained personnel. Moreover, modern methods are often expensive; however, they are more efficient than traditional methods due to rapid diagnosis. Therefore, nowadays, there is a need to develop rapid, easy-to-use diagnostic tests that can be used in resource-limited settings. Physicians can decide which diagnostic methods should be used for their patients based on personal experience and considering factors such as disease prevalence, cost-effectiveness, and patient conditions for rapid diagnosis and treatment.

Keywords: Fungus, mass spectrometry, sequencing, serology.

Cite this article: Aslani P, Sargolzaie avval N, Tanha Z, Dehbashi T, Nasiri Jahrodi A, Dabiri S et al . Analysis of Laboratory Methods for the Diagnosis of Fungal Infections: A Review Study. Paramedical Sciences and Military Health 2025; 20 (4) :68-80.

© Author(s) retain the copyright.

:https://doi.org/10.22034/JPSMH.20.4.68

Publisher: AJA University of Medical Sciences

علوم پیراپزشکی و بهداشت نظامی
شاپای چاپی: ۷۵۰۷-۲۴۲۳ شاپای الکترونیکی: ۳۰۸۶-۲۵۳۸
Homepage: htt://jps.ajaums.ac.ir

تحلیلی بر روش‌های آزمایشگاهی تشخیص عفونت‌های قارچی: یک مطالعه مروری

پیمان اصلانی[۱]، نسرین سرگلزایی اول[۲]، زهرا تنها[۳]، ترنم دهباشی[۳]، ابوذر نصیری جهرودی[۴]، سروش دبیری[۲]، ناصر کیخا[۵*]

[۱] گروه قارچ شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.
[۲] گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران.
[۳] دانشجوی کارشناسی علوم آزمایشگاهی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران.
[۴] گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، خراسان شمالی، ایران.
[۵] مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی و گرمسیری، پژوهشکده علوم سلولی، مولکولی در بیماری‌های عفونی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله
مقاله مروری

سابقه مقاله
دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵
ویرایش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۷
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۰
انتشار برخط: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

* نویسنده مسئول: **دکتر ناصر کیخا**
آدرس الکترونیکی:
nasserkeikha@yahoo.com

چکیده

مقدمه: بیماری‌های قارچی یکی از عوامل مهم مرگ و میر در افراد با نقص سیستم ایمنی، سرطانی ها و شیمی‌درمانی با دوز بالا می‌باشندکه تشخیص و تمایز آن‌ها از سایر بیماری‌های میکروبی و روش درمان مناسب وابسته به تشخیص صحیح این عوامل می‌باشد. روش‌های تشخیصی متعددی از گذشته تا به امروز در آزمایشگاه‌های سراسر دنیا به کار گرفته می‌شوند. در این مطالعه روش‌های نوین آزمایشگاهی در تشخیص انواع عفونت‌های قارچی مورد بررسی واقع شد.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر با استفاده از جست‌وجوی کلید واژه‌های تشخیص عفونت‌های قارچی، تکنیک‌های مولکولی، کشت قارچ ها، تکنیک‌های سرولوژی، طیف سنجی جرمی و معادل‌های آن‌ها در پایگاه‌های اطلاعاتی EMBASE, Scopus ,OVID ,WOS PubMed و موتور جستجوی Google Scholar مورد جستجو قرار گرفتند.

یافته ها: روش‌های تشخیص بیماری‌های قارچی یک پیشرفت چشمگیری از رویکردهای سنتی به تکنیک‌های تخصصی‌تر را پیشنهاد می‌نمایند. همچنین بر اهمیت ادغام روش‌های سنتی با تکنیک‌های مولکولی برای افزایش سرعت تشخیص و شناسایی دقیق عوامل بیماری‌زای قارچی تأکید دارد. این پیشرفت‌ها در فناوری توالی‌یابی و سایر تکنیک‌های مولکولی، پروسه تشخیص و درمان قارچ‌ها را گسترش می‌دهد.

نتیجه گیری: بعضی از روش‌های تشخیصی موجود زمان‌بر و بعضی پرزحمت و نیازمند تجهیزات تخصصی و پرسنل آموزش‌دیده هستند و روش‌های مدرن اغلب هزینه بر بوده اما به علت تشخیص سریع، کارآمدتر از روش‌های سنتی می‌باشند. بنابراین امروزه نیاز به توسعه آزمایش‌های تشخیصی سریع، آسان و قابل استفاده در محیط‌های با منابع محدود وجود دارد. پزشکان می‌توانند بر اساس تجربه فردی و در نظر گرفتن عواملی مثل میزان شیوع بیماری، مقرون به صرفه بودن و شرایط بیمار برای تشخیص و درمان سریع، تصمیم بگیرند که کدام یک از روش‌های تشخیصی را جهت بیماران خود استفاده نمایند.

کلیدواژه‌ها: قارچ، طیف سنجی جرمی، تعیین توالی، سرولوژی .

استناد: اصلانی پیمان، سرگلزایی اول نسرین، تنها زهرا، دهباشی ترنم، نصیری جهرودی ابوذر، دبیری سروش و همکاران.. تحلیلی بر روش‌های آزمایشگاهی تشخیص عفونت‌های قارچی: یک مطالعه مروری. علوم پیراپزشکی و بهداشت نظامی. ۱۴۰۴; ۲۰ (۴) : ۸۰-۶۸.

ناشر: دانشگاه علوم پزشکی ارتش.
© نویسندگان.
doi:https://doi.org/10.22034/JPSMH.20.4.68
CC BY NC

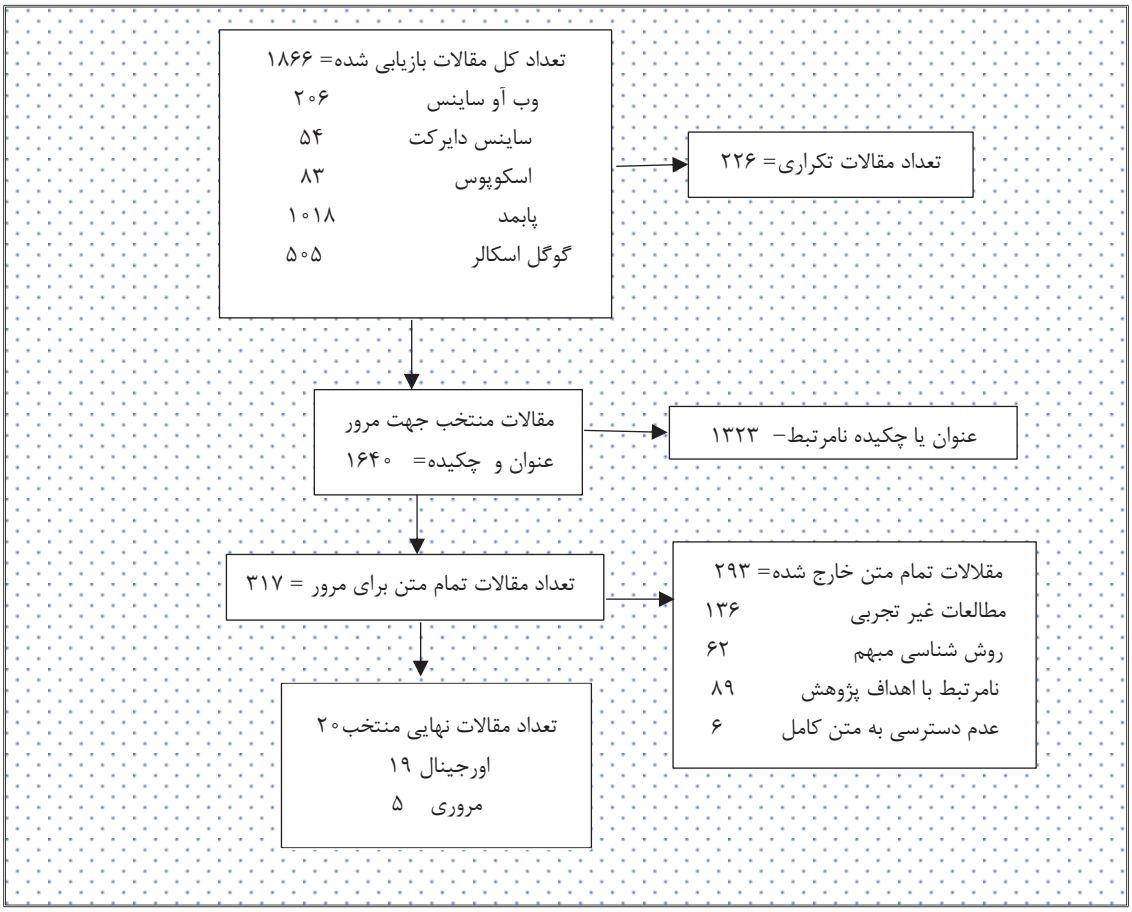
مقدمه

تشـخیص عفونت قارچی به دلیل تشـابه علائم بین عفونـت باکتریایی و قارچی، زمان بر بودن پروسـه تشخیص و دستیابی به روش‌های شناسایی خاص برای تعیین مناسـب‌ترین برنامه درمانـی که بتواند منجر به افزایش میزان بقا و کاهش هزینه‌های بیمارسـتان شود، از اهمیت بالایی برخوردار اسـت. امروزه مردم از پیشـرفت‌های پزشـکی بهره‌مند می‌شوند و این امر باعث افزایش میانگین امید به زندگی و همچنین بهبود درمان بیماری‌های مختلف شـده اسـت. با این حال حساسیت انسـان‌ها به دلیل استفاده از درمان‌های سـرکوب‌کننده سیسـتم ایمنی به عفونت‌هـای قارچی، رو به افزایش اسـت. این عفونت‌ها، چه ناشـی از قارچ‌هـای فرصت‌طلب و چه ناشـی از پاتوژن‌های اولیه باشند، به بیماری قارچی سطحی، بیماری‌های آلرژیک و قارچ‌هایی تهاجمی تقسـیم می‌شوند (۱). آزمایش‌های متنوعی برای تشـخیص قارچ ها در دسترس هستند و ترجیحاً در صورت مشکوک بـودن به عفونت قارچی تهاجمی، بیش از یک نوع آزمایش باید برای بیمار اعمال شود تا تشخیص مؤثرتر و قوی‌تری حاصل شود.روش‌های مولکولی بـا معرفـی روش‌هایی که امکان دسـتیابی بـه نتایج خاص‌تـر، کارآمدتر، سـریع‌تر و دقیق‌تر را فراهم می‌کنند، می‌توانند زمان لازم برای تشـخیص را بـه میزان قابل توجهی کاهش دهند. این بدان معناسـت که فرآیند کلی تشـخیص سریع‌تر است، که امکان ترسـیم کافی و به موقع برنامه درمانی را فراهـم می‌کند و میـزان بقا را افزایش می‌دهد. طبـق مطالعه‌ای که در ایالات متحده انجام شـده اسـت، این امر همچنین منجر به کاهش تعداد افراد بسـتری در بخش‌های مراقبت‌های ویژه می‌شـود که حدود ۳۰۰۰۰ دلار بـرای هر بیمـار صرفه جویی بـه ارمغـان بیـاورد(۲). درماتوفیت‌ها شـایع‌ترین پاتوژن‌های قارچی در سراسـر جهان هسـتند که مسئول اکثر عفونت‌های پوسـت و ناخن می‌باشـند. با توجه به میـزان بالای عفونت، درمان درماتوفیت‌ها در سطح جهانی سالانه ۵۰۰ میلیون دلار هزینه دارد. تشـخیص دقیق، کلید مدیریت بیمار و اجرای درمان‌های مناسـب است. تشـخیص بالینی بسیاری از اشـکال درماتوفیتوزیس از سایر بیماری‌های پوستی می‌تواند دشوار باشد، زیرا تظاهرات بالینی بین بیماری‌ها همپوشانی دارد. عـلاوه بر این، بخش قابل توجهی از موارد کچلی ها در کشـورهای در حـال توسـعه رخ می‌دهد، جایی کـه افراد جامعه قادر به دسترسـی به مراقبت‌های بهداشـتی نیسـتند. تشـخیص نادرسـت می‌توانـد منجر به عواقب خطرناکی شـود، به ویژه در بیمـاران دارای نقص ایمنی، منجر به درماتوفیتـوز منتشـر و درماتیت تهاجمـی شـود (۳). رویکردهای معمول مورد اسـتفاده برای تشـخیص آزمایشـگاهی کچلی ها، بررسـی مستقیم میکروسکوپی و کشت اسـت. با این وجود، شناسایی درماتوفیت‌ها مبتنی بر کشت نمونه بیماران بوده که روش زمان‌بری می‌باشد و کاربرد آن اغلب با رشـد سایر قارچ‌های سـاپروفیت که معمولاً در نمونه‌های پوست یا موی حیوانات وجود دارند، پیچیده می‌شود (۴). بیماری‌های قارچی تهاجمی در اثر تروما‌ی نافذ به پوست ایجاد می‌شوند، می‌توانند تظاهرات مورفولوژیکی متنوع و گاهی غیرمعمولی داشـته باشند که منجر به مشکلات تشخیصی و تأخیر در شـروع درمان می‌شوند. هیستوپاتولوژی می‌تواند ابزاری مفید نه تنها در تشـخیص، بلکه در تمایز قارچ‌های عمقی مختلف نیز باشـد(۵). شناسـایی قارچ‌های بیماری‌زا را می‌توان از طریق رویکردهای مختلفی، از کشت‌های قارچی سنتی گرفته تا روش‌های مبتنی بر PCR انجام داد (۶). رویکردهای سـنتی برای تشخیص شامل بررسـی میکروسکوپی مستقیم نمونه‌های بالینی، هیستوپاتولوژی، کشـت وسرولوژی است. فناوری‌های نوظهور شامل تشخیص مولکولی و تشخیص آنتی‌ژن در نمونه‌های بالینی هستند. فناوری‌های جدید و نوآورانه که از پلتفرم‌های مولکولی و ایمونواسی استفاده می‌کنند، پتانسیل برآورده کردن نیازهای هر دو محیط بالینی غنی از منابـع و محدود از نظر منابع را دارند (۷). با پیشـرفت‌های تکنولوژیکی اخیر، بهبود قابل توجهی در استفاده و تفسیر کشت‌های خون در تشخیص فانگمی حاصل شده است. طیف‌سنجی جرمی (MALDI-TOF MS) به عنوان یک روش جایگزین و امیدوارکننده برای شناسایی سریع گونه‌های کاندیدا و آزمایش حساسـیت ضد قارچی در شـرایط آزمایشـگاهی توصیه می‌شـود (۸). تشـخیص بیماری‌های قارچی مهاجم بر اساس یافته‌های بالینـی، رادیولوژیکـی و میکروبیولوژیکی مرسـوم، قابل اعتماد نیسـت و اغلـب به تأخیـر می‌افتد. روش‌های غیر مبتنی بر کشـت با حساسـیت و اختصاصیت بالاتر ممکن اسـت زمان تشـخیص را کاهـش داده و منجر به کاهش عوارض و مرگ و میر ناشـی از بیماری‌های قارچی مهاجم شوند (۹). تکنیک‌های مختلف غیرمبتنی بر کشت برای تشخیص کاندیدیازیس تهاجمی و پیشـرفت‌های اخیر شـامل تسـت‌های سـرولوژی، مولکولی، روش‌های مبتنی بر حسگر زیستی هستند. آزمایش‌های سرولوژی که آنتی ژن قارچ ها را شناسایی می‌نمایند به عنوان روش سریع‌تری برای تشخیص قارچ‌های عامل بیماری هسـتند و در فرآیند تشـخیص بسیارکمک کننده هستند (۷). مزیت انجام آزمایش‌های سرولوژی، نتایج سریع به‌دست‌آمده برخلاف روش‌های کشـت و ماهیت غیرتهاجمی نمونه (یعنی خون، ادرار، خلط و غیره) است که در عین حال به عنوان یک نشانگر پیش‌آگهی بالقوه عمل می‌کند.در بیماران مبتلا به عفونت‌های قارچی، آزمایش سرولوژیکی ممکن است حتی اگر کشت منفی باشد یا گونه قارچی غیرقابل کشت باشد

و یا گرفتن نمونه از بیمار به دلیل برخی بیماری‌های زمینه‌ای دشوار باشد، نتیجه مثبتی بدهد. برخی از این نشانگرهای بیولوژیکی (گالاکتومانان، ۱،۳-بتا دی گلوکان، آنتی‌ژن کپسول کریپتوکوک) است (۸). یکی از محدودیت‌های اصلی آزمایش‌های مبتنی بر آنتی‌بادی که در بیماران دارای نقص ایمنی یا سرکوب سیستم ایمنی دیده می‌شود عدم تولید سطوح کافی آنتی‌بادی می‌باشد که منجر به نتایج منفی کاذب می‌شود (۱۰). طیف‌سنجی جرمی یک ابزار تشخیصی سریع، قابل اعتماد و با توان عملیاتی بالا برای شناسایی میکروارگانیسم‌ها است. این فناوری در میکروبیولوژی بالینی منحصر به فرد است و به آزمایشگاه‌ها اجازه می‌دهد تا ایزوله‌های باکتریایی و قارچی را در عرض چند دقیقه به طور قطعی شناسایی کنند. زمان گردش کاری سریع و حداقل هزینه مواد مصرفی برای هر نمونه در مقایسه با روش‌های شناسایی مرسوم، منجر به استفاده فزاینده از MALDI-TOF MSدر آزمایشگاه‌های بالینی در سراسر جهان شده است (۱۰). روش‌های مولکولی برای شناسایی قارچ‌ها در نمونه‌های پوست با استفاده از PCR قابل اعتماد است و در مقایسه با کشت، نتایج بهبود یافته قابل توجهی ارائه می‌دهد و شناسایی عامل عفونی در صورت منفی بودن نتایج کشت را امکان‌پذیر نموده است، همچنین شناسایی عامل عفونی را می‌توان در عرض ۲۴ ساعت انجام داد. روش‌های PCR مرسوم مورد استفاده برای شناسایی مستقیم قارچ در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده، بسته به روش‌های استخراجDNA، و پرایمرهای هدفمند و نحوه تجزیه و تحلیل محصولات PCR متفاوت است. مزایای حاصل ازPCR برای نمونه‌های پوستی باید با اهمیت نسبی دستیابی به نتیجه در مدت زمان کوتاه، قیمت معرف‌ها، تجهیزات مولکولی و بویژه زمان صرف شده برای انجام تست آزمایشگاهی، مقرون به صرفه باشد (۱۱). از جمله رویکردهای ترکیبی PCR که در آینده در تشخیص قارچ‌ها مورد استفاده قرار خواهند گرفت، Sepsis Flow Chip و ePlex هستند، Sepsis Flow Chip از PCR چندگانه و هیبریداسیون نقطه‌ای معکوس برای تشخیص نه تنها پاتوژن، بلکه عوامل تعیین‌کننده مقاومت ژنتیکی آن‌ها در حدود ۴۰ پاتوژن باکتریایی و قارچی استفاده می‌کند ePlex.یک پلتفرم تشخیصی خودکار است که از تکنیک‌های میکروفلوئیدیک، PCR و تشخیص الکتروشیمیایی برای شناسایی پاتوژن‌ها در کشت‌های خون مثبت استفاده می‌نماید. استفاده از حسگرهای زیستی برای تشخیص قارچ ها، نوعی از دستگاه‌های تحلیلی هستند که فرآیند بیولوژیکی را به سیگنال‌های قابل اندازه‌گیری تبدیل نموده و بسته به نوع سیگنال تولید شده، حسگرهای زیستی را می‌توان به الکتروشیمیایی، نوری، پیزوالکتریک و دماسنجی طبقه‌بندی کرد. شرح مفصل هر یک از آن‌ها فراتر از محدوده این بررسی است. انتظار می‌رود استفاده از حسگرهای زیستی، انقلابی در آزمایش‌های مراقبتی و تشخیص سریع ایجاد کند (۷). تکنیک‌های اومیکس، مانند متابولومیکس، شامل اندازه‌گیری ترکیبات آلی فرار (VOCs) به عنوان نشانگرهای زیستی برای تشخیص عفونت‌های قارچی مهاجم هستند که آزمایش‌های تنفسی غیرتهاجمی را برای افزایش دقت و سرعت تشخیص در عفونت‌های ریوی امکان‌پذیر می‌کنند (۳۵، ۳۶). یک حسگر زیستی یک دستگاه زیست‌تحلیلی است که اطلاعات حاصل از واکنش‌های زیستی یا شیمیایی را به یک سیگنال قابل اندازه‌گیری متناسب با قدرت واکنش تبدیل می‌کند. این دستگاه دارای سه جزء بوده که شامل یک عنصر تشخیص زیستی، یک مبدل و یک پردازنده سیگنال می‌باشد. کیفیت یک حسگر زیستی به حساسیت، ویژگی، تکرارپذیری، قابلیت استفاده مجدد، حد تشخیص و زمان پاسخ آن بستگی دارد (۱۲).

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع مروری سیستماتیک بوده که با هدف تحلیل روش‌های نوین آزمایشگاهی در تشخیص عفونت‌های قارچی انجام شده است. جامعه مورد مطالعه شامل کلیه مستندات مرتبط با موضوع پژوهش ازجمله مقالات، نمایه شده در پایگاه‌های اطلاعاتی EMBASE, Scopus ,OVID ,WOS, PubMed و موتور جستجوی Google Scholar می‌باشد. نمونه پژوهش شامل کلیه مستندات استخراج شده از پایگاه‌های اطلاعاتی مندرج در جامعه بودند که در یک بازه زمانی ده ساله از سال ۲۰۱۵ تا سال ۲۰۲۵ در خصوص موضوع مد نظر منتشر شده اند. علاوه بر آن برای جمع آوری داده ها، از فرم جمع آوری داده استفاده شد. معیار ورود مقالات به مطالعه، مقالاتی بودند که در بازه زمانی سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ حداقل به یکی از اهداف مورد نظر پرداخته و مقالاتی که خارج از بازه زمانی قید شده منتشر شده باشد و یا متن کامل آن‌ها در دسترس نباشد از بررسی خارج شدند. مقالات توسط همه اعضای تیم پژوهشی مورد مطالعه قرار گرفته و به طور کامل ارزیابی شده و اطلاعات مفید در حیطه بررسی این مطالعه، در قسمت مرور نظام مند استخراج گردید. از Endnote X۷ برای مرتب نمودن مقالات، بررسی عناوین و چکیده ها و همچنین حذف موارد تکراری استفاده شد. مقالات و داده‌های به‌دست آمده به‌صورت دستی و با روش تحلیل محتوایی مورد تحلیل قرار گرفتند و مطالب مرتبط با روش‌های تشخیصی اعم از روش‌های مستقیم،



شکل ۱. فلوچارت روش جست و جو

میکروسکوپی ، مولکولی ، سرولوژی و کشت، معایب و مزایای آن‌ها استخراج گردید. در مرحله اول جستجو با استفاده از روش‌های مختلف ۱۸۶۶ مقاله از پایگاه‌های اطلاعاتی استخراج شد. با استفاده از نرم افزار مدیریت منابع اندنوت اطلاعات اولیه بازیابی، انتقال و پس از حذف ۲۲۶ مورد تکراری، تعداد ۱۶۴۰ مقاله از نظر عنوان و چکیده مورد واکاوی قرار گرفت. از این تعداد ۱۳۲۳ مورد به علت داشتن حداقل ارتباط موضوعی با اهداف این مطالعه، کنار گذاشته شدند. متن کامل ۳۱۷مقاله باقی مانده ارزیابی گردید و تعداد ۲۹۳ مورد بدلیل نامرتبط بودن نتایج حاصله با اهداف این پژوهش، موجود نبودن متن کامل و یا شفاف نبودن روش‌های پژوهش از مطالعه حذف و در نهایت ۲۴ مقاله جهت انجام بررسی‌های نهایی انتخاب شدند. پروسه‌ی گزینش مقالات جهت مرور در مرحله نظام‌مند در شکل ۱ نشان داده شده است. عنوان و چکیده ۲۴ مقاله اصلی توسط دو نفر از اعضای تیم پژوهشی مورد بررسی و تائید نهایی قرار گرفت. نتایج ارزیابی هر کدام از این مقالات به‌صورت جدا و بر اساس چک لیست‌های جی‌بی‌آی توسط یک نفر از گروه پژوهش و یک نفر غیر از گروه پژوهش مورد سنجش قرار گرفت. در نهایت نتیجه ارزیابی کیفیت مقالات انتخاب شده جهت ورود به این مرحله از مطالعه، مطلوب ارزیابی شد.(شکل ۱)

یافته‌ها

تعداد ۲۴ مقاله معیارهای ورود به مطالعه را دارا بودند. اطلاعات مربوط به فاکتورهای کلیدی موثر، نوع مطالعه، و عنوان مقالات مرتبط در جدول ۱ ارائه شده است. بیشترین نوع مقالات از نوع اورجینال بود.

جدول ۱- یافته‌های حاصل از مطالعات انجام شده در تشخیص عفونت‌های قارچی

ردیف	عنوان مطالعه	نوع مقاله	نویسندگان/ سال نشر	روش تشخیصی	نوع قارچ	یافته‌های کلیدی
۱	Fungal infections diagnosis Past, present and future (1).	Review	۲۰۲۲ Alexandre Mendonça/et al.	روش‌های مولکولی	تمامی قارچ‌ها	توسعه روش‌های مولکولی پیچیده‌تر و خودکارتر که نتایج سریع‌تری ارائه می‌دهند، نشان دهنده پیشرفت بزرگی در مدیریت بالینی عفونت‌های قارچی است
۲	Molecular diagnosis of dermatophyte isolates from canine and feline dermatophytosis in Northeast Iran (4).	Org	۲۰۲۱ Atena Lavari/et al.	۱-کشت روی محیط مایکوزیل آگار ۲- ITS-PCR	میکروسپوروم کنیس	ITS-PCR، همراه با آنالیز توالی، روشی مفید و قابل اعتماد برای شناسایی و تمایز گونه‌های مختلف بیماری‌زا است و می‌تواند در زمینه‌های بالینی و اپیدمیولوژیک، حتی برای تشخیص سریع گونه‌های درماتوفیتی که ارتباط نزدیکی با هم دارند، مورد استفاده قرار گیرد.
۲	White piedra, black piedra, tinea versicolor, and tinea nigra: contribution to the diagnosis of superficial mycosis (17).	Org	۲۰۱۷ John Verrinder Veasey /et al.	مشاهده مستقیم با پتاس ۱۰ درصد	سطحی	استاندارد طلایی برای تشخیص این عوامل قارچی از طریق آزمایش مستقیم است که زیر میکروسکوپ نوری مشاهده می‌شود و با جداسازی عامل در کشت قارچ، همراه با آنالیز ماکروسکوپی و میکروسکوپی میسلیوم همراه است. درماتوسکوپی با نور پلاریزه نیز انجام شده است.
۳	Deep Fungal Infections of Skin and Role of Histopathology in Diagnosis (5).	Org	۲۰۲۴ Subhra Dhar/et al.	جزئیات جمعیت‌شناختی، شرح حال، علائم و نشانه‌های ظاهری، تظاهرات مورفولوژیکی، ویژگی‌های هیستوپاتولوژیک	احشایی	یافته‌های بالینی عفونت‌های قارچی عمقی از نظر مورفولوژی مشابه و تظاهرات غیرمعمول هستند اما هیستوپاتولوژی برای تأیید تشخیص مفید است.
۴	Etiological Agents and Predisposing Factors of Superficial Fungal Infections in Northeastern Argentina (27).	Org	۲۰۲۵ Ana Clara Almada /et al.	بررسی میکروسکوپی مستقیم با هیدروکسید پتاسیم ۲۰٪	سطحی	بررسی میکروسکوپی مستقیم نمونه‌های پوست، مو و ناخن با هیدروکسید پتاسیم ۲۰٪ انجام شد که با آن گزارش اولیه یا قطعی در صورت لزوم تهیه شد. امکان تشخیص ساختارهای قارچی به شکل میسلیومی (شبه هایف‌ها)، مخمرها با یا بدون میسلیوم یا دستجات مخمری که تشخیص گونه‌های مالاسزیا را فراهم کرد.
۵	Tinea capitis outbreak and other superficial mycosis in an urban community of Medellín (23).	Org	۲۰۲۳ Nelson André s Sterling/et al.	بررسی مستقیم با هیدروکسید پتاسیم ۱۰٪ و کشت در آگار Sabouraud و Mycosel	جلدی	آزمایش مستقیم در ۵۳/۸۴٪ از نمونه‌ها مثبت بود و ۴۶/۱۵٪ کشت مثبت داشتند. گونه‌های جدا شده عبارت بودند از: میکروسپوروم کنیس (۷۷/۷۷٪)، گونه‌های تریکوفیتون (۱۱/۱۱٪)، تریکوفیتون روبروم (۵/۵۵٪) و گونه‌های مالاسزیا (۵/۵۵٪)
۶	Mycetoma laboratory diagnosis: Review Article (19)	Review	۲۰۱۷ Amel Altayeb Ahmed/et al.	بررسی میکروسکوپی کشت روش‌های هیستوپاتولوژی ومولکولی وسیتولوژی تشخیص را امکان پذیر می‌کند.	احشایی	به طور کلی، تکنیک‌های مبتنی بر مولکولی برای ارگانیسم‌های عامل مایستوما جذاب هستند، زیرا می‌توانند ارگانیسم را تا سطح گونه شناسایی کرده و در نتیجه درمان بهینه و مناسب را هدایت کنند اما به علت گران بودن در مناطق بومی کارایی ندارند. تکنیک FANC (سیتولوژی) به علت حساسیت بالا و صرفه اقتصادی در الویت توصیه شده است.

جدول ۱- یافته‌های حاصل از مطالعات انجام شده در تشخیص عفونت‌های قارچی

ردیف	عنوان مطالعه	نوع مقاله	نویسندگان/ سال نشر	روش تشخیصی	نوع قارچ	یافته‌های کلیدی
۷	Gastrointestinal mucormycosis associated with leptospirosis: should we be concerned during major floods (13)	Org	۲۰۲۵ Mariane Taborda / et al.	۱-رادیوگرافی ۲- رنگ آمیزی گروکوت ۳- الکتروفورز ۴- هیستوپاتولوژی بیوپسی بافتی ۵- PCR	احشایی	موکورمایکوزیس بر اساس معیارهای EORTC/MSG ۲۰۲۰ برای بیماری قارچی تهاجمی اثبات‌شده، که نیاز به شواهد هیستوپاتولوژیک از هایف در بیوپسی بافتی، همراه با علائم آسیب بافتی مرتبط دارد، تأیید شد.
۸	Revised ISHAM-ABPA working group clinical practice guidelines for diagnosing, classifying and treating allergic bronchopulmonary aspergillosis/mycoses (15)	Org	۲۰۲۴ Ritesh Agarwal/ et al.	سنجش IgE اختصاصی قارچ	آلرژیک	توصیه می‌شود در افرادی که شرایط مستعدکننده یا تظاهرات بالینی-رادیولوژیکی سازگار دارند، با اثبات اجباری حساسیت قارچی و IgE کل سرم ۵۰۰≤ IU•mL-۱ و دو مورد از موارد زیر تشخیص داد: IgE اختصاصی قارچ، ائوزینوفیلی خون محیطی یا تصویربرداری پیشنهادی
۹	Update on the Epidemiology, Diagnosis, and Treatment of Coccidioidomycosis (14).	Org	۲۰۲۲ Samantha L Williams/et al.	۱-تشخیص سرولوژی سنجش انتی بادی و انتی ژن ۲- کشت ۳-هیستوپاتولوژی و سیتوپاتولوژی ۴-PCR ۵- ۱و ۳ بتا-دی-گلوکان	احشایی	آزمایش آنتی‌بادی سرولوژیک رایج‌ترین ابزار تشخیصی برای کوکسیدیوئیدومایکوزیس است. کشت همچنان بعنوان استاندارد طلایی توصیه می‌شود. رشد کشت ممکن است تا یک هفته طول بکشد و حساسیت به کیفیت نمونه بستگی دارد. آزمایش‌های PCR معمولاً مستقیماً روی نمونه‌های بالینی استفاده نمی‌شوند و محل جمع‌آوری نمونه ممکن است بر عملکرد آزمایش تأثیر گذار باشد. کاربرد آزمایش BG به عنوان یک ابزار تشخیصی بالینی به دلیل ناتوانی آن در تشخیص پاتوژن‌های خاص محدود است.
۱۰	Detection of deep fungal infections: a polyphasic approach (18).	Org	۲۰۱۹ Raquel Sabino / et al.	کشت، PCR اختصاصی قارچ و PCR اختصاصی آسپرژیلوس	احشایی	نتایج ما نشان داد که رویکرد چند مرحله‌ای پیشنهادی، یک استراتژی مفید در تشخیص قارچ‌ها از نمونه‌های بافتی است و امکان پیش‌آگهی بهتری را فراهم می‌کند. در مطالعات بیشتر، گنجاندن تعداد بیشتری از نمونه‌ها و اجرای PCRهای اختصاصی‌تر برای جنس‌های مختلف، قطعاً به افزایش اختصاصیت و حساسیت این روش کمک خواهد کرد.
۱۱	Tinea corporis: an updated review (16).	Review	۲۰۲۰ Alexander KC Leung /et al.	بررسی بالینی با استفاده از درموسکوپ بررسی میکروسکوپی با پتاس ۱۰-۲۰ درصد	جلدی	تشخیص افتراقی کچلی ها با سایر بیماری‌های پوستی که ضایعات مشابه ایجاد می‌کند (لیکن پلان، اریتم ، زردزخم و .....) مهم است.
۱۲	Clinical Perspectives in the Diagnosis and Management of Histoplasmosis (20).	Org	۲۰۱۷ Marwan M. Azar / et al.	ارزیابی آزمایشگاهی، رادیوگرافی، بافت‌شناسی، میکروب‌شناسی و سرولوژی	احشایی	سنجش آنتی ژن هیستوپلاسما در بدن فرد بیمار حساس ترین روش می‌باشد
۱۳	Paracoccidioidomycosis: Current Status and Future Trends (21).	Org	۲۰۲۲ Rosane Christine Hahn /et al.	تشخیص کلاسیک سنجش‌های مبتنی بر کشت میکروسکوپی مستقیم، بیوشیمیایی و ایمونولوژیکی	احشایی	در درگیری‌های سیستم عصبی تشخیص انتی بادی و انتی ژن به روش الایزا به ویژه (inh-ELISA) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۱- یافته‌های حاصل از مطالعات انجام شده در تشخیص عفونت‌های قارچی

ردیف	عنوان مطالعه	نوع مقاله	نویسندگان/ سال نشر	روش تشخیصی	نوع قارچ	یافته‌های کلیدی
۱۴	Tinea versicolor: an updated review (22).	review	۲۰۲۲ Alexander KC Leung /et al.	بر اساس مشخصه‌های بالینی و در صورت لزوم شفاف سازی با پتاس و مشاهده میکروسکوپی	سطحی	بررسی بالینی : ماکول‌ها/لکه‌های پوسته‌دار، کم‌رنگ یا پررنگ، که عمدتاً در قسمت بالای تنه، گردن و بازوها لام مستقیم : با هیدروکسید پتاسیم برای تشخیص تعداد زیادی هایف کوتاه و ضخیم که با خوشه‌هایی از اسپورها در هم آمیخته شده‌اند.
۱۵	Diagnosis of Dermatophytosis Using Molecular Biology (27).	Org	Julie Verrier/et al.	PCR	جلدی	شناسایی قارچ‌ها در نمونه‌های پوستی با استفاده از PCR قابل اعتماد است و در مقایسه با کشت، نتایج بهبود یافته قابل توجهی ارائه می‌دهد
۱۶	Allochthonous zoonotic sporotrichosis in the Brazilian Central-West: diagnostic challenges in a nonendemic area (30).	Org	۲۰۲۵ Thaís Badini Vieira/et al.	۱-بررسی سیتولوژیکی از نمونه سواب ۲- کشت قارچ ۳- PCR	احشایی	جداسازی و شناسایی گونه‌های اسپوروتریکس با استفاده از تکنیک‌های کشت قارچی، شامل پردازش نمونه، انکوباسیون و تجزیه و تحلیل مورفولوژیکی کلنی‌ها؛ ARG و CMP: تشخیص مولکولی Sporothrix brasiliensis
۱۷	Diagnosis of invasive fungal infections: challenges and recent developments (10).	Org	۲۰۲۳ Wenjie Fang/et al.	۱-روش‌های مولکولی ۲-سرولوژی ۳- فناوری حسگر زیستی ۴- مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشینی	تمام عفونت‌های قارچی	طیف وسیعی از تکنیک‌های جدیدتر را داریم که اخیراً ظاهر شده‌اند و از مزایای ساده‌تر بودن اجرا، زمان کوتاه‌تر برای انجام آزمایش و امکان استفاده مناسب برای غربالگری روتین در محیط‌های با شیوع بالا برخوردارند و بنابراین بهترین گزینه برای آزمایش POC هستند
۱۸	Innovative Biosensing Approaches for Swift Identification of Candida Species, Intrusive Pathogenic Organisms (12).	Org	۲۰۲۳ Dionisio Lorenzo/ et al.	استفاده از حسگرهای زیستی	کاندیدا	حسگرهای زیستی یک راه حل هوشمند برای تشخیص عفونت‌های کاندیدا ارائه می‌دهند که سریع، دقیق و مقرون به صرفه هستند. این فناوری‌ها، حسگرهای زیستی مینیاتوری ارائه می‌دهند که می‌توانند برای تشخیص در محل مراقبت مورد استفاده قرار گیرند، قابل حمل و استفاده آسان هستند و تشخیص سریعی را ارائه می‌دهند.
۱۹	Paracoccidioidomycosis: Current Status and Future Trends (33).	Org	۲۰۲۲ Rosane Christine Hahn/et al.	۱-بررسی مستقیم نمونه‌های بالینی ۲ -الایزا ۳-ایمونودیفیوژن وسترن بلات ۴-لاتکس اگلوتیناسیون ۵-روش‌های مولکولی	PCM	تشخیص PCM با شناسایی قارچ‌ها در نمونه‌های بالینی، انجام آزمایش‌های سرولوژیکی برای نشان دادن آنتی‌بادی‌ها یا آنتی‌ژن‌های خاص و استفاده از روش‌های مولکولی انجام می‌شود.

جدول ۱- یافته‌های حاصل از مطالعات انجام شده در تشخیص عفونت‌های قارچی

ردیف	عنوان مطالعه	نوع مقاله	نویسندگان/ سال نشر	روش تشخیصی	نوع قارچ	یافته‌های کلیدی
۲۰	Updates in Laboratory Diagnostics for Invasive Fungal Infections (34).	Org	۲۰۲۰ David Terrero-Salcedo/et al.	۱-کشت ۲-روش‌های مولکولی ۳-شناسایی آنتی ژن ها ۴- MALDI-TOF MS	تهاجمی	به طور خاص، کاربرد طیف‌سنجی جرمی، تشخیص گلیکوبیومارکرهای جدید و تشخیص ترکیبات آلی فرار خاص قارچ، همراه با سایر به‌روزرسانی‌های کلیدی
۲۱	Nosocomial Fungal Infections: Epidemiology, Diagnosis, Treatment and Prevention (41).	Review	۲۰۱۸ Maryam Moazeni ,Sara Asgari Mojtaba Nabili	۱-روش‌های مولکولی(PCR) ۲- کشت ۳- تهیه اسمیر مستقیم ۴- ۱و ۳ بتا-دی-گلوکان	قارچ‌های عامل عفونت‌های بیمارستانی	در موکورومایکوزیس تشخیص بر اساس بیوپسی از بافت‌های عفونی می‌باشد تشخیص آسپرژیلوس در بافت و دیگر روش‌های تشخیصی غیر مولکولی شامل هیستوپاتولوژی، کشت، سرولوژی تشخیص کاندیدیازیس با جداسازی قارچ از کشت
۲۲	Efficacy of Beta D- Glucan Serologic Test in Invasive Fungal Infections Early Detection in Patients with Hematologic Malignancies in Southern Iran (42).	Org	۲۰۲۱ Zahedi elahe/et al.	تست سرولوژی آنتی ژن بتا دی گلوکان	احشایی- فرصت طلب	تست سرولوژی آنتی ژن بتا دی گلوکان جهت عفونت‌های فرصت طلب در افراد با بدخیمی‌های خونی انجام شد.
۲۳	Epidemiology, laboratory diagnosis and clinical aspects of fungal pulmonary infections in 384 patients hospitalized in pulmonary units in Guilan province, Iran (43).	Org	۲۰۲۰ Zahra Rafat/et al.	۱- بررسی مستقیم میکروسکوپی ۲-کشت ۳-الایزا ۴- PCR	احشایی	همه نمونه‌ها با میکروسکوپ مستقیم و کشت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. شناسایی قارچ‌ها با استفاده از ITS و بتا-توبولین انجام شد. همچنین، در بیماران مشکوک به آسپرژیلوزیس ریوی تهاجمی، نمونه‌های BAL از نظر آنتی‌ژن گالاکتومانان آزمایش شدند. با توجه به عوامل میزبان و نتایج مثبت در معاینه مستقیم، کشت و سرولوژی گالاکتومانان برای آسپرژیلوزیس عفونت تأیید شد.
۲۴	The prevalence of pediatric nosocomial fungal infections (44)	Org	۲۰۲۵ Parisa Badiee , Hadis Jafarian	روش‌های میکروسکوپی مستقیم، کشت و مولکولی	قارچ‌های عامل عفونت‌های بیمارستانی	عفونت‌های سیستمیک آسپرژیلوس و کاندیدا با استفاده از PCR در زمان واقعی شناسایی شدند تکنیک‌های تشخیص زودهنگام، مانند روش‌های مبتنی بر مولکولی، که به مدیریت به موقع عفونت‌های قارچی بیمارستانی در جمعیت کودکان کمک می‌کنند، ضروری است.

بحث و نتیجه گیری

تشـخیص بیماری‌های عفونی با افزایش فناوری متحول شـده اسـت، با ایـن وجود حوزه قارچ‌شناسـی بالینی تا حدودی کندتر تغییر نموده اسـت. استاندارد طلایی برای تشخیص آزمایشگاهی عفونت‌های قارچی احشایی هنوز تا حد زیادی مبتنی بر کشـت است و وابستگی زیادی به تکنیک‌های شناسـایی فنوتیپی یا ژنوتیپی دارد. اسـتفاده از سنجش‌های سرولوژیکی و تشخیص آنتی‌ژن قارچی، همراه با معرفی تکنیک‌های مولکولی هدفمند، تشـخیص‌های غیرکشـتی را به یک جزء ضـروری از ارزیابی عفونت‌های قارچی داخلی تبدیل کرده است، زیرا نتایج سریع‌تر و اغلب حساس‌تری ارائه می‌دهنـد. با این حال، هیچ یک از ایـن آزمایش‌ها به عنوان آزمایش‌های مستقل، برای جایگزینی استاندارد طلایی کافی نبوده‌اند و همه آن‌ها باید در ترکیب با ارزیابی‌های میزبان و ویژگی‌های رادیوگرافی برای مدیریت بهینه بیماران در معرض خطر اسـتفاده شـوند(۳۷، ۳۸). با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در فناوری پزشـکی از نظر تسـت‌های آزمایشگاهی تشخیصی سریع و دقیق و به دنبال آن درمان‌های جدید که تأثیر عمده‌ای در کاهش عوارض و مرگ و میر بسـیاری از بیماری‌های کشـنده داشـته‌اند، شـاهد هسـتیم که عفونت‌های قارچی مهاجم هنوز یکی از بزرگترین مشـکلات پزشکی هستند(۲۴). علاوه بر این، میزان بروز و شیوع عفونت‌های قارچی بیمارستانی هنوز بالا است و گونه‌های کاندیدا سومین سویه شایع جدا شده از خون بیماران بسـتری را تشـکیل می‌دهند (۲۵). برخلاف عفونت‌های احشـایی، عفونت‌های قارچی سطحی سـاختارهای غنی از کراتین، نادر، سیسـتمیک و جدی هسـتند. این عفونت‌ها معمولاً توسط درماتوفیت‌ها، مخمرها یا کپک‌های غیر درماتوفیتی ایجاد می‌شوند و یکی از عفونت‌های غالب در سراسـر جهان با شیوع جهانی بین ۲۲ تا ۲۵ درصد هستند(۲۶). عفونت‌های قارچی کودکان به دلیل شرایط نقص ایمنی و بستری طولانی مـدت در مراکـز درمانـی، تهدیـد قابل توجهی بـرای سـلامت و میزان مرگ و میر کودکان بستری شده در بیمارستان‌های سراسر جهان محسوب می‌شوند. آسپرژیلوس، کاندیدا و موکورال‌ها عوامل اتیولوژیک عفونت‌های قارچی بیمارسـتانی در بیماران کودک دارای نقص ایمنی هستند بنابراین، شناسـایی عوامـل اتیولوژیک، حساسـیت آن‌ها به داروهـای ضد قارچ و عوامل خطر، همراه با تکنیک‌های تشـخیص زودهنگام، مانند روش‌های مبتنی بر مولکولی که به مدیریت به موقع عفونت‌های قارچی بیمارسـتانی در جمعیت کودکان کمک می‌کنند، ضروری اسـت (۴۴). عدم روش‌های تشـخیصی سـریع برای قارچ‌های سطحی باعث می‌شـود که تنها ۳٪ از پزشکان عمومی و ۴۰٪ از متخصصان پوست قبل از تجویز درمان تجربی بـا داروهای ضد قارچ سیسـتمیک، نیاز به تجزیه و تحلیل قارچ‌شناسـی داشـته باشـند (۲۹). اغلب تأکید می‌شـود که روش‌های سنتی و متعارف برای تشـخیص قارچ‌های سـطحی و احشـایی زمان‌بر و کم‌حساسـیت هستند. اما از مزایای کشت عامل بیماری‌زا می‌توان به تشخیص آنتی‌ژن، شناسایی مولکولی و بیوشیمیایی عوامل اتیولوژیک و آزمایش حساسیت ضد میکروبی را اشـاره کرد. از سوی دیگر، بررسی هیستوپاتولوژیک نمونه‌های بافتی کـه به عنوان "اسـتاندارد طلایی" برای قارچ‌های احشـایی در نظر گرفته می‌شـود، یک نقص عمده دارد که روش بیوپسی تهاجمی آن است (۳۲). به اسـتثنای عفونت‌هـای کریپتوکوکی، که می‌توان آن را با آزمایش آنتی‌ژن به طور قابل اعتمادی تشـخیص داد، تشخیص سایر عفونت‌های قارچی عمیق سـاده نیسـت. کشت مرسـوم روی آگار سـابورو دکستروز، تشخیص استاندارد طلایی برای هر یک از عفونت‌های قارچی عمیق است و همچنین امکان آزمایش حساسـیت ضد قارچی را فراهم می‌کند. با این حال، آن‌ها حساسیت کمی نشان می‌دهند و روزها تا هفته‌ها طول می‌کشد تـا نتایج مثبت حاصل شـود در نتیجه تکنیک‌های مبتنـی بر مولکولی در شناسـایی بیماری‌هـای قارچی تهاجمی در سـطح گونه به طـور ویژه ای اهمیت پیدا می‌کنند. با این حال، آن‌ها در حال حاضر فاقد استانداردسازی و اعتبارسنجی روش‌شـناختی هستند و به دلیل تفسیر نامشخص نتایج به طور معمول در کلینیک‌ها به طور گسـترده استفاده نمی‌شوند. سرولوژی و نشانگرهای زیستی نیز به دلیل سرعت و اختصاصی بودنشان نقش مهمی در تشـخیص بیماری‌های قارچی تهاجمی دارند (۳۹، ۴۰). در این بررسی مشخص شد روش‌های سنتی آزمایشگاهی نظیر بررسی مستقیم با KOH و کشـت در تشخیص عفونت‌های سـطحی و زیر جلدی همچنان اولویت تشخیص بوده و در مورد عفونت‌های عمیق و احشایی روش‌های نوین مثل روش‌های مولکولی، سرولوژی ، هیستوپاتولوژی کاربردی تر می‌باشند. در مجمـوع می‌توان گفت که روش‌های تشـخیصی جدیـد عوامل قارچی به علت تشـخیص سـریع تر، کارآمدتر از روش‌های سنتی بوده اما با توجه به هزینه بر بودن روش‌های مولکولی و سـرولوژی همچنان روش‌های سنتی اولویت تشـخیص متخصصین این حوزه می‌باشـد و پزشکان می‌توانند بر اساس تجربه فردی، نوع بیماری قارچی اعم از سطحی، جلدی یا احشایی و در نظر گرفتن عواملی مثل میزان شیوع بیماری، مقرون به صرفه بودن و شرایط بیمار برای تشخیص و درمان سریع، تصمیم بگیرند که کدام یک از این روش‌های تشخیصی را جهت بیماران خود استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

از معاونـت محترم تحقیقات و فناوری دانشـگاه علوم پزشـکی زاهدان و تمامی پژوهشـگرانی که از نتایج مقالات آن‌ها در این مطالعه استفاده شده است کمال امتنان و قدردانی را داریم و نویسندگان اظهار نمودند هیچ گونه تضاد منافعی ندارند.

References

1. Mendonça A, Santos H, Franco-Duarte R, Sampaio,Fungal P. infections diagnosis – Past, present and future,Research in Microbiology. 2022; 173(3): 103915,ISSN 0923-2508.
2. Arnold HM, Micek ST, Shorr AF, Zilberberg MD, Labelle AJ, Kothari S, Kollef MH. Hospital resource utilization and costs of inappropriate treatment of candidemia. Pharmacotherapy. 2010 Apr;30(4):361-8. doi: 10.1592/phco.30.4.361. PMID: 20334456
3. Moskaluk AE, VandeWoude S. Current Topics in Dermatophyte Classification and Clinical Diagnosis. Pathogens. 2022 Aug 23;11(9):957. doi: 10.3390/pathogens11090957. PMID: 36145389; PMCID: PMC9502385.
4. Lavari A, Eidi S, Soltani M. Molecular diagnosis of dermatophyte isolates from canine and feline dermatophytosis in Northeast Iran. Vet Med Sci. 2022 Mar;8(2):492-497. doi: 10.1002/vms3.698. Epub 2021 Dec 17. PMID: 34919354; PMCID: PMC8959315.
5. Dhar S, Pradhan S, Saha A, Mazumder G, Ghosh SK, Biswas M, De A, Srivastava P, Madnani A, Agarwal R, Chandrashekar BS, Liani L, Malakar R, Jain R, Biswas R, Dey S, Dhar S. Deep Fungal Infections of Skin and Role of Histopathology in Diagnosis. Indian J Dermatol. 2024 Nov-Dec;69(6):442-452. doi: 10.4103/ijd.ijd_419_23. Epub 2024 Oct 29. PMID: 39678745; PMCID: PMC11642464.
6. Donnelly JP, Chen SC, Kauffman CA, Steinbach WJ, Baddley JW, Verweij PE, Clancy CJ, Wingard JR, Lockhart SR, Groll AH, Sorrell TC, Bassetti M, Akan H, Alexander BD, Andes D, Azoulay E, Bialek R, Bradsher RW, Bretagne S, Calandra T, Caliendo AM, Castagnola E, Cruciani M, Cuenca-Estrella M, Decker CF, Desai SR, Fisher B, Harrison T, Heussel CP, Jensen HE, Kibbler CC, Kontoyiannis DP, Kullberg BJ, Lagrou K, Lamoth F, Lehrnbecher T, Loeffler J, Lortholary O, Maertens J, Marchetti O, Marr KA, Masur H, Meis JF, Morrisey CO, Nucci M, Ostrosky-Zeichner L, Pagano L, Patterson TF, Perfect JR, Racil Z, Roilides E, Ruhnke M, Prokop CS, Shoham S, Slavin MA, Stevens DA, Thompson GR, Vazquez JA, Viscoli C, Walsh TJ, Warris A, Wheat LJ, White PL, Zaoutis TE, Pappas PG. Revision and Update of the Consensus Definitions of Invasive Fungal Disease From the European Organization for Research and Treatment of Cancer and the Mycoses Study Group Education and Research Consortium. Clin Infect Dis. 2020 Sep 12;71(6):1367-1376. doi: 10.1093/cid/ciz1008. PMID: 31802125; PMCID: PMC7486838.
7. Kozel TR, Wickes B. Fungal diagnostics. Cold Spring Harb Perspect Med. 2014 Apr 1;4(4):a019299. doi: 10.1101/cshperspect.a019299. PMID: 24692193; PMCID: PMC3968782.
8. Azim A, Ahmed A. Diagnosis and management of invasive fungal diseases in non-neutropenic ICU patients, with focus on candidiasis and aspergillosis: a comprehensive review. Front Cell Infect Microbiol. 2024 Mar 5;14:1256158. doi: 10.3389/fcimb.2024.1256158. PMID: 38505289; PMCID: PMC10948617.
9. Weinbergerova B, Kocmanova I, Racil Z, Mayer J. Serological Approaches. Methods Mol Biol. 2017;1508:209-221. doi: 10.1007/978-1-4939-6515-1_11. PMID: 27837506.
10. Fang W, Wu J, Cheng M, Zhu X, Du M, Chen C, Liao W, Zhi K, Pan W. Diagnosis of invasive fungal infections: challenges and recent developments. J Biomed Sci. 2023 Jun 19;30(1):42. doi: 10.1186/s12929-023-00926-2. PMID: 37337179; PMCID: PMC10278348.
11. Verrier J, Monod M. Diagnosis of Dermatophytosis Using Molecular Biology. Mycopathologia. 2017 Feb;182(1-2):193-202. doi: 10.1007/s11046-016-0038-z. Epub 2016 Aug 1. PMID: 27480761.
12. Lorenzo-Villegas DL, Gohil NV, Lamo P, GurAJAla S, Bagiu IC, Vulcanescu DD, Horhat FG, Sorop VB, Diaconu M, Sorop MI, Oprisoni A, Horhat RM, Susan M, MohanaSundaram A. Innovative Biosensing Approaches for Swift Identification of Candida Species, Intrusive Pathogenic Organisms. Life (Basel). 2023 Oct 22;13(10):2099. doi: 10.3390/life13102099. PMID: 37895480; PMCID: PMC10608220.
13. Taborda M, Takahashi JPF, Nascimento JBF, Mari JF, Oliveira VF, Magri ASGK, Nastri ACSS, Magri MMC. Gastrointestinal mucormycosis associated with leptospirosis: should we be concerned during major floods? Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2025 Jun 9;67:e35. doi: 10.1590/S1678-9946202567035. PMID: 40498909; PMCID: PMC12148331.
14. Williams SL, Chiller T. Update on the Epidemiology, Diagnosis, and Treatment of Coccidioidomycosis. J Fungi (Basel). 2022 Jun 25;8(7):666. doi: 10.3390/jof8070666. PMID: 35887423; PMCID: PMC9316141.
15. Agarwal R, Sehgal IS, Muthu V, Denning DW, Chakrabarti A, Soundappan K, Garg M, Rudramurthy SM, Dhooria S, Armstrong-James D, Asano K, Gangneux JP, Chotirmall SH, Salzer HJF, Chalmers JD, Godet C, Joest M, Page I, Nair P, Arjun P, Dhar R, Jat KR, Joe G, Krishnaswamy UM, Mathew JL, Maturu VN, Mohan A, Nath A, Patel D, Savio J, Saxena P, Soman R, Thangakunam B, Baxter CG, Bongomin F, Calhoun WJ, Cornely OA, Douglass JA, Kosmidis C, Meis JF, Moss R, Pasqualotto AC, Seidel D, Sprute R, Prasad KT, Aggarwal AN. Revised ISHAM-ABPA working group clinical practice guidelines for diagnosing, classifying and treating allergic bronchopulmonary aspergillosis/mycoses. Eur Respir J. 2024 Apr 4;63(4):2400061. doi: 10.1183/13993003.00061-2024. PMID: 38423624; PMCID: PMC10991853.
16. Leung AK, Lam JM, Leong KF, Hon KL. Tinea corporis: an updated review. Drugs Context. 2020 Jul 20;9:2020-5-6. doi: 10.7573/dic.2020-5-6. PMID: 32742295; PMCID: PMC7375854.
17. Veasey JV, Avila RB, Miguel BAF, Muramatu LH. White piedra, black piedra, tinea versicolor, and tinea nigra: contribution to the diagnosis of superficial mycosis. An Bras Dermatol. 2017 May-Jun;92(3):413-416. doi: 10.1590/abd1806-4841.20176018.

PMID: 29186263; PMCID: PMC5514591.

18. bino R, Simões H, Veríssimo C. Detection of deep fungal infections: a polyphasic approach. J Med Microbiol. 2019 Jan;68(1):81-86. doi: 10.1099/jmm.0.000883. Epub 2018 Nov 27. PMID: 30480509.

19. Ahmed AA, van de Sande W, Fahal AH. Mycetoma laboratory diagnosis: Review article. PLoS Negl Trop Dis. 2017 Aug 24;11(8):e0005638. doi: 10.1371/journal.pntd.0005638. PMID: 28837657; PMCID: PMC5570215.

20. Azar MM, Hage CA. Clinical Perspectives in the Diagnosis and Management of Histoplasmosis. Clin Chest Med. 2017 Sep;38(3):403-415. doi: 10.1016/j.ccm.2017.04.004. Epub 2017 May 17. PMID: 28797485.

21. Hahn RC, Hagen F, Mendes RP, Burger E, Nery AF, Siqueira NP, Guevara A, Rodrigues AM, de Camargo ZP. Paracoccidioidomycosis: Current Status and Future Trends. Clin Microbiol Rev. 2022 Dec 21;35(4):e0023321. doi: 10.1128/cmr.00233-21. Epub 2022 Sep 8. PMID: 36074014; PMCID: PMC9769695.

22. Leung AK, Barankin B, Lam JM, Leong KF, Hon KL. Tinea versicolor: an updated review. Drugs Context. 2022 Nov 14;11:2022-9-2. doi: 10.7573/dic.2022-9-2. PMID: 36452877; PMCID: PMC9677953.

23. Sterling NA, Rincón DA, Barrera S, Sánchez EA, Molina DY, Urán ME, Jiménez MDP. Tinea capitis outbreak and other superficial mycosis in an urban community of Medellín. Biomedica. 2023 Aug 31;43(Sp. 1):245-254. English, Spanish. doi: 10.7705/biomedica.6900. PMID: 37721904; PMCID: PMC10599352.

24. Montagna M.T., Coretti C., Lovero G., De Giglio O., Montagna O., Laforgia N. Diagnostic performance of 1→3-β-d-glucan in neonatal and pediatric patients with Candidemia. Int J Mol Sci. 2011;12:5871–5877. doi: 10.3390/ijms12095871.

25. Sydnor E.R., Perl T.M. Hospital epidemiology and infection control in acute-care settings. Clin Microbiol Rev. 2011;24:141–173. doi: 10.1128/CMR.00027-10.

26. Otašević S., Barac A., Pekmezovic M., Tasic S., Ignjatović A., Momčilović S. The prevalence of Candida onychomycosis in Southeastern Serbia from 2011 to 2015. Mycoses. 2016;59:167–172. doi: 10.1111/myc.12448.

27. Almada AC, Mereles-Rodríguez B, Chade M, Belinchón-Romero I, Deschutter EJ, Ramos-Rincón JM. Etiological Agents and Predisposing Factors of Superficial Fungal Infections in Northeastern Argentina. J Fungi (Basel). 2025 Mar 23;11(4):245. doi: 10.3390/jof11040245. PMID: 40278066; PMCID: PMC12028233.

28. Aruna GL, Ramalingappa B. Development of indirect ELISA and its evaluation in comparison with KOH hydrolysis and fungal culture for the immuno diagnosis of Trichophyton rubrum and Trichophyton mentagrophytes infection in humans. Acta Trop. 2022 Nov;235:106590. doi: 10.1016/j.actatropica.2022.106590. Epub 2022 Jul 28. PMID: 35907501.

29. Hayette M.P., Sacheli R. Dermatophytosis, trends in epidemiology and diagnostic approach. Cur Fungal Infect Rep. 2015;9:164–179.

30. Vieira TB, Thies SF, Dias LC, Oliveira BM, Silveira F, Vieira JMC, Barreto ES, Rodrigues ACB, Coppola MM, Marcolongo-Pereira C, Faria RO, Gomes ADR. Allochthonous zoonotic sporotrichosis in the Brazilian Central-West: diagnostic challenges in a nonendemic area. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2025 May 26;67:e30. doi: 10.1590/S1678-9946202567030. PMID: 40435107; PMCID: PMC12105848.

31. Dingle TC, Butler-Wu SM. Maldi-tof mass spectrometry for microorganism identification. Clin Lab Med. 2013 Sep;33(3):589-609. doi: 10.1016/j.cll.2013.03.001. PMID: 23931840.

32. Goff D.A., Jankowski C., Tenover F.C. Using rapid diagnostic tests to optimize antimicrobial selection in antimicrobial stewardship programs. Pharmacotherapy. 2012;32:677–687. doi: 10.1002/j.1875-9114.2012.01137.x.

33. Hahn RC, Hagen F, Mendes RP, Burger E, Nery AF, Siqueira NP, Guevara A, Rodrigues AM, de Camargo ZP. Paracoccidioidomycosis: Current Status and Future Trends. Clin Microbiol Rev. 2022 Dec 21;35(4):e0023321. doi: 10.1128/cmr.00233-21. Epub 2022 Sep 8. PMID: 36074014; PMCID: PMC9769695.

34. Terrero-Salcedo D, Powers-Fletcher MV.2020.Updates in Laboratory Diagnostics for Invasive Fungal Infections. J Clin Microbiol58:10.1128/jcm.01487-19.https://doi.org/10.1128/jcm.01487-19

35. Pemán J, Ruiz-Gaitán A. Diagnosing invasive fungal infections in the laboratory today: It's all good news? Rev Iberoam Micol. 2025 Jan-Mar;42(1):1-14. doi: 10.1016/j.riam.2025.01.004. Epub 2025 Mar 19. PMID: 40268631.

36. Nabiolahi A, Khammari N, Keikha N. Strategies for prevention, diagnosis and treatment of Post Covid-19 Fungal Infections in Immunocompromised Patients: A systematic review. Tehran Univ Med J 2024; 82 (1) :1-9. Available from:[http://tumj.tums.ac.ir/article-1-12992-en.html].

37.Terrero-Salcedo D, Powers-Fletcher MV. Updates in Laboratory Diagnostics for Invasive Fungal Infections. J Clin Microbiol. 2020 May 26;58(6):e01487-19. doi: 10.1128/JCM.01487-19. PMID: 32132194; PMCID: PMC7269377.

38. Danesh H, Nabiolahi A, Keikha L, Koul F, Keikha A, et al. Strategies for Preventing of Fusarium Species Infections in Burn Patients: A Systematic Review. Health Scope. 2026; 15 (1): e164217. https://doi.org/10.5812/healthscope-164217.

39. Kwizera R, Bongomin F, Lukande R. Deep fungal infections diagnosed by histology in Uganda: a 70-year retrospective study. Med Mycol. 2020 Nov 10;58(8):1044-1052. doi: 10.1093/mmy/myaa018. PMID: 32242631;PMCID: PMC7657094.

40. Nabiolahi A, Khammari N, Keikha N. The Top 100 Highly Cited Articles of Mucormycosis in Patients with COVID-19: a Scientometric Study. irje 2023; 19 (1) :47-59. Available from: [http://irje.tums.ac.ir/article-1-7250-en.html].

41.Maryam Moazeni, Sara Asgari, Mojtaba Nabili, (2018). Nosocomial Fungal Infections: Epidemiology, Diagnosis, Treatment and Prevention, Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 28(160), 182-212. magiran.com/p1821626

42. Elahe Zahedi, Amir Reza Dehghanian , Alireza Rezvani, Aboozar Barzegar, (2022). Efficacy of Beta D- Glucan Serologic Test in Invasive Fungal Infections Early Detection in Patients with Hematologic Malignancies in Southern Iran, Sadra Medical Sciences Journal, 9(4), 343-352. magiran.com/p2430015

43. Rafat Z, Hashemi SJ, Ashrafi K, Nikokar I, Jafari A, Rahimi Foroushani A, Roohi B, Borjian Boroujeni Z, NAJAr-Shahri N. Epidemiology, laboratory diagnosis and clinical aspects of fungal pulmonary infections in 384 patients hospitalized in pulmonary units in Guilan province, Iran. Iran J Microbiol. 2020;12(4):353-363.

44. Badiee P, Jafarian H. The prevalence of pediatric nosocomial fungal infections. Iran J Microbiol. 2025 Aug;17(4):644-652. doi: 10.18502/ijm.v17i4.19258. PMID: 40785725; PMCID: PMC12331464.