بررسی کینتیک و ایزوترم جذب فلز سنگین بوسیله بیومس فعال و غیر فعال قارچ ساکارومیسس کارلزبرژنزیس

سلمان احمدی‌اسبچین[۱] *، آیت نصرالهی عمران[۲]، آرمان رستم زاد[۱]، ناصر جعفری[۳]

۱) گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ایلام

۲) گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه مازندران

۳) گروه میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۸

چکیده

مقدمه: فلزات سنگین از مهم ترین آلاینده های زیست محیطی به شمار می روند که برای سلامتی انسان و به ویژه اکوسیستم های آبی تهدیدی جدی محسوب می‌شوند. در این مطالعه جذب فلز سنگین مس به وسیله *ساکارومیسس* مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها: مخمر *Saccharomyces carlsbergensis PTCC 5051* به صورت لیوفیلیزه تهیه شده و در محیط YEDPA کشت داده شده و آن گاه جهت تکثیر از مالت اکسترکت براث استفاده شد و اثرات پارامترهای pH، دما، کینتیک و ایزوترم بر روی میزان جذب فلز مس توسط قارچ فوق بررسی شد.

یافته های پژوهش: نتیجه بررسی نشان داد که، بیشینه میزان جذب در PH=5، دمای بهینه ۲۵ درجه سانتی گراد بوده است. مطالعات ناپیوسته کینتیکی نشان داد که بیوجذب مس به سرعت توسط بیومس *ساکارومیسس* انجام گرفت و عمده حذف در کمتر از ۳۰ دقیقه اول آزمایش صورت گرفت. با استفاده از FT-IR، گروه های عاملی سطحی قارچ مشخص گردید. مقایسه جذب مس به وسیله ساکارومیسس فعال و غیرفعال نشان داد که بیشترین جذب به وسیله حالت فعال مخمر صورت گرفته است. با بررسی مخمر شاهد و مخمر غیرفعال شده با اتوکلاو، هم چنین پیش تیمار شده با سدیم آزید و با ۲، ۴ دی نیترو فنل مشخص گردید که، میزان جذب، به ترتیب ۱/۷۸، ۰/۲۹، ۱/۰۲ و ۱/۱۴ میلی گرم بر گرم بود. نتایج نشان داد، حتی استفاده از مخمر غیرفعال نیز مناسب برای جذب فلز می باشد.

بحث و نتیجه گیری: این تحقیق نشان داد، ساکارومیسس مورد مطالعه، جاذب زیستی مناسبی جهت آلاینده مس از محیط های آلوده می باشد، به علاوه در مقیاس صنعتی نیازمند مطالعات بیشتری می باشد.

واژه های کلیدی: جذب زیستی، مس، ساکارومیسس کارلزبرژنزیس، سدیم آزید، دی نیتروفنل

*نویسنده مسئول: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ایلام

Email: sahmadyas@yahoo.fr

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]

مقدمه

در سال های اخیر فلزات سنگین در طبیعت در اثر فعالیت های صنعتی، کشاورزی و توسعه تکنولوژی بیش از میزان طبیعی در محیط زیست منتشر شده اند. این فلزات به دلیل سمی بودن، اثرات نابهنجاری بر محیط زیست و سلامتی موجودات زنده به ویژه انسان ها دارند. هم چنین تجمع این فلزات در زنجیره غذایی و ثبات آن ها در طبیعت از نظر اقتصاد جوامع و هم چنین بهداشتی نیز موجودات را تهدید می کند.(۱)

بیشترین و خطرناک ترین آثار مسمویت به وسیله فلزات سنگین، در مراحل رشد و نمو انسان حادث می شود. رشد سریع سیستم های بدن در جنین و نوزاد انسان و کودکان خردسال، در این اثرپذیری بسیار حائز اهمیت است. وجود فلزات سنگین در آب آشامیدنی نوزادان شیرخوار و خردسالان می تواند باعث کندذهنی و اختلال در یادگیری، اختلال در حافظه، آسیب دیدن سیستم عصبی و اختلالات حرکتی نظیر تشنج و یا بیش فعالی آن ها شود. در موارد وخیم تر فلزات سنگین صدمات جبران ناپذیر مغزی را باعث می شوند. کودکان نسبت به بزرگسالان بیشتر در معرض خطرات ناشی از فلزات سنگین در آب و غذا هستند زیرا نسبت به وزن بدنشان آب و غذای بیشتری مصرف می کنند.(۲)

در این میان، مس فلزی قابل انعطاف و چکشخوار است که کاربردهای زیادی مانند موارد زیر دارد: سیم های مسی، لوله های مسی، دستگیره های درب و سایر وسایل منزل، آهنرباهای الکتریکی، موتورها، مخصوصاً موتورهای الکترومغناطیسی. موتور بخار وات. کلیدها و تقویت کننده های الکتریکی. لامپ های خلاء، لامپ های پرتوی کاتدی. به علت خاصیت هدایت بهتر آن نسبت به آلومینیوم، کاربرد مس در IC ها به جای آلومینیوم رو به افزایش است. به عنوان جزئی از سکه ها، در وسایل آشپزی، از جمله ماهی تابه. بیشتر سرویس های قاشق و چاقوها دارای مقادیری مس هستند. اگر نقره استرلینگ در ظروف غذاخوری به کار رفته باشد، حتماً باید دارای درصد کمی مس باشد. مس عنصری لازم برای متابولیزم ارگانیزم های زنده می باشد ولی با این وجود مقادیر زیاد آن باعث ایجاد مسمویت می گردد. ورود مس به بدن می تواند از طریق تنفس کردن، غذا خوردن، آشامیدن یا حتی تماس با آب و خاک و یا موادی که حاوی مس می باشد انجام گیرد. کودکان زیر یک سال نسبت به مس حساس تر هستند. فلز مس در حالت پودری خطر آتشزایی دارد، به طوری که ۳۰ گرم سولفات مس برای انسان کشنده است. مس موجود در آب آشامیدنی با غلظتی بیش از ۱ میلی گرم در لیتر موجب لک شدن لباس ها و اقلام در آب می گردد. مقدار بی خطر مس در آب آشامیدنی انسان بر حسب منبع آن متفاوت است اما مرز آن بین ۱/۵ تا ۲ میلی گرم در هر لیتر می باشد،(۳). روش های متعارف برای زدودن یون های فلزی از محلول های مایع شامل روش های فیزیکی(تصفیه، جذب سطحی، اسمز معکوس)، روش های شیمیایی(رسوب دهی شیمیایی، روش الکتروشیمیایی و تبادل یونی) و روش های زیستی(تجمع زیستی، رسوب دهی زیستی و جذب زیستی) می باشد،(۴). در مورد سیستم های با غلظت کم فلزات(مانند پساب ها) روش های تبادل یونی، اسمز معکوس و جذب می توانند جهت جداسازی آلاینده های فلزی به کار روند،(۵). از آن جائی که تبادل یونی و اسمز معکوس هزینه های عملیاتی بالایی دارند بدین دلیل فرایند جذب، انتخاب مناسب تری برای جداسازی فلزات سنگین از پساب ها می باشد. کربن فعال نیز از جمله جاذب های بسیار خوب می باشد ولی قیمت نسبتاً بالای آن که مربوط به فرایند تولید و احیای کربن می شود کاربرد آن را محدود نموده است،(۶). اکثر این فرایندهای شیمیایی به تاسیسات پیشرفته و پرهزینه نیاز دارند و با تشکیل لجن های شیمیایی که به سختی تصفیه می شوند همراه بوده که در محیط آبی تبدیل به یک مشکل جدید در قسمت مواد زائد می شوند که سازگار با محیط زیست نیستند،(۷). چنین مشکلاتی سبب شده است که روش جذب زیستی به عنوان گزینه ای که هم اقتصادی و هم سازگار با محیط زیست است مورد توجه قرار گیرد،(۸). جذب زیستی به توانایی زیست توده میکروبی(زیست توده زنده، فعال از نظر متابولیکی و زیست توده غیرزنده، غیرفعال از نظر متابولیکی) در متصل شدن به فلزات سنگین یا آلاینده های موجود در محلول های رقیق اطلاق می شود،(۸). در این مطالعه از مخمر ساکارومیسس کارلزبرژنزیس فعال و غیرفعال جهت جذب فلز مس استفاده شده است.

مواد و روش ها

روش کار به این صورت بود که در ابتدا سلول های مخمر ساکارومیسس کارلزبرژنزیس از سازمان پژوهش های علمی صنعتی ایران به صورت لیوفیلیزه خریداری شد. این مخمر در پلیت های حاوی محیط اختصاصی YEPDA کشت داده شد و در انکوباتور با دمای ۲۸ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت گرماگذاری گردید. از کلنی های حاصله از رشد که به صورت محدب، دارای سطح صاف، کناره

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]

کامل، کدر، مات یا براق، با قوام کره ای و به رنگ کرم بودند لام تهیه و در زیر میکروسکوپ، سلول های بیضی شکلی با جوانه ای چندقطبی مشاهده گردید.

به منظور افزایش تعداد مخمرها از محیط مالت اکسترکت براث استفاده شد و چند کلنی با لوپ استریل داخل این محیط تلقیح و در انکوباتور شیکردار با دمای ۲۸ درجه سانتی گراد و دور rpm ۱۵۰ به مدت ۴ روز گرماگذاری گردید. بعد از کشت، این محیط به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۴۰۰۰rpm و دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ گردید و سپس فاز روئی را دور ریخته و مقدار ۰/۵ گرم از رسوب مخمر به عنوان بیومس استفاده گردید. جهت تهیه محلول فلزی مس مقدار ۶/۷۱ گرم از پودر کلرید مس ۶ آبه را وزن کرده و در ۱۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر درون بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حل کرده و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. جهت آنالیز نمونه های محلول حاوی فلز مس، قبل و بعد از تماس با مخمر از دستگاه جذب اتمی استفاده شده است.

سپس به منظور بررسی تاثیر pH اولیه محلول بر روی میزان جذب فلز مس، نخست از محلول فلزی مس با pH های متفاوت در محدوده ۶،۵،۴،۳،۲ و۷ که به وسیله اسیدکلریدریک و هیدرواکسیدسدیم ۰/۱ مولار pH آن ها تنظیم شده بود، استفاده گردید. آن گاه بیومس تر(بیومس معمولی بدون خشک کردن=بیومس نرمال) مخمر در حدود ۰/۵ گرم به همه ارلن ها(حاوی ۱۰۰ میلی لیتر) اضافه گردید. سپس ارلن های حاوی مخمر و سرب به مدت ۲ ساعت در انکوباتور شیکردار با دور rpm ۱۲۰ و دمای ۲۸ درجه سانتی گراد قرار داده شد و بعد از این مدت، از محلول اولیه(محیط کشت ساکارومیسس با مس در ابتدای آزمایش در زمان صفر) و در آخر از محلول نهایی ۱۰ میلی لیتر بعد سانتریفوژ جهت آنالیز با اسپکتروفتومتر جذب اتمی نمونه برداری شده است.

برای بررسی تاثیر درجه حرارت بر روی میزان جذب فلز مس، pH همه محلول ها روی عدد ۵ تنظیم شد، بیومس مخمر در حدود ۰/۵ گرم به ارلن ها اضافه شد. آن گاه ارلن ها به مدت ۲ ساعت در انکوباتور شیکردار با دور rpm ۱۲۰ و در درجه حرارت های ۳۵،۳۰،۲۵،۲۰،۱۵ و۴۰ درجه سانتی گراد قرار داده از محلول اولیه و نهایی ۱۰ میلی لیتر جهت آنالیز با اسپکتروفتومتر جذب اتمی نمونه برداری شده است.

بررسی کینتیک و تعادل میزان جذب فلز مـس هم به این صـورت بود که در مرحله اول مطالعات کینـتیکی در زمان های بین ۱۵۰-۱۰ دقیقه در غلظت های ۵ و ۱۰ و ۱۵ میلی گرم مس بر لیتر بررسی شد. در مرحله دوم، آزمایش های میزان غلظت فلز به انجام رسید، غلظت های اولیه ۰/۰۴-۰/۱ میلی مول بر لیتر از محلول فلزی جهت انجام آزمایش استفاده شده است. به منظور جلوگیری از خطا، در هر سری از آزمایش ها از دو ارلن شاهد استفاده شد. یکی از ارلن های شاهد تنها دارای مس و فاقد بیومس مخمر به منظور کنترل کردن میزان خارج شدن یا جذب مس در دیواره های ظرف در طول دوره آزمایش بود. ارلن شاهد دوم فقط واجد مخمر و بدون هیچ غلظتی از فلز مس به منظور کنترل وجود مس در مخمر و یا آب مقطر بود.

برای بررسی میزان جذب فعال یا غیرفعال مس به وسیله مخمر، سلول های مخمر، ابتدا در بافر تریس ۰/۱ مولار حاوی ۱۰۰ میلی مولار سدیم آزید و ۲ و ۴ دی نیترو فنل قرار داده شدند. سپس عمل شستشوی بیوماس به وسیله، بافر تریس انجام گرفت هم چنین، سلول های مخمر به مدت ۱۵ دقیقه در اتوکلاو با فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع و دمای 121° درجه سانتی گراد قرار داده شده و سلول ها کشته شدند. بیومس های غیرفعال حاصل از این سه روش بر روی محیط آگار کشت داده شدند تا از کشته شدن آن به طور کامل اطمینان حاصل شود. سپس از این قارچ برداشته و یک نمونه شاهد بدون حضور فلز مخلوط گردید. هم زمان از یک نمونه شاهد و فعال متابولیسمی نیز استفاده شد. آن گاه نمونه ها سانتریفیوژ و آنالیز گردید. و نهایتاً تعیین گروه های شیمیایی سطح قارچ(ساکارومیسس) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مادون قرمز FT-IR انجام گرفت، به این صورت که با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مادون قرمز نمونه قارچ، قبل از جذب مس و بعد از جذب مس سطوح شیمیایی آن مشخص گردید. در این روش از ترکیب بروماید پتاسیم استفاده گردید. در این روش از اسپکتروفتومتر مادون قرمز در دامنه های ۴۰۰ تا۴۰۰۰ cm^{-1} استفاده شده است.

یافته های پژوهش

نتایج این بررسی نشان داد که، در pH حدود ۳ و ۲ میزان جذب بسیار پایین می باشد زیرا یون های H^+ با فلز مس برای رسیدن به سطوح فعال قارچ با هم رقابت می نمایند در نتیجه میزان جذب کاهش می یابد. اما با افزایش pH و نزدیک شدن به حالت خنثی میزان جذب افزایش می یابد به طوری که در pH حدود ۵ بیشینه جذب مشاهده می گردد. با افزایش pH در حدود ۶/۵ به بعد میزان جذب

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]

کاهش یافت زیرا از این pH به بعد مس به حالت های: $Cu(OH)^{+}$, $Cu(OH)_2$, $Cu(OH)_3^{-}$, $Cu(OH)_4^{2-}$, $Cu(OH)_2^{2+}$, $Cu(Cl)^{+}$

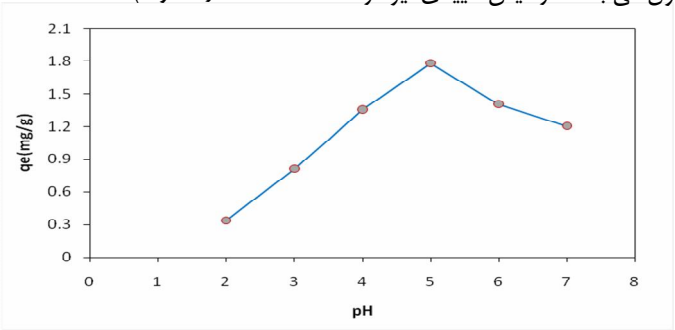
در می آید، و در این حالت میزان مس به حالت آزاد در محلول کم می شود، در نتیجه با کاهش میزان مس آزاد، میزان جذب آن نیز کاهش پیدا می کند. این مباحث از دیدگاه شیمیای می باشد.(نمودار شماره ۱)

نتایج این پژوهش هم چنین نشان داد که، در محدوده دمای بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی گراد میزان جذب افزایش می یابد، به طوری که در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد بیشترین میزان جذب را مشاهده می نمائیم.(نمودار شماره ۲)

یافته های ما در خصوص اثر زمان تماس بر میزان جذب مس نشان داد که بیشترین میزان جذب فلز توسط ساکارومیسس در ۳۰ دقیقه اول روی می دهد و آن گاه میزان جذب تقریباً با یک روند ثابت کاهش پیدا می کند. این مطلب بیانگر آن است که جذب می تواند از نوع سطحی باشد و هم چنین شاید به این فرضیه نزدیک گردیم که جذب غیرفعال نیز در قارچ نقش ایفا می کند، در نتیجه با افزایش زمان، میزان جذب افزایش پیدا نمی کند. زمان تعادل کوتاه نزدیک به ۳۰ دقیقه، کارایی مناسب قارچ را در استفاده های صنعتی می رساند و این مسئله می تواند بیانگر کاربرد روش های زیستی حذف فلزات سنگین از پساب های صنعتی در کوتاه مدت باشد، این آزمایش در سه غلظت اولیه صورت گرفت.(نمودار شماره ۳)

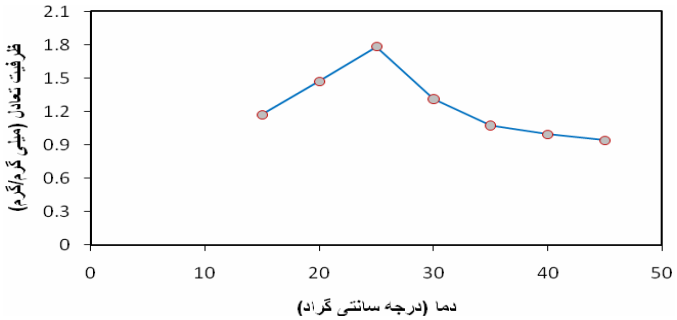
نتایج تاثیر غلظت اولیه فلز بر روی ظرفیت بیوجذب آن مشخص نمود که با افزایش غلظت فلز در محلول، میزان جذب نیز تا یک مقدار ثابتی افزایش پیدا می کند و بعد از آن دیگر افزایش نخواهد داشت، این مطلب بیانگر آن است که جایگاه های اتصال فلز در سطح قارچ اشباع گردیده است، یعنی میزان جذب فلز در غلظت های ۰/۱ میلی مول بر لیتر خیلی بیشتر از میزان جذب در غلظت ۰/۰۴ میلی مول بر لیتر فلز در محلول می باشد. آزمایش تاییدی نیز در pH های مختلف ۴،۵ و ۶ صورت گرفته است.(نمودار شماره ۴) بررسی ایزوترم لانمویر نشان می دهد جذب در یاکارومیسس از مدل ایزوترم پیروی می کند و بیشینه جذب در حدود ۱/۷۸ میلی گرم بر گرم وزن مخمر می باشد.(نمودار شماره ۵)

یافته های پژوهش حاکی از آن بود که میزان جذب فلز توسط سلول های زنده *ساکارومیسس* در حالت کشته شده به وسیله اتوکلاو حدود ۶ برابر کمتر از *ساکارومیسس* شاهد است. علت کاهش جذب در حالت اتوکلاو کردن بیومس، احتمالاً به دو دلیل می باشد اول، در این حالت جذب فلز فقط به صورت سطحی خواهد بود و جذب درونی وجود ندارد. ثانیاً در حین اتوکلاو، برخی از مکان های جذب فلز مس در اثر شوک ناشی از دمای بالا تخریب می شوند. نمونه فعال متابولیسمی علاوه بر این که از مکانیسم جذب زیستی غیر وابسته به متابولیسم برخوردار است، از روش جذب وابسته به تجمع فعال نیز به منظور ذخیره فلز در درون خود استفاده می کند. بیومس فعال، هر دو نوع جذب را انجام می دهد و دارای پتانسیل جذب فلز به درون خود و جذب فلز در سطح خود می باشد، در نتیجه سبب بهینه کردن ظرفیت کل می شود.(نمودار شماره ۶) علاوه بر این نتایج آزمایش تعیین گروه های سطحی شیمیایی با آنالیز به وسیله FT IR که در آن برای تعیین گروه های فعال سطحی در روی *ساکارومیسس کارلبرژنزیس* از آنالیز به - وسیله دستگاه اسپکترم FT-IR استفاده شده است. نتایج قبل از جذب فلز به وسیله مخمر و بعد از جذب فلز نشان داده شده است، پیک های ۳۴۲۷ و ۳۳۹۸ بر سانتی متر، مربوط به گروه فعال OH- که در اتصال به فلز مس نقش دارد. پیک مربوط به ۱۰۹۲ بر سانتی متر مربوط به گروه فعال PO^{2-}– پیک ۱۰۴۲ مربوط به گروه پلی ساکارید می باشد. پیک ۱۷۳۹ مربوط به گروه کربوکسیل اتصال یافته با فلز می باشد. بنا بر این گروه های O-H–، C=O- و – PO^{2-} نقش اساسی و مهم در جذب را دارند.(نمودار شماره ۷ و ۸)

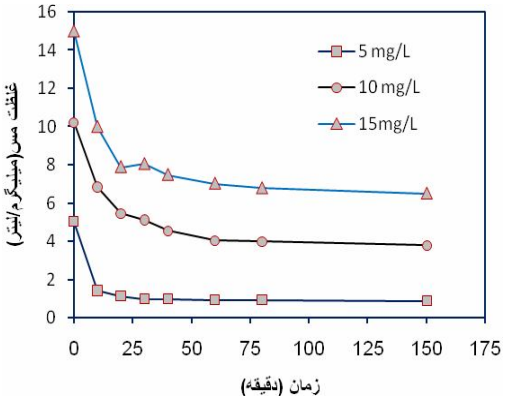


نمودار شماره ۱. اثر pH های مختلف بر میزان جذب مس توسط ساکارومیسس کارلزبرژنزیس

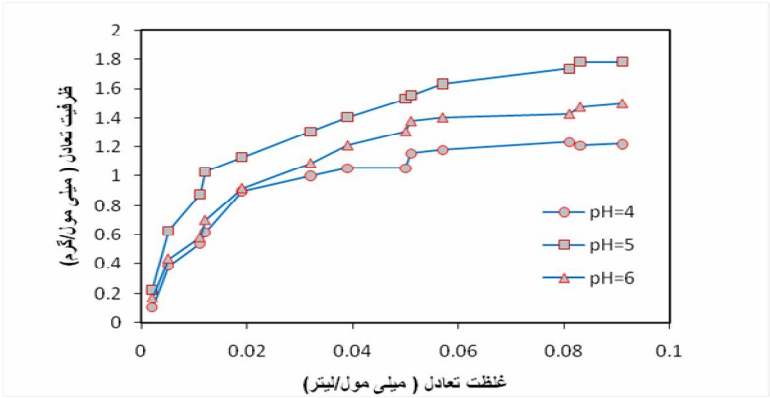
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]



نمودار شماره ۲ . اثر دماهای مختلف بر میزان جذب فلز مس در ساکارومیسس کارلزبرژنزیس

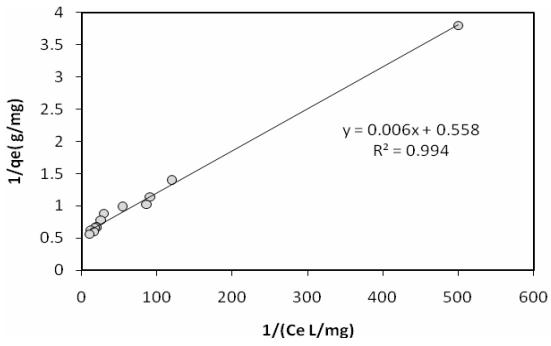


نمودار شماره ۳. اثر زمان بر روی میزان جذب فلز مس توسط ساکارومیسس کارلزبرژنزیس

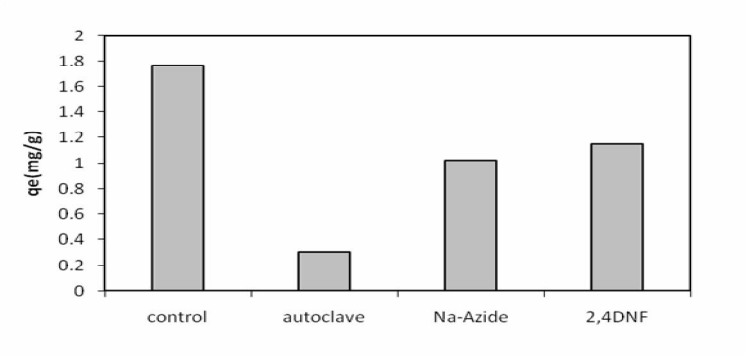


نمودار شماره ٤ . اثر ایزوترم بر روی میزان جذب فلز مس توسط ساکارومیسس کارلزبرژنزیس

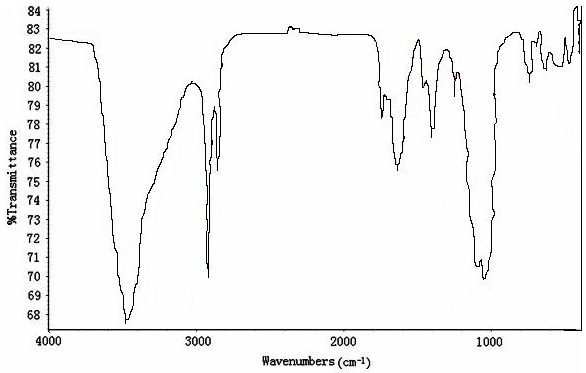
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]



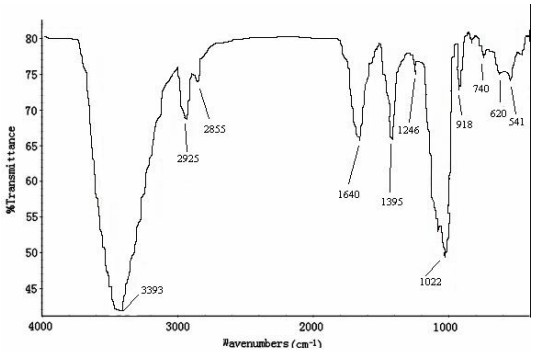
نمودار شماره ۵ . ایزوترم بر روی میزان جذب فلز مس توسط ساکارومیسس کارلزبرژنزیس بر اساس مدل لانگموییر



نمودار شماره ٦ . مقایسه میزان جذب مس توسط ساکارومیسس کارلزبرژنزیس در حالت های فعال و غیرفعال از نظر متابولیکی



نمودار شماره ۷. تعیین گروه های شیمیایی سطح مخمر(پیک های منحنی) به وسیله FT-IR قبل اتصال فلز



نمودار شماره ۸. تعیین گروه های شیمیایی سطح مخمر به وسیله اسپکتروسکوپی مادون قرمز بعد جذب فلز

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش از سویه مخمر ساکارومیسس کارلبرژنزیس جهت جذب مس استفاده شده است، زیرا این سویه قارچی از جاذب های زیستی با کارایی مناسب می باشد. مراحل بهینه سازی جذب مشخص نمود که بیشینه توان جذب فلز مس به وسیله مخمر در pH حدود ۵ می باشد در pH های اسیدی و قلیایی، جذب به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. این نتیجه با نتایج محققین دیگر هم خوانی نشان می دهد،(۹،۱۰). جذب مس به وسیله *ساکارومیسس سرویزیه* در pH=4/5 بوده است و بیشترین میزان جذب ۱/۷۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک می باشد. البته لازم به ذکر است نوع فلز نیز در میزان جذب در pH های مختلف تاثیر دارد. به طوری که یاناهی وو، که جذب کروم به وسیله *ساکارومیسس سرویزیه* را مطالعه کرد نشان داد، بیشترین میزان جذب در pH =1 صورت می گیرد،(۱۱). بیشترین میزان جذب در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد رخ داد. افزایش دما از ۲۵ تا ۴۵ درجه سانتی گراد کاهش میزان جذب رخ می دهد. این پدیده کاهش جذب زیستی فلز مس به وسیله ساکارومیسس کارلزبرژنزیس می تواند مربوط به تغییر جایگاه های فعال اتصالی در سطح بیومس باشد که با افزایش درجه حرارت تغییر یافته اند.

بیشترین میزان جذب در ۳۰ دقیقه اول مجاورت صورت گرفت که می تواند ناشی از دسترس بودن محل های فعال جذب باشد که در اثر گذشت زمان این سایت های آزاد کاهش یافته و مربوط به جذب سطحی آن است و با بررسی جذب مس توسط سلول های تیمار شده با سدیم آزید، ۲ و ۴ دی نیتروفنل و اتوکلاو مشخص شد که حدود ۸۰ درصد جذب مربوط به جذب فعالانه فلز است. هم چنین افزایش بیومس سلولی مخمر باعث افزایش جذب کلی فلز مس می گردد تا جائی که در غلظت سلولی ۲۵ میلی گرم وزن مخمر در ۱۰۰ میلی لیتر حاوی ۰/۱ میلی مول بر لیتر فلز مس، با جذب تقریباً کامل روبرو می شویم. با توجه به این که جذب زیستی پدیده ای برگشت پذیراست، هیچ آسیبی به بیومس سلولی وارد نمی سازد بنا بر این از بیومس سلولی می توان چندین بار استفاده کرد. مشابه کارهایی دیگر که روی حذف فلزات سمی و سنگین به وسیله پدیده جذب زیستی انجام شده است، این روش، روشی موثر، کارآمد و مقرون به صرفه برای جذب فلز از محلول های آلوده می باشد. بررسی جذب غیرفعال مس توسط ساکارومیسس نشان داد که در حضور دی نیترو فنل(البته خود این ترکیب آلاینده است و فقط جهت غیرفعال کردن باکتری استفاده می گردد) مقدار جذب نسبت به جذب فلز توسط قارچ کمتر می شود. مشخص شده که ترکیب ۲ و ۴ دی نیترو فنل از جمله ترکیباتی است که موجب مهار شدن یکی از مراحل زنجیره تنفسی و یا واکنش های مربوط به فسفوریلاسیون اکسیداتیو می شود در نتیجه ضریب فسفریلاسیون/اکسیداسیون را در سیستم انتقال الکترون کاهش می دهد و به عنوان ترکیب جداکننده فسفوریلاسیون از اکسیداسیون قلمداد می گردد. ۲ و ۴ دی نیتروفنل مانع از تشکیل پیوند پرانرژی آدنوزین تری فسفات می گردد یعنی واکنش های اکسیداسیون بدون تشکیل پیوند پر انرژی صورت می گیرد. سدیم آزید جزو ترکیبات بازدارنده و مهار کننده محسوب می شود یعنی علاوه بر مهار تولید آدنوزین تری فسفات، سیستم انتقال الکترون را نیز از طریق اختلال در عمل ناقل های الکترون مهار می نماید در نتیجه اثرات بیشتری بر روی سلول های قارچی در مقایسه با ۲ و ۴ دی نیترو فنل دارد یعنی سلول هایی که تحت تاثیر سدیم آزید قرار گرفته اند غیرفعال تر از سلول هایی هستند که تحت تاثیر ۲ و ۴ دی نیتروفنل قرار گرفته اند. میزان جذب در سلول مرده در حدود ۲۰ درصد کل جذب می باشد. مطالعات قبلی جذب زیستی فلزات سنگین نشان داده است که اثر درجه حرارت بر روی پدیده جذب برای سیستم های فلز–بیومتریال متفاوت، نتایج مختلفی را نشان می دهد،(۱۲). در انتها باید ذکر کرد استفاده از قارچ در شرایط صنعتی نیاز به بررسی بیشتر و عمیق تر دارد، تا تمام زوایای این جاذب زیستی مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله لازم می دانم از سرکارخانم اسلام نیا دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری تشکر می نمایم.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]

References

1-Bahadir T, Bakan G, Altas L. The investtigation of lead removal by Biosorption: An application at storage battery industry wastewaters. Enzyme Microb Technol 2007; 41: 98-120.

2-Washingo T. Copper in drinking water. J Health 2002; 21:531-6.

3-Dostalek P, Patzak M, Matejka P. Influence of specific growth limitation on biosorption of heavy metals by Saccharomyces cerevisiae. Int Biodeterior Biodegrad 2004; 54:203-7.

4-Ghorbani F, Younesi H, Ghasempouri S-M, Zinatizadeh AA, Amini M, Daneshi A. Application of response surface methodology for optimization of cadmium biosorption in an aqueous solution by Saccharomyces cerevisiae. Chem Engineer J 2008; 145: 267-75.

5-Gadd GM. Fungi and yeasts for metal accumulation. McGraw-Hill, New York; 1990.P. 249-75.

6-Gadd GM. Metals and microorganisms: a problem of definition. FEMS Microbiol Lett 1992; 100:197-204.

7-Mehra RK, Winge DR. Metal ion resistance in fungi: molecular mechanisms and their related expression. J Cell Biochem 1991; 45:30-40.

8-Wang J, Chen C. Biosorption of heavy metals by Saccharomyces cerevisiae: A review. Biotechnol Adv 2006; 24; 427-51.

9-Fereidouni M, Daneshi A, Younesi H. Biosorption equilibria of binary Cd (II) and Ni (II) systems onto Saccharomyces cerevisisae and Ralstonia eutropha cells: Application of response surface methodology. J Hazardous Mat 2009; 2-3: 1437-48.

10-Yun HW, Li J, Xian MM, Bin Li, Shi XF. Equilibrium, kinetics and thermodynamics study on biosorption of Cr (VI) by fresh biomass Saccharomyces cerevisiae. Korean J Chem Eng 2011; 25:895-901.

11-Mack CL, Wilhelmi B, Duncan JR, Burgess JE. A kinetic study of the recovery of platinum ions from an artificial aqueous solution by immobilized Saccharomyces cerevisiae biomass. Mine Engin 2008; 21: 31-7.

12-Hussein H, Ibrahim SF, Kandeel K, Moawad H .Biosorption of heavy metals from wastewater using Pseudomonas sp. E J Biotechnol 2004; 7: 38-42.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]

Kinetics and Isotherm Study of Heavy Metal Uptake by Active and Inactive Biomass of the Yeast, Saccharomyces carlsbergensis

Ahmady-Asbchin S[1], Nasrollahi Omran A[2], Rostamzad A[1], Jafari N[3]

(Recived: 17 June, 2012 Accepted: 29October, 2012)

Abstract

Introduction: Heavy metals are the most important bioenvironmental pollutants that are a serious threat for human health and aquatic systems. In the present research, the biosorption of heavy metals by Saccharomyces carlsbergensiswas (S. carlsbergensis) evaluated.

Materials & Methods: The yeast, S. carlsbergensis PTCC 5051 was prepared as lyophilized powder and was cultured in the YEDPA medium. Then, for the proliferation of the yeast malt extract broth was used. The effect of pH, temperature, kinetics and isotherm parameters on the absorption of copper by *S.* carlsbergensis was evaluated.

Findings: Maximum absorption was observed at pH 5 and temperature 25°C. Kinetic study showed that biosorption of copper was occurred by the biomass of *S.* carlsbergensis and the absorption was done in the first 30 minutes of the experiment. Surface functional groups of the fungus were identified by using FT-IR method. By comparing the absorption of copper by active and passive *S.* carlsbergensis, it was revealed that more absorption was accomplished by active state. By evaluating the control, inactivated and treated yeasts with azide and 2, 4-DNP, it was found that the absorption would be 1.78, 0.29, 1.02 and 1.14 mg/g.

Discussion & Conclusion: Results showed that *S.* carlsbergensis biomass is a suitable bio-absorbent for the absorption of heavy metals such as copper.

Keywords: Biosorption, copper, Saccharomyces carlsbergensis, 2, 4-Dinitrophenol, Sodium azide

1.Dept of Biology, Ilam University, Ilam, Iran
2.Dept of Biology, Mazandaran University, Babolsar, Iran
3.Dept of Microbiology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran
*(*Corresponding author)*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-03]