**مقاله پژوهشی**
**مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان**
**جلد پنجم، شماره اول، بهار ۱۳۸۵، ۵۰-۴۵**

# زدایش کروم از فاضلاب صنایع چرم‌سازی با استفاده از سلول‌های زنده قارچ آسپرژیلوس نیجر در مقیاس آزمایشگاهی

**دکتر محمد نوری‌سپهر[۱]، دکتر سیمین ناصری[۲]، دکتر کامیار یغماییان[۳]**

**دریافت مقاله: ۱۳۸٤/٦/۱۲ اصلاح نهایی: ۱۳۸٤/۱۲/۲۵ پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۱/۱٦**

**چکیده**

**زمینه و هدف**: فاضلاب صنایع چرم‌سازی حاوی ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کروم (III) است، که دفع مستقیم آن به محیط، به دلیل تبدیل به کروم (VI)، مخاطرات بهداشتی بسیاری را برای انسان و محیط زیست در پی دارد. در سال‌های اخیر مطالعات بسیاری در زمینه کاربرد قارچ‌ها و جلبک‌ها در حذف فلزات سنگین از پساب‌های صنعتی انجام شده است. هدف از این پژوهش، بررسی امکان رشد قارچ آسپرژیلوس نیجر *(Aspergillus niger)* و میزان کرومزدایی آن از پساب‌های دباغی می باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش که از نوع بنیادی کاربردی است ابتدا کیفیت شیمیایی فاضلاب از طریق سنجش پارامترهای کروم (III)، کل کربن آلی، کل ازت کجلدال، فسفات و pH مطابق با آخرین دستورالعمل استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت. پس از تنظیم نسبت کربن به ازت در محدوده مناسب برای رشد قارچ‌ها (C/N=10)، به نمونه‌هایی از پساب با غلظت‌های اولیه کروم معادل ۱۱۰۲/۵mg/l-۱۲۲/۵، قارچ آسپرژیلوس نیجر در مقادیر مختلف ۰/۲۴-۰/۰۴ درصد (وزن خشک) تلقیح شد. نمونه‌ها در انکوباتور شیکر دار در دور۱۵۰rpm و دمای ۳۰°C به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. پس از طی این مدت میزان رشد توده سلولی قارچ، نسبت توده سلولی رشد یافته به غلظت کروم و میزان حذف کروم تعیین گردید.

**یافته‌ها**: نتایج این تحقیق نشان داد که رشد قارچ در پسابی که غلظت اولیه کروم در آن معادل ۶۱۲/۵ mg/l-۱۲۲/۵ بوده است، افزایش یافته و در غلظت بیش از ۱۱۰۲/۵mg/l رشد قارچ متوقف می‌شود. بیشترین میزان حذف کروم معادل ۹۳/۹٪ در غلظت اولیه کروم معادل ۲۴۵ میلی‌گرم در لیتر و بهترین میزان تلقیح (۰/۰۸٪ وزن خشک) به دست آمد. میزان رشد توده سلولی و نسبت توده سلولی رشد یافته قارچ به غلظت کروم به ترتیب معادل ۰/۴۴۰۷ (وزن خشک) و کروم (III) ۱۸ mg/mg به دست آمد.

**نتیجه‌گیری**: غلظت اولیه کروم در پساب و میزان تلقیح قارچ به تنهایی و با یکدیگر بر میزان رشد توده سلولی قارچ و راندمان حذف کروم به طور کاملاً معنی‌داری ($p<0/001$) مؤثر است. هم‌چنین با ۹۵٪ اطمینان می‌توان گفت، در صورت افزایش غلظت اولیه کروم در پساب، نسبت میزان وزن خشک قارچ آسپرژیلوس نیجر به ازای هر میلی‌گرم غلظت کروم و درصد حذف کروم به طور معنی‌داری ($R^2$ در محدوده ۰/۷۳ تا ۰/۹۱ بود) کاهش می‌یابد.

**واژه‌های کلیدی**: فاضلاب چرم‌سازی، سلول‌های زنده قارچ آسپرژیلوس نیجر، زدایش کروم

۱- (نویسنده مسئول) استادیار گروه آموزشی پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
تلفن: ۰۲۳۱-۴۴۵۰۶۶۴، فاکس: ۰۲۳۱-۴۴۵۱۳۴۶، پست الکترونیکی: golnara2006@yahoo.com
۲- استاد گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- استادیار گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان

[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-10 ]

[ DOR: 20.1001.1.17353165.1385.5.1.9.4 ]

## مقدمه

از نمک‌های کروم (III) مانند سولفات کروم برای دباغی پوست و تبدیل آن به چرم استفاده می‌شود. کروم (III) برای انسان سودمند است اما در حضور نمک‌های منگنز به یون کروم (VI) ظرفیتی تبدیل می‌شود، که برای انسان بسیار سمی و دفع آن به محیط زیست خطرناک است. کروم (III) برای متابولیسم چربی و گلوکز و هم‌چنین در مصرف آمینواسیدها بسیار ضروری بوده و در جلوگیری از دیابت و اترواسکلروزیس مؤثر است [۱]. در حالی که کروم (VI) در مقادیر ۱۰mg/kg از وزن بدن باعث نکروز کبدی، نفریت، سرطان دستگاه گوارش و ریه می‌گردد [۲]. روش‌های متداول تصفیه بیولوژیکی تنها درصد ناچیزی از فلزات سنگین را از فاضلاب‌های صنعتی حذف می‌نمایند. فرآیندهای تصفیه شیمیایی قابلیت بیشتری در حذف کروم دارند، ولی دفع لجن حاوی کروم به محیط با مشکلات زیست محیطی بسیاری همراه است [۳]. مطالعات در سال‌های اخیر نشان داده است که سلول‌های زنده و مرده قارچ‌ها توانایی قابل توجهی در حذف فلزات سنگین، رنگ، مواد آلی و ترکیبات سمی دارند، اما هنوز به شکل عملی و در مقیاس واقعی کاربرد نداشته‌اند. آسپرژیلوس نیجر از رده آسکو میست‌ها می‌باشد که مصارف صنعتی بسیاری دارد [۴]. درمطالعات اخیر به کاربرد این قارچ در حذف فلزات سنگین در محیط‌های ساختگی اشاره شده است [۶-۴]. جذب فلزات ممکن است به صورت سطحی و بر روی جدار خارجی سلول و یا از نوع تجمعی در سیتوپلاسم سلول باشد. برخی محققین معتقدند واکنش جذب از نوع تبادل یون می باشد [۹-۷، ۲]. در سال ۱۹۹۸، Tobin و همکارانش بر روی کاربرد قارچ *Rhizopous arrhizous* در حذف کروم از پساب صنایع چرم‌سازی مطالعاتی را انجام دادند. آن‌ها از سلول‌های مرده قارچ استفاده نمودند [۱۰]. در مطالعه دیگری از سلول‌های زنده قارچ آسپرژیلوس نیجر در حذف فلز مس استفاده شد. حد تحمل قارچ ۲۰۰mg/l تعیین شد [۱۱]. Rajendran و همکارانش دریافتند که نیکل در غلظت ۱/۷mmol/l، بر رشد قارچ آسپرژیلوس نیجر اثر سمی داشته و کونیدی‌های قارچ به خوبی رشد نمی‌کند [۱۲]. از سلول‌های مرده قارچ آسپرژیلوس نیجر در حذف سرب و کادمیوم استفاده شد. میزان جذب سرب معادل ۹۳mg/l و بیشتر از کادمیوم بود [۱۳]. Zeljka و همکارانش مطالعه‌ای را بر روی حذف کروم (VI)، نیکل، روی و مس با استفاده از سلول‌های زنده آسپرژیلوس نیجر دادند. میزان جذب کروم ۷/۲mg/l و بسیار کمتر از فلزات دیگر بود [۱۴]. بررسی مقالات نشان داد، تاکنون هیچ مطالعه‌ای که در آن از سلول‌های زنده قارچ آسپرژیلوس نیجر در حذف کروم از پساب صنایع چرم‌سازی استفاده شده باشد، مشاهده نشده است . هدف این پژوهش، استفاده از قارچ آسپرژیلوس نیجر در حذف کروم از پساب دباغی در صنایع چرم‌سازی است. در این مقاله، امکان رشد قارچ در محیط پساب دباغی یک کارخانه چرم منتخب، مورد مطالعه و حد تحمل قارچ در غلظت‌های مختلف کروم در پساب، میزان بهینه تلقیح، میزان رشد سلولی و میزان حذف کروم تعیین گردید.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه یک مطالعه آزمایشگاهی است که پس از نمونه‌برداری از پساب واحد دباغی یک کارخانه چرم‌سازی در طی چند مرحله، کیفیت شیمیایی پساب تعیین و گونه قارچ انتخابی به رقت‌های مختلف از پساب تلقیح شد. پس از طی دوره انکوباسیون (۲۴ ساعت) میزان رشد سلولی قارچ و میزان حذف کروم تعیین گردید. مراحل عملیاتی این تحقیق به ترتیب عبارتند از: نمونه‌برداری و بررسی کیفیت پساب، تهیه گونه لیوفلیزه قارچ، تهیه محیط پیش کشت جهت تلقیح قارچ به پساب، چگونگی آماده‌سازی پساب، نحوه تعیین مقدار تلقیح بهینه قارچ و تعیین میزان رشد سلولی و حذف کروم و انجام آنالیزهای آماری بر روی داده‌ها. هریک از مراحل عملیات به تفصیل تشریح شده است.

**۱- نمونه‌برداری و بررسی کیفیت پساب:** یک واحد چرمسازی (کارخانه چرم امین ترکمان – چرمشهر ورامین، تهران) انتخاب گردید و طی چهار مرحله نمونه‌برداری، آزمایش‌های *کل ازت کجلدال (Total Kadjeldal Nitroge, TKN)*، *کل کربن آلی (Total Organic Carbon, TOC)*، pH، کروم (III) و فسفات ($PO_4^{3-}$)، مطابق با آخرین دستورالعمل استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام شد [۱۵].

**۲- تهیه گونه لیوفلیزه قارچ:** *گونه* آسپرژیلوس نیجر، از



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-10 ]

[ DOR: 20.1001.1.17353165.1385.5.1.9.4 ]

کلکسیون قارچها و باکتری‌های صنعتی و عفونی ایران مربوط به سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی ایران تهیه و به مقدار لزوم در محیط PDA (Potato Dextrose Agar) کشت داده شد [۱۶].

**۳- تهیه محیط پیش کشت:** برای تهیه محیط پیش کشت آسپرژیلوس نیجر، سوسپانسیونی از اسپور به حجم ml۱۰-۵ و تعداد اسپور ۱۰۷تا ۱۰۸ تهیه و به محیط مایع PDB (Potato Dextrose Brouth) تلقیح شد [۱۷]. محیط پیش کشت در گرم خانه شیکردار با گردش ۱۵۰ دور در دقیقه در دمای ۳۰ C به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد [۴،۶،۱۸]. پس از ۲۴ ساعت میسیلیوم‌های کروی شکل به قطر ۰/۴ میلی‌متر، به دست آمد که برای تلقیح به پساب در مقادیر مختلف به کار برده شد. میزان وزن خشک قارچ در حجم مشخصی ار محیط پیش کشت طی چند نوبت تعیین شد.

**۴-آماده‌سازی پساب:** با توجه به این که نسبت کربن به ازت در پساب ۲۱۹-۱۲۱ (برای قارچها این نسبت حدود ۱۰ است) بود، کمبود ازت از طریق افزودن کلرور آمونیوم که منبع مناسب ازت برای اکثر قارچهاست، جبران گردید [۱۸]. برای تعیین حد تحمل قارچ در مقابل غلظت‌های مختلف کروم، رقت‌هایی از پساب از ۱۰تا۹۰ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر تهیه و استریل گردید. برای انجام آنالیز آماری از هر رقت ۳ نمونه تهیه گردید.

**۵- تعیین میزان تلقیح بهینه:** برای تعیین بهترین اندازه تلقیح، مقادیر ۰/۲۴-۰/۰۴گرم از میسیلیوم‌های قارچ (وزن خشک) به نمونه‌های پساب تلقیح وبه مدت ۱ تا ۳ روز در گرم خانه شیکردار با ۱۵۰ دور در دقیقه و دمای ۳۰̊C قرار داده شد. ۳ تکرار برای هر میزان تلقیح و رقت از پساب صورت گرفته است [۵].

**۶- تعیین میزان رشد سلولی و حذف کروم:** میزان رشد قارچ با توجه به رشد میسیلیوم‌ها در نمونه پساب، که از تفاوت وزن اولیه تلقیح و میزان ثانویه آن، پس از طی دوره انکوباسیون به دست می‌آمد، تعیین شد. هم‌چنین میزان تلقیح بهینه قارچ تعیین و میزان حذف کروم در رقت‌های مختلف پساب تعیین گردید. سنجش کروم با روش اتمیک ابسورپشن مطابق دستورالعمل استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب صورت گرفت [۵].

**۷- آنالیز آماری:** با استفاده از آنالیز واریانس اثر مقدار تلقیح قارچ (۰/۲۴-۰/۰۴٪)، اثر مقدار رقت پساب (۹۰٪-۱۰۰٪)، اثر مقدار تلقیح قارچ و میزان رقت پساب با یکدیگر بر میزان رشد توده سلولی و میزان حذف کروم محاسبه و میزان خطای $\alpha$=۰/۰۵ به عنوان اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد. با استفاده از آنالیز واریانس اثرات متقابل مقادیر مختلف تلقیح با مقادیر مختلف رقت پساب بررسی گردید سپس با استفاده از روش Multiple comparision گروه‌هایی از مقدار تلقیح و مقدار رقت که دارای اختلاف یکسان هستند طبقه‌بندی شدند. با این روش بهترین میزان تلقیح و میزان رقت پساب که می‌تواند بهترین اثر را بر رشد سلولی و حذف کروم بگذارد، تعیین شد.

## نتایج

مطالعات بررسی کیفیت شیمیایی پساب نشان داد pH پساب اسیدی، در محدوده ۳/۵-۳/۳، کل کربن آلی معادل mg/l ۳۶-۲۸، کل ازت کجلدال ۲۹۵mg/l-۱۲۸، میزان COD معادل ۱۵mg/l-۱۲، فسفر ۱۰۵mg/l-۶۵ و کروم نیز معادل ۱۳۰۰mg/l-۱۲۵۰ است. نسبت کربن به ازت در پساب معادل ۲۱۹-۱۲۱ بود (جدول ۱).

***جدول۱ : ویژگی‌های کیفیت شیمیایی پساب کیفی پساب دباغی***

| پارامتر مورد آزمایش | دامنه تغییرات |
|---|---|
| PH | ۳/۳-۵/۳ |
| TOC ( mg / l ) | ۲۸۰۰۰-۳۶۰۰۰ |
| TKN( mg / l ) | ۱۲۸-۲۹۵ |
| COD( mg / l ) | ۱۲۰۰۰-۱۵۰۰۰ |
| $Po_4^{3-}$ ( mg / l ) | ۶۵-۱۰۵ |
| $Cr^{3+}$( mg / l ) | ۱۲۵۰-۱۳۰۰ |
| C / N | ۱۲۱-۲۱۹ |

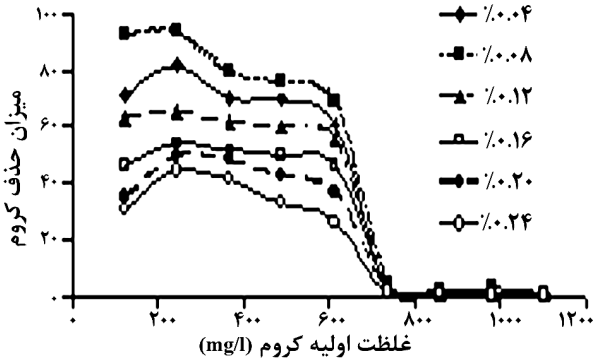
نمودارهای ۱ و ۲ تأثیر غلظت‌های اولیه کروم در پساب را در مقابل رشد توده سلولی قارچ و درصد حذف کروم با توجه به مقادیر مختلف تلقیح نشان می‌دهد. در مقادیر مختلف تلقیح رشد قارچ در محدوده غلظت اولیه کروم، (۱۲۲/۵-۶۱۲/۵mg/l) روند افزایشی را نشان داد و پس از آن



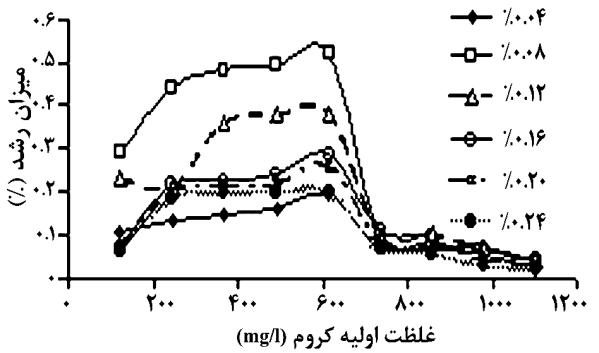
[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-10 ]

[ DOR: 20.1001.1.17353165.1385.5.1.9.4 ]

رشد توده سلولی کاهش یافت. راندمان حذف کروم نیز با افزایش غلظت اولیه کروم کاهش یافت. میزان رشد توده سلولی در میزان تلقیح ۰/۰۸٪ (وزن خشک قارچ) و با غلظت اولیه کروم ۶۱۲/۵ mg/l معادل ۰/۵۲۱٪ (وزن خشک) بود، که بیشترین مقدار رشد سلولی قارچ است. در این شرایط میزان حذف کروم معادل ۶۹٪ محاسبه شد. در آزمون آماری آنالیز واریانس و مقایسه بین گروه‌ها نیز ثابت شد بیشترین میزان حذف کروم، معادل ۹۳/۹٪ و هنگامی بود که غلظت اولیه کروم در پساب ۲۴۵ mg/l(رقت ۲۰٪) و میزان تلقیح قارچ ۰/۰۸٪ (وزن خشک) بود. در این گروه ضریب p کمتر از ۰/۰۰۱ بدست آمد میزان رشد سلولی قارچ ۰/۴۴۰۷٪ (وزن خشک) بود.

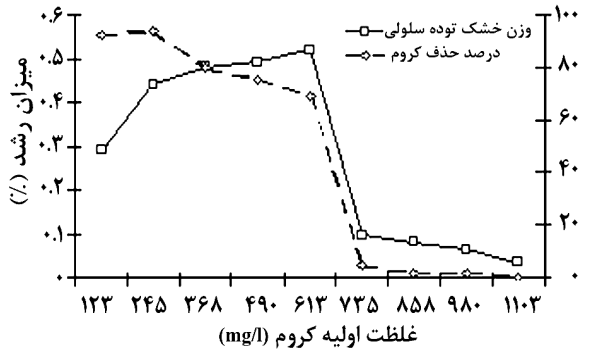



***نمودار۱: اثر تلقیح و غلظت اولیه کروم بر میزان حذف کروم در مقادیر مختلف تلقیح***



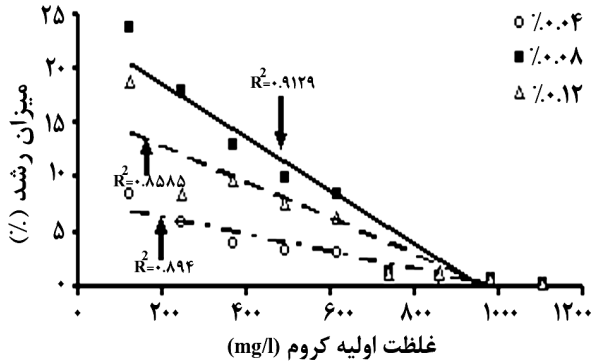

***نمودار۲: اثر مقادیر مختلف تلقیح و غلظت اولیه کروم در پساب بر میزان رشد قارچ A.niger***

در آزمون آماری آنالیز واریانس و مقایسه بین گروه‌ها نیز ثابت شد نمودار ۳ میزان رشد سلولی و حذف کروم را در میزان تلقیح بهینه و غلظت اولیه کروم در پساب معادل ۲۴۵mg/l نشان می‌دهد. با انجام آنالیز واریانس یک طرفه مشخص شد، میزان تلقیح و میزان رقت هریک به تنهایی بر رشد سلولی قارچ و حذف کروم به طور معنی‌داری مؤثر هستند (p<۰/۰۰۱). هم‌چنین میزان تلقیح و مقدار رقت، با یکدیگر نیز بر دو متغیر رشد سلولی و حذف کروم مؤثرند (p<۰/۰۰۳).




***نمودار۳: اثر تلقیح بهینه قارچ آسپرژیلوس نیجر (۰/۰۸٪ وزن خشک ) و غلظت اولیه کروم بر میزان رشد و حذف کروم***

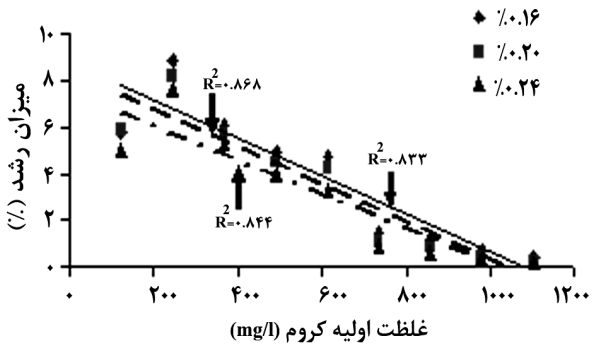
با افزایش غلظت اولیه کروم در پساب، نسبت وزنی توده خشک قارچ به غلظت کروم به طور کاملاً معنی‌داری کاهش یافت (نمودارهای۴، ۵)، و ضریب همبستگی ($R^2$) در تمام مقادیر تلقیح و رقت‌های مختلف پساب بین ۰/۸۳ تا ۰/۹۱ بود. هم‌چنین همبستگی بین غلظت اولیه کروم در پساب و میزان حذف کروم نیز معنی‌دار بوده و ضریب $R^2$ بین ۰/۷۳ تا ۰/۸۶ بود (نمودارهای ۶، ۷). با تلقیح بهینه قارچ به میزان ۰/۰۸ ٪ (وزن خشک) و غلظت اولیه کروم در پساب معادل ۹۸۰ تا ۱۱۰۲/۵ میلی‌گرم در لیتر، نسبت وزنی توده خشک قارچ به غلظت کروم کمتر از ۱ mg/mg Cr و در غلظت اولیه ۱۲۲/۵ و ۲۴۵ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب معادل ۲۳/۷ mg/mg Cr و ۱۸ بود.



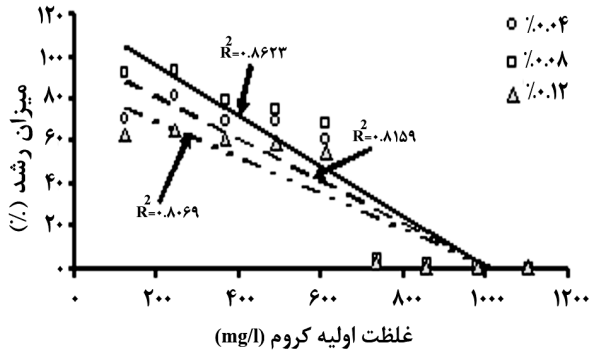

***نمودار۴: نسبت وزنی توده رشد یافته به غلظت کروم در غلظت‌های مختلف کروم در پساب و مقادیر مختلف تلقیح***



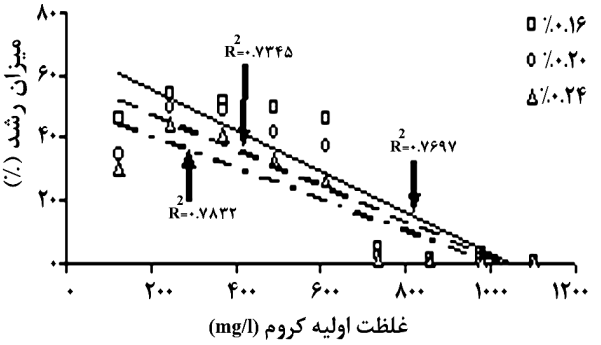
[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1385.5.1.9.4 ]




***نمودار ۵: نسبت وزنی توده رشد یافته به غلظت کروم در غلظت‌های مختلف کروم در پساب و مقادیر مختلف تلقیح***




***نمودار۶: میزان حذف کروم با توجه به غلظت‌های اولیه کروم در پساب و مقادیر مختلف تلقیح قارچ آسپرژیلوس نیجر***




***نمودار۷: میزان حذف کروم با توجه به غلظت‌های اولیه کروم در پساب و مقادیر مختلف تلقیح قارچ آسپرژیلوس نیجر***

## بحث

pH اسیدی پساب، به دلیل استفاده از اسید سولفوریک به منظور تأثیر کروم بر پوست است. همواره در واحد دباغی، غلظت کروم بیش از یک گرم در لیتر بوده است. رنگ آبی تیره پساب ناشی سولفات کروم مصرفی است. میزان کربن آلی در پساب به دلیل وجود هیدروکربورها، چربی‌ها، آلبومین‌ها و گلوبولین‌های پوست می‌باشد. وجود شبکه پروتئینی پوست، استفاده از اسیدهای آلی مانند اسید فرمیک و کاربرد آنزیم‌ها قبل از آغاز فرایند دباغی (تریپسین و کیموتریپسین) همگی از منابع تولید ازت هستند، لکن از سهم کمتری نسبت به کربن برخوردارند. از سلول‌های زنده و یا مرده قارچ‌ها می‌توان در حذف فلزات سنگین استفاده کرد. اما حفظ سلول‌های زنده در طی فرایند جذب فلزات به دلیل نیازمندی به مواد غذایی و یا سمیت در مقابل غلظت بالای فلز مشکل‌تر است. از طرفی سلول‌های زنده برخی از قارچ‌ها دارای مشکلات بهداشتی هستند. اما آن چه مسلم است، سلول‌های زنده در مقایسه با سلول‌های مرده به دلیل فرایند جذب تجمعی که در درون سلول انجام می‌گیرد، راندمان جذب بیشتری دارند، در حالی که سلول‌های مرده فقط از طریق تبادل یون فلز را از طریق دیواره خارجی حذف می‌کند [۹].

قارچ آسپرژیلوس نیجر در پسابی که حاوی کروم در غلظت‌های ۱۲۲/۵ تا ۶۱۲/۵ میلی‌گرم در لیتر است توانایی رشد دارد و در غلظت‌های بیش از این محدوده، رشد قارچ سیر نزولی پیدا می‌کند. زیرا کروم یکی از عوامل محدود کننده رشد قارچ آسپرژیلوس نیجر (نمودارهای ۱، ۲). در غلظت‌های بالای ۶۱۲/۵ میلی‌گرم در لیتر، تقریباً رشد قارچ ناچیز است. از دلایل کاهش رشد در مقادیر تلقیح بالاتر از ۰/۰۸٪، می‌توان به محدودیت ماده غذایی در مقابل تعداد میکروارگانیسم اشاره نمود. با توجه به ثابت بودن مقدار ماده غذایی، افزایش تعداد و یا میزان میکروارگانیسم موجب رشد بیشتر نمی‌شود، زیرا غذا به اندازه کافی در اختیار نیست. با افزایش غلظت کروم، نسبت وزنی توده خشک قارچ به غلظت کروم و هم‌چنین درصد حذف کروم کاهش یافت (نمودارهای ۷-۴)، بنابراین افزایش غلظت کروم عامل محدود کننده رشد قارچ است. آزمون آماری همبستگی نشان داد، که با تلقیح ۰/۰۸٪ به رقت‌های مختلف پساب، با ۰/۹۵ اطمینان و $R^2$=۰/۹۱۲۹ بین نسبت وزنی رشد قارچ به غلظت کروم و غلظت اولیه کروم در پساب ارتباط کاملاً معنی‌دار وجود داشت. این همبستگی، در فاصله ۰/۸۱ (حد پایین) و ۰/۹۹ (حد بالا) قرار داشت. بنابراین هرچه غلظت اولیه کروم افزایش می‌یافت، نسبت وزنی رشد قارچ به غلظت کروم نیز کاهش پیدا می‌کرد. این همبستگی، در فاصله ۰/۸۱ (حد پایین) و ۰/۹۹ (حد بالا) قرار داشت. مطالعات زیادی در این زمینه وجود ندارد. تنها در یک مطالعه که Tobin و Roux در سال ۱۹۹۸ انجام دادند، مشخص گردید که



[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1385.5.1.9.4 ]

سلول‌های مرده قارچ ریزوپوس آریزوس توانایی جذب کروم از پساب صنایع چرم‌سازی را به مقدار ۶۵ mg/g دارا هستند [۱۰]. در حالی که در مطالعه حاضر مشخص شد سلول‌های زنده قارچ آسپرژیلوس نیجر ۶۳۸mg/g کروم را جذب نمودند، که بیش از ۱۰ برابر سلول‌های مرده قارچ ریزوپوس آریزوس است. در مطالعه مشابه دیگری Spanelova مشخص نمود سلول‌های مرده قارچ آسپرژیلوس نیجر توانایی جذب سرب، به میزان ۹۳mg/g را دارا هستند [۱۳]. در مطالعه Pillichshamer و همکارانش جذب کروم (III) با استفاده از قارچ موکور هی مالیس ۲۱/۴ بوده است، که در مقایسه با قارچ مورد مطالعه میزان جذب بسیار کمتر بوده است [۵]. هم‌چنین در مطالعه Zeljka و همکاران او بر روی حذف کروم (VI)، مشخص شد میزان جذب معادل ۷/۲ mg/g و کمتر از فلزات مس و نیکل بوده است. این در حالی است که غلظت اولیه کروم در پساب ساختگی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است [۱۴]. مطالعه فوق در مقایسه با مطالعه حاضر نشان می‌دهد، در قارچ آسپرژیلوس نیجر میزان جذب کروم (III) بیش از کروم (VI) است.

## نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر توجه دانشمندان به کاربرد قارچ‌ها، جلبک‌ها و مخمرها به عنوان جایگزین باکتری‌ها بیشتر شده است. علت این امر پتانسیل بالای آن‌ها در جذب فلزات سنگین در مقایسه با باکتری‌ها است. در این مطالعه، هرچند قارچ آسپرژیلوس نیجر قدرت جذب بالایی در حذف کروم از پساب صنایع چرم‌سازی را نشان داده است، لکن باید این مطالعه در مقیاس کامل و صنعتی نیز مورد بررسی قرار گرفته تا مشکلات احتمالی نمایان گردد. هم‌چنین در کاربرد سلول‌های زنده باید مخاطرات بهداشتی آن‌ها برای انسان و محیط زیست مورد توجه قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری کارکنان آزمایشگاه میکروبیولوژی محیط و شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و هم‌چنین پژوهشکده بیوتکنولوژی سازمان تحقیقات علمی و صنعتی ایران تشکر و قدردانی می‌گردد.

# References


[1] WHO. Guidelines for drinking water quality- Recomendations. 4th ed, WHO publishing, 1997; pp: 252-5.

[2] Volesky B. Detoxification of metal-bearing effluents, biosorption for the next century. *J Hydrometallorgy*, 2001; 59: 203-16.

[3] Nemerow NL. Liquid waste of industry, theories, practices and treatment. 3th ed. VNR. NewYork. 1995; pp: 409-15.

[4] Kapoor A, Viraraghavan T. Removal of heavy metals from aqueous solutions using immoblied fungal biomass in continuous mode. *J Water Research*, 1997; 32(6): 1968-97.

[5] Pillichshammer M. Biosorption of chromium to fungi. *J Biometals*. 1995; 8(2): 117-21.

[6] Siegle SM, Galun M, Siegle BZ. Filamentous fungi as metal biosorbents. *J Water Air Soil Pollution, 1990;* 53: 335-44.

[7] Davis TA, Volesky B, Mucci A. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. *Water Res*, 2003; 37(18): 4311-30.

[8] Ma W, Tobin JM. Development of multimetal binding model and application to binary metal biosorption on to peat biomass. *J Water Research*, 2003; 37: 3967-77.

[9] Tae young Y, Sun young P, Hwan Beam K. adsorption of heavy metals by brewery biomass. *Korean J Chemistry Engineering*, 2005; 22(1): 91-8.

[10] Tobin J, Roux J. Mucor biosorbent for Chromium removal from tannery effluent. *Water Res*, 1998; 32: 1407-16.

[11] Kolishka T, Dessislava T. Copper (II) Accumulation and Supper Oxid Dismutase Activity during Growth Aspergillus niger B-77. *Z.Naturforch*; 2002; 570 c: 319-22.

[12] Rajendran P, Ashokkumar B, Muthukrishan J, Gunasekaran P. Toxicity assessment of nickel using Aspergillus niger and its removal from industrial effluent. *Appl Biochem Biotechnol*, 2002; 102-103(1-6): 201-6.

[13] Spanelova M, Machovic V, Zina M. Characterization and Sorption Properties of Aspergillus niger Waste Biomass. *J Chemistry*, 2003; 1(3): 192-200.

[14] Zeljka F, Filipovic K, Felicita B. Biosorption of Chromium , Copper, Nickel and Zink ions onto fungal pellets of Aspergillus niger 405 from aqueous solutions. *J Food Technology Biotechnology*, 2000; 38(3): 211-6.

[15] APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th edition. APHA publication, 1995; pp: 3-59, 4-95, 4-112, 5-10.

[۱۶] معظمی ن. کلکسیون قارچ‌ها و باکتری‌های صنعتی و عفونی ایران. چاپ اول، انتشارات سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی ایران، تهران، ۱۳۶۸، ۳۰۶- ۱۷۸

[17] Becker J, Caled well G, Zachgo E. Biotechnology A Laboratory course.first edition. Academic press publication. 1990; pp: 195-8.

[18] Griffin DH. Fungal physiology. 2nd ed. John wiley publication, 1994; pp: 23-63.




[ Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.17353165.1385.5.1.9.4 ]