جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

No. 28, pp. 1-7, 2003

شماره ۲۸، صفحات ۷-۱، ۱۳۸۲

امکان‌سنجی طرّاحی و ساخت زیست - صافی برای ایزوتوپ پایدار و رادیوایزوتوپ مولیبدن - ۹۹ به وسیلهٔ ریزسازواره‌ها[1]

حسین غفوریان*، مریم شمس رفیعی، مریم مظاهری تهرانی، محمد امین احمدی، علیرضا نفر
مرکز تحقیقات هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۳۴۸۶ - ۱۱۳۶۵، تهران - ایران

چکیده: در این کار پژوهشی، ۲۳ سویه[2] باکتریایی گردآوری شده از آبهای آلوده به مواد رادیوآکتیو در مناطق مختلف رامسر، خاکهای جزیره هرمز، چگاله‌های (کنسانتره‌های) مس و مولیبدن و خاکهای مناطق مختلف معدن مس سرچشمه خالص‌سازی و بررسی شده‌اند. از میان سویه‌های جداسازی شده از نمونه‌ها، تنها سویه‌های جداشده از خاکهای معدن مس سرچشمه، قابلیّت رشد در محیطهایی تا غلظت ppm ۱۰۰۰ مولیبدن را داشتند، و توان جذب مقدار مولیبدن بیشتری نسبت به سویه‌های دیگر نشان دادند. در بررسی pH جذب، pH = ٤ به عنوان pH بهینه انتخاب شد. نقش غلظت مولیبدن در فرایند جذب نیز در محدودهٔ ۵۰ تا ppm ۱۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل نشان دادند که بیشترین جذب مولیبدن تا غلظت ppm ۲۰۰ به مقدار ٤٠٪ است. آزمایشهای دینامیکی سویه‌های خالص‌سازی شده نمایانگر این کیفیت بودند که "زیست- توده[3]" باکتریها در ۳۰ دقیقه اوّلیه مجاورت با محیط فلزی، تقریباً تا حدّ ۹۵٪ اشباع می‌شود. متوسّط وزن خشک باکتریها از ۰/۱ تا ۰/۷ گرم در هر لیتر مواد طبیعی موجود در محیط و ظرفیت جذب زیست توده‌ها از ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم مولیبدن در هر گرم وزن خشک است. مقایسه مقادیر جذب مولیبدن با غلظت‌های بالا در سویه‌های مقاوم با جذب آن در سویه‌های اوّلیه نشان داد که سویه‌های اوّلیه از ۲٦ تا ۹۰ درصد و سویه‌های مقاوم از ۳ تا ۷۷ درصد مولیبدن را از محیط حاوی ppm ۲۰۰ جذب می‌کنند. گرچه سازوکار جذب مولیبدن به درستی مشخّص نیست، لیکن با توجّه به pH بهینه جذب می‌توان گفت که قسمت عمده گونه‌های آنیونی پلیمری و یونهای مولیبدات توسّط باکتریها جذب می‌شوند. هدف این پژوهش در نخستین مرحله، مطالعه مقادیر جذب مولیبدن توسّط ریزسازواره‌ها و تعیین شرایط بهینه جذب به منظور تهیّه رادیوایزوتوپ مولیبدن است که در پزشکی هسته‌ای برای مصارف تشخیصی بسیار اهمیّت دارد.

***واژه‌های کلیدی:** ریزسازواره، زیست صافی، ایزوتوپ مولیبدن، آبهای آلوده به مواد رادیوآکتیو*

Feasibility Study for Separation of Stable and Radioisotope of Molybdenum Isotopes with Biofilter Using Microorganisms

H. Ghafourian*, M. Shams Rafiee, M. Mazaheri Tehrani, M. A. Ahmadi, A. Nafar
Nuclear Research Center, AEOI, P.O.Box: 11365 - 3486, Tehran – Iran

Abstract: In this study 23 bacterial strains were isolated, purified and investigated from samples of radioactive polluted water collected from different areas in Ramsar, soils of Hormoz Island, copper and molybdenum concentrated and various places of Copper Sarcheshmeh Mines. Among the isolated strains from samples that were investigated, isolated strains from soils of Copper Sarcheshmeh Mines showed their growth ability at the environment up to 1000 ppm molybdenum and presented a more adsorption ability of molybdenum in relation to other strains. In the pH adsorption study, the optimum value of pH =4 was selected. The effect of Mo-concentration in the adsorption process with 50 to 1000 ppm of Mo was investigated and the results shown that the highest adsorption is up to 200 ppm with 40% of molybdenum. In dynamics experiments of purified strains from soil samples of Copper Sarcheshmeh Mines showed that the biomasses were saturated almost 95% within 30 minutes. The average dry weight of bacterias were 0.1-0.7 gr per liter of environment and the adsorption capacity of biomasses varied from 50 to 304 mg Mo gr^{-1} dry biomasses. In comparison with the adsorption of resisting strains in high concentration of molybdenum with primary isolated strains were definite that the primary strains of 26-

*email: GHAFORIAN@seai.neda.net.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۱/۷/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۲/۳/۲۱

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

90% and resisting strains of 3-77% removed the molybdenum from 200 ppm. Therefore, the primary strains presented the higher adsorption capacity from the existing molybdenum which proved the occupation of some molybdenum adsorption sites on the surface of resisting bacterias cell on the adaptation time. Although there is still no proper definition about the mechanism of molybdenum adsorption, but by consideration of the optimum pH adsorption, we should state that the relative strains would mainly adsorb the kinds of polymeric anion and molybdate ions. The goal in the first stage of this research was to study the scope of molybdenum adsorption by isolated strains from soils of Copper Sarcheshmeh Mines and optimization of adsorption situation in the direction of providing radioisotope of molybdenum, which will be used in the nuclear medicine for diagnostic.

Keywords: *microorganism, biofilter, molybdenum isotope, radioactive polluted water*

۱- مقدمه

تحقیقات گسترده‌ای دربارهٔ استفاده از ریزسازواره‌ها به عنوان جذب‌کننده‌های زیست‌شناختی برای گردآوری فلزّات آلوده‌کنندهٔ محیط زیست انجام شده است. ریزسازواره‌ها، از جمله باکتریها، جلبکها، قارچ‌ها، مخمرها می‌توانند با جذب فلزّات سنگین، مواد رادیوآکتیو و ترکیبات وابسته به این مواد، آنها را از محیط زیست به خوبی جذب کنند [۱]. عامل مهمّ در مورد استفاده عملی از ریزسازواره‌ها، مقدار فلزّاتی است که توسّط جرم یاخته گردآوری می‌شود. این مقدار، از چند میکروگرم در هر گرم یاخته تا چند درصد وزن خشک سلول متغیّر است [۲].

ولسکی[٤] و همکاران، همچنین توبین[٥] و همکاران در این زمینه در مقالات متفاوتی وجود گروههای کربوکسیل در جدار یاخته را مسؤول گردآوری فلز می‌دانند؛ آنان اظهار داشته‌اند که گروههای کربوکسیلی موجود در پروتئین دیواره یاخته با فلزات کمپلکس تشکیل می‌دهند و بدین صورت فلز را از محیط خارج می‌سازند [۳ و ٤].

نتایج گزارشها مبیّن این مطلب است که عمل جذب در این مورد، واکنش فیزیکی- شیمیایی بین اجزای حل شدهٔ دارای بار مثبت و اجزای یاخته‌ای فعّال دارای بار منفی می‌باشد [٥]. به طور کلی جذب فلز توسّط باکتریها ممکن است به صورت فعّال یا غیرفعّال صورت گیرد. در جذب فعّال، انتقال فلز یا تعامل فلز- میکروب در سیستم زنده صورت می‌گیرد، ولی در جذب غیرفعّال، فلز به وسیلهٔ عملکردهای فیزیکی- شیمیایی که معمولاً نیازی به ریزسازواره‌های زنده ندارد انتقال می‌یابد [٦].

فلزّات سنگینی مانند جیوه، ارسنیک، سرب برای یاخته زنده سمّی بوده و مقدار زیاد آنها باعث مسمومیّت و غیرفعّال شدن یاخته می‌شود؛ امّا ریزسازواره‌هایی هم هستند که در مقابل غلظت بالای این گونه فلزّات مقاومند. در این مورد هم غلظت فلز نباید از حد سمّی بودن آن برای یاختهٔ زنده تجاوز کند.

جذب فلزّات در محیط کشت میکروبهای در حال رشد، متأثّر از تغییرات فیزیکی و شیمیایی این محیط و تغییرات فیزیولوژیکی یاخته‌ها است. یاخته‌های زنده گاهی در مقابل فلزّات سمّی مقاومت نشان می‌دهند. بهترین محیط جداساز این باکتریها، رسوبات و خاکهای حاوی بیش از ۱۰ ٪ فلزّات سنگین می‌باشند.

ولسکی معتقد است که رفتار انواع معینی از جذب‌کننده‌های قوی زیستی در مقابل یونهای فلزی، بستگی به ترکیب شیمیایی یاخته‌های میکروبی سازندهٔ آنها دارد. لازم به ذکر است که این نوع زیست- توده‌های فعّال دارای یاخته‌های مرده و غیرفعّال وابسته به سوخت و ساز نیز می‌باشند. در این مورد نظریه جدیدی در زمینه فرایندهای کاربردی مطرح شده است که به موجب آن چنین جذب‌کننده‌های زیستی نموداری از "مواد شیمیایی" هستند که قادرند به طور نسبی مقادیر قابل توجّهی از فلز را گردآوری کنند [۸].

اطلاعات در زمینهٔ نقش ریزسازواره‌ها در جذب مولیبدن بسیار اندک است و تنها در مورد بررسی جلبک سبز "کلورلاریگولاریس[٦]" نشان داده شده است که این جلبک می‌تواند مولیبدن را از محلولهای حاوی mgMo/l ۵۰-۱۰ جذب کند [۹].

کورنوسکی[۷] و همکاران در ضمن مطالعهٔ نقش گروههای مختلف ریزسازواره‌ها در جذب مولیبدن از محلولها نشان دادند که زیست- توده‌های ۲۰ سویه قارچ، باکتری و مخمرها، مولیبدن را از محلولهایی جذب می‌کنند که ظرفیت جذب زیست- توده‌های

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

آنها از ۸۰ تا ۱۸۵ میلی‌گرم مولیبدن در هر گرم وزن خشک آنها متغیّر است و در محدوده pH از ۱/۵ تا ۲/۵، بیشینهٔ مقدار جذب مولیبدن اتفاق می‌افتد و در pHهای خارج از این محدوده مقدار جذب به طور وضوح کاهش می‌یابد.

در این کار پژوهشی چندین نمونهٔ آب و خاک به منظور بررسی مقدار جذب مولیبدن توسّط ریزسازواره‌های جداشده و خالص‌شده از نمونه‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این بررسی به صورت گسترده‌تری روی نمونه‌های خاک مس سرچشمه انجام گرفته است.

۲- مواد و روش کار

کلیّه مواد اوّلیه شیمیایی لازم، از شرکتهای Merck و Aldrich خریداری و مقادیر فلز مولیبدن در نمونه‌ها به وسیلهٔ دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شده‌اند.

نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از: نمونه‌های آب چشمه‌های رادیوآکتیویته‌دار رامسر، نمونه‌های خاک از جزیره هرمز، نمونه‌های چگاله (کنسانتره) مس و مولیبدن و نمونه‌های خاک معدن مِس سرچشمه.

برای جداسازی باکتریهای موجود در نمونه‌های آب، "مادّه غذایی آگار[۸]" به عنوان محیط کشت و خالص‌سازی در نظر گرفته شد، که با چندین بار کشت متوالی در طشتک‌های محتوی این مادّه غذایی، باکتریهای موجود در نمونه‌های آب جدا و خالص‌سازی شدند. به منظور بررسی چگونگی رشد باکتریها در محیط رشد حاوی فلز مولیبدن، "محیط پایه‌ای" محتوی ۱۰ ppm فلز مولیبدن تهیّه شد و در بخشهای ۱۰۰ میلی‌لیتری از این محیط، باکتریها تلقیح شدند. همچنین برای تعیین مقدار جذب فلز توسّط باکتریها، "زیست- توده" حاصل از آنها در ۱۰۰ میلی‌لیتر محیط "مادّه غذایی آبگوشت[۹]" پس از عمل سانتریفوژ و شستشو به محیط فلزی ۲۰۰ ppm مولیبدن منتقل شده و مدّت ۱۶ ساعت در دمای ۳۰°C و ۱۵۰ دور در دقیقه در بهمزن انکوباتور قرار گرفته‌اند.

برای جداسازی باکتریهای موجود در نمونه‌های خاک، در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر از محیط پایه، یک گرم از نمونه‌های خاک را ریخته در دمای ۳۰°C و ۱۵۰ دور در دقیقه در بهمزن انکوباتور قرار داده‌ایم. پس از گذشت ٤ تا ٥ روز که رشد باکتریها به وسیلهٔ گرفتن "لام" مشخّص شد، با چند کشت متوالی در طشتک‌های محتوی "مادّه غذایی آگار"، باکتریهای موجود را به صورت خالص جدا کرده‌ایم. زیست- توده همهٔ نمونه‌های خالص را در شرایط یکسان در محیط "غذایی آبگوشت" تهیّه کرده و پس از عمل سانتریفوژ و شستشو با آب مقطر، برای تعیین چگونگی عمل جذب فلزی، به محیط ۲۵۰ ppm فلز مولیبدن انتقال داده‌ایم.

برای تعیین اندازه مقاومت باکتریها در مقابل مولیبدن با غلظت‌های بالا در محیط رشد، باکتریهای خالص‌سازی‌شده را در محیط‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری محتوی مادّه غذایی آبگوشت و ۵۰ ppm مولیبدن، تلقیح کرده‌ایم. پس از گذشت ٤ روز در دمای ۳۰°C و بهمزنی ۱۵۰ دور در دقیقه، علائم رشد در محیطها ظاهر شده است. بار دیگر ۱۰ میلی‌لیتر از این محیط را به محیط مادّه غذایی حاوی ۱۰۰ ppm مولیبدن تلقیح و مانند مرحلهٔ قبل عمل کرده‌ایم و این مراحل را تا غلظت ۱۰۰۰ ppm مولیبدن ادامه داده‌ایم.

زیست- توده باکتریهای اوّلیه و باکتریهای مقاوم شده در مقابل مولیبدن با غلظت ۱۰۰۰ ppm را در شرایط یکسان تهیّه و به منظور مقایسه مقدار جذب این باکتریها، آنها را به محیط فلزی ۲۰۰ ppm مولیبدن وارد کرده‌ایم و با گذشت ۱٦ ساعت مجاورت در دمای ۳۰°C و بهمزدن با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه در بهمزن انکوباتور این محیط فلزی را پس از سانتریفوژکردن، مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌ایم.

به منظور بدست آوردن pH بهینهٔ جذب برای هر نوع باکتری، نمونه‌های ۲۰ سانتی‌متر مکعّبی از محلول ۲۰۰ ppm مولیبدن را تهیّه کرده و pH آنها را به ترتیب روی ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۰ و ۱۲ تثبیت و مقدار جذب مولیبدن را در هر یک از این محیطها حساب کرده‌ایم.

برای تعیین غلظت بهینه فلز به منظور حذف توسّط باکتری، محیطهای فلزی شامل ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ٤۰۰، ٦۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ ppm مولیبدن را تهیّه کرده و زیست- تودهٔ باکتریها را در این محیطها وارد و پس از ۱٦ ساعت مجاورسازی و سانتریفوژکردن محیط، محلول حاصل را تجزیه و تحلیل کرده‌ایم.

برای مشخّص کردن سینتیک حذف فلز، ۱۰ میلی‌لیتر محلول باکتریایی را به محیط فلزی ppm ۲۰۰ مولیبدن افزوده و در شرایط ثابت در زمانهای ۰/۵، ۱، ۲، ۳، ٤، ٦، ۸، ١٦، ۲۰، ۲۸، ٤۸، ٥٦، ٦٤ و ۷۲ ساعت، از محیطها نمونه‌برداری کرده و پس از عمل سانتریفوژ، محلول شفاف را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌ایم تا چگونگی سینتیک حذف فلز مشخّص شود.

۳- یافته‌ها و نتایج

از نمونهٔ آبهای آلوده به مواد رادیوآکتیو شهرستان رامسر ۱۱ باکتری غیربیماریزا جداسازی و تخلیص شده‌اند. از این تعداد، شش سویه باکتریایی در محیط ppm ۲۰۰ مولیبدن از قابلیت رشد خوبی برخوردار و در مقابل وجود مولیبدن در محیط رشد، مقاوم بودند. همچنین زیست- توده‌های هر ۱۱ باکتری در محیط فلزی ppm ۲۰۰ مولیبدن، جذب مقادیری از مولیبدن را نشان دادند. در جدولهای ۱ و ۲ به ترتیب مقادیر درصد مولیبدن جذب شده توسّط باکتریهای مقاوم و غیرمقاوم به مولیبدن، پس از ١٦ ساعت مجاورسازی درج شده است.

از نمونه‌های خاک کنسانتره مس و مولیبدن هیچ باکتری جداسازی نشد باکتریهای جداسازی شده از نمونه‌های خاک جزیرهٔ هرمز نیز در محیط حاوی مولیبدن هیچگونه رشدی نداشتند.

از نمونه‌های خاک معدن مس سرچشمه ۸ نوع باکتری جداسازی و خالص‌سازی شد؛ نتایج مجاورسازی زیست- توده این باکتریها در محیط ppm ۲۵۰ مولیبدن، در جدول ۳ درج شده است.

باکتریهای خالص‌سازی‌شده از نمونه خاکهای معدن مس سرچشمه را به محیطهای رشد حاوی ۵۰ تا ۱۰۰۰ "ppm" مولیبدن

جدول ۱- مقدار درصد مولیبدن جذب‌شده توسّط ریزسازواره‌های مقاوم

نمونه	درصد جذب فلز مولیبدن
۱ W	٤/۲
۲ W	٦/۲
۳ W	۹/۹
٤ W	۹/۹
٥ W	١٤/١
٦ W	١٤/١
شاهد	۲۰۰ ppm

جدول ۲- درصد مولیبدن جذب شده توسّط ریزسازواره‌های غیرمقاوم

نمونه	درصد جذب فلز مولیبدن
۷ W	٤/۱
۸ W	۳/٤
۹ W	۱/۱
۱۰ W	۰/۷٥
۱۱ W	۱/۷
شاهد	۲۰۰ ppm

جدول ۳- درصد جذب فلز مولیبدن توسّط باکتریهای جداسازی‌شده از معادن مس سرچشمه در غلظت ppm ۲۵۰ مولیبدن

نمونه	درصد جذب فلز مولیبدن
۱	۳۲/۸
۲	۲٥/٦
۳	۱۹/۲
٤ (C.S)	۲٦/۸
٤ (C.W)	۲۸/۲
٤ (B.B)	۲۲/۸
٥	۳۱/۲
R	۲۹/۲
شاهد	۲٥۰ ppm

به تدریج منتقل کرده‌ایم. نتایج حاصل نشان داده‌اند که این باکتریها، بجز یکی از آنها، تا غلظت ppm ۱۰۰۰ مولیبدن، قابلیت رشد و تکثیر خود را در محیط رشد حفظ کرده‌اند.

نتایج مقدار جذب فلز مولیبدن توسّط باکتریهای اوّلیه نسبت به باکتریهای مقاوم شده (رشد کرده تا غلظت ۱۰۰۰ "ppm" مولیبدن) در جدول ٤ درج شده و حاکی از جذب بهتر فلز توسّط باکتریهای اوّلیه است.

آزمایش تعیین pH بهینه جذب توسّط باکتریها، در دو pH، ٤ و ۱۰ بیشترین مقدار جذب مولیبدن را نشان داد. در pHهای دیگر، مقدار جذب فلزی کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد (شکل ۱ الف و ب).

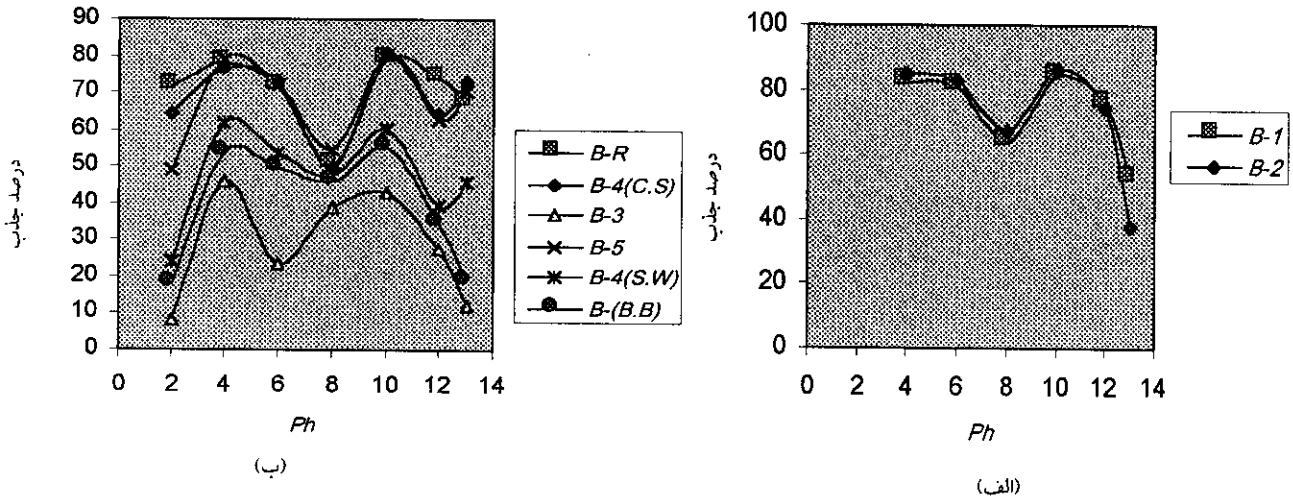
نتایج بررسی سینتیکی نشان می‌دهند که عمده مقادیر جذب فلز در نیم ساعت اوّلیه مجاورسازی زیست- توده با محیط حاوی فلز صورت می‌گیرد (شکل ۲).

میانگین وزن خشک باکتریها در حسب mg/lit در جدول ٥ ارائه شده است.

توانایی حذف مولیبدن توسّط باکتریها در غلظت‌های متفاوت فلزی در جدول ٦ نشان داده شده است.

جدول ٤- درصد جذب مولیبدن توسّط زیست- توده باکتریهای اوّلیه و باکتریهای مقاوم شده در محیط حاوی ppm ۲۰۰ مولیبدن

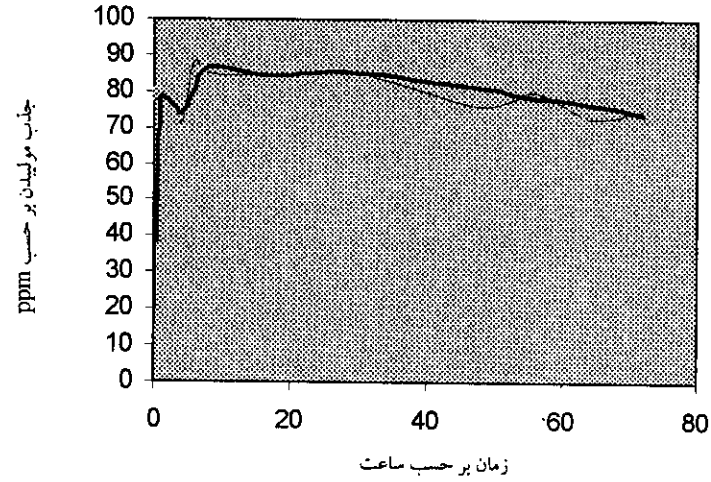
شماره نمونه	۱	۲	٤ (B.B)	٤ (C.S)	٤ (C.W)	٥	R
باکتری اوّلیه	۹۰/۱۲	۸۳/۸۱	۲٦/۰٤	٦٦/۳۳	۳۹/۸٥	٤۷/٦۱	٥۳/۰٤
باکتری مقاوم شده	۷۷/۲٤	٦۰/۰۲	۳/۲۳	٥۰/٦٥	۲۰/۲٤	٤۳/۷۳	٦٦/٥٥



شکل ۱ - درصد مولیبدن جذب شده در pHهای متفاوت با غلظت ثابت فلزی در دمای $30^{\circ}C$ و تعداد ۱٥۰ دور در دقیقه

جدول ٥- میانگین وزن خشک باکتریها بر حسب میلی‌گرم در یک لیتر محیط

شماره نمونه	میانگین وزن خشک باکتریها (mg/lit)
۱	۰/٤٤
۲	۰/۳۷
۳	۰/۳۱
٤ (B.B)	۰/٤٥
R	۰/۲۳
٤ (C.S)	۰/٤۱
٤ (C.W)	۰/۱۷
٥	۰/۷۷



شکل ۲- نمودار سینتیک جذب

٤- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مندرج در جدولهای ۱ و ۲ نشان می‌دهند که آن دسته از باکتریهای جداسازی شده از نمونه‌های آب رامسر که نسبت به وجود فلز مولیبدن در محیط رشد مقاومت نشان می‌دادند، جذب مقادیر بیشتری در غلظت ppm ۲۰۰ مولیبدن نسبت به باکتریهای غیرمقاوم در مقابل مولیبدن به هنگام رشد دارند، امّا در هر حال

جدول ٦- درصد جذب مولیبدن توسّط باکتریها در غلظتهای متفاوت

غلظت اوّلیه مولیبدن (ppm)	B-١	B-٢	B-٣	B-٤ (C.W)	B-٤ (C.S)	B-٤ (B-B)	B-٥	B-R
٥٠	٦٥/٧	٤٩/٩	٣٩/٩	٥٤	٤٨/٧	٥٤/٧	٢٨/٧	٤٣/٣٢
١٠٠	٤٥/٢	٣١/١٤	١٩	٢٨/٤٤	٤٠/٦	٤٦/٣٣	٣٨/٠٣	٣٢/٦٢
٢٠٠	٤٤/٢	٤٧/٦٥	٤٦/٨	٢٣/١	٢٣/١	٤٧/٤٢	٣٩/٤	٢٥/١
٤٠٠	١٣/٥	١٥/٧	١٢/١	١٩/٣	١٦/٨	٧/٥٥	١١/٢	١٩/٨٥
٦٠٠	٧/٦	١٤	١٥/٠٥	٣١/١٣	٤/١٥	٥/٨٤	١٣/٨	٨/٥
٨٠٠	٣/٣٥	١١/١	٢/٩	١١/٤٢	٣/٤٢	١١/١٠	١٤/١١	٧/١
١٠٠٠	١٦/٨	٤/٣	١/٣	٤/٦٤	١١/٥	٨/٩	٨/٥٥	٤

بیش از ١٤٪ از فلز مولیبدن را نمی‌توانند جذب کنند.

از نمونه‌های چگالهٔ مس و مولیبدن هیچ نوع باکتری جداسازی نشده است. در واقع، با توجّه به اینکه این چگاله‌ها به ترتیب حاوی ٢٦٪ مس و ٩٥-٩٣٪ مولیبدن بوده‌اند، غلظت‌های فلزی بالا در سلول باکتریها مسمومیّت ایجاد کرده و باعث مرگ آنها می‌شود، بنابراین، هیچ باکتری در چنین محیطی نمی‌تواند رشد کند.

تجزیه و تحلیل کیفی و کمّی نمونه‌های سنگ معدن مس سرچشمه، وجود فلزّات نادر و گرانبهای متعدّدی را در آنها نشان داد که یکی از این فلزّات مولیبدنیوم است. با توجّه به این مسأله پیش‌بینی می‌کنیم که ریزسازواره‌های موجود در معادن مس سرچشمه با محیط مولیبدن‌دار بهتر سازش می‌کنند. بنابراین، از این ناحیه نمونه‌برداری کرده و به تجزیه و تحلیل آنها پرداختیم. این پیش‌بینی به وسیلهٔ آزمایشهای انجام شده به اثبات رسید، زیرا باکتریهای جداسازی شده از سایر نمونه‌های مورد بررسی، یا در محیط حاوی فلز توانایی رشد خود را از دست می‌دادند یا در محیط فلزی، جذب قابل توجّهی نشان نمی‌دادند.

باکتریها به انواعی از فلزات مانند Na، K، Mg، Ca، Fe، Co، Cu، Mo، Mn، Ni و Zn، به عنوان موادّ غذایی معدنی نیاز دارند. چون وجود مقادیر زیاد این فلزّات یا فلزّات دیگر ممکن است برای باکتریها زیان‌آور و کشنده باشد، برای سازش‌پذیرکردن آنها با غلظت‌های بالای فلزّات، که در اینجا مولیبدن موردنظر است، باکتریهای جداسازی شده از سنگ معدن را به تدریج در غلظت‌های ٥٠ تا ١٠٠٠ "ppm" مولیبدن وارد کرده و آنها را با این غلظت‌ها سازش‌پذیر کرده‌ایم. به نظر می‌رسد که باکتریها سازوکارهایی برای کنترل و سازش‌پذیری با غلظت‌های بالای فلزّات در محیط رشد خود دارند که یکی از مهمترین این سازوکارها، اتّصال یون فلز به غشاء سلول است. غشاء سلول به لحاظ خاصیت آنیونی مانند یک اسفنج عمل می‌کند و قادر است یونهای فلزی را جذب کند. این خاصیت از نفوذ فلز (که برای سلول در حکم سمّ است) به داخل پروتوپلاست جلوگیری کرده و مانع مرگ سلول می‌شود. در واقع، سلول زنده جهت بقای خود، با شرایط جدید سازش‌پذیر می‌شود و غلظت بالای فلز را تحمّل می‌کند.

در روند رشد باکتری برای سازش‌پذیری با غلظت‌های فلزی بالا، تعدادی از مکانهای جذب فلز در غشای باکتری اشغال می‌شوند و این امر باعث می‌شود که در مقایسه مقدار جذب فلز توسّط باکتری اوّلیه و باکتری سازش‌پذیرشده، باکتری اوّلیه نتایج جذب فلزی را بهتر نشان دهد.

سایر شرایط محیطی از جمله pH و غلظت فلز در مقادیر جذب فلزی باکتری تأثیر بسزایی دارند.

مولیبدن در محلولهایی با pH ٢/٥ تا ٦/٥ به صورت گونه‌های آنیونی پلیمری و یونهای مولیبدات (MoO_4^{2-}) در تعادل با هم وجود دارند. در pHهای بیشتر از ٧/٥ به صورت یونهای مولیبدات و در pHهای ٠/٩ تا ١/١ اغلب یونهای مولیبدنیل مثبت (MoO_2^{2+}) و در محدوده pHهای ١/٥ تا ٢/٥ هر دو گونه کاتیون و آنیون پلیمری و مولکولهای پلیمر خنثی با هم وجود دارند. با توجّه به اینکه باکتریهای جداسازی شده در دو pH، ٤ و ١٠ بالاترین ظرفیت جذب مولیبدن را دارند، بنابراین، سویه‌های موردنظر عمدتاً گونه‌های آنیونی پلیمری و یونهای مولیبدات را

جذب می‌کنند.

نتایج جذب فلز مولیبدن در غلظت‌های متفاوت فلزی توسّط باکتریها نشان می‌دهد که در غلظتهای بیش از ppm ۲۰۰ مولیبدن، درصد جذب فلز به طور قابل توجّهی کاهش می‌یابد و در غلظت ppm ۲۰۰ و پایین‌تر از آن، بیشترین درصد جذب فلز از محیط مشاهده می‌شود. کارهای انجام شده در رابطه با نقش ریزسازواره‌ها در جذب مولیبدن بسیار محدود است. در یک بررسی انجام شده، در رابطه با نقش گروههای مختلف ریزسازواره‌ها در جذب مولیبدن، نشان داده شده است که جلبک سبز کلرلاریگولاریس، مولیبدن را از محلولهای حاوی ۱۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر جذب می‌کند. در مقایسه با این مورد، میانگین جذبی ۴۰٪ فلز مولیبدن توسّط باکتریهای جداسازی و خالص‌سازی شده از نمونه‌های خاک معادن مس سرچشمه در غلظت‌های فلزی ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر، نتیجه نسبتاً مطلوبی است.

در بررسی سینتیکی جذب، مشخّص شد که قسمت عمده جذب فلز در نیم ساعت اوّلیه اتفاق می‌افتد و این امر نشان‌دهندهٔ جذب سطحی فلز توسّط باکتری است. همچنین مقدار جذب فلزی کمتر توسّط باکتریهای رشدکرده در محیط مولیبدن در مقایسه با باکتریهای اوّلیه نشان می‌دهد که تعدادی از محل‌های جذب فلز در غشای سلول باکتری اشغال شده است و این خود مؤیّد جذب سطحی فلز در غشاء سلول باکتری می‌باشد.

پی‌نوشت‌ها:

۱-Microorganisms

۲-Strain میکروبی که میکروبهای دیگر از آن پدید آمده باشند

۳- Biomasse

۴- Volesky

۵- Tobin

۶- Chlorella regularis

۷- Korenevsky

۸- Nutrient Agar

۹- Nutrient Broth

References:

1. G. M. Gadd, "Uptake of heavy metals," Biotechnology, **6**, 401-403 (1986).
2. C. White and G. M. Gadd, "Heavy metal and radionuclide uptake by fungi and yeast," J. Chem. Technol. Biotechnol. **49**, 331-43 (1990).
3. M. Tsezos and B. Volesky, "Biosorption of Uranium and Thorium," Biotech. Bioeng. **24**, 385-401 (1982).
4. J. M. Tobin and D. Cooper, "Uptake of Metalions by Rhizopus arrhizus biomass," Appl. Environ. Microbiol. **47**, 821-824 (1984).
5. D. S. Wales and B. F. Sagar, "Removal and recovery of heavy metals by biosorption," J. Chem. Technol. Biotech. **49**, 345-55 (1980).
6. J. A. Brierley and G. M. Goyak, "Metal recovery," U. S. Patent **4**, 789-481 (1988).
7. Nabil Hafez, Alaa S. Abdel - Razek, "Accumulation of some heavy metals on Aspergillus flavus," J. Chem. Tech. Biotechnol **68**, 19-22 (1997).
8. B. Volesky and Z. R. Holan, "Biosorption of Heavy Metals," Biotechnol. Prog. **11**, 235-250 (1995).
9. T. Sakaguchi and A. Nacajima, "Studies on the accumulation of heavy metals in biological systems," Eur. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. **12**, 84-89 (1981).