# جداسازی وانادیوم از فاضلاب نیروگاه های حرارتی با سوخت فسیلی به روش جذب زیستی

دکترکرامت اله ایماندل [۱]، مریم قطبی راوندی [۱]، دکترنسرین معظمی [۱] ، دکترمهناز مظاهری اسدی [۱]

واژه های کلیدی : *وانادیوم، جذب زیستی، سوخت فسیلی ، فاضلاب، ایران*

## چکیده

وانادیوم فلزی است سمی که مهمترین منبع پخش آن در محیط زیست نیروگاه هایی است که از سوخت های فسیلی استفاده می کنند. در این بررسی برای بازیابی وانادیوم به روش زیست سنجی از میان میکروارگانیسم هایی که از محیط نیروگاه تبریز جداسازی شدند، مشخص گردید که سویه قارچ پنی سیلیوم اوستورانیوم قادر به جذب سطحی مقادیر بالای وانادیوم می باشد. برای تعیین مناسب ترین pH و بیشترین جذب وانادیوم، توده سلولی قارچ پنی سیلیوم اوستورانیوم در داخل استوانه ای وارد گردید و فاضلاب نیروگاه از آن عبور داده شد. هنگامی که محلول وانادیوم با غلظت ppm ۱۰۰۰ با سرعت ml/h ۱۲۰ از ستون حاوی توده سلولی عبور داده شد، با ۱۰/۵ دقیقه جذب ۱۰۰٪ صورت گرفت. این زمان با افزایش غلظت وانادیوم کاهش می یابد.

بهترین جذب در pH پایین تر از ۲ صورت گرفت و علت آن را می توان حالت کاتیونی وانادیوم در این pH دانست اما در pH های بالاتر از ۲ وانادیوم به صورت آنیون جذب سطح سلول می گردد و جذب کمی کاهش می یابد. تیمار قلیایی باعث توقف جذب وانادیوم در سطح سلول گردید. از آب شبکه آب رسانی شهری با pH = ۲ می توان جهت جداسازی وانادیوم از سطح سلول بهره گرفت.

## سرآغاز

وانادیوم فلزی است سمی و گران قیمت که سالانه $۲/۱ \times ۱۰^{۵}$ تن آن از طریق صنایع به اتمسفر وارد می شود. بزرگترین منبع آن در طبیعت نفت خام است که غلظت آن بین ppm ۱ - ۱۴۰۰ متفاوت می باشد. در هنگام احتراق، کمپلکس های آلی وانادیوم اکسیدشده و وانادیوم به صورت پنتا ، تترا، تری و دی اکسید وانادیوم آزاد می گردد (۹).

---

۱- دانشکده محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران، صندوق پستی ۱۴۵۱۵ - ۷۷۵، تهران ، ایران

نیروگاه هایی که از سوخت های فسیلی به خصوص مازوت جهت تامین انرژی استفاده می نمایند، بزرگترین تولیدکنندگان این عنصر می باشند. بررسی نحوه دفع پساب های حاوی فلزات سنگین در نیروگاه های ایران نشان می دهد که این پساب ها بدون تصفیه مقدماتی به منابع آب پذیرنده، تخلیه و یا در خاک مدفون می گردند. در هنگام احتراق نفت خام ترکیبات وانادیوم به علت چسبندگی حدود ۸۰٪ رسوبات سمت آتش را تشکیل می دهند. هر سال چندین بار لازم است تا وسایل گرمایش هوا شست و شو داده شود. این کار به وسیله سود انجام می گیرد. پساب حاصل بعد ازخنثی سازی به داخل حوضچه ای هدایت شده و بعد از خشک شدن، لجن حاصل در داخل خاک مدفون می گـــردد و سبـــب آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی و همچنین خاک های کشاورزی می شود.

این عنصر به شدت برای انسان و محیط زیست آن خطرناک است. mg ۳۰ از آن برای یک انسان ۷۰ کیلویی یا mg ۰/۲۴ برای هرکیلوگرم وزن بدن انسان کشنده است.

اثرات سمی وانادیوم را می توان به دو نوع حاد ومزمن تقسیم کرد. عوارض خفیف: عطسه، صدا در گوش، سوزش گلو، التهاب بینی، سرفه خشک و ضعف عمومی می باشد. عوارض متوسط : شامل برونشیت، تنگی نفس، اسپاسم ریوی [1] ، اختلال در فعالیت جهازهاضمه، مثل اسهال و استفراغ و عوارض پوستی است. عوارض شدید: شامل برونشیت حاد، سینه پهلو و تحریک شدید سیستم عصبی و درنهایت مرگ را به دنبال دارد (۱۴).

این عنصر در کبد و طحال تجمع می یابد و برای گیاهان، ماهی ها و بی مهرگان نیز سمی است (۱۴).

اطلاعات کمی درباره موتان زایی و سرطان زایی وانادیوم در دست است، اما آزمایشاتی که بر روی قدرت تخریب DNA با سیلوس سوبتیلیس به وسیله سه ترکیب $VOCl_2$، $V_2Cl_3$، $NH_3VO_3$ صورت گرفته مثبت بوده است.

افزایش آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین دانشمندان را برآن داشته تا راه های جدید برای حل این مشکل بیابند (۷).

روش جذب زیستی یک روش جدید مناسب و کم هزینه برای حذف فلزات سنگین در غلظت کم بوده که طی دو دهه گذشته توانسته رقیبی در مقابل روش های پرهزینه شیمیایی مانند اکسیداسیون و احیاء ، تبادل یونی و... متداول باشد (۱۱).

هدف از این تحقیق جستجوی میکروارگانیسم هایی است که توانایی جذب و حذف وانادیوم را از محیط اطراف خود داشته باشند وهمچنین بررسی راه هایی است که بتوان از آن طریق وانادیوم جذب شده را بازیابی نمود.

1- Dyspenea



## نمونه گیری و روش بررسی

سویه قارچ *پنی سیلیوم اوستورانیوم*[1] از لجن حاصل از قلیاشویی تجهیزات نیروگاه حرارتی برق تبریز که حاوی ۲۳٪ وانادیوم می باشد به روش پیشنهاد شده (۸) جداسازی شد. این قارچ قادر بود وانادیوم را جذب نماید.

مهمترین مسئله در تولید میکروارگانیسم ها به منظور جذب فلزات طراحی و تنظیم محیط کشت مناسب می باشد. دراین مطالعه محیط کشت ویژه ای را که بتواند با تولید ریز قارچ [2]، سطح جذب را افزایش دهد و در ضمن از لحاظ اقتصادی نیز صرفه باشد، مورد جستجو قرار گرفت.

به منظور یافتن بهترین محیط برای رشد این سویه و افزاش جذب وانادیوم از محیط های کشت زاپکدوکس برات [3] ، عصاره مالت برات [4]، محیط حاوی ملاس و عصارهٔ مخمر [5] و محیط حاوی درصدهای متفاوت از لیکورخیساندهٔ ذرت [6] و ساکارز [7] استفاده شد. محیط های پیشنهادی [8] تهیه و براساس مطالعه، مناسب ترین محیط کشت انتخاب گردید.

برای پی بردن به تاثیر کربنات کلسیم بر میزان جذب وانادیوم توسط توده سلولی قارچ کشت داده شده غلظت ۰/۲۵ گرم درصد از این ملح به محیط کشت اضافه گردید و میزان جذب وانادیوم توسط توده سلولی قارچ کشت داده شده در این محیط اندازه گیری ومقایسه گردید. برای اندازه گیری غلظت وانادیوم محلول از روش رنگ سنجی (۳) استفاده شد و آزمایشات نهایی به وسیله جذب اتمی با شعله $N_2O$ و استیلن [9] در طول موج ۴۳۹ نانومتر اندازه گیری شد.

اندازه گیری جذب در داخل ستون: قارچ *پنی سیلیوم اوستورانیوم* را در محیط حاوی ۱۰٪ CSL ، ۲٪ ساکارز، ۰/۵٪ $KH_2PO_4$ و ۰/۲۵٪ کربنات کلسیم [10] کشت داده شد و در دستگاه تکان دهنده الکتریکی ۱۵۰ دور در دقیقه و درجه حرارت $^0c$ ۳۰ قرار داده شد. بعد از ۴۸ ساعت ۱۲ گرم وزن تر توده سلولی جمع آوری و در داخل ستون هایی با قطر داخلی ۲۶ میلی متر، قطر خارجی ۳۴ میلی متر و ارتفاع ۱۶ سانتی متر که دارای یک فیلتر شیشه ای بود، تثبیت گردید و به گونـــه ای فشـــرده شـــد که ارتفاع ستون توده سلولی ۱ سانتی متر گردد. سپس محلول حاوی ۱۰۰۰ ppm وانـــادیوم با سرعت ml/h ۱۲۰ از آن عبور داده شد. میزان جذب وانادیوم در ۱۵ مورد زمان های مختلف اندازه گیری شد.

برای تعیین بهترین pH جذب محلول های حاوی ppm ۱۰۰۰ وانادیوم با pH های پنجگانه ۹.۷.۵.۳.۱ تهیه گردید و هریک از ستون هایی با مشخصات گفته شده عبور داده شد و میزان جذب وانادیوم به وسیله توده سلولی در زمان های مختلف اندازه گیری شد.

1- *Penicillium austuranium*
2- Pellets
3- Czapekdux Broth
4- Malt Extract Broth
5- Yeast Extract
6- Corn Steep Liqure, CSL
7- Sucrose
8- Miller 1986 & PTCC 1989
9- Acetylene
10- $CaCo_3$

اثر تیمار قلیایی میسلیوم های قارچ بر جذب وانادیوم : با دو شیوه به مورد اجرا گذارده شده در روش اول میسلیوم های قارچ به مدت شش ساعت در محلول یک مولار سود در ۱۲۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شد و در روش دوم به مدت یک ساعت در حرارت اتاق قرار داده و آنگاه میزان جذب وانادیوم اندازه گیری شد.

بازیابی وانادیوم : درصد بازیابی وانادیوم توسط عوامل شیمیایی نظیر محلول M ۰/۱ EDTA، $Na_2CO_3$ ۰/۱ M ، اسیدسیتریک ، HCl ، $HNO_3$ و $H_2SO_4$ ۰/۱ مولار بررسی شد.

بازیابی توسط آب مقطر با pH ۶،۲ و ۹ همچنین آب شبکه آبرسانی با pH ۶،۲ و۹ بررسی گردید (۱۱،۵).

## یافته ها

*پنی سیلیوم اوستورالیوم* کشت داده شده در محیط عصارهٔ مالت قادر است ۹۰٪ وانادیوم عبور داده شده از ستون را جذب نماید. قارچ کشت داده شده در محیط ساختنی شماره ۲ به میزان ۷۸٪ وانادیوم موجود را حذف نموده ومقام دوم را به خود اختصاص داد. وجود ملاس در محیط کشت و همچنین ترکیبات موجود در محیط C.B. [1] جذب را کاهش دادند.

محیط کشت C.S.L. [2] پساب کارخانه هیدرولیز نشاسته است و دارای ۲۴٪ پروتئین ، ۶٪ هیدرات کربن، ۱۰٪ لیپید، ۱٪ فیبر و ۱/۸٪ خاکسترمی باشد. ملاس نیز پساب کارخانه چغندر قند است.

با تهیه غلظت شششگانه (۱۲۰۰،۱۰۰۰،۸۰۰،۶۰۰،۴۰۰،۲۰۰ میلی گرم در لیتر وانادیوم) و تهیه کشت سیزده گانه و انجام ۷۸ مورد آزمون، همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می شود، محیط عصارهٔ مالت جذب بیشتری دارد. اما محیط کشت شماره ۲ به دلیل تولید بیوماس بیشتر وارزان بودن آن، ارجحیت دارد.

وجود کربنات کلسیم در محیط کشت به یکباره ۳۰٪ جذب را افزایش می دهد (نمودار۲). دراین آزمایش ها مقایسه ای میان سلول های تثبیت شده در داخل ستون و جذب توسط سلول های آزاد در ارلن صورت گرفت که نشان می دهد جذب توسط سلول های تثبیت شده در ستون ۱۵٪ افزایش می یابد (نمودار ۳).

۱۲ گرم وزن تر توده سلولی قارچ *پنی سیلیوم اوستورالیوم* قادر است ۲۰ میلی لیتر محلول ppm ۱۰۰۰ وانادیوم را به طور کامل جذب نماید. زمان عبور این حجم محلول از ستون توده سلولی ۱۰/۵ دقیقه می باشد. نمودار ۴ که نمایانگر جذب وانادیوم در واحد زمان می باشد، نشان می دهد که در شرایط گفته شده بعد از ۱۵ دقیقه عبور محلول با غلظت مشخص فیلتر بیولوژیک کارایی لازم را ندارد و باید توده سلولی شسته شده و مجدداً استفاده گردد.

1- Czapekdux Broth

2- Corn Steep Liqure



وانادیوم یکی از عناصر فلزات واسطه می باشد که در pH های مختلف خصوصیات متفاوتی را نشان می دهد. خصوصیات این فلز با تغییر pH تغییر می یابد، مثلاً پنتواکسیدوانادیوم در pH صفر تا ۲/۵ به صورت اکسی کاتیون یا $VO_2^+$ است اما در pH های بالاتر از ۲ به اکسی آنیون تبدیل می شود، این اکسی آنیون ها در هر pH با هم متفاوتند (۳).

آزمایشاتی که در مورد جذب وانادیوم توسط *پنی سیلیوم استورالیوم* در pHهای مختلف صورت گرفته نشان می دهد که بیشترین جذب در pH های بالاتر از ۲ صورت می گیرد، با افزایش pH قدرت جذب، کمی کاهش می یابد اما جذب کامل وانادیوم در تمامی pH ها وجود دارد.

جوشاندن میسلیوم های قارچ در سود ۱ مولار به مدت ۶ ساعت باعث می شود که سلول های قارچ لیز شده و به طورکلی قدرت جذب خود را از دست بدهند. اما نگهداری میسلیوم های قارچ مذکور در سود ۱ مولار به مدت ۱ ساعت در درجه حرارت اتاق باعث می شود که جذب ۴۰٪ کاهش یابد این کاهش جذب در نمودار ۵ مشاهده می شود.

بازیابی فلز دومین هدف جذب زیستی آن می باشد. عوامل کمپلکس کننده نظیر EDTA کارایی لازم را برای بازیابی وانادیوم ندارند. درمیان عوامل شیمیایی محلول H2SO4 با غلظت ۰/۱ M و آب شبکه آبرسانی که با pH, H2SO4 آن به ۲ رسیده است، بیشترین بازیابی را انجام می دهد. ستون های حاوی بیوماس قارچ احتمالاً مانند یک ستون تبدیل یونی عمل می کند که برای جداسازی فلز از این رزین ها از نمک های مختلف موجود در آب شبکه استفاده می گردد (نمودارهای ۸،۷،۶).

## گفتگو و بهره گیری پایانی

تغییرات جذب رانادیوم در محیط های مختلف نشان می دهد که ترکیبات محیط کشت بر ساختار دیواره سلولی تاثیر گذاشته و جذب را متاثر می سازند. علاوه بر آن شرایط فیزیولوژیکی میکروارگانیسم ها بر جذب فلزات موثر است. این بررسی نظریه های پیشین را تایید می کند (۶،۵).

وجود $CaCO_3$ در محیط باعث می شود که سیستم خاصیت بافری پیدا کرده و در طول رشد قارچ ، کشت با تغییر pH همراه نباشد. درچنین محیطی میسلیوم ها کاملا باز هستند و به این ترتیب سطح جذب افزایش می یابد. درحالی که در محیط کشت بدون سیستم بافری میسلیوم ها در اثر کاهش pH و اسیدی شدن محیط کاملاً جمع شده و سطح جذب کاهش می یابد (۱۲).

روش استفاده از ستون برای تثبیت میسلیوم های *آسپرژیلوس نایجرا* برای جذب روی انجام شده است (۱۰). دراینجا نیز افزایش کارایی مشاهده گردید. این افزایش کارایی یکی از

1- *Aspergillus niger*

ویژگی های تثبیت سلول است. از دیگر مزایای سلول های تثبیت شده برای جذب فلزات موارد زیر را می توان نام برد.

۱- واکنش سریع اتفاق می افتد و کارایی بالایی دارد. ۲- مشکل تامین مواد غذایی مصرف نشده و نیـــز ایجاد کمپلکس مواد غذایی مصرف نشده و نیز ایجاد کمپلکس مواد غذایی با فلز از بین می رود. ۳- فلز به راحتی از ستون جذب و جدا شده و بازیابی می گردد. ۴- سلول برای چندین دفعه قابل استفاده است.

نکته جالب دراین تحقیق جذب آنیون فلزی به کاتیون های سطح سلولی می باشد. به علت اینکه فلزات سنگین رسمی معمولاً در تمامی محیط ها به صورت کاتیون وجود دارند. جذب زیستی به طـــور معمول به صورت جذب کاتیون فلزی به لیگاندهای منفی سطح سلول تعریف می شود.

اما در سطح سلول ها پروتئین ها دارای لیگاندهایی با بار مثبت هستند. بنابراین محل اتصال آنیون وانـــادیـــوم به سطح سلول باید همین پروتئین ها باشد. اما به علت اینکه مقدار پـــروتئین ها کمتر از پلی ساکاریدها در سطح سلول قارچ می باشد بنابراین جذب. کمی کاهش می یابد.

امابه طورکلی pH برجذب فلزات تاثیر به سزایی دارد برای مثال *زوگلیارامیجرا* [1] می تواند کادمیم و کروم هر دو را جذب نمایند (۱۳). اما بهترین جذب برای کروم در pH = ۲ و برای کادمیم در pH = ۶ می باشد. pH مناسب برای جذب فلزات توسط قارچ ها ۵ و ۴ می باشد (۵) و تغییر pH باعث تغییر شارژ سطح سلول می گردد و جذب را متاثر می سازد. تیمار قلیایی باعث افزایش جذب روی توسط میسلیوم قارچ های مختلف می گردد (۱۰). برطبق این نظریه سود باعث حذف پلی ساکاریدهای آمورف می گردد. در ضمن گروه های COOH و فسفات را از دیواره سلولی حذف می نماید و درنتیجه فضاهای قابل دسترس بیشتری برای اتصال فلز به کیتین و بتاگلوکان بوجود می آید که به یون های روی اجازه می دهد به راحتی رسوب نماید. اما روی قارچ *پنی سیلیوم اوستورانیوم* تیمار قلیایی نه تنها جذب را افزایش نمی دهد (۱۰). بلکه در این روش. سلول ها کاملاً لیز شده و قدرت جذب را از دست می دهند. می توان نتیجه گرفت که چون در اثر تیمار قلیایی گروه های COOH و فسفات حذف می گردند. احتمالاً محل اتصال یون $VO_2^+$ به سطح دیواره سلولی گروه های COOH و فسفات می باشند که باحذف آنها جذب وانادیوم نیز کاهش می یابد.

مقایسه ای مابین جذب سلولی و جذب رزین های تبدیل یونی انجام شد (۲) که نشان می دهد که بیشینه توانایی جذب جیوه در رزین معادل ۹۸ میلی گرم در هر گرم رزین است که تنها ۵۴٪ ماکزیمم توانایی سلول های غیرفعال شده *سودوموناس انروجینوزا* [2] می باشد. درجذب زیستی

1- *Zooglia ramigera*

2- *Pseudomonas aeroginesa*



فلز بوسیله میکروارگانیزم ها دو پیوند کووالانسی و یونی پیوندهای غالب هستند. اتصال لیگاندهای سطح سلول به فلزات سخت نظیر $Sr^{++}$ اساساً یونی و اتصالات لیگاندها به فلزات نرم مانند $Cu^{++}$ کووالانسی می باشد. $Cd^{++}$ یک فلز حد واسط می باشد (۱). درنهایت باید گفت میان موجودات زنده ای که قادرند وانادیوم را جذب نمایند *پنی سیلیوم اوستورانیوم* مقام اول را دارد.

*فالوسیامامیلاتا* [1] از دسته خیار دریایی می باشد که به میزان ۱۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک خود وانادیوم را انباشته می کند. *ستیکوپوس موبی* [2] به میزان ۱۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک خود وانادیوم را انباشته می کند (۱۴). گلسنگ های اطراف نیروگاه ها قادرند وانادیوم را جذب نمایند. این درحالی است که *پنی سیلیوم اوستورانیوم* تنها در مرحله اول جذب ۲/۳۳۳ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک خود وانادیوم را جذب می نماید.

براساس نتایج حاصل می توان با تثبیت توده سلولی به صورت یک فیلتر بیولوژیک وانادیوم را از پساب نیروگاه جذب و ستون اشباع شده برای استخراج وانادیوم به صورت $VO_2^+$ استفاده نمود و وانادیوم را به صورت خالص جداسازی و تغلیظ نموده و دراختیار منابع مصرف کننده قرار داد. آب حاصل بدون آلودگی به وانادیوم پس از خنثی شدن قابل استفاده به صورت آب کشاورزی است.

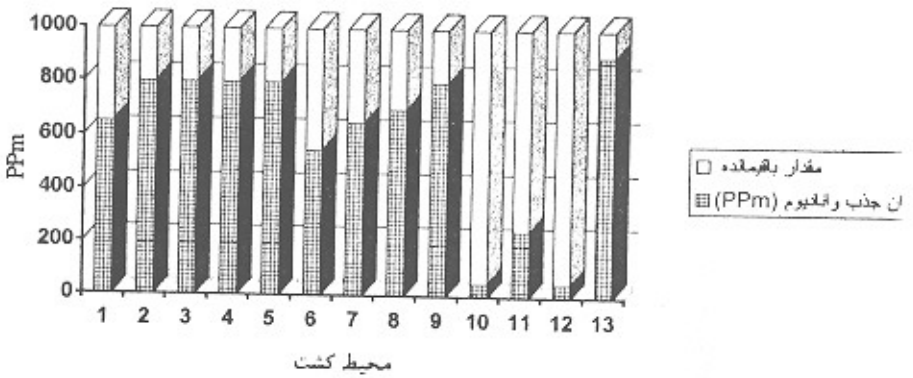
از مزایای ساخت این فیلتر بیولوژیک این است که می تواند به صورت ۱۰۰٪ وانادیوم را جذب نماید. محلول عبورکرده از این فیلتر کاملاً عاری از وانادیوم است. همچنین این فیلتر در pH های متفاوت کارایی دارد و می تواند وانادیوم را به طور کامل جذب نماید.

1- *Phallusia mamillata*

2- *Sticopus mobii*

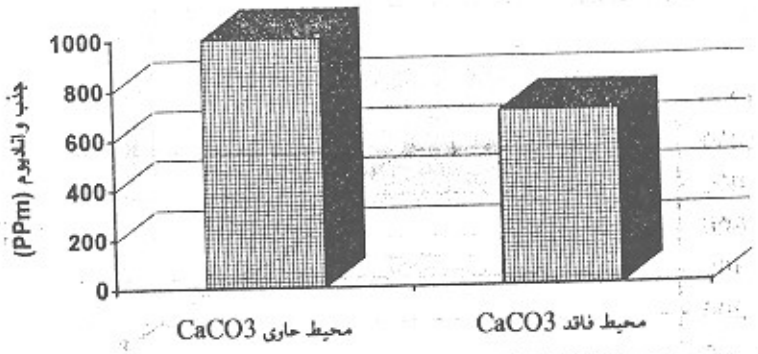
شترنگ ۱ - ترکیب محیط کشت های استفاده برای رشد پنی سیلیوم اوستورانیوم

| محیط کشت | C.S.L. (%) | وزن خشک (g) | ساکارز (g%) | $KH_2PO_4$ (g%) | ملاس (%) | عصارهٔ مخمر(g%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰ | ۰/۵ | ۲ | ۰/۵ | - | - |
| ۲ | ۱۰ | ۱ | ۲ | ۰/۵ | - | - |
| ۳ | ۱۵ | ۱/۵ | ۲ | ۰/۵ | - | - |
| ۴ | ۲۰ | ۲ | ۲ | ۰/۵ | - | - |
| ۵ | ۲۵ | ۲/۵ | ۲ | ۰/۵ | - | - |
| ۶ | ۱۰ | ۱ | ۰/۵ | ۰/۵ | - | - |
| ۷ | ۱۰ | ۱ | ۱ | ۰/۵ | - | - |
| ۸ | ۱۰ | ۱ | ۱/۵ | ۰/۵ | - | - |
| ۹ | ۱۰ | ۱ | ۳ | ۰/۵ | - | - |
| ۱۰ | ۱۰ | ۱ | - | ۰/۵ | - | - |
| ۱۱ | ۱۰ | ۱ | ۲ | ۰/۵ | - | ۱ |
| ۱۲ | زایکدوکس برات | | | | | |
| ۱۳ | عصارهٔ مالت برات | | | | | |

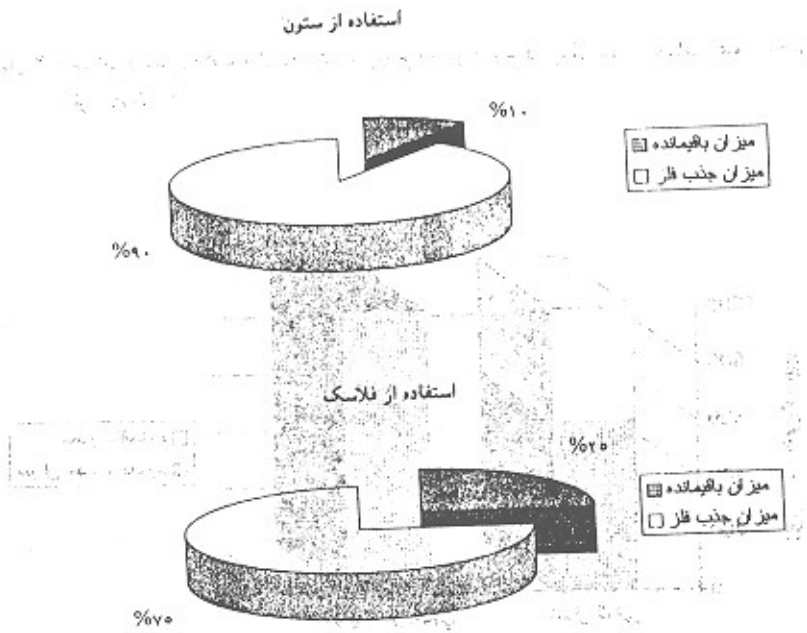



نمودار ۱ - میزان جذب وانادیوم توسط پنی سیلیوم اوستورانیوم کشت داده شده در محیط های مختلف

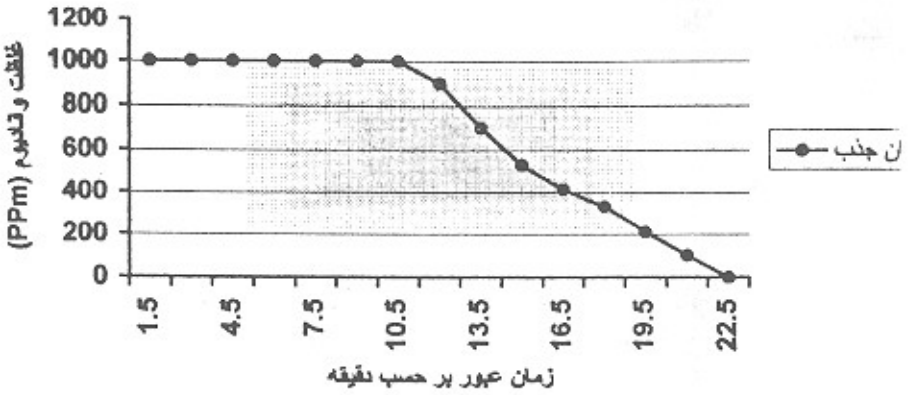




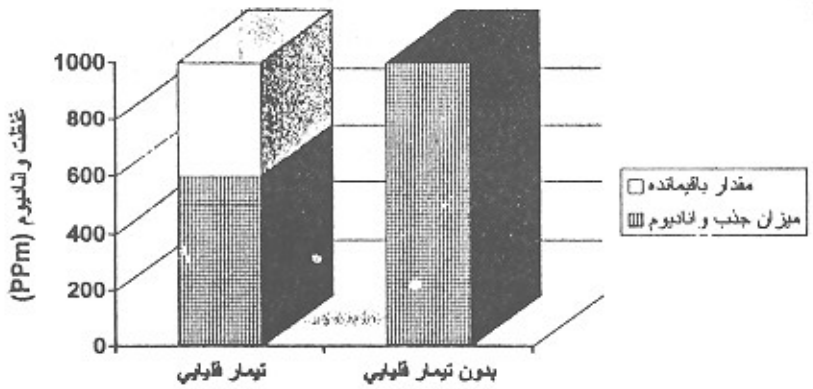

نمودار ۲ - بررسی اثر $CaCO_3$ بر جذب وانادیوم توسط پنی سیلیوم اوستورانیوم




نمودار ۳ - مقایسه جذب وانادیوم به وسیله سلول های تثبیت شده در ستون و سلول های آزاد در فلاسک

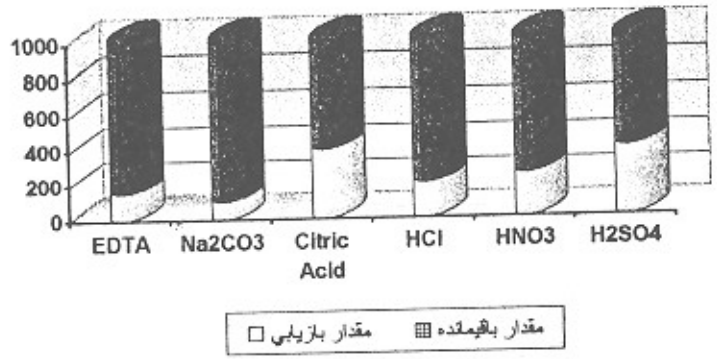



نمودار ۴ - میزان جذب وانادیوم توسط پنی *سیلیوم اوستوراتیوم* در زمان های مختلف عبور محلول از ستون

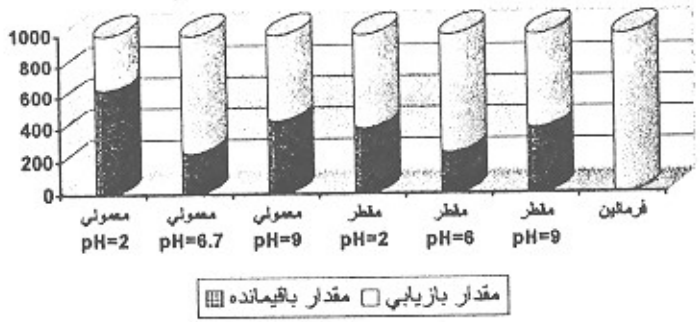



نمودار ۵- اثر تیمار قلیایی بر جذب وانادیوم به وسیله پنی *سیلیوم اوستوراتیوم*

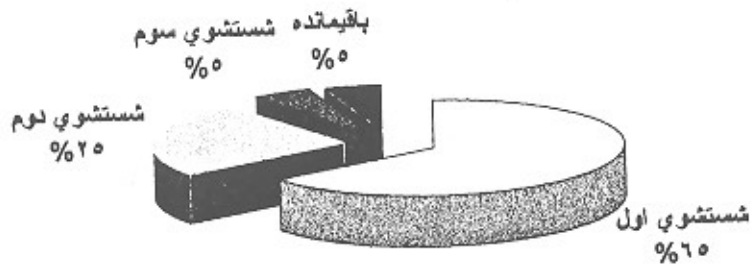





نمودار ۶ - اثر عوامل شیمیایی بر بازیابی وانادیوم از پنی *سیلیوم اوستوراتیوم*




نمودار ۷ - بازیابی وانادیوم با استفاده از محلول های آبی با pH های متفاوت




نمودار ۸ - درصد بازیابی وانادیوم از پنی *سیلیوم اوستوراتیوم* در مراحل مختلف شست وشو

کتابنامه


1- Brady J M, Tobin J M (1994): Adsorption of Metal Ion by *Rhizopus arrhizus* Biomass: characterization studies. *Enzyme. Microbe. Tecnol.* 16: 671-5.

2- Chang A, Juhong C (1994): Biosorption of Mercory by the Inactivated cells of *pesudomonas aeruginosa* Pu 21 (Rip 64) *Biotech. Bioengin.* 44: 999-1006.

3- Clard RJH (1973): Vanadium, Comprehensive Inorganic Chemistry. 2: 491 - 551.

4- Ethel M, Browind L (1969): *Vanadium Toxicity of Industrial Metals*, Second Edition, London Butteworths : 340 - 74.

5- Gadd GM (1986) : Accumulation of Metal by Microorganism & Algea, *Biotechnology,* Rehm & Redd. 6: 401- 30.

6- Gadd GM, White M (1991): Microbial Treatment of Metal Pollution, Working Biotechnology. *TIBTECH.* 11: 353-9.

7- Geddie L , Sutherland IW (1993) : Uptake of Metals by Bacterial Polysaccharides. *Journal of Applied Bacteriology.* 74: 467-72.

8- Hunter JC , Cever ME, Fonda AB (1986): Isolation of Culture: Industrial Microbiology & Biotechnology & Coles. C. Demain & Salamon: 5,9,11,18,20.

9- Juichang FB (1995): Vanadium Contamination of Lichens & Tree Foliage in the Vicinity of three Oil Fired. Power Plant in Eastern Canada. *Air & Waste Management Assoc.* 45: 461 - 4.

10- Luef E, Prey T, Kubicek CP (1991): Bioabsorption of Zinc by Fungal Mycelial Waste. *Applied Microbiology & Biotechnology,* 34: 688-92.

11- Macaskie LE (1991): The Application of Biotechnology to the Treatment of Waste Produced from the nuclear fuel: Biodegradation & Pioaccumulation as a means of Treating Radionuclide Containing Stream Crit. *Rew Biothechnology* 11(1): 41-112.

12- Mac Faddin JF (1980): Biochemical test for Identification of Medical Bacteria : 446. Williams & Wilknis.

13- Sag Y, Kutsal T (1989) : Application Adsorption Isoterm to Chromium. Adsorption on *Zooglia ramigera, Biotech. Leter.* 11(2):141-4.

14- World Health Organization (1988): Environmental Health Criteria 81 ISSN. 0250-863 X Printed in Finland.