بیوجذب مس (II) از محیط‌های آبی به‌وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا*: بررسی ایزوترم‌های جذب

فرزانه فراهانی[۱]، امین مخلصی [۱]، سمیه نصیری[۲]، جلوه سهرابی پور[۳]

۱- عضو هیئت علمی جهاد دانشگاهی واحد استان البرز، کرج

ایمیل: fbfarahani@gmail.com- شماره موبایل: ۰۹۱۲۲۹۳۴۴۸۰

۲- دانشجوی دکترا محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۳- مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان

چکیده

زمینه و هدف: بیوجذب، از تکنولوژی‌های جدید برای حذف فلزات سنگین از فاضلاب صنایع می باشد. بیشتر مزایای این تکنولوژی شامل: استفاده مجدد از مواد زیستی، هزینه عملیاتی پایین، انتخابی عمل کردن برای هر فلز، مدت زمان کم و عدم تولید ترکیبات ثانویه همراه با سمیت کم می باشد. از این‌رو هدف از این تحقیق، بررسی ایزوترم‌های بیوجذب مس (II) از محیط آبی به وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* در فاز منقطع است.

روش بررسی: برای تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، از معادلات ایزوترم لانگموئر، فروندلیخ، فروندلیخ- لانگموئرو ردلیخ- پیترسون استفاده شد؛ همچنین آزمایشات ایزوترم در محدوده غلظت اولیه مس (II) ۵-۰/۰۵ میلی‌مولار انجام شد.

یافته‌ها: ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله هر دو جلبک قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* از مدل ردلیخ- پیترسون پیروی می‌کند (R^2>۰/۹۸۶). بر طبق معادله لانگموئر، حداکثر ظرفیت بیوجذب (q_m) مس (II)، به‌وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* به‌ترتیب ۱/۰۶ و ۰/۹۷ میلی‌مول برگرم به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که جلبک‌های مورد مطالعه، پتانسیل بالایی برای استفاده در مقیاس واقعی جهت حذف مس (II) از فاضلاب‌های صنعتی دارند.

واژه‌های کلیدی: بیوجذب، مس (II)، *پادینا*، *کلپومنیا*، ایزوترم

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

مقدمه

فلزات سنگین از جمله مهمترین آلاینده‌های منابع آب می‌باشند. استخراج معادن و کاربرد گسترده فلزات سنگین در صنایع، باعث شده است که غلظت این فلزات در منابع آبی به بیشتر از مقادیر زمینه‌ای افزایش یابد. علاوه بر سمیت، خاصیت تجمع‌پذیری این فلزات در موجودات زنده، اهمیت بهداشتی آن‌ها را دوچندان کرده است [۱]. از جمله روش های حذف فلزات سنگین از محیط های آبی، بیوجذب[1] می‌باشد [۲]. بیوجذب حذف فلزات سنگین از محیط آبی، از طریق جذب منفعل آن‌ها بر روی میکروارگانیسم‌های غیرزنده نظیر جلبک‌ها است. مزایای فرایند بیوجذب در مقایسه با روش‌های رایج حذف فلزات سنگین شامل: مقرون به صرفه بودن، خاصیت انتخابی در حذف فلز، درجه تصفیه بالا، امکان بازیافت فلزات، بالابودن سرعت فرایند، عدم تولید لجن، می‌باشد [۲-۴]. برخی بیوجاذب‌ها، با ظرفیت بالای جذب خود قادر به رقابت با تکنولوژی‌های رایج در حذف فلزات سنگین هستند. در طی سال‌های اخیر، تحقیقاتی درمورد بیوجاذب فلزات در محیط های آبی توسط جلبک ها در نقاط مختلفی از دنیا و از جمله ایران صورت گرفته است [۵-۸].

از این‌رو، بیوجذب فلزات توسط جلبک های دریایی می‌تواند به‌عنوان یکی از روشهای مناسب مطرح باشد.

جلبک‌ها ارگانیسم‌های نسبتاً ساده، مولد اکسیژن، فتوسنتزکننده و غالباً از نظر اندازه، میکروسکوپی می‌باشند. این موجودات از انرژی نور خورشید استفاده و دی‌اکسیدکربن و آب را به قند و مواد سلولی تبدیل می‌کنند. جلبک‌ها در هر دو محیط آب شیرین و آب شور می‌توانند به دو صورت پلانکتونی و یا چسبیده موجود باشند. آن‌ها با انجام عمل فتوسنتز ،تولید اکسیژن در منابع آبی و در برکه‌های تثبیت فاضلاب نقش بسیار مؤثری در کاهش آلودگی‌های زیست-محیطی دارند و رشد شدید آن‌ها می‌تواند در کاهش سختی و شوری آب نقش داشته باشد [۹]. در سال‌های اخیر نیز مطالعات گسترده‌ای بر روی گونه‌های مختلف جلبک به صورت زنده و غیرزنده برای جذب و حذف فلزات سنگین از محیط آبی صورت گرفته است. برخی از جلبک‌ها ظرفیت بالایی برای جذب فلزات سنگین از خود نشان داده‌اند؛بطوریکه ظرفیت جذب آن‌ها با رزین‌های تبادل یون رایج قابل مقایسه است؛ به‌این ترتیب، محصولات تجاری مانند AlgaSorb™ و Bio-Fix با استفاده از این مواد آلی تولید و در مقیاس واقعی از آن‌ها استفاده می‌شود [۱۰]. از جمله جلبک‌های دریایی مورد استفاده در جذب فلزات، جلبک قهوه‌ای است؛ زیرا توانایی بالایی در جذب فلزات به‌واسطه دیواره سلولی آن‌ها دارد [۱۱]. از این‌رو هدف از انجام این پژوهش، تعیین ایزوترم بیوجذب مس (II) بوسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* از مدل‌های ایزوترمفروندلیخ، لانگموئر، فروندلیخ- لانگموئر و ردلیخ- پیترسون می‌باشد.

روش بررسی

این پژوهش از نوع تجربی بوده و در جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم به انجام رسید. آزمایشات بررسی عملکرد جلبکهای قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* در بیوجذب مس (II) از محیط‌های آبی، برای بدست آوردن ایزوترم بیوجذب به انجام رسید. در این مطالعه، از جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* به عنوان بیومس

1.Biosorption

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

برای تهیه بیوجاذب استفاده شد. جلبک‌های قهوه‌ای یادشده از خلیج فارس در بندر لنگه با موقعیت جغرافیایی E ۵۴' ۵۴° و N ۲۳' ۲۶° برداشت شد (شکل ۱). بیومس حاصل در محیط باز و در مرحله بعد، در فور با دمای ۷۰ °C به مدت ۲۴ h خشک شد. برای تهیه بیوجاذب، ابتدا بیومس خشک‌شده با استفاده از یک آسیاب خرد شد و در مرحله بعد با استفاده از الک‌های استاندارد بیومس با اندازه ۰/۳-۰/۲ میلی‌متر جداسازی شد. در مرحله آخر، بیومس جداسازی شده را با آب دیونیزه، شست‌وشو دادیم و در فور با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ساعت خشک کردیم و به عنوان بیوجاذب وارد فاز مطالعات بیوجذب شد.



(الف) (ب)

شکل ۱: تصویری از جلبک‌های قهوه‌ای مورد استفاده در این پژوهش؛ (الف) *پادینا* (ب) *کلپومنیا*

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

تمام محلول‌های آزمایش، سنتتیک بوده و محلول‌های سنتتیک با استفاده از آب دیونیزه و نمک نیترات مس ($Cu(NO_3)_2$) (ساخت شرکت Merck آلمان) تهیه شد. pH اولیه محلول‌های سنتتیک با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱-۱/۰ مول و اسید هیدروکلریک ۰/۱-۱/۰ مول (ساخت شرکت Merck آلمان) و به‌وسیله یک pH متر (CAMLAB Ltd,Model CG842) تنظیم شد. در آزمایشات صورت گرفته در این مطالعه، از یک شیکر[2] با سرعت هم‌زدن ۲۵۰ rpm برای مخلوط کردن محلول‌های سنتتیک و جرم بیوجاذب استفاده شد. تمام آزمایشات با دو بار تکرار انجام و برای تجزیه و تحلیل نتایج، از مقادیر میانگین استفاده شد. آزمایشات در دمای اتاق (۲±۲۰درجه‌سانتی‌گراد) صورت گرفت.

آزمایشات ایزوترم بیوجذب در غلظت‌های اولیه ۰/۰۵-۵/۰۰ میلی متر (۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۰، ۲/۰، ۳/۰، ۵/۰ میلی‌مولار) انجام شد. PH اولیه محلول‌های آزمایش در ۴/۵ تنظیم شد. اثر pH بر روی ظرفیت تعادلی بیوجذب مس (II) در غلظت اولیه ۱ میلی متر مورد مطالعه قرار گرفت. PH اولیه محلول‌های سنتتیک در محدوده ۵/۵-۲/۰ (۲/۰، ۲/۵، ۳/۰، ۳/۵، ۴/۰، ۴/۵، ۵/۰ و ۵/۵)، تنظیم شد. برای جلوگیری از تشکیل هیدروکسید مس (II) نامحلول، آزمایشات در pH بالاتر صورت نپذیرفت. در این مطالعه، برای انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای Microsoft Office Excel و SPSS استفاده شد و تمام نمودارهای حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، با استفاده از نرم افزار Microsoft Office Excel تهیه شد.

برای تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، از معادلات ایزوترم لانگموئر، فروندلیخ، فروندلیخ- لانگموئرو ردلیخ- پیترسون استفاده شد.

معادله لانگموئر به صورت زیر بیان می‌شود [۱۲]:

$$q_e = \frac{bq_m C_e}{1+bC_e} \quad (۲-۱)$$

در این معادله:

C_e: غلظت ماده حل شدنی در حالت تعادل، (میلی مولار)

q_e: ظرفیت جذب در حالت تعادل، (میلی‌مول‌برگرم)

q_m: حداکثر ظرفیت جذب، (میلی‌مول‌برگرم)

b: ثابت معادله لانگموئر، (لیتربرمیلی‌مول)

معادله فروندلیخ، جذب را در یک سطح ناهمگون از نظر انرژی جذب بیان می‌کند و به صورت زیر تعریف می‌شود [۱۳،۱۴]:

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (۲-۲)$$

در این معادله، K_F و n ثابت معادله هستند. $n>1$ و $K_F \propto RTnbe^{\Delta H/RT}$ می‌باشد. معادله فروندلیخ تجربی می‌باشد و برای تفسیر داده‌های آزمایشگاهی قابل کاربرد است.

معادله فروندلیخ- لانگموئر به صورت زیر بیان می‌شود [۱۵]:

$$q_e = \frac{bq_m C_e^{1/n}}{1+bC_e^{1/n}} \quad (۲-۳)$$

معادله ردلیخ- پیترسون به صورت زیر بیان می‌شود [۱۴]:

$$q_e = \frac{K_{RP} C_e}{1+a_{RP} C_e^{\beta}} \quad (۲-۴)$$

K_{RP}: (L/g)

a_{RP}: $(L/mmol)^{\beta}$

2. Shaker

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

β: بدون بعد

برای آنالیز فلز سنگین مس، نمونه‌ها از فیلتر غشایی با جنس سلولز استر مخلوط و اندازه روزنه ۰/۴۵ میکرومتر عبور داده شد و غلظت باقیمانده فلزات سنگین با استفاده از روش ICP-ES[3] تعیین شد. برای انجام این کار از دستورالعمل‌های کتاب "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" استفاده شد [۱۶].

یافته‌ها

در آزمایشات ایزوترم، pH اولیه۴/۵، جرم جاذب ۱۰۰میلی گرم و حجم محلول ۲۵۰ میلی لیتر بود. پروفیل‌های ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و*کلپومنیا* درشکل‌های ۲ تا ۱۱ آورده شده است. همانطور که در شکل‌ها مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت تعادلی مس (II)، ظرفیت تعادلی جذب این فلز به‌وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا*افزایش می‌یابد؛ اما رابطه افزایش ظرفیت تعادلی جذب با غلظت تعادلی غیرخطی است.

شکل‌های ۴ و ۵ تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* با استفاده از مدل لانگموئر را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II) به‌وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* توسط مدل‌های فروندلیخ، فروندلیخ- لانگموئر و ردلیخ- پیترسون در شکل‌های ۶ تا ۱۱ مشاهده می‌شود. مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۱ و ۲، داده‌های ایزوترم، بیشترین تطابق را با مدل ردلیخ- پیترسون داشت؛ بطوریکه R^2 داده‌های ایزوترم بیوجذب مس (II) با این مدل برای جلبک‌های *پادینا* و *کلپومنیا* به ترتیب ۰/۹۸۶ و ۰/۹۹۹ بدست آمد.

3. Inductively Coupled PlasmaEmission Spectroscopy: ICP-ES

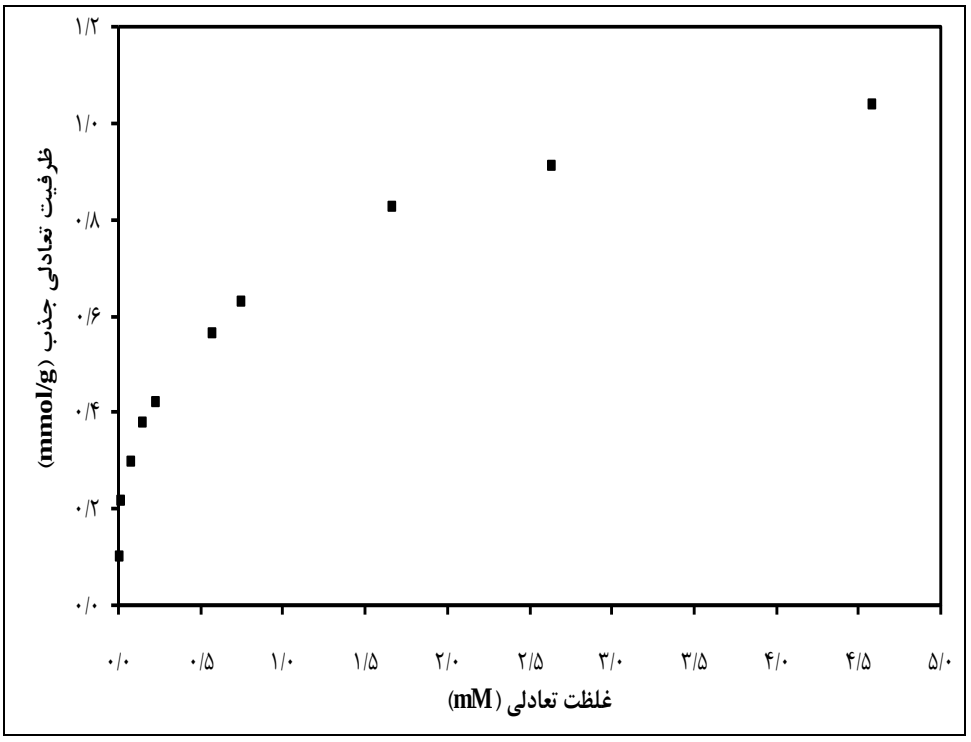
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

جدول ۱: پارامترهای مدل‌های ایزوترم لانگموئر و فروندلیخ برای بیوجذب مس (II)

نوع بیوجاذب	مدل لانگموئر			مدل فروندلیخ		
	q_m	b	R^2	K_F	n	R^2
پادینا	1/06	3/342	0/986	0/676	2/985	0/955
کلپومنیا	0/97	2/745	0/975	0/590	2/917	0/991

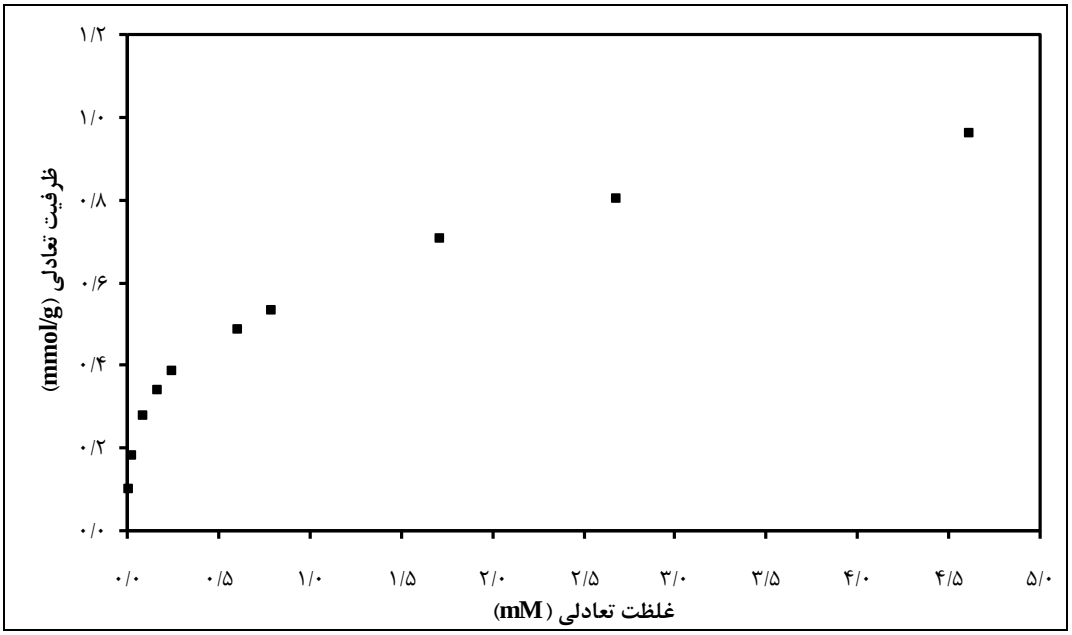
جدول ۲: پارامترهای مدل‌های ایزوترم فروندلیخ- لانگموئر و ردلیخ- پیترسون برای بیوجذب مس (II)

نوع بیوجاذب	مدل فروندلیخ- لانگموئر				مدل ردلیخ- پیترسون			
	q_m	b	n	R^2	a_{RP}	K_{RP}	β	R^2
پادینا	1/734	0/685	2/171	0/971	95/22	65/36	0/701	0/986
کلپومنیا	2/497	0/319	2/440	0/995	66/33	40/00	0/703	0/999

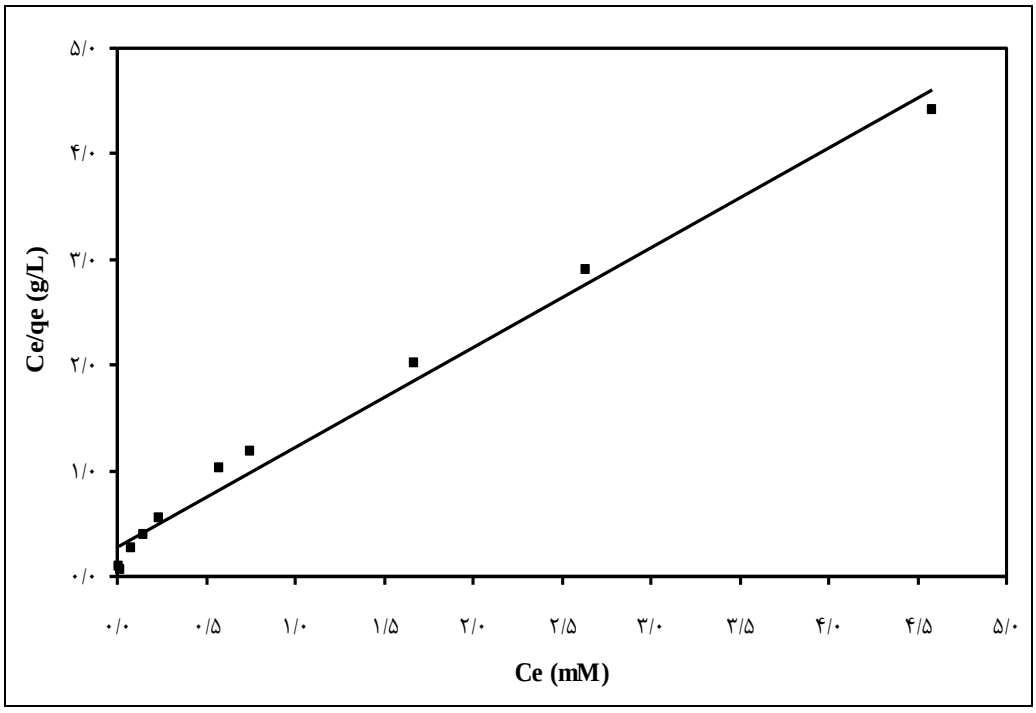


شکل ۲: ایزوترم بیوجذب مس (II) به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *پادینا*

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

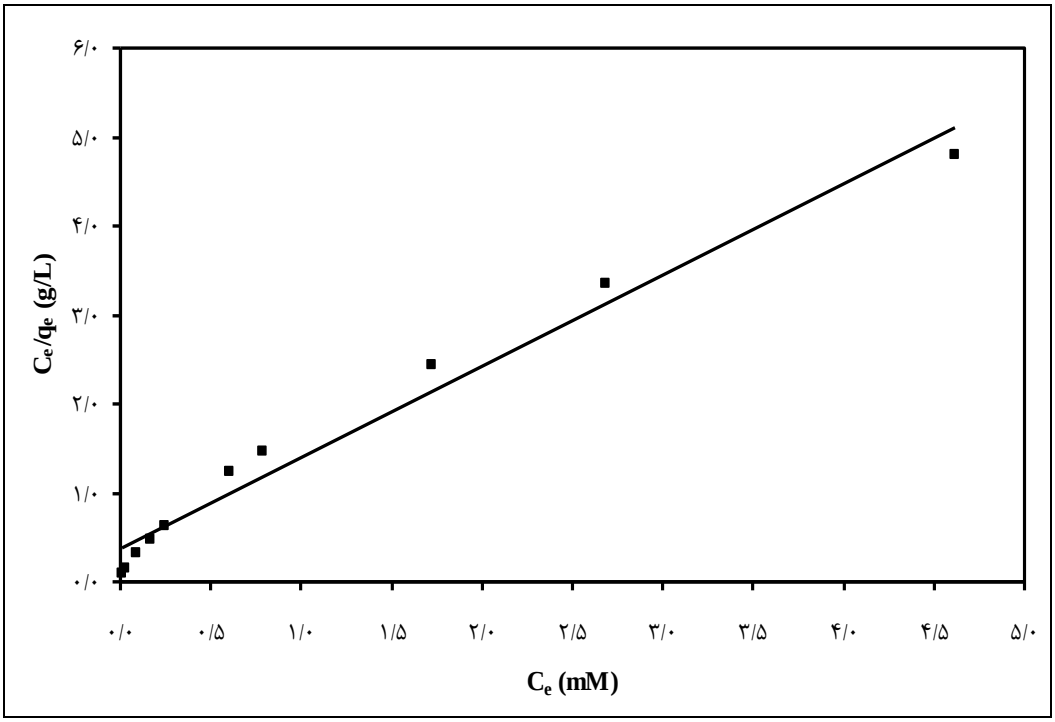


شکل ۳: ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *کلپومنیا*

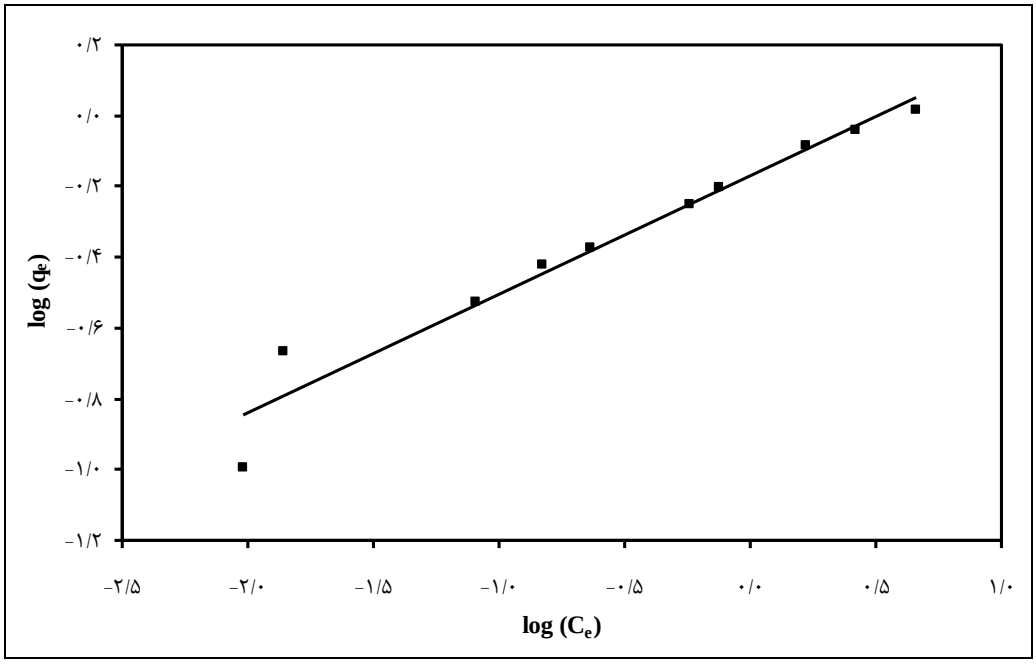


شکل ٤: تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *پادینا* با استفاده از مدل لانگمویر

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

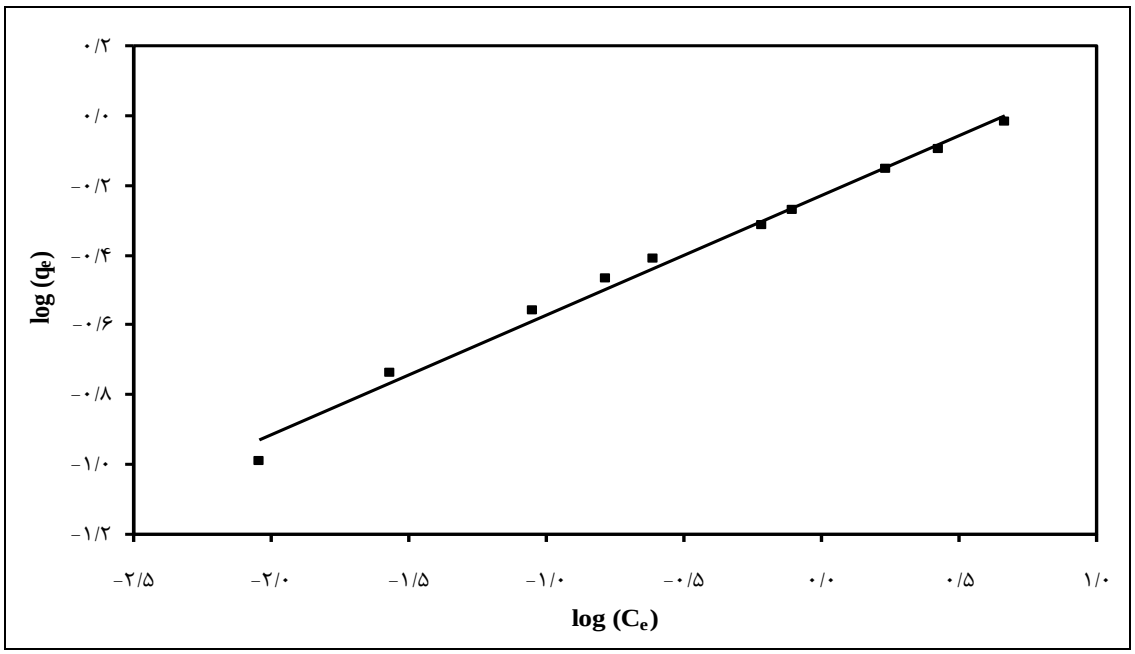


شکل ۵: تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *کلپومنیا* با استفاده از مدل لانگموئر

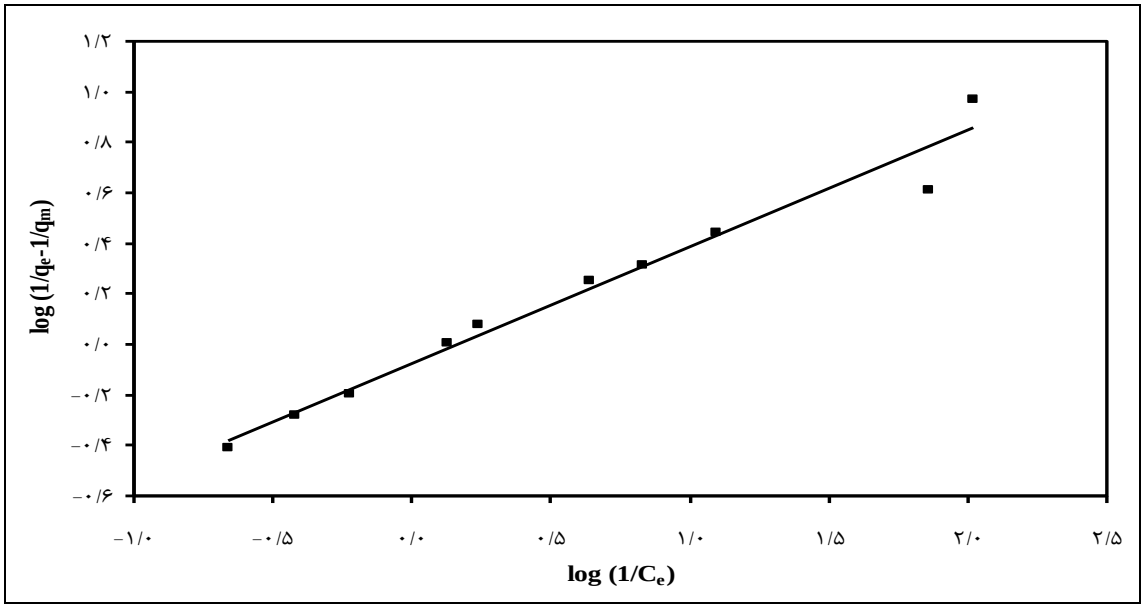


شکل ٦: تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *پادینا* با استفاده از مدل فروندلیخ

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

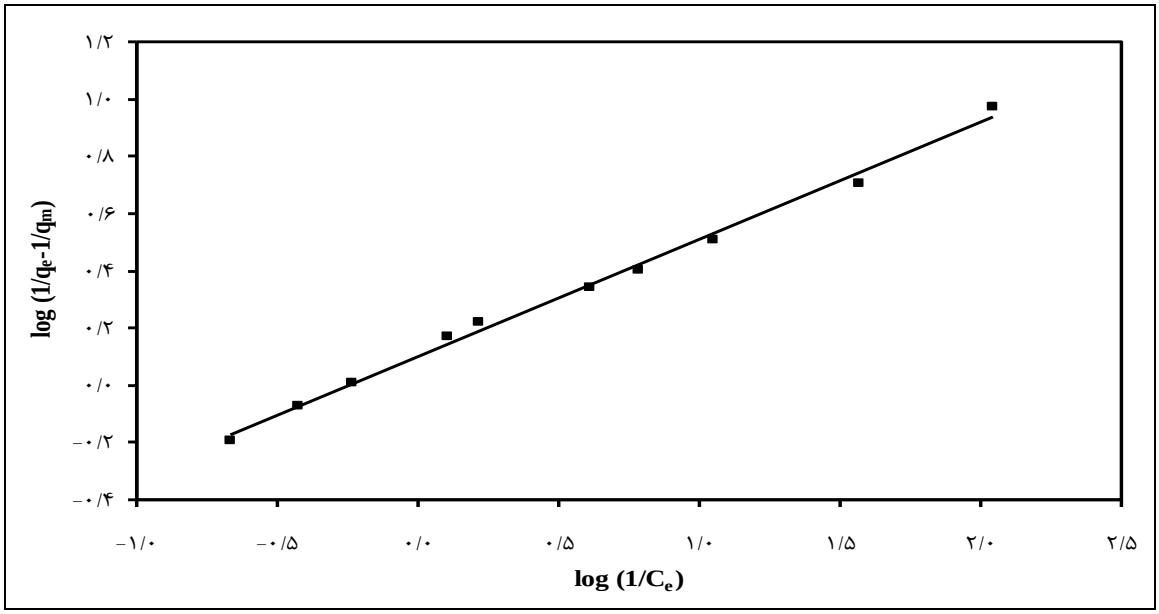


شکل ۷: تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *کلپومنیا* با استفاده از مدل فروندلیخ

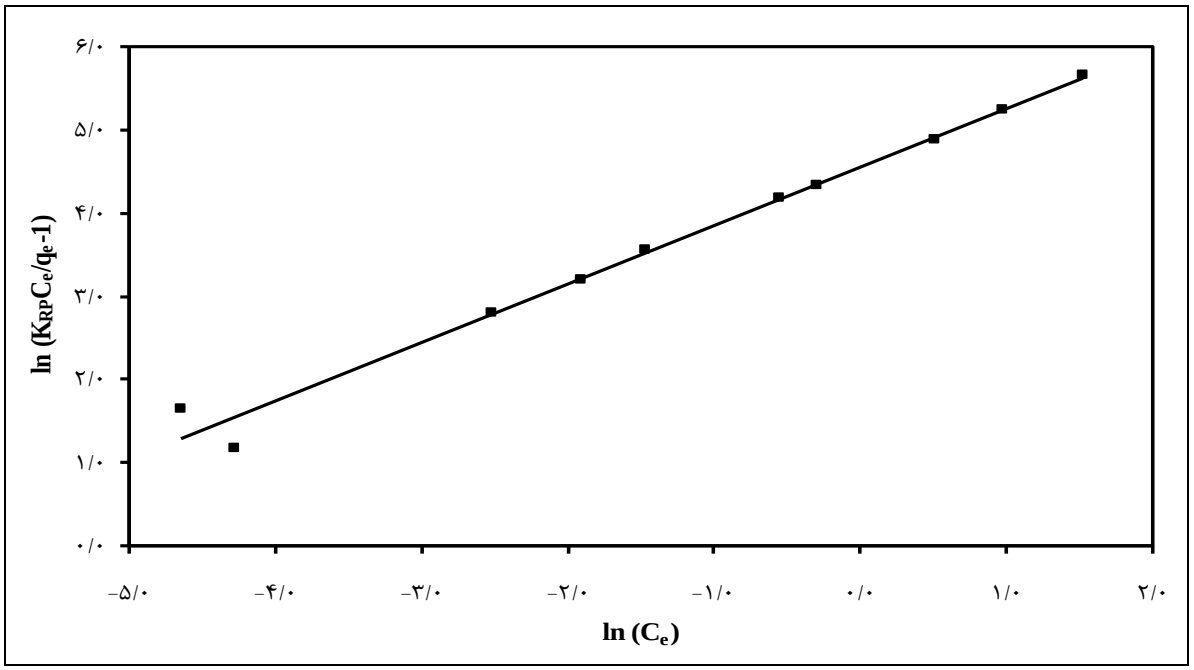


شکل ۸: تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *پادینا* با استفاده از مدل فروندلیخ- لانگموئر

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

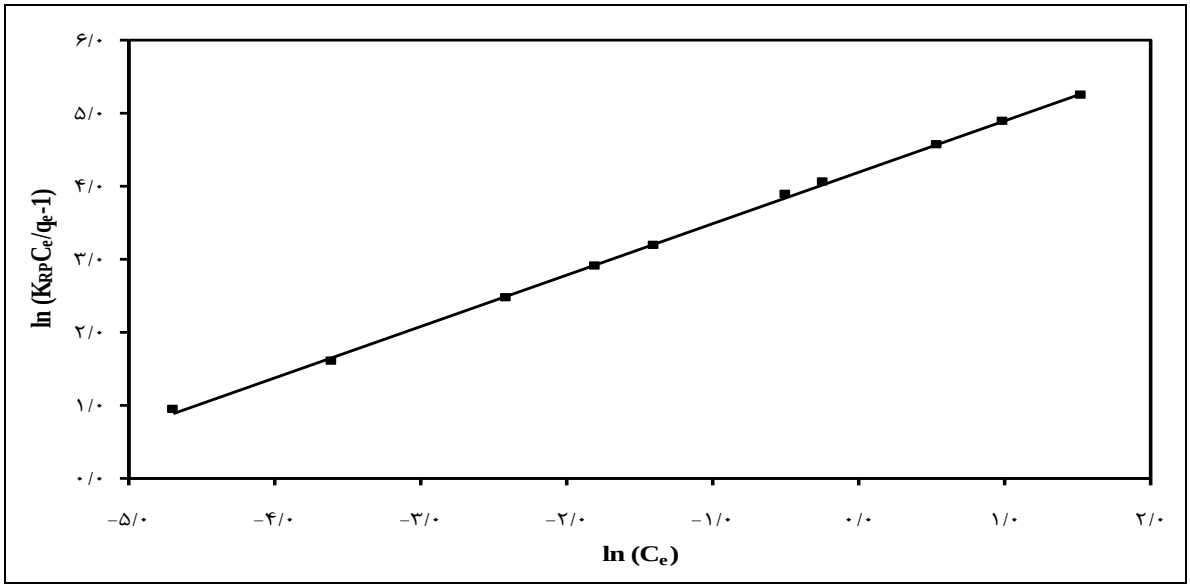


شکل ۹: تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *کلپومنیا* با استفاده از مدل فروندلیخ- لانگموئر



شکل ۱۰: تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *پادینا* با استفاده از مدل ردلیخ- پیترسون

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]



شکل ۱۱ تجزیه و تحلیل ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *کلپومنیا* با استفاده از مدل ردلیخ- پیترسون

بحث و نتیجه‌گیری

داده‌های آزمایشات ایزوترم بیوجذب، آنالیز این داده‌ها و تعیین مدل ایزوترم بیوجذب برای طراحی واحدهای فرایندی بیوجذب لازم می‌باشد[۱۴]. آزمایشات ایزوترم بیوجذب با استفاده از دو نوع جاذب و جرم ثابت بیوجاذب به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در حجم محلول میلی‌لیتر ۲۵۰ انجام شد. در این آزمایشات غلظت اولیه فلزات مورد مطالعه در محدوده ۵/۰۰- ۰/۰۵ میلی‌متر بود. در آزمایشات ایزوترم بیوجذب مس (II)، به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *پادینا*، افزایش غلظت اولیه فلز از ۰/۰۵ به ۵/۰۰ میلی متر، غلظت تعادلی را از ۰/۰۱۰ به ۴/۵۸۵ میلی‌متر و ظرفیت جذب تعادلی را از ۰/۱۰۱ به ۱/۰۳۷ میلی‌مول برگرم افزایش داد. ارقام متناظر در آزمایشات ایزوترم بیوجذب مس (II)، به وسیله جلبک قهوه‌ای *کلپومنیا*، افزایش غلظت تعادلی از ۰/۰۰۹ به ۴/۶۱۵ میلی‌متر و ظرفیت جذب تعادلی از ۰/۱۰۲ به ۰/۹۶۲ میلی‌مول برگرم بود.

بر اساس نتایج آزمایشات ایزوترم، بطور کلی می‌توان گفت ظرفیت جذب تعادلی جلبک قهوه‌ای *پادینا* بیشتر ازجلبک قهوه‌ای *کلپومنیا* است. با استفاده از نتایج آزمایشات ایزوترم و مدل‌سازی آن‌ها می‌توان برای هر غلظت خروجی دلخواه، ظرفیت جذب بیوجاذب و مقدار بیوجاذب مورد نیاز را بدست آورد و هزینه‌های مربوطه برای تصفیه آب و یا فاضلاب مورد نظر را تخمین زد و با هزینه‌های سایر روش‌های حذف مس (II) از محیط‌های آبی مقایسه و گزینه اقتصادی را انتخاب کرد. برای مدل‌سازی ایزوترم بیوجذب مس (II) از معادلات ایزوترم لانگموئر، فروندلیخ، فروندلیخ- لانگموئر و ردلیخ- پیترسون استفاده شد. ایزوترم بیوجذب مس (II) به‌وسیله هر دو جلبک قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا*از مدل ردلیخ- پیترسون تبعیت می‌کرد. ضریب رگرسیون داده‌های ایزوترم بیوجذب مس (II) با مدل ردلیخ- پیترسون برای جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و*کلپومنیا* به‌ترتیب ۰/۹۸۶ و ۰/۹۹۹ بود.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

ایزوترم بیوجذب مس (II) به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *پادینا* تطابق نسبتاً خوبی نیز با مدل ایزوترم لانگموئر (R^2>۰/۹۸۵) داشت؛ در صورتیکه ایزوترم بیوجذب مس (II) به‌وسیله جلبک قهوه‌ای *کلپومنیا* علاوه برمدل ردلیخ- پیترسون از مدل‌های فروندلیخ (R^2>۰/۹۹۰) و فروندلیخ- لانگموئر (R^2>۰/۹۹۴) تبعیت خوبی داشت. بر طبق معادله لانگموئر، حداکثر ظرفیت بیوجذب (q_m) مس (II)، به‌وسیله جلبک‌های قهوه‌ای *پادینا* و *کلپومنیا* به ترتیب ۱/۰۶ و ۰/۹۷ میلی مول بر گرم بدست آمد. پارامتر حداکثر ظرفیت بیوجذب (q_m)،معیار مناسبی برای مقایسه بیوجاذب‌های مختلف است. Matheickal و Yu در سال ۱۹۹۹ نشان دادند که حداکثر ظرفیت بیوجذب Pb^{2+}، به‌وسیله جلبک‌های *دورویلا پوتاتروم*و *اکلونیا رادیاتا* به‌ترتیب ۱/۳ و ۱/۱ میلی‌مول‌برگرم می‌باشد [۱۷]. حداکثر ظرفیت بیوجذب مس (II)، به‌وسیله کاه‌گندم، ۰/۱۸ میلی مول بر گرم بدست آمد و داده‌های ایزوترم بیوجذب از مدل لانگموئر تبعیت می‌کرد [۸]. Chen و همکاران، عملکرد جلبک *انداریا پیناتیفیدا*[۴] در حذف مس (II) از محیط آبی را بررسی کردند [۱۸]. در این مطالعه pH بهینه برای حذف مس (II)، ۴ بدست آمد و پارامتر حداکثر ظرفیت جذب مدل لانگموئر برای مس (II) ۱/۲۴ میلی مول بر گرم بدست آمد. این یافته نشان می‌دهد که جلبک‌های مورد مطالعه پتانسیل بالایی برای استفاده در مقیاس واقعی جهت تصفیه فاضلاب‌های صنعتی دارند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این تحقیق از همکاری آقای دکتر برهان منصوری سردبیر محترم مجله علوم پزشکی زانکو در ویرایش این مقاله کمال تقدیر و تشکر را دارند. همچنین این تحقیق مصوب جهاد دانشگاهی استان البرز می‌باشد.

4.Undariapinnatifida

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

References

1. Hawari AH, Mulligan CN, Heavy metals uptake mechanisms in a fixed bed column by calcium treated anaerobic biomass. Process Biochem. 2006; 41: 187–198.
2. Sternberg, S.P.K. Dorn, R.W. Cadmium removal using Cladophora in batch, semi-batch and flow reactors, Biores Technol. 2002; 81: 249-255.
3. Ma W, Tobin JM. Development of multimetal binding model and application to binary metal biosorption onto peat biomass. Water Res. 2003; 37: 3967-3977.
4. Bailey SE, Olin TJ, Bricka RM, Adrian DD. A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. Water Res. 1999; 33: 2469-2479.
5. Sheng PX, Ting YP, Chen JP, Hong L. Sorption of lead, copper, cadmium, zinc and nickel by marine algal biomass: characterization of biosorptive capacity and investigation of mechanisms. J Colloid Interface Sci. 2004; 275: 131-141.
6. Naddafi K, Nabizadeh R, Saeedi R, Mahvi AH, Vaezi F, Ghasri A. Biosorption of lead (II) and cadmium (II) by Sargassumglaucescens biomass in a continuous packed bed column. J Hazard Mater. 2007; 147: 785-791.
7. Jalali-Rad R, Ghafourian H, Asef Y, Dalir ST, Sahafipour MH, Gharanjik BM. Biosorption of cesium by native and chemically modified biomass of marine algae: introduce the new biosorbents for biotechnology applications. J Hazard Mater. 2004; 116: 125-134.
8. Dang VBH, Doan HD, Dang-Vu T, Lohi A. Equilibrium and kinetics of biosorption of cadmium (II) and copper (II) ions by wheat straw. Bioresour Technol. 2009; 100: 211-219.
9. McKinney RE. Environmental pollution control microbiology. Marcel Dekker, New York: 2004.
10. Gupta R, Ahuja P, Khan S, Saxena RK, Mohapatra H. Microbial biosorbents: Meeting challenges of heavy metal pollution in aqueous solutions. Current Sci. 2000;78(8): 967-973.
11. Chen JP, Hong LA, Wu S, Wang L. Elucidation of interactions between metal and Ca alginate-based ion-exchange resin by spectroscopic analysis and modeling simulation. Langmuir, 2002; 18: 9413–9421.
12. Benaïssa H, Elouchdi MA. Biosorption of copper (II) ions from synthetic aqueous solutions by drying bed activated sludge. J Hazard Mater. 2011; 194: 69–78.
13. Pahlevanzadeh H, Keshtkar AR, Safdari J, Abadi, Z. Biosorption of nickel (II) from aqueous solution by brown algae: Equilibrium, dynamic and thermodynamic studies. J Hazard Mater. 2010; 175: 304-310.
14. Aksu Z. Determination of the equilibrium, kinetic and thermodynamic parameters of the batch biosorption of nickel (II) ions onto Chlorellavulgaris. Process Biochem 2002; 38: 89-99.
15. Volesky B. Biosorption process simulation tools. Hydrometallurgy, 2003;71: 179-190.
16. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. United Book Press, Baltimore, Maryland, 1998; 20.
17. Matheickal JT, Yu Q. Biosorption of lead (II) and copper (II) from aqueous solutions by pre-treated biomass of Australian marine algae. Biores Technol. 1999; 69: 223-229.
18. Chen Z, Ma W, Han M. Biosorption of nickel and copper onto treated alga (*Undariapinnatifida*): Application of isotherm and kinetic models. J Hazard Mater. 2008; 155: 327-333.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

Biosorption of copper (II) from aqueous environments by brownalgae*Padina*sp. and *Colpomenia*sp.: Investigation of adsorption isotherms

Farzaneh Farahani[1], Amin Mokhlisi[1], Someheh Nasiri[2], Jolveh Sohrabi poor[2]
1- Faculty member of Jahad-e-Daneshgahi Branch of Alborz Province, Karaj, Iran
E-Mail: fbfarahani@gmail.com, Mobile: 09122934480
2- PhD Student of Environment, Faculty of Energy and Environment, Tehran Science and Research Unite, Islamic Azad University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Background and aims: Biosorption is an emerging technology for removal of heavy metals from industrial wastewater. The major advantages of this technique are the reusability of biomaterial, low operating cost, improved selectivity for specific metals of interest, short operation time and no production of secondary compounds which might be toxic. Therefore, the aims of this study were to biosorption of copper (II) from aqueous environments by brown algae *Padina* sp. and *Colpomenia* sp. in a batch system.

Methods: Freundlich, Langmuir, Freundlich-Langmuir, and Redlich-Peterson models were applied to describe the biosorption isotherm of copper (II) from aqueous environments by *Padina* sp. and *Colpomenia* sp.biomass. Moreover, isotherm experiments were conducted in initial ion concentrations 0.05-5 mm.

Results: The isotherm dataof copper (II) biosorption by both *Padina* sp. and *Colpomenia* sp. were found to be in the best fitness with the Redlich-Peterson equation (R^2> 0.986). According to the Langmuir model, the maximum uptake capacities (q_m) of copper (II) by *Padina* sp. and *Colpomenia* sp. were determined to be 1.06 and 0.97 mm, respectively.

Conclusion: This investigation indicated that the studied algae had a high potential for full scale application for removal of copper (II) from industrial wastewater.

Keywords: Biosorption, Copper (II), *Padina* sp. *Colpomenia* sp, Isotherm

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]