

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
 شماره شایک مقالات: ۲- ۴۷- ۸۰۴۵- ۶۰۰- ۹۷۸
 سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
 ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
 مجریان: هم‌اندیشان انرژی‌کیما و
 انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
 www.PASAB.ir



مدل سازی جذب بیولوژیکی فلز نیکل توسط جلبک‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی

پژمان فتحی^۱، علی اکبر روستا^۲، جعفر جوانمردی^۳

دانشگاه صنعتی شیراز، دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز
 aa.roosta@sutech.ac.ir

چکیده

جذب بیولوژیکی به عنوان یک تکنولوژی امیدوارکننده، ارزان قیمت، جدید و بسیار موثر در فن آوری تصفیه فاضلاب می‌باشد. در میان توده‌های زیستی مختلف، جلبک‌ها دارای ظرفیت جذب نسبتاً بالا بوده که می‌توانند به عنوان جاذبی ایده‌آل، با توجه به در دسترس بودن و قابلیت جذب سریع، راندمان بالا، هزینه کم و استفاده مجدد، مورد استفاده قرار گیرند. در این پژوهش داده‌های تجربی مورد استفاده پیرامون ۴ پارامتر تعیین‌کننده غلظت‌های تعادلی یعنی متغیر دما، PH، غلظت اولیه فلز و غلظت جلبک بعلاوه غلظت‌های تعادلی فلز نیکل در فاز مایع و فاز جلبک مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت تعیین غلظت‌های تعادلی فلز نیکل موجود در فرآیند در فاز جامد و مایع در این پژوهش استفاده گردید. در محاسبه این مدل، ۱۰۹ داده آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت. از بین تمام شبکه‌های عصبی آزمایش شده، بهترین نتیجه شامل یک لایه میانی با ۹ نرون می‌باشد. تابع انتقال لایه میانی تانژانت هائپربولیک و تابع لایه خارجی تابع خطی بدست آمد. که میانگین انحراف متوسط برای ۱۰۹ داده در فاز جامد ۲/۴ میلی گرم بر گرم و در فاز مایع ۲/۶۶ میلی گرم بر لیتر بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: جلبک، فلز نیکل، جذب، شبکه عصبی

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شیراز
- ۲- استادیار دانشکده مهندسی شیمی نفت و گاز دانشگاه صنعتی شیراز
- ۳- دانشیار دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز دانشگاه صنعتی شیراز

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند

شماره شایک مقالات: ۲- ۴۷- ۸۰۴۵- ۶۰۰- ۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی‌های کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.PASAB.ir



۱- مقدمه

توسعه فناوری و افزایش روز افزون فعالیت‌های صنعتی به تولید آلاینده‌های سمی مانند فلزات سنگین، رنگ‌ها و آفت‌کش‌ها، فنل‌ها، ترکیبات آلی و غیره منجر شده است. فلزات سنگین یکی از مهمترین آلاینده‌های پایدار و گروه‌های سمی که زنجیره غذایی از طریق دفع زباله به گیرنده‌های آب یا زمین می‌رسد، شناخته شده است. از مهمترین فلزات سنگین موجود در فاضلاب‌ها، آرسنیک، کادمیوم، سرب، روی، مس و نیکل می‌باشد [۱]. نیکل دو ظرفیتی یکی از فلزات سنگین که غالباً در فاضلاب صنایع مانند آبکاری، تولید باتری، مواد معدنی، پتروشیمی، نیروگاه بخار برقی و غیره دیده می‌شود. نیکل به عنوان یکی از مواد آنتی‌بیوتیک‌ها و شرکت‌کننده در واکنش‌های مهم سوخت و ساز بدن شناخته شده است. مصرف نیکل فراتر از حد مجاز باعث انواع مختلفی از اختلالات حاد و مزمن در انسان از جمله آسیب شدید به ریه‌ها و کلیه‌ها، ناراحتی دستگاه گوارش و پوست می‌شود [۲]. روش‌های مختلفی برای حذف فلزات سنگین از پساب‌ها وجود دارند که عبارتند از استفاده از پدیده تعویض یونی، استفاده از فرآیند انعقاد و لخته‌سازی الکتریک، جداسازی غشایی و روش بیولوژیکی جذب می‌باشد. بیو جذب، جذب فیزیکوشیمیایی فلزات سنگین توسط میکروارگانیسم‌های غیر زنده (زیست توده) مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها و سایر اجرام آلی می‌باشد که مزایای آن مقرون به صرفه بودن، قابلیت احیای جذب، بازیافت فلزات و غیره می‌باشد. در میان توده زیستی جلبک دارای ظرفیت جذب نسبتاً بالا است که عوامل خارجی مانند PH، دما، غلظت یون‌های فلزی، دوز جاذب بر روند جذب یون‌های فلزی توسط جلبک اثر می‌گذارد. جلبک‌ها از دو نوع متفاوت میکرو و ماکرو جلبک تشکیل شده‌اند. توانایی آنها در ترکیب دیواره سلولی که شامل کتین، چربی پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها متمرکز شده است [۳]. در این مقاله از شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت تعیین غلظت‌های تعادلی فلز نیکل موجود در فرآیند در فاز جامد و مایع استفاده شده است. مدل شبکه عصبی مصنوعی یک شبیه‌سازی از سیستم عصبی واقعی است و در بردارنده‌ی مجموعه‌ای از واحدهای نرونی است که از طریق ارتباط دهنده‌های اکسون به یکدیگر متصل شده‌اند. الگوریتم‌های یادگیری متفاوتی وجود دارد که رایج‌ترین آن‌ها در بین محاسبات صورت گرفته تا به حال، الگوریتم پس انتشار است [۴].

۲- روش

داده‌های تجربی مورد استفاده در این مقاله پیرامون ۴ پارامتر تعیین‌کننده غلظت‌های تعادلی یعنی متغیر دما، PH، غلظت اولیه فلز و غلظت جلبک به علاوه غلظت‌های تعادلی فلز نیکل در فاز مایع و فاز جلبک از مقاله‌های معتبر مربوط به جلبک‌ها گردآوری گردید.

پارامترهای ورودی شبکه عصبی عبارتند از: دما (T)، pH، غلظت اولیه فلز (Ni₀)، غلظت جلبک (M₀) و پارامترهای خروجی شامل: غلظت تعادلی فلز در آب (Ni_e) و غلظت تعادلی فلز در جلبک (Q_e) می‌باشد. کل داده‌های تجربی شامل ۱۰۹ داده می‌باشد. در این پژوهش داده‌های آزمایشگاهی از منابع متعددی اخذ گردیده است [۵، ۲، ۱-۹].

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند

شماره شایک مقالات: ۲- ۴۷- ۸۰۴۵- ۶۰۰- ۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

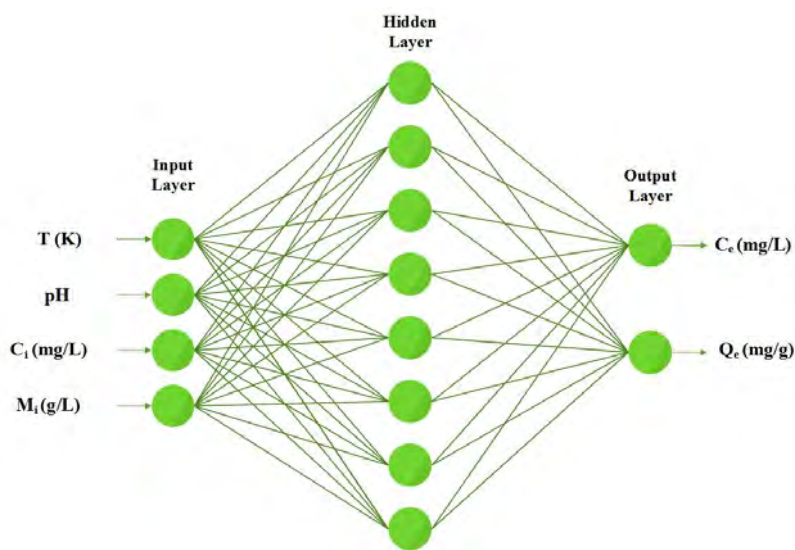
مجریان: هم‌اندیشان انرژی‌کیما و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.PASAB.ir

این شبیه‌سازی توسط شبکه هوش مصنوعی چند لایه انجام شد که متشکل از نرون‌های مصنوعی است که شامل

لایه‌های ورودی، لایه‌های خروجی و پنهان مدل شبکه عصبی است. یک شماتیک از شبکه عصبی بکار رفته در این تحقیق در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- شمایی از نمودار شبکه عصبی

۳- بحث و نتایج

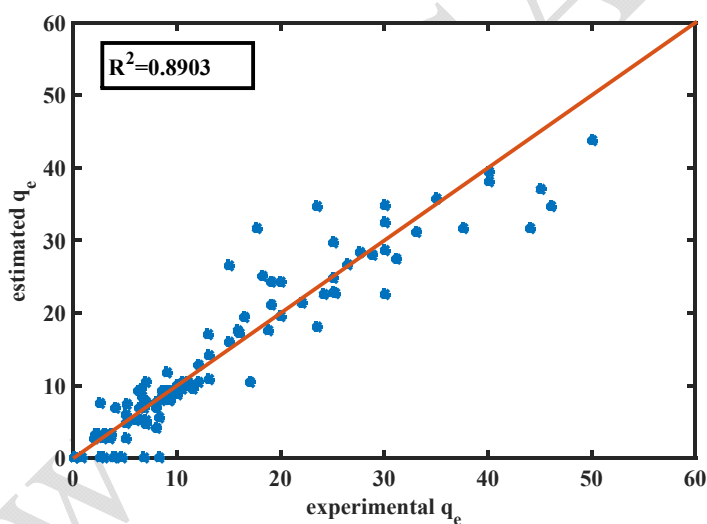
شبکه عصبی ساخته شده در این تحقیق جهت تعیین غلظت‌های تعادلی فلز نیکل در فاز جامد و مایع توسط جلبک‌ها مدل شده است و پارامترهای بهینه با استفاده از نرم‌افزار متلب برای سیستم مورد نظر در جدول (۱) گزارش شده است. از بین تمام شبکه‌های عصبی آزمایش شده، بهترین نتیجه شامل یک لایه میانی با ۹ نرون می‌باشد. تابع انتقال لایه میانی تانژانت هایپربولیک و تابع لایه خارجی تابع خطی بدست آمد. در شکل (۲) و شکل (۳) مقایسه‌ای بین غلظت تعادلی تخمین زده شده بوسیله مدل و داده‌های آزمایشگاهی در دو فاز جامد و مایع صورت گرفته و بصورت نمودار نشان داده شده است که نشان دهنده دقت خوب این مدل در پیش‌بینی داده‌ای تعادلی سیستم مورد بررسی می‌باشد. همچنین در جدول (۲) پارامترهای مربوط به آنالیز آماری که شامل کمترین میزان خطای مطلق (MID)، متوسط خطای مطلق (AAD) و بیشترین خطای مطلق (MAD) و R^2 گزارش شده است.



مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
 شماره شایک مقالات: ۲- ۴۷- ۸۰۴۵- ۶۰۰- ۹۷۸
 سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
 ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
 مجریان: هم‌اندیشان انرژی‌های شیمی و
 انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
 www.PASAB.ir

جدول ۱- پارامترهای لایه خروجی و میانی در شبکه عصبی مصنوعی

ماتریس وزن لایه میانی				بایاس لایه میانی	ترانهاده ماتریس وزن لایه خروجی		بایاس لایه خروجی
۰,۱۱۲	-۰,۵۳۰	-۰,۰۴۲	-۰,۰۰۶	-۰,۴۸۸	-۱۳,۹۳۳	-۲۳,۴۳۹	۶۶,۴۶۱
-۰,۲۵۱	۰,۰۹۳	-۰,۸۳۳	۰,۰۰۴	۶,۲۳۴	۱۱۵,۸۴۸	-۷,۷۴۲	-۷,۵۸۴
۰,۰۸۲	-۰,۵۶۵	۰,۸۷۷	۰,۰۰۹	-۴,۴۴۹	۹۴,۰۵۷	-۴,۷۵۷	
۰,۰۶۹	-۰,۵۷۷	۲,۳۲۹	-۰,۲۵۶	۰,۹۳۵	-۶۰,۶۸۱	-۱۹,۵۱۹	
۱,۷۹۶	-۱,۹۹۹	۶,۴۲۰	۰,۰۱۷	-۴۵,۰۲۶	۱۳,۱۴۲	-۱۸,۱۹۱	
-۰,۱۳۷	۰,۱۹۶	-۰,۳۷۶	-۰,۰۰۳	۲,۹۲۹	-۱۱۴,۱۰۹	-۵۲,۷۴۶	
۰,۱۶۲	۱,۶۹۸	۶,۹۰۷	۰,۰۶۳	-۱۸,۸۱۹	۱۱,۸۴۲	-۱۳,۳۰۴	
۰,۰۲۷	۰,۴۰۸	-۰,۰۱۱	-۰,۴۳۱	۰,۰۰۱	-۶۶,۴۶۱	۱۴,۲۸۹	
۰,۰۲۱	-۰,۴۳۴	-۰,۲۸۵	-۰,۰۰۵	۳,۶۳۷	-۶۴,۴۶۸	-۱,۳۶۳	



شکل ۱- مقایسه بین داده‌های تجربی و نتایج حاصل از شبکه مصنوعی در فاز جامد

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند

شماره شایک مقالات: ۲-۴۷-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

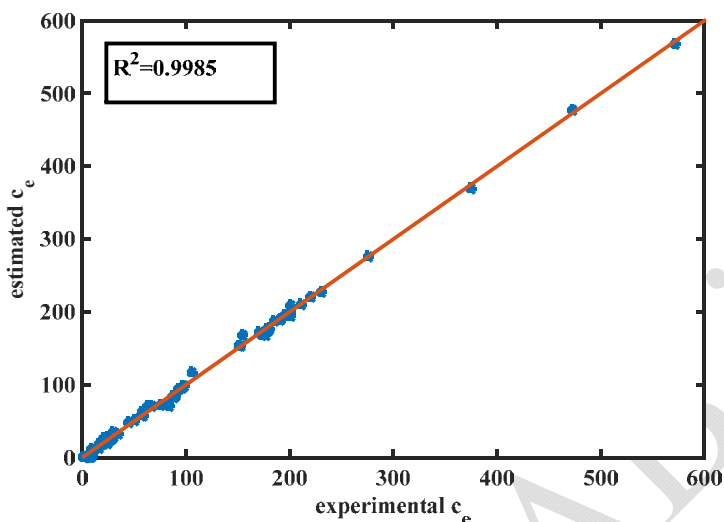
سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.PASAB.ir



شکل ۲- مقایسه بین داده های تجربی و نتایج حاصل از شبکه مصنوعی در فاز مایع

جدول ۲- پارامترهای آنالیز آماری (خطای مطلق و R^2)

	MID	AAD	MAD	R^2
Ce (mg/L)	۰,۰۴۴	۲,۶۶	۱۴,۳۲	۰,۹۹۸۵
Qe (mg/g)	۰,۰۰۰۶	۲,۴	۱۳,۹۹	۰,۸۹۰۳

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق، مدل سازی جذب بیولوژیکی فلز نیکل توسط جلبک ها با استفاده از شبکه های عصبی بررسی شد. در این مدل اثر تغییرات دما، PH، غلظت های جلبک و فلز نیکل بر غلظت های تعادلی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به خطای پایین میانگین ADD و همچنین نتایج شکل های ۲ و ۳ می توان به این نتیجه رسید که مدل شبکه عصبی مصنوعی ارائه شده در این تحقیق می تواند تغییرات غلظت تعادلی را در فرایند جذب بیولوژیکی فلز نیکل به خوبی پیش بینی کند.

فهرست علائم

متوسط خطای مطلق	ADD
کمترین خطای مطلق	MID

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند

شماره شایک مقالات: ۲-۴۷-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی‌کیما و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.PASAB.ir



بیشترین خطای مطلق	MAD
ضریب همبستگی داده‌ها	R ²
غلظت تعادلی فلز در آب	Ni _e
غلظت تعادلی فلز در جلبک	Q _e
غلظت اولیه فلز	Ni ₀
غلظت جلبک	M ₀

مراجع

- [۱] Montazer-Rahmati, M. M., Rabbani, P., Abdolali, A., & Keshtkar, A. R. (2011). Kinetics and equilibrium studies on biosorption of cadmium, lead, and nickel ions from aqueous solutions by intact and chemically modified brown algae. *Journal of Hazardous Materials*, 185(1), 401-407.
- [۲] AKHTAR, N. (2004). Removal and recovery of nickel(II) from aqueous solution by loofa sponge-immobilized biomass of *Chlorella sorokiniana*: characterization studies. *Journal of Hazardous Materials*, 108(1-2), 85-94.
- [۳] Anastopoulos, I., & Kyzas, G. Z. (2015). Progress in batch biosorption of heavy metals onto algae. *Journal of Molecular Liquids*, 209, 77-86.
- [۴] روستا علی اکبر، بهینه الهام السادات، جعفر جوانمردی، "بررسی اثر دور همزن بر فرایند تولید بیودیزل با تری گلیسیرید با استفاده از شبکه‌های عصبی"، دومین همایش علمی مهندسی فرایند، تهران، ۱۳۹۳
- [۵] Bayramoğlu, G., & Yakup Arica, M. (2009). Construction a hybrid biosorbent using *Scenedesmus quadricauda* and *Ca alginate* for biosorption of Cu(II), Zn(II) and Ni(II): Kinetics and equilibrium studies. *Bioresource Technology*, 100(1), 186-193.
- [۶] Keshtkar, A. R., Mohammadi, M., & Moosavian, M. A. (2015). Equilibrium biosorption studies of wastewater U(VI), Cu(II) and Ni(II) by the brown alga *Cystoseira indica* in single, binary and ternary metal systems. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 303(1), 363-376.
- [۷] Gupta, V. K., Rastogi, A., & Nayak, A. (2010). Biosorption of nickel onto treated alga (*Oedogonium hatei*): Application of isotherm and kinetic models. *Journal of Colloid and Interface Science*, 342(2), 533-539.
- [۸] Liu, Y., Cao, Q., Luo, F., & Chen, J. (2009). Biosorption of Cd²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺ and Zn²⁺ ions from aqueous solutions by pretreated biomass of brown algae. *Journal of Hazardous Materials*, 163(2-3), 931-938.
- [۹] Zakhama, S., Dhaouadi, H., & M'Henni, F. (2011). Nonlinear modelisation of heavy metal removal from aqueous solution using *Ulva lactuca* algae. *Bioresource Technology*, 102(2), 786-796.

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شایک مقالات: ۲-۴۷-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: هم‌اندیشان انرژی‌کی‌میا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir



Modeling biosorption of nickel by algae using neural networks

Abstract

Biosorption is considered to be a promising low cost and highly effective novel method used in the sewage treatment processes. Amongst the various biosorbents, algae have a high sorption capacity; and because of their high adsorptivity and availability, favorable adsorption capacity, low cost and also reusability, they have been the focus of research as an ideal adsorbent. In this work, the effective parameters of the adsorption process by algae, i.e. pH, initial metal and adsorbent concentrations and temperature were taken into consideration. Attempt is made here to propose a precise model by employing artificial neural networks (ANNs), in order to determine the equilibrium composition of nickel in the solid and liquid phases. In determining the optimum topology of the network, use is made of 109 experimental data points. Amongst the several networks investigated, one with nine neurons, a hyperbolic tangent transfer function was determined to have the least deviation. The network parameters have been reported; using which an AAD of 2.4 mg/g for the solid phase, and an AAD of 2.66 mg/L for the liquid phase were obtained.

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تازه های آموزش
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تازه های آموزش
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تازه های آموزش
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران