بررسی حذف آلودگی فسفات از آب آلوده با استفاده از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده

شهریار مهدوی [۱] ، مهدی عبدلی [۲]
۱-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزیدانشگاه ملایر

چکیده
بطور کلی اهداف این تحقیق عبارت است از: ۱) بررسی حذف فسفات از محلول‌های آبی از طریق نانوذرات دی اکسیدتیاتنیوم ساده و اصلاح شده با هومیک اسید ۲) معرفی نانو ذرات بعنوان جاذب جدید برای فسفات ۳) تاثیر عوامل موثر در فرایند جذب شامل: پ‌هاش ، غلظت جاذب ، زمان تماس ۴) سپس با اعمال شرایط بهینه ، ایزوترم در غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰میلی‌گرم در لیتر فسفات مورد مطالعه قرار گرفت و داده‌ها به مدل ایزوترمی فروندلیچ برازش داده شدند.با استفاده از داده‌های ایزوترمی این نتیجه حاصل شد که در محلول ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر فسفات، میزان جذب توسط نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به ترتیب به ۱/۲۲ و ۴/۴۷ میلی‌گرم در گرم رسید. بنابراین نانو ذره دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده جاذب بهتری نسبت به دی اکسید تیتانیوم ساده می باشد.

واژه های کلیدی: نانو ذره دی اکسید تیتانیوم، فسفات، حذف

مقدمه
آلاینده‌های آلی و غیرآلی متعددی وجود دارند که در آب و خاک حایز اهمیت هستند. اما عمده آلاینده‌های غیرآلی متداول شامل نیترات، فسفات و فلزات سنگین می باشند[۱]. مصرف بی‌رویه فسفات پدیده سرشاری که منجر به مشکلات کوتاه مدت و بلند مدت محیطی می شود را ایجاد می کند][۲.حد مجاز فسفر برای فاضلابهای شهری برای جلوگیری از پدیده سرشاری از ۵/۰ تا ۱ میلی گرم بر لیتر است[۳]. برای حذف فسفات از منابع آلوده روش‌های متعددی همانند: رسوب شیمیا یی، تبادل یونی، تیمار ها ای بیولوژیک و جذب سطحی مورد نظر می‌باشد که یکی از راه‌های کاهش آلودگی، با میزان راندمان حذف بالا و بدون تولید محصولات مضر، جذب سطحی شیمیایی است[۴]. و از بین جاذب های متداول ، یکی از مهمترین جاذب های شیمیایی ذرات نانو میباشند. ذرات نانو دارای قطر کمتر از ۱۰۰ نانومتر در یکی از ابعاد و سطح ویژه بالا می باشند. کاربرد نانو جاذب فقط بعلت ظرفیت بالای جذب نیست بلکه بدلیل توانایی استفاده مجدد از این مواد نیز می‌تواند باشد[۵,۶]. لذا با این توضیح استفاده از نانو ذرات می‌تواند جایگزین مناسبی برای جذب فسفات از محلول‌های آبی باشد. مطالعاتی در مورد حذف آلودگی های موجود در آب با استفاده از نانو جاذب های مختلف انجام شده است: زاچ میور و همکاران جذب فسفات توسط نانو جاذب اکسید آهن را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند کهجذب فسفات توسط مگنتیت اساسا" با مکانیسم تبادل لیگاند صورت می گیرد [۷].
زانگ و همکارانتثبیت فسفات روی مگنتیت را مورد بررسی قرار دادندو به این نتیجه رسیدند که انواع ذرات مگنتیت قابلیت متفاوتی از جذب فسفات در آب را با توجه به اندازه‌ی مواد و ویژگی‌های سطح دارا می باشند [۸].
هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان حذف آلودگی فسفات از منابع آبی با استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم ساده (TiO_2) و دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده با هومیک اسید ($H-TiO_2$) و بررسی عوامل موثر بر آن شامل پ هاش ، دما ، غلظت جذب و زمان و ارائه جاذب مناسب برای حذف فسفات از آب آلوده می باشد.

مواد و روش‌ها
تهیه نانو ذرات دی دی اکسید تیتانیومساده و اصلاح شده
نانوذرهدی اکسید تیتانیوم(TiO_2)تهیه و سطح آن با هومیک اسیدبه روش (مهدوی و همکاران،۲۰۱۴) اصلاح گردید[۹].
اثر پ هاش
محلول‌های ۲۰۰ میلی گرم در لیتر فسفات با پ‌هاش‌های بین ۲ تا ۸ ساخته شد و سپس مقدار ۰۲۵/۰گرم از ذرات نانو به ۲۵سی‌سی از نمونه فسفات اضافه گردید و میزان فسفات نمونه‌ها بعد از ۲۴ ساعت (زمان تعادل) اندازه‌گیری شد تا پ‌هاش بهینه مشخص گردد.
اثر زمان
مقدار ۰۲۵/۰گرم از ذرات نانو به ۲۵ سی‌سی از نمونه فسفات با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در بازه‌های زمانی (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰و ۱۴۴۰) دقیقه نمونه‌گیری و مقدار فسفات تعادلی قرائت گردید و زمان بهینه جذب تعیین گردید.

اثر غلظت جاذب

برای بررسی تاثیر غلظت جاذب در مقدار حذب، مقادیر مختلف نانو جاذب‌ها در غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم بر لیتر به ۲۵سی‌سی محلول فسفات ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اضافه شد ودر زمان تعادل ۲۴ ساعت میزان جذب مورد بررسی قرار گرفت تا غلظت بهینه جاذب تعیین گردد.

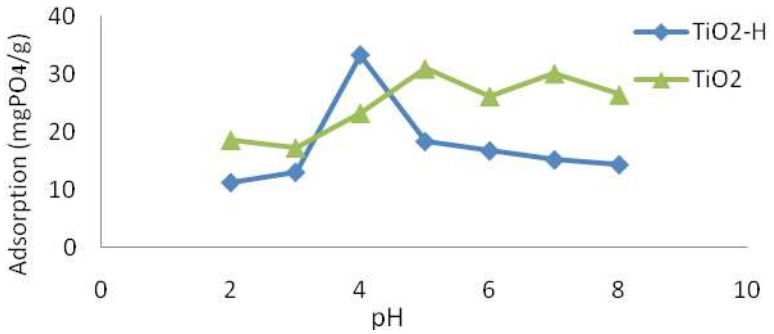
ایزوترم های جذب

در این مرحله با اعمال شرایط بهینه در غلظت‌های مختلف فسفات(۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰میلی‌گرم بر لیتر) مقدار جذب فسفات اندازه‌گیری شد و داده‌ها با مدل های ایزوترمی فروندلیچ و لانگمویر مورد بررسی قرار گرفتند تا میزان و مکانیزم احتمالی جذببرای جاذب‌ها بدست آید.

نتایج و بحث

نتایج اثر پ هاش بر مقدار جذب

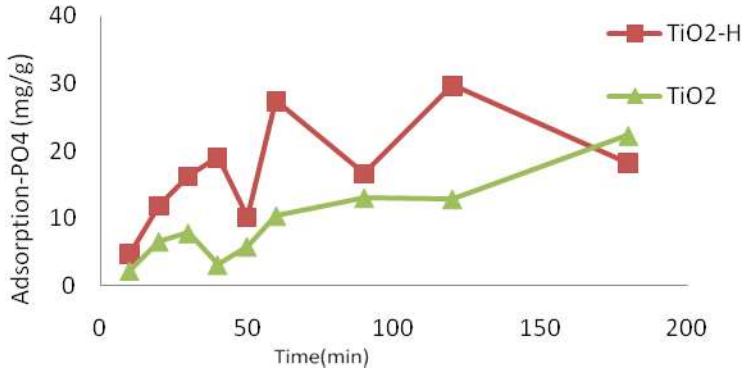
نتایج حاصل اثر پ‌هاش بر مقدار جذب بر حسب میلی گرم بر گرم برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به صورت شکل (۳) بدست آمد. این شکل نشان می‌دهد که پ هاش بهینه برای دی اکسید تیتانیوم ساده ۵ که مقدار جذب ۰/۳۰ میلی‌گرم برگرم و برای دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۴ که مقدار جذب ۳/۳۳ میلی‌گرم برگرم می‌باشد.



شکل۳) تأثیر پ‌هاش‌های مختلف بر مقدار جذب فسفات توسط ذرات نانوی ساده و اصلاح شده

نتایج اثر زمان بر مقدار جذب

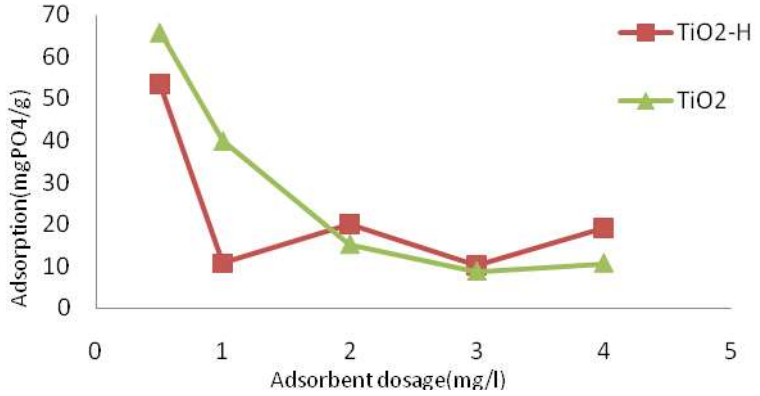
نتایج حاصل اثر زمان (دقیقه) بر مقدار جذب بر حسب میلی‌گرم برگرم برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به صورت شکل(۴) بدست آمد. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش زمان مقدار جذب فسفات توسط ذرات نانو افزایش می‌یابد. زمان بهینه برای دی اکسید تیتانیومساده ۱۴۴۰دقیقه که مقدار جذب ۰/۳۹میلی‌گرم برگرم و برای دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۱۲۰ دقیقه که مقدار جذب ۷/۲۹ میلی‌گرم برگرم بود.



شکل۴) تأثیر زمان‌های مختلف بر مقدار جذب توسط ذرات نانو

نتایج اثر غلظت نانو ذرات بر مقدار جذب

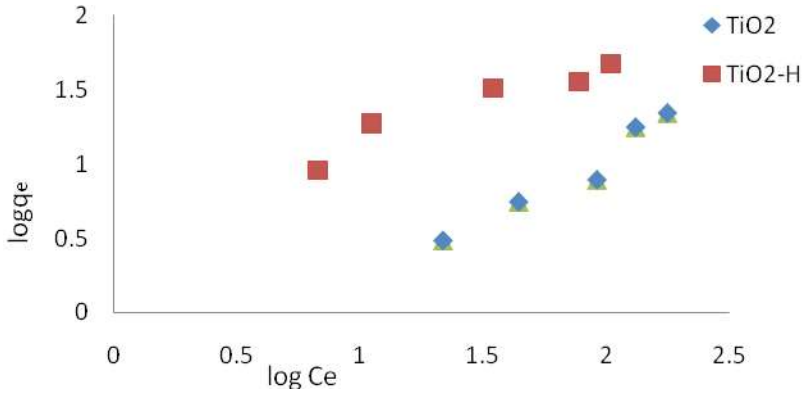
نتایج حاصل اثر غلظت بر مقدار جذب بر حسب درصد برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به صورت شکل(۵) بدست آمد. غلظت بهینه برای دی اکسید تیتانیوم ساده ۱ که مقدارجذب ۳۹.۹و برای دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۲ که مقدار جذب ۲۰ میلی گرم بر گرم بود



شکل ۵) تأثیر غلظت‌های مختلف بر مقدارجذب توسط ذرات نانو

نتایج ایزوترم

نتایج حاصل ایزوترم برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده نشان داد که با افزایش غلظت فسفات مقدار جذب آن نیز توسط نانو ذرات افزایش می‌یابد به گونه‌ای که در غلظت ۲۰۰میلی‌گرم بر لیتر در هر دو ذره دارای بیشترین مقدار جذب است. که این مقدار در دی اکسید تیتانیوم ساده ۱/۲۲ میلی‌گرمدرگرم و در دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۴/۴۷ میلی‌گرمدرگرم است و نشان می‌دهد جذب فسفات توسط دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده بیشتر از دی اکسید تیتانیوم ساده است.



شکل ۸) فرم خطی مدل فروندلیچ

جدول ۱) پارامترهای مختلف معادله فروندلیچ

پارامترهای فروندلیچ		
R^2	(mg/g) K_f	n

۱/۱	۱۶/۰	۹۵/۰	TiO_2
۹/۱	۲۴/۴	۹۱/۰	TiO_2 - H

جدول۲)شرایط بهینه برای نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده

پ هاش بهینه (مقدار جذب *)	زمان بهینه (مقدار جذب)	غلظت بهینه جاذب (مقدار جذب)	ظرفیت جذب (مقدار جذب)
۱۴۴۰	۵ (۳۰)	TiO_2 دقیقه (۳۹)	۱میلی گرم بر لیتر (۹/۳۹)	۲۰۰ میلی گرم بر گرم (۱/۲۲)
۱۲۰	۴ (۳/۳۳)	TiO_2-Hدقیقه (۷/۲۹)	۲میلی گرم بر لیتر (۲۰)	۲۰۰میلی گرم بر گرم (۴/۴۷)

مقدار جذب: برحسب میلی گرم بر گرم جاذب*

نتیجه گیری کلی

با توجه به داده های بدست آمده از مطالعه میزان جذب دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده با هومیک اسید بیشتر از دی اکسید تیتانیوم ساده است. همچنین نانو جاذب دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده در مدت زمان کمتری مقدار بیشتری از فسفات موجود در آب را حذف می کند. بنابراین اصلاح نانو جاذب دی اکسید تیتانیوم با اسید هومیک می‌تواند مقرون به صرفه باشد.

منابع

[۱] اوستان، ش. ۱۳۸۳ . شیمی خاک با نگرش زیست محیطی (ترجمه) . انتشارات دانشگاه تبریز

[۲] E. Oguz, A. Gurses, M. Yalcin, Removal of Phosphate from Waste Waters by Adsorption Water, Air, Soil Pollut. ۱۴۸ (۲۰۰۳) ۲۷۹-۲۸۷.

[۳] Ren. Z, Shao. L, Zhang. G, Adsorption of Phosphate from Aqueous Solution Using an Iron-Zirconium Binary Oxide Sorbent Water, Air, Soil Pollut. ۲۲۳:۴۲۲۱-۴۲۳۱(۲۰۱۲).

[۴] S. Zhang, X.Y. Li, J.P. Chen, An XPS study for mechanisms of arsenate adsorption onto a magnetite-doped activated carbon fiber J. Colloid Sci. ۳۴۳ (۲۰۱۰) ۲۳۲-۲۳۸.

[۵] Labille. J, Brant. J, Stablity of nanoparticles in water, Nanomedicine-UK ۵ (۲۰۱۰) ۹۸۵-۹۹۸.

[۶] F. Cabrera, P. De Arambarri, L. Madrid, C.G. Toca, Desorption of phosphate from iron-oxid in relation to equilibrium PH and porosity Geoderma ۲۶ (۱۹۸۱) ۲۰۳-۲۱۶.

[۷] A. Zach-Maor, R. Semiat, H. Shemer, Adsorption-desorption mechanism of phosphate by immobilized nano-sized magnetite layer : Interface and bulk interactions, J. Colloid and Interface Sci. ۳۶۳ (۲۰۱۱) ۶۰۸-۶۱۴.

[۸] G. Pan, L. Li, D. Zha, H. Chen, Immobilization of non-point phosphorus using stabilized magnetite nanoparticle with enhanced transportability and reactivity in soils, Environmental Pollution. ۱۵۸ (۲۰۱۰) ۳۵-۴۰.

[۹] Mahdavi S, Jalali M, Afkhami A (۲۰۱۴) Heavy metals removal from aqueous solutions by Al_2O_3 nanoparticles modi ed with natural and chemical modi ers. Clean Techn Environ Policy DOI ۱۰.۱۰۰۷/s۱۰۰۹۸-۰۱۴-۰۷۶۴-۱(in press).

Abstract

Overallobjectives ofthisresearchare:۱) study the possibility of removal ofphosphatefrom thewater.۲) The introductionnewnanoparticlesas adsorbentsforphosphate. ۳) Study the impact of different factors inthisprocesssuch as:pH(۲, ۳, ۴, ۵, ۶, ۷, and۸), adsorbentdosage(۰.۵,۱, ۲, ۳and۴g/l), contact time (۱۰,۲۰, ۳۰, ۴۰, ۵۰, ۶۰, ۹۰, ۱۲۰,۱۸۰ and ۱۴۴۰ min).Bycreatingoptimal conditions in isotherms, experiments atconcentrationsof ۰,۲۵, ۵۰, ۱۰۰, ۱۵۰and۲۰۰mg/l phosphate were studied. Isothermresultsshowedin phosphateconcentrationof ۲۰۰mg/l and inoptimalconditions, sorption of phosphate on bare and modify titanium dioxidenanoparticlesreached to۲۲.۱ and ۴۷.۴mg/g, respectively.Sothemodifiedtitanium dioxide nanoparticlescompare to baretitanium dioxide,isbetter adsorbent.