مجله بهداشت و توسعه **مقاله پژوهشی**
سال اول/شماره ٤/ زمستان ۱۳۹۱ **تاریخ دریافت:** ۱۳۹۱/۹/۱۴ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۱/۱۱/۲

بررسی کارایی فیلتر شنی پوشیده شده با اکسید منگنز در حضور میدان مغناطیسی در بهبود کیفیت رواناب‌های شهری

مریم فروغی[۱]، مهدی حاجیان‌نژاد[۲]، حمیدرضا پورزمانی[۱]، زهرا نوری‌مطلق[۳]، حسن هاشمی[۱]

چکیده

مقدمه: افزایش سطوح نفوذناپذیر علاوه بر افزایش حجم و پیک جریان، سبب افزایش نوع و مقدار آلاینده‌ها در رواناب شهری می‌شود. رواناب آلوده اثرات نامطلوب بسیاری را بر محیط زیست و آدمی می‌گذارد. هدف اصلی این پژوهش، بررسی کارایی شن پوشیده شده با اکسید منگنز همراه با اعمال میدان مغناطیسی در تصفیه رواناب‌های شهری بود.

روش‌ها: در این مطالعه از یک ستون پلکسی گلاس حاوی شن پوشش داده شده با اکسید منگنز استفاده شد. در اطراف آن دو مگنت قرار داده شد و جریان رواناب به صورت مداوم به داخل ستون و رو به پایین بود. قبل و پس از عبور جریان رواناب از ستون و تأمین زمان ماند کافی، نمونه‌های برداشت شده از نظر سرب، روی، کدورت، pH، نیترات و فسفات مورد آنالیز قرار گرفتند. جهت مشخص نمودن تغییر در سطح شن از Scanning electron microscope (SEM) و برای تعیین درصد ترکیبات موجود در شن از آنالیز Energy Dispersive Xray (EDAX) استفاده شد.

نتایج: تصاویر SEM و آنالیز EDAX نشان داد که اکسید منگنز به خوبی روی شن پوشش داده شده است. همچنین در ستون شن پوشیده شده با اکسید منگنز در حضور میدان مغناطیسی درصد راندمان حذف برای کدورت ۸۹/۶، سرب ۶۵/۹، روی ۸۱/۱ و فسفات ۶۷ درصد به دست آمد. با این وجود هیچ کاهشی در غلظت نیترات مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری: فیلترهای شنی پوشیده شده با اکسید منگنز در حضور میدان مغناطیسی کارایی بالایی در بهبود کیفیت رواناب‌های شهری داشتند. به نظر می‌رسد که این مطالعه روش خوش‌آتیه‌ای برای بهبود کیفیت رواناب و صنایعی می‌باشد که دارای فلزات سنگین مورد مطالعه هستند.

واژگان کلیدی: رواناب شهری، اکسید منگنز، فیلتر شنی، میدان مغناطیسی

مقدمه

آلاینده‌های بسیاری در طول یک رخداد بارندگی به آب‌های پذیرنده وارد می‌شود که سبب کاهش کیفیت این آب‌ها و تخریب اکوسیستم می‌شود. آلاینده‌های موجود در رواناب خطراتی را برای انسان، حیوانات و گیاهان در معرض تماس با آن ایجاد می‌نماید. چنانچه غلظت آن‌ها بالا باشد، مشکلات تکنیکی و زیبایی را نیز سبب می‌شود (۲، ۱). در منابع پذیرنده، تماس آبزیان تنها به غلظت آلاینده‌ها بستگی ندارد، بلکه تجمع زیستی این آلاینده‌ها در زنجیره غذایی نیز مهم می‌باشد (۳). چنانچه رواناب آلوده به فلزات سنگین مستقیم به

این مقاله حاصل پایان نامه دانشجویی به شماره ۳۹۰۰۷۵ در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می باشد.

۱- مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشیار، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام ، ایران
نویسنده‌ی مسؤول: دکتر مهدی حاجیان‌نژاد Email: hajikhiadani@hlth.mui.ac.ir
آدرس: اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، گروه مهندسی بهداشت محیط **تلفن** : ۰۳۱۱-۷۹۲۲۶۶۸ **فاکس** : ۰۳۱۱- ۶۶۸۲۵۰۹

پیکره آب‌های طبیعی تخلیه شود، مواد غیر قابل تجزیه بیولوژیکی در محیط تجمع می‌یابد. این مواد با ایجاد اثرات کوتاه مدت (مانند سمیت حاد) و بلند مدت (آسیب‌های سرطان‌زا) تأثیرات نامطلوبی روی زندگی آدمی می‌گذارند. برای نمونه می‌توان به سمیت مزمن سرب روی سیستم‌های گوارشی، عصبی، عضلانی، کلیه و خون اشاره کرد (۴).

فسفر که معمولاً در محیط‌های آبی به شکل ارتو فسفات (PO_4–P) وجود دارد، در غلظت‌های بالا به عنوان یک منبع اصلی اوتریفیکاسیون آب‌های سطحی به شمار می‌رود. عمده اثر اوتریفیکاسیون، رشد زیاد جلبک و سیانوباکترهاست که سبب کاهش اکسیژن محلول می‌گردد. در نتیجه این امر کاهش گونه‌های آبزی، تولید بو و مشکلات کیفی آب (که به غالب شدن شرایط بی‌هوازی مربوط است) رخ می‌دهد (۶، ۵). رواناب همچنین حامل نیتروژنی می‌باشد که در محیط شهری تجمع یافته است. افزایش مقدار نیتروژن منجر به اشباع نیتروژن، اوتریفیکاسیون و مشکلات کیفیت محور مربوط به آب آشامیدنی و آلودگی بخش عظیمی از منابع آب آشامیدنی می‌گردد (۷).

رواناب شهری به دلیل حجم بالایی که دارد، یک منبع مهم آب به شمار می‌آید. با بهبود کیفیت آن می‌توان از آن برای تغذیه مجدد آب‌های زیرزمینی استفاده نمود (۸). این موضوع به خصوص در کشور ایران بایستی مورد توجه قرار گیرد. از این رو لازم است تا تحقیقاتی در این زمینه صورت گیرد تا زمینه برای استفاده از یک روش کارامد و ارزان قیمت فراهم گردد.

امروزه روش‌های متنوعی جهت تصفیه رواناب توسعه یافته است که از جمله آن‌ها می‌توان به وتلندهای طبیعی و مصنوعی و برکه‌های ماند اشاره کرد. وتلندها بیشتر آلاینده‌های ذره‌ای را کاهش می‌دهند و هر دو گزینه مذکور نیازمند سطح وسیعی هستند (۹). همچنین به دلیل ظرفیت محدود فرایند انعقاد، هزینه بالای رزین‌ها و مشکل گرفتگی ممبران‌ها (Membrane fouling)، جذب سطحی با استفاده از جاذب‌های کم هزینه نسبت به بسیاری از روش‌های متعارف یک گزینه مناسب، قابل اطمینان و مؤثری در حذف فلزات آلی و معدنی پیچیده می‌باشد (۱۰). فیلتراسیون رواناب با استفاده از شن روش تصفیه‌ای است که به دلیل ارزان بودن، فراوانی و قابلیت دسترسی به شن و نیز امکان کاربرد این روش در مقیاس‌های کوچک و بزرگ اهمیت خاصی بین سایر روش‌های تصفیه دارد (۹).

اکسید/هیدروکسیدهای فلزی جاذب‌های خوبی برای باکتری‌ها و ویروس‌ها هستند. این موضوع منجر به توسعه شن پوشیده شده با اکسید/هیدروکسیدهای فلزی به عنوان بستر جذب/فیلتراسیون در تصفیه آب شده است. در این گروه اکسیدهای منگنز مهم‌ترین جاذب‌های فلزات در محیط های آب، خاک، رسوبات و سنگ‌ها هستند که از توان جذب خوبی برخوردار هستند. آن‌ها مساحت سطح زیاد، ساختار ریز متخلخل (Microporous) و میل ترکیبی بالا با یون‌های فلزی دارند. همچنین کارایی بالایی در جذب فلزات سنگین در سیستم‌های سمی دارند. معمولاً بار سطحی اکسید منگنز منفی است و این مواد می‌توانند به عنوان جاذب برای حذف فلزات سنگین از فاضلاب به کار روند.

اگرچه اکسید منگنز خالص به عنوان بستر فیلتر به خاطر خواص فیزیکی و شیمیایی و نیز دلایل اقتصادی مطلوب نیست، اما پوشش بستر فیلتر با آن سطح کاراتری را ایجاد می‌نماید و بستر را برای

حذف فلزات سنگین بهبود می‌بخشد. برای نمونه Ahamed و Meera کارایی شن پوشیده شده با اکسید منگنز و شن بدون پوشش را در حذف برخی آلاینده‌های رواناب مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که فیلترهای شنی پوشش داده شده در حذف فلزات سنگین کاراتر از فیلتر شنی بدون پوشش است (۱۱). در مطالعه Han و همکاران که روی حذف روی و مس توسط زئولیت پوشیده شده با اکسید منگنز (Manganese oxide coated Zeolite یا MOCZ) انجام شد، مشخص شد که MOCZ جاذب مؤثری برای حذف مس و روی می‌باشد (۱۲).

مطالعه‌ها نشان دادند که محیط‌های آبی که تحت میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، از جذب فلزات سنگینی نظیر سرب و نیکل توسط ریشه گیاه جلوگیری می‌کنند. به علاوه می‌توان از تصفیه مغناطیسی فاضلاب جهت حذف رنگ، فسفات و روغن استفاده نمود. برخی محققین گزارش کردند که تصفیه مغناطیسی روی خصوصیات آب نظیر جذب نور و پتانسیل زتا تأثیر می‌گذارد. البته این اثرات همیشه مورد تأیید نبودند. Alkhazan و Saddiq گزارش نمودند که دریافت سیگنال‌های حاصل از نیروهای مغناطیسی توسط آب تأثیر مستقیمی روی سلول‌های زنده و فعالیت‌های حیاتی آن‌ها دارد (۱۳). هدف این تحقیق بررسی کارایی شن پوشش داده شده با اکسید منگنز و کاربرد میدان مغناطیسی همراه با فیلتر شنی در بهبود کیفیت رواناب شهری بود.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده

تمام مواد استفاده شده در این مطالعه تجربی از شرکت مرک آلمان تهیه شد. برای ساخت محلول‌های استوک (۱ gr/L) سرب، روی، نیترات و فسفات به ترتیب از $PbCl_2$، $ZnSO_4.7H_2O$، $(CH_3COO)_2Cd.2H_2O$، KNO_3 و K_2HPO_4 و برای ساخت محلول کدورت از کائولین استفاده گردید. نمونه رواناب از استوک در غلظت مورد نظر از هر آلاینده ساخته شد. جهت تنظیم pH از H_2SO_4 یا NaOH ۰/۱ مولار استفاده شد. برای نمونه‌گیری از بطری‌های پلاستیکی با حجم ۲۰۰ cc استفاده گردید. غلظت‌های مورد استفاده جهت تهیه رواناب به روش مصنوعی و منبع اتخاذ آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. غلظت‌های مورد استفاده جهت تهیه رواناب مصنوعی در مطالعه حاضر با ذکر منبع

آلاینده	غلظت	منبع
کدورت (NTU)	۶۰	(۱۱، ۱۴)
سرب (mg/L)	۲/۳۷	(۱۵)
روی (mg/L)	۲/۵۴	(۱۵)
نیترات (mg/L)	۴-۵	(۱۵)
فسفات (mg/L)	۹-۱۰	(۱۵)

آماده‌سازی بستر

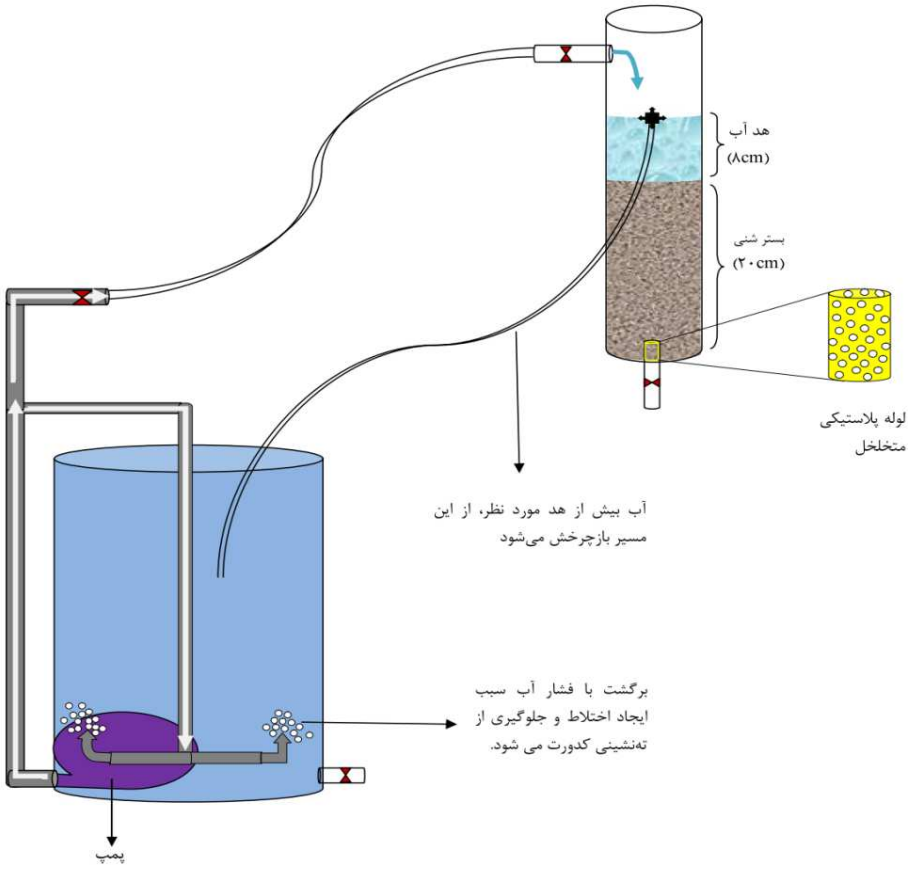
شن لازم از آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده فنی دانشگاه اصفهان با عبور از الک mesh ۲۰-۸ (۲/۳۶ mm-۰/۸۵) تهیه گردید (۱۶). شن آماده شده به مدت یک شب در محلول اسید نیتریک ۸ درصد خیس خورد و با آب مقطر تا زمانی که pH آب خروجی به ۷ رسید، آبکشی شد. سپس در دمای ۱۰۵°C خشک شد و تا زمان پوشش‌دهی در ظروف پلی‌پروپلین نگهداری گردید. در این مطالعه برای پوشش‌دهی شن از روش پیشنهاد شده در پژوهش‌های پیشین استفاده شد. مطابق این روش، ۵۰۰ سانتی متر مکعب شن اسیدشویی شده به محلول

پرمنگنات پتاسیم M ۰/۵ در حال جوش افزوده و مخلوط شد. سپس ۲ مول اسید هیدروکلریک غلیظ (۳۷/۵ درصد) به صورت قطره قطره و طی مدت ۲۰ دقیقه اضافه گردید. پس از اتمام این مدت، کل محلول به مدت ۱۰ دقیقه جوشید. سپس شن پوشش داده شده با آب مقطر تا زمانی که pH آن به ۷ برسد، شسته شد و در ۲۵ $^{\circ}C$ خشک گردید (۱۱).

شرایط آزمایش

در مطالعه حاضر که در مقیاس پایلوت انجام گرفت، از یک ستون پلکسی گلاس با ارتفاع ۳۵ cm و قطر داخلی ۵ cm استفاده گردید. ستون مورد نظر تا ارتفاع ۲۰ cm از ماسه پوشش داده شده پر شد. دو عدد مگنت هر کدام به ارتفاع ۲۰ cm با چگالی شار مغناطیسی ۰/۷ تسلا در طرفین ستون قرار داده شد. نمونه رواناب سنتتیک با استفاده از یک پمپ به قسمت بالای ستون به صورت پیوسته پمپاژ شد. از آن جا که جریان به صورت رو به پایین بود، برای جلوگیری از کانالیزه شدن جریان در طول ستون، ارتفاع آب روی بستر شنی ۸ cm در نظر گرفته شد. دبی عبوری از بستر با توجه به یک زمان ماند بهینه ۲۰ دقیقه‌ای و حجم بستر ۰/۴ m^3 و طبق رابطه $Q = V/t$، ۲۰ cc/min به دست آمد (۱۱).

برای آن که این دبی تأمین شود اضافه نمونه رواناب پمپاژ شده به ستون از بالای ستون به ظرف حاوی نمونه برگشت داده شد. نمونه‌ها پس از تأمین زمان ماند از خروجی شیر موجود در کف ستون برداشته شد و از نظر آلاینده‌های مختلف مورد آنالیز قرار گرفت. شماتیک پایلوت مورد استفاده در شکل ۱ آمده است و



شکل ۱. شماتیک پایلوت مورد استفاده در مطالعه حاضر

مگنت‌ها نشان داده نشده‌اند. قبل از استفاده از ستون حدود ۵ برابر حجم بستر، آب مقطر از آن عبور داده شد تا اگر اکسید فلزی باند نشده در آن وجود دارد، از آن شسته شود. در تمام طول آزمایش pH رواناب شبیه‌سازی شده در حد ۷/۵–۶/۸ حفظ گردید.

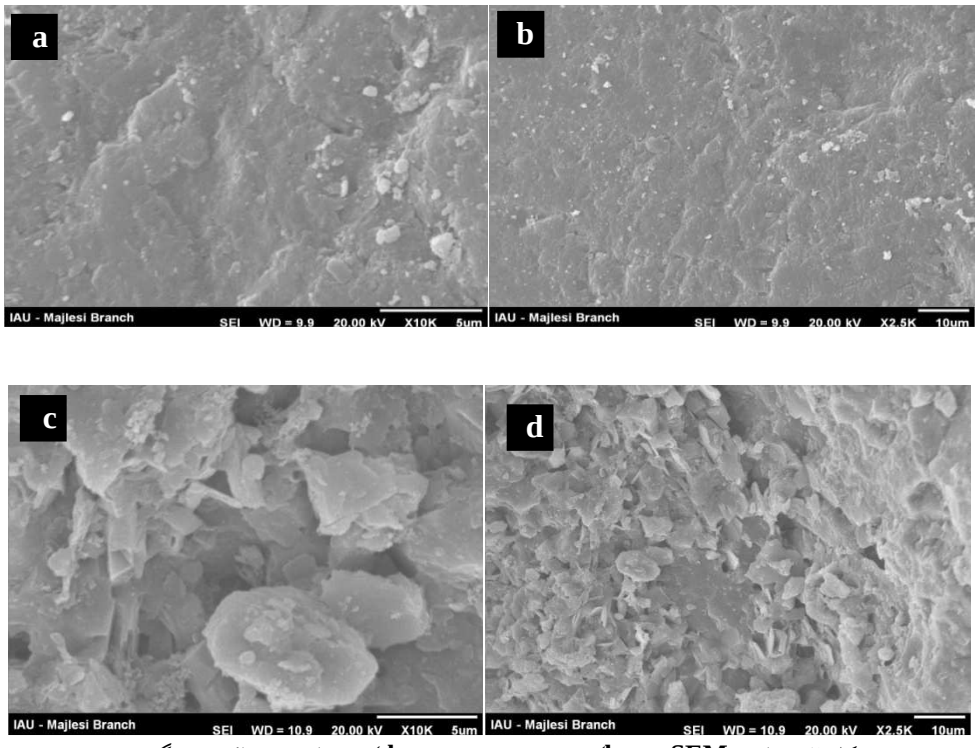
آنالیز شیمیایی

آنالیز فلزات سنگین از قبیل سرب و روی با جذب اتمی شعله‌ای (مدل Perkin-Elmer۲۳۸۰) انجام شد. برای آنالیز نیترات و فسفات به ترتیب از متد ۸۰۳۹ و ۸۰۸۴ (Hach) و از دستگاه DR۵۰۰۰ استفاده گردید. کدورت نیز با کدورت‌سنج (Euteoh instruments TN۱۰۰) قرائت شد. تنظیم pH با استفاده از pH-meter CG۸۲۴ صورت گرفت. جهت تعیین اندازه و مشخصات شن پوشش داده شده با اکسید منگنز از میکروسکوپ الکترون روبشی (Scanning electron microscope یا SEM) و برای تعیین درصد ترکیبات موجود در شن از دستگاه آنالیز EDAX استفاده گردید.

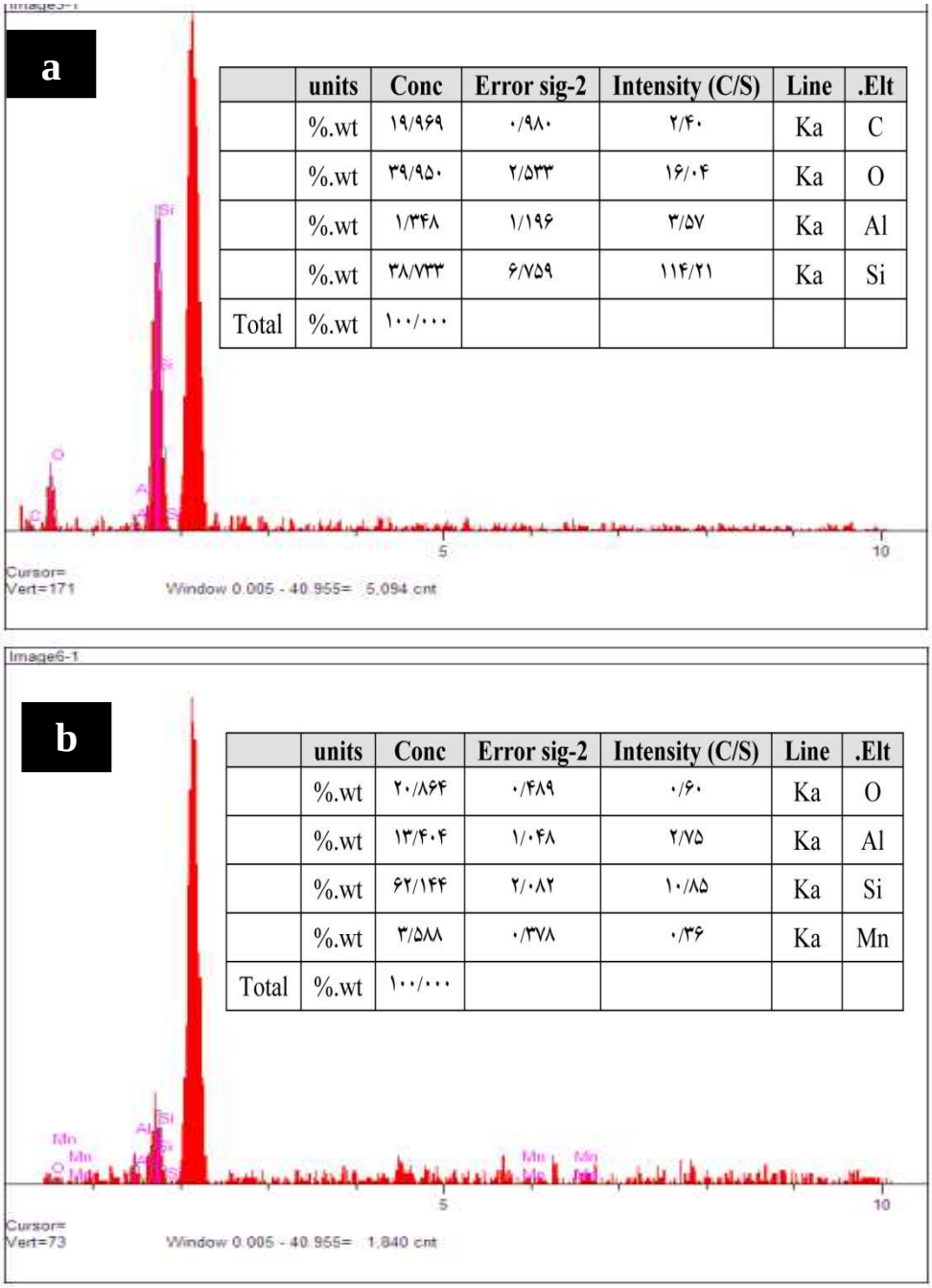
نتایج

پس از پوشش‌دهی شن با اکسید منگنز برای اطمینان از پوشش‌دهی، تصویر SEM و EDAX از شن تهیه شد. تصاویر SEM شن بدون پوشش و شن پوشش داده شده با اکسید منگنز در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، افزایش پوشش و خلل و فرج سطحی مؤید پوشش‌دهی سطح شن می‌باشد. این موضوع در تصاویر EDAX (شکل ۳) نیز تأیید شده است. همان طور که در این نمودار مشخص است، میزان منگنز در ساختار شن بعد از پوشش‌دهی حدود ۴ درصد افزایش یافته است.

کارایی ستون حاضر در حذف آلاینده‌های مورد مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است. مساحت سطح مخصوص شن بدون پوشش و شن پوشیده شده با اکسید منگنز به ترتیب ۰/۲۲ و ۱/۱۵ m^2/g می‌باشد. خصوصیات شن بدون پوشش و پوشیده شده با اکسید منگنز برای مقایسه در جدول ۲ آمده است.



شکل ۲. تصاویر SEM .a و b) شن بدون پوشش، c و d) شن با پوشش اکسید منگنز

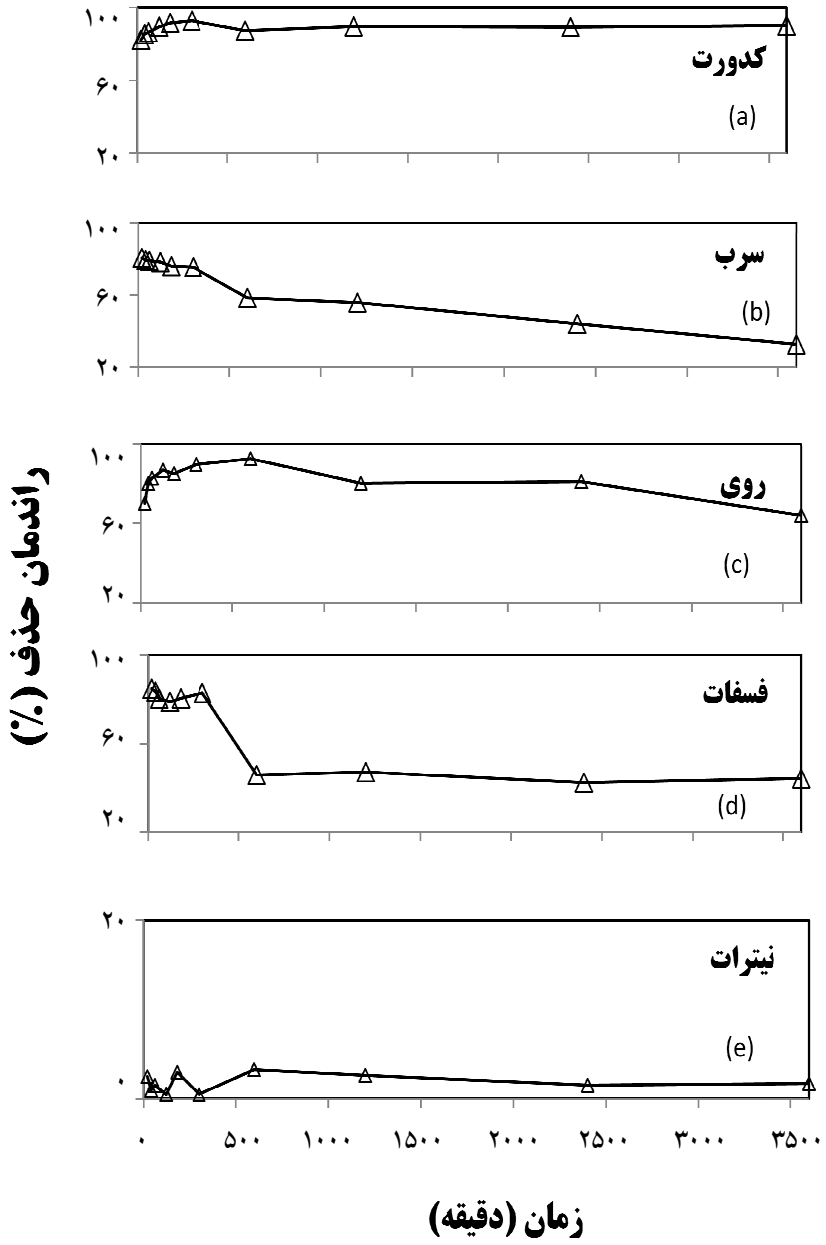


شکل ۳. آنالیز EDAX و ترکیبات شن؛ a) شن بدون پوشش و b) پوشش داده شده با اکسید منگنز

جدول ۲. تعیین و مقایسه خصوصیات بستر شنی قبل و بعد از پوشش‌دهی با اکسید منگنز

بستر	وزن مخصوص	چگالی حجمی (kg/m^3)	نقطه بار صفر [1](PZC)	مساحت سطح مخصوص (m^2/g)
شن بدون پوشش	۲/۶۰	۱۶۲۰	۶/۸	۰/۲۲
شن پس از پوشش با اکسید منگنز	۲/۴۹	۱۵۰۰	۶/۴	۱/۵۱

[1]. Point of zero charge (PZC): pH است که در آن بار خالص سطح صفر است.



شکل ۴. کارایی روش مورد مطالعه در حذف آلاینده‌های موجود در رواناب

بحث

تصاویر SEM شن اسیدشویی شده (شکل ۲ a و b) نشان داد که این شن دارای سطح به نسبت صافی است؛ در حالی که شن پوشش داده شده خلل و فرج بیشتر و در نتیجه مساحت سطح بیشتری نسبت به شن بدون پوشش دارد. این مسأله با مطالعه Hsu و همکاران همخوانی نداشت (۱۰)، اما در راستای مطالعه Ahammed و Meera بود (۱۱). جدول ۲ نیز نشان داد که پوشش‌دهی سبب افزایش مساحت سطح شن از ۰/۲۲ به ۱/۵۱ m^2/g شده است. چنین افزایشی در مساحت سطح سبب افزایش سایت‌های جذب برای آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین و حتی کدورت می‌شود، اما در مطالعه Hsu و همکاران سطح شن پس از پوشش‌دهی صاف‌تر شده بود. طبیعی است که پوشش‌دهی سبب افزایش سایت‌های جذب می‌گردد. چنانچه مساحت سطح پس از پوشش‌دهی کم شود،

پوشش‌دهی توجیه اصلی خود را از دست خواهد داد.

در این مطالعه متوسط حذف ذرات کلوئیدی ۸۹/۶ درصد به دست آمد که مکانیسم‌های دخیل در حذف کلوئیدها در این ستون شامل فیلتراسیون، ته‌نشینی و جذب سطحی است (۱۷). همان طور که از نمودار ۲ پیداست، درصد حذف کدورت به مرور زمان به طور نسبی بهتر شده است. این امر را می‌توان به تشکیل لایه کثیف (Dirty layer) نسبت داد که عمل پالودن و فیلتراسیون را بهبود می‌بخشد (۱۱). علاوه بر مکانیسم‌های مذکور، میدان مغناطیسی به دلیل اثر یا اثراتی که روی رواناب مورد تصفیه می‌گذارد، در حذف کدورت مؤثر است.

مطالعه‌های اخیر گزارش کردند که پس از تصفیه مغناطیسی، پتانسیل زتا کاهش می‌یابد. کاهش پتانسیل زتای ذرات منجر به ناپایدار شدن ذرات می‌شود. این خود عاملی برای به هم پیوستن ذرات (Aggregation) و ایجاد ذرات درشت‌تر می‌شود. در نتیجه ته‌نشینی و فیلتراسیون بسیار سریع‌تر می‌گردد. دلیل کاهش پتانسیل زتا کاملاً مشخص نیست، اما این فرضیه هنوز به قوت خود باقی است که با کاهش دفع در لایه دوبل الکتریکی، تمایل به هم پیوستگی ذرات کلوئیدی افزایش می‌یابد (۱۳).

برای آن که مقایسه صحیحی بین حالت‌های مختلف شن و همچنین در صورت استفاده و عدم استفاده از مگنت انجام شود، در جدول ۳ یافته‌های چند مطالعه به همراه منابع آن‌ها برای مقایسه آورده شده است.

با توجه به جدول ۳ روشن است که پوشش‌دهی با اکسید منگنز سبب بهبود حذف یون‌های فلزی می‌گردد. اکسیدهای موادی نظیر Mn و Fe که در سطح وجود دارند، در حضور آب با گروه‌های هیدروکسیل، پروتون‌ها و مولکول‌های آب پوشیده می‌شوند. این سطوح معدنی آمفوتریک می‌باشند. تعداد نسبی پروتون‌ها و یون‌های هیدروکسیلی که همزمان در سطح وجود دارند، به وسیله pH محلول تعیین می‌شود. این رفتار آمفوتریک منجر به تعریف نقطه بار صفر (Point of zero charge یا PZC) می‌شود. PZC، pH است که در آن بار خالص سطح صفر است. PZC شن پوشیده شده با اکسید منگنز ۶/۴ می‌باشد که پایین‌تر از pH معمول آب‌های طبیعی است. بنابراین در گستره معمول pH آب‌های طبیعی، شن پوشش داده شده با اکسید منگنز دارای بار خالص منفی است. آنالیزهای XRD و IR (Infrared) نشان دادند که پوشش اکسید منگنز مخلوطی از Birnessite و Cryptomelane است. در pH = ۷، Cryptomelane خالص ($\propto -MnO_2$)، دارای بار منفی به میزان ۴ $\mu mol/m^2$ و Birnessite (δ-MnO_2) دارای بار منفی به میزان ۱۸ $\mu mol/m^2$ می‌باشد. این اعداد، راندمان بالای MOCS را در حذف فلزات سنگین توجیه می‌کند (۱۱).

جدول ۳. مقایسه کارایی اصلاحات مختلف بستر شنی در حذف سرب و روی از رواناب شهری

بستر	متوسط راندمان حذف سرب (درصد)	متوسط راندمان حذف روی (درصد)	منبع
شن بدون پوشش	۱۶/۵۵	۱۹/۱۵	(۱۸)
شن با پوشش اکسید منگنز	۳۶/۶۲	۴۹/۲۶	(۱۸)
شن با پوشش اکسید منگنز در حضور میدان مغناطیسی	۶۴	۸۱/۱	مطالعه حاضر

Hatt و همکاران به این نتیجه رسیدند که فیلترهای شنی گزینه مناسبی برای حذف فسفات به شمار نمی‌رود؛ چرا که آزمایش‌های آن‌ها نشان داد که میزان حذف فسفات توسط فیلتر شنی در حد صفر است (۱۹). با این وجود در مطالعه حاضر، فسفات به میزان ۶۷ درصد حذف شد. همچنین در این راستا، این مطالعه با مطالعه Achak و همکاران در مورد حذف فسفات توسط فیلترها و مکانیسم حذف آن توسط جذب سطحی آن روی فیلتر شنی همخوانی داشت (۲۰). در مورد حذف فسفات همچنین مطالعه حاضر در راستای مطالعه Boujelben و همکاران بود (۲۱)؛ چرا که طبق تصاویر SEM و نتایج مطالعه حاضر، سطح مخصوص ویژه به دلیل رسوب (Deposit) اکسید فلزی بسیار بیشتر شده بود. این موضوع سبب حذف مؤثر یون‌های فسفات از محلول توسط جذب سطحی می‌گردد.

دلیل حذف فلزات سنگین و فسفات در مطالعه Alkhazan و همکاران تصریح شد. به نظر می‌رسد که نیروی مغناطیسی باندهای هیدروژن بین مولکول‌های آب را می‌شکند؛ به طوری که یون‌ها از هم جدا می‌شوند و با عناصری مانند سرب، فسفر، کلسیم، نیکل، پتاسیم، مس، منیزم و آهن ترکیب می‌شوند و رسوب می‌کنند (۱۳).

از آن جا که در مطالعه حاضر حذف نیترات در حد صفر بود، مطالعه حاضر با نتایج حاصل از مطالعه Hatt و همکاران همخوانی داشت. باید اصلاحاتی صورت گیرد تا فعالیت بیولوژیکی در این سیستم‌ها ایجاد شود. در نتیجه امکان رسیدن به راندمان بهتر در حذف نیترات ایجاد می‌شود (۱۹). این موضوع در مطالعه Achak و همکاران نیز تصریح شد که حذف بالای نیترات (۹۹ درصد) و آمونیاک (۹۷ درصد) توسط بیوفیلم و به دلیل اکسیداسیون نیتروژن در بیوفیلم به دست آمد (۲۰).

قابل ذکر است که مطالعه حاضر در مقایسه با بسیاری از روش‌های موجود ساده‌تر، کم هزینه‌تر و مؤثرتر بوده است. به نظر می‌رسد که این مطالعه روش خوش آتیه‌ای برای بهبود کیفیت رواناب و صنایعی می‌باشد که دارای فلزات سنگین مورد مطالعه هستند. هر چند که مطالعه‌های بیشتری برای فهم عوامل مؤثر، شکست، طراحی و اجرای این روش در مقیاس کامل مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

در مجموع و با توجه به توضیحات فوق می‌توان گفت که فیلترهای شنی پوشش داده شده با اکسید منگنز در حضور میدان مغناطیسی کارایی مناسبی در بهبود کیفیت رواناب‌های شهری داشتند. استفاده از میدان مغناطیسی برای کاهش آلاینده‌های رواناب، تکنولوژی بالقوه‌ای در مدیریت کیفی این منبع مهم آبی است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مرکز تحقیقات محیط زیست دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که این طرح تحقیقاتی را تصویب کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Jang YC, Jain P, Tolaymat T, Dubey B, Singh S, Townsend T. Characterization of roadway stormwater system residuals for reuse and disposal options. Sci Total Environ 2010; 408(8): 1878-87.
2. Ki SJ, Kang JH, Lee SW, Lee YS, Cho KH, An KG, et al. Advancing assessment and design of stormwater monitoring programs using a self-organizing map: characterization of trace metal concentration profiles in stormwater runoff. Water Res 2011; 45(14): 4183-97.
3. Ancion PY, Lear G, Lewis GD. Three common metal contaminants of urban runoff (Zn, Cu & Pb) accumulate in freshwater biofilm and modify embedded bacterial communities. Environ Pollut 2010; 158(8): 2738-45.
4. Wu P, Zhou YS. Simultaneous removal of coexistent heavy metals from simulated urban stormwater using four sorbents: a porous iron sorbent and its mixtures with zeolite and crystal gravel. J Hazard Mater 2009; 168(2-3): 674-80.
5. Okochi NC, McMartin DW. Laboratory investigations of stormwater remediation via slag: Effects of metals on phosphorus removal. J Hazard Mater 2011; 187(1-3): 250-7.
6. Rosenquist SE, Hession WC, Eick MJ, Vaughan DH. Variability in adsorptive phosphorus removal by structural stormwater best management practices. Ecological Engineering 2010; 36(5): 664-71.
7. Collins KA, Lawrence TJ, Stander EK, Jontos RJ, Kaushal SS, Newcomer TA, et al. Opportunities and challenges for managing nitrogen in urban stormwater: a review and synthesis. Ecological Engineering 2010; 36(11): 1507-19.
8. Hsieh CH, Davis AP. Multiple-event study of bioretention for treatment of urban storm water runoff. Water Sci Technol 2005; 51(3-4): 177-81.
9. Foroughi M, Hajian Nejad M, Amin MM, Pourzamani HR, Vahid Dastjerdi M. Urban runoff treatment using sand columns coated with nanoparticles of iron oxide in the presence and absence of a magnetic field. J Health Syst Res 2012; 7(6): 1-13.
10. Hsu JC, Lin CJ, Liao CH, Chen ST. Removal of As(V) and As(III) by reclaimed iron-oxide coated sands. J Hazard Mater 2008; 153(1-2): 817-26.
11. Ahammed MM, Meera V. Metal oxide/hydroxide-coated dual-media filter for simultaneous removal of bacteria and heavy metals from natural waters. J Hazard Mater 2010; 181(1-3): 788-93.
12. Han R, Zou W, Li H, Li Y, Shi J. Copper(II) and lead(II) removal from aqueous solution in fixed-bed columns by manganese oxide coated zeolite. J Hazard Mater 2006; 137(2): 934-42.
13. Alkhazan MMK, Saddiq AAN. The effect of magnetic field on the physical, chemical and microbiological properties of the lake water in Saudi Arabia. Journal of Evolutionary Biology Research 2010; 2(1): 7-14.
14. Annadurai G, Sung SS, Lee DJ. Simultaneous removal of turbidity and humic acid from high turbidity stormwater. Advances in Environmental Research 2004; 8(3-4): 713-26.
15. Haijian nejad M, Vahid Dastjerdi M, Yarahmdi M, Shahsavani A. Investigation of urban runoff quality in isfahan hezar jarib area. [Research Project]. Report Number: 380075. Isfahan, Iran: Isfahan University of Medical Sciences. 2010.
16. Liu D, Sansalone J, Cartledge F. Comparison of sorptive filter media for treatment of metals in runoff. J Environ Eng 2005; 131(8): 1178-86.
17. Scholes L, Revitt DM, Ellis JB. A systematic approach for the comparative assessment of stormwater pollutant removal potentials. J Environ Manage 2008; 88(3): 467-78.
18. Foroughi M, Hajian Nejad M, Pourzamani HR, Farokhzadeh H. Urban runoff quality improvement using sand filter with and without coating. [Research Project]. Report Number: 289281. Isfahan, Iran: Isfahan University of Medical Sciences. 2010.
19. Hatt BE, Fletcher TD, Deletic A. Treatment performance of gravel filter media: implications for design and application of stormwater infiltration systems. Water Res 2007; 41(12): 2513-24.
20. Achak M, Mandi L, Ouazzani N. Removal of organic pollutants and nutrients from olive mill wastewater by a sand filter. J Environ Manage 2009; 90(8): 2771-9.
21. Boujelben N, Bouzid J, Elouear Z, Feki M, Jamoussi F, Montiel A. Phosphorus removal from aqueous solution using iron coated natural and engineered sorbents. J Hazard Mater 2008; 151(1): 103-10.

Journal of Health & Development Original Article

Vol. 1, No. 4, Winter 2013 Received: 4.12.2012 Accepted: 21.1.2013

Treatment of Urban Runoff Using Manganese Oxide-Coated Sand in Presence of Magnetic Field

Maryam Foroughi[1], Mehdi Hajian-Nejad[2], Hamid-Reza Pourzamani[1], Zahra Noori-Motlagh[3], Hassan Hashemi[1]

Abstract

Background: Increase of impervious surfaces in urban areas in addition to increasing volume and runoff peak, increases the variety of type and quantity of pollutants in urban storm water. Polluted runoff has many adverse impacts on human health and the environment. The purpose of this study was to investigate the efficiency of manganese oxide-coated sand in presence of magnetic field to treat urban runoff.

Methods: In this study, a plexyglass column filled with manganese-coated sand and with two magnets in its proximities was used to treat the runoff. The flow was continuous and downwards. Before and after passing the column and after sufficient retaining time the samples were checked in regard to lead (Pb), zinc (Zn), turbidity, pH, nitrates, and phosphate. Scanning electron microscope (SEM) and Energy dispersive X-ray (EDAX) analysis were used to determine the changes in the coated sand surface and the percentage of sand components, respectively.

Results: Scanning electron microscope and Energy dispersive X-ray analyses confirmed that the sand had been coated with manganese oxide successfully. Results indicated that turbidity, Pb, Zn and phosphate removal efficiency by the coated sand in presence of magnetic field were 89.6, 65.9, 81.1 and 67 percent, respectively; and that the coated sand was not able to remove nitrates.

Conclusion: Manganese oxide-coated sand filters, in presence of magnetic field, improve the quality of urban runoff significantly. This could be a promising treatment technology that can enhance the quality of urban runoff and industrial wastewaters with heavy metals.

Keywords: Urban runoff, Manganese oxide, Sand filter, Magnetic field

1- Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- Associate Professor, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Department of Environmental Health, School of Public Health, University of Ilam, Ilam, Iran
Corresponding Author: Mehdi Hajian-Nejad PhD, Email: hajikhiadani@hlth.mui.ac.ir
Address: Department of Environmental Health, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Tel: 0311-7922668 **Fax:** 0311-6682509