

## چکیده فارسی

**زمینه و هدف:** خنک کننده اولیه یک بستر خنک کننده ضروری برای کنترل حرارت در نیروگاه‌های هسته‌ای است. معمول‌ترین خنک‌کننده اولیه آب خیلی خالص است. در طی بهره‌برداری از نیروگاه هسته‌ای، مواد مختلفی از سطوح داخلی لوله‌ها و ژنراتور بخار تحت فشار و دمای بالا بر اثر فرآیند خوردگی در سیستم خنک‌کنندگی آزاد می‌شود. در طی پروسه اکسیداسیون، نیکل می‌تواند در خنک کننده اولیه آزاد شود که آلودگی را افزایش می‌دهد و منجر به ترک خوردگی تنش می‌شود. مشکلات بهره‌برداری و هزینه بالای تصفیه آب خنک‌کننده در روش‌های موجود، تحقیقات برای روش‌های جدیدتر را ضروری می‌سازد. وقتی که  $nZVI^1$  در معرض اکسیژن قرار می‌گیرد، به ساختار هسته - پوسته نانوذرات آهن منجر می‌شود. هدف از انجام این تحقیق بررسی حذف  $Ni(II)$  از محیط حقیقی آب خنک‌کننده مصنوعی نیروگاه اتمی با استفاده از نانو ذرات آهن اکسید و پارامترهای موثر بر آن می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش نانوذرات آهن اکسید از طریق قرار دادن نانوذرات آهن صفر در معرض هوا ایجاد که در نتیجه آن جرقه و حرارت تولید شد. پس از سرد شدن ذرات، به منظور یکنواخت شدن ساییده شد. بعد از تولید نانوذرات راندمان آن در حذف  $Ni(II)$  از محیط مصنوعی آب خنک کننده نیروگاه اتمی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها با تغییر فاکتورهای pH (۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰)، زمان اختلاط (۱۰ min، ۳۰ min، ۱ h، ۴ h، ۸ h و ۲۴ h) و غلظت نانوذرات (۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱۵، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ g/L) صورت گرفت. همه آزمایش‌ها در حالت ناپیوسته در ارلن با حجم ۲۵۰ mL انجام شده است. بعد از تکمیل واکنش سوسپانسیون سانتریفیوژ (۳۵۰۰ rpm) شد و بخش رویی محلول با اسید نیتریک غلیظ ۱٪ حجمی تثبیت شد. غلظت  $Ni(II)$  به وسیله دستگاه طیف سنجی جذب اتمی (Varian) اندازه‌گیری گردید. برای مشخص نمودن اندازه ذرات نانو از میکروسکوپ روبشی تونلی (STM) مدل  $SS_2$  ساخت ایران

<sup>1</sup> - Nanoscale Zero Valent Iron

استفاده گردید. در این پژوهش آب خنک‌کننده مصنوعی ساخته شد. به منظور اطمینان از نتایج دستگاه جذب اتمی برای سه بار تکرار تنظیم و از میانگین غلظت‌ها استفاده گردید.

**یافته‌ها:** تصاویر STM نشان می‌دهد که اندازه ذرات در مقیاس نانو و کمتر از ۴۰ nm می‌باشد. در pH اولیه محلول (۲/۷) و زمان ۴ h حذف تقریباً کامل (۹۷/۳٪) یون نیکل با غلظت ۴۰ g/L نانو ذرات آهن اکسید می‌تواند بدست آید. در غلظت ۳۵ g/L جذب و pH اولیه محلول با افزایش زمان اختلاط از ۱۰ min تا ۲۴ h راندمان حذف از ۲۳٪ به ۹۸٪ می‌رسد و زمان تعادل ۴ h می‌باشد. ابتدا pH اولیه محلول با استفاده از محلول NaOH با مولاریته های ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ مولار تنظیم می‌شود. در غلظت ۱ g/L جذب در pH های ۱۰ و ۲ راندمان حذف به ترتیب ۷۰٪ و ۱۱٪ است.  $pH = 10$  بهینه می‌باشد و جذب Ni(II) از مدل سینتیک درجه دوم پیروی می‌کند. ایزوترم جذب Ni(II) در  $pH = 10$  و غلظت ۱ g/L جذب منطبق بر مدل لانگمیر ( $R^2 = 0/998$ ) که حداکثر جذب آن ۳/۱۲ mg/g می‌باشد. در  $pH = 10$  زمان اختلاط ۲۴ و غلظت‌های کمتر از ۱ g/L راندمان حذف افزایش چندانی نمی‌یابد و از ایزوترم‌های لانگمیر و فروندلیچ تبعیت می‌کند. نسبت مقدار ماده جذب شده به جذب در شرایط ذکر شده برای غلظت ۰/۱ g/L جذب، ۲/۸ mg/g که قابل توجه است. ظرفیت حذف جذب در این پروژه در  $pH = 4$  برای Ni(II) ۲/۸ mg/g که از ظرفیت حذف نانوذرات آهن اکسید تجاری برای کروم بسیار بیشتر است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که Ni(II) در آب خنک‌کننده مصنوعی نیروگاه اتمی در  $pH = 11$  تا حد صفر رسوب می‌کند و برای حذف Ni(II) با استفاده از نانو ذرات آهن اکسید pH بهینه ۱۰ و زمان تعادل ۴ h است. در  $pH = 10$  و زمان اختلاط ۲۴ h، با افزایش غلظت نانو ذرات از ۰/۱ تا ۱ g/L راندمان حذف افزایش چندانی نمی‌یابد.

**کلمات کلیدی:** نیکل، نانوذرات آهن اکسید، آب خنک‌کننده مصنوعی نیروگاه اتمی.