

تأثیر هوادهی براندمان بازیافت آب کلین درین در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

¹ محمدرضا میرجلیلی - سید محمدرضا کاظمی - بهنوش مجاهدی - محبوبه دهقان نیری

شرکت مدیریت تولید برق یزد - نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

ایران

واژه‌های کلیدی: آب درین بلودان، بازیافت، هوادهی، غلظت یونها

چکیده

در نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی جهت کنترل پارامترهای شیمیایی همیشه مقداری از آب سیکل از طریق بلودان درامها دور ریز و به مخزنی به نام کلین درین وارد میگردد این آب حاوی مقادیر زیادی یونهای آهن، آلومینیوم و ... بوده و بالا بودن دما باعث ایجاد محدودیت در استفاده مجدد از آن میگردد. هوادهی به عنوان روشی ارزان علاوه بر کاهش غلظت یونهای محلول از طریق اکسیداسیون، هیچگونه آلودگی را وارد سیستم نمی نماید. در این مقاله به تأثیر هوادهی بر میزان بازیافت آب کلین درین پرداخته شده است غلظت یونهای موجود در نمونه ها قبل و بعد از هوادهی بوسیله اسپکتروفتومتر اندازه گیری شدند و در نهایت مشاهده شد که هوادهی نه تنها با کاهش غلظت یونها بویژه آهن و در نتیجه تعداد دفعات لازم جهت احیاء ستونهای رزین، سبب صرفه جویی در مصرف سود و اسید می شود بلکه با کاهش دادن دمای آب ورودی باعث افزایش بازیافت آب کلین درین میگردد.

مقدمه:

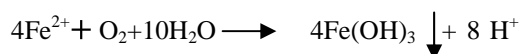
با توجه به رشد روزافزون جمعیت و به دنبال آن افزایش تقاضا جهت آب و از سوی دیگر با توجه به محدود بودن منابع آب، اهمیت استفاده مجدد از پساب به عنوان منبعی قابل اطمینان جهت تامین آب و حفظ محیط زیست بیش از پیش آشکار می شود. نیروگاهها از عمده ترین مصرف کنندگان آب در صنایع محسوب می شوند آب مصرفی در نیروگاهها بطور عمده برای تغذیه دیگهای بخار و برج های خنک کن بکار می رود. اگرچه حجم عمده آب، دوباره به چرخه بازگردانده می شوند ولی در نهایت حجم زیادی از آب بصورت پساب به بیرون نیروگاه تخلیه می شود که علاوه بر تخلیه به آبهای سطحی و زیرزمینی و هدر رفتن آب سبب آلودگی آنها و محیط زیست می شود. بخش عمده ای از آب های پساب مربوط به درین بلودانها است که جهت کنترل پارامترهای شیمیایی سیکل آب و بخار انجام میگردد. این آب دور ریز در نیروگاهها وارد مخزنی به نام کلین درین میگردد و دارای دمای اولیه ای حدود 75 درجه سانتیگراد است همچنین این

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

به Fe^{3+} و ترسیب ذرات به صورت هیدروکسید فریک است [7]. روشهای مختلفی جهت اکسیداسیون آهن فرس به فریک وجود دارد که از جمله می توان به استفاده از اکسیدکننده های شیمیایی مانند کلر، پرمنگنات پتاسیم، پراکسید هیدروژن و به دنبال آن ته نشینی و فیلتراسیون اشاره نمود [8].

روش دیگر استفاده از فرآیند هوادهی می باشد هدف اصلی از این فرآیند فراهم نمودن اکسیژن لازم جهت اکسیداسیون یونهای آهن است [9,10]. از مزایای این روش عدم ورود هرگونه ترکیب شیمیایی به آب، کاهش هزینه نیروی انسانی، ارزان بودن و قابل استفاده برای محدوده وسیعی از غلظت آهن می باشد [9,10]. سرعت اکسیداسیون آهن (II) بستگی به فاکتورهای زیادی دارد مانند دما، pH و غلظت اکسیژن. سرعت اکسیداسیون یونهای آهن با افزایش pH افزایش می یابد [11,12].

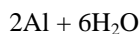
یونهای آهن (II) در معرض هوا طبق واکنش زیر اکسید میگردند [13]:



جهت رسوب یونهای آهن در آب با استفاده از فرآیند هوادهی، محدوده pH= 8-8.5 مناسب می باشد [14].

کارهای تجربی:

جهت بررسی تاثیر هوادهی بر روی غلظت یونها، نمونه آب درین دو بویلر در طول یکماه و شیفتهای کاری گردید. شرایط آب درین مطابق جدول (1) می باشد:



جدول (1) خصوصیات آب کلین درین

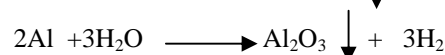
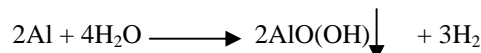
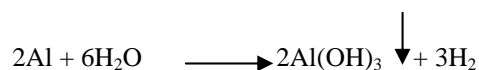
pH	Cond (μs)	SiO ₂ (ppb)	PO ₄ ³⁻ (ppm)	Al (ppb)	Fe (ppb)
8.3-8.7	17-30	200-600	3-6	300-400	250-450

آب شامل مقادیر زیادی یونهای آهن، آلومینیوم، سیلیس، فسفات و هیدرازین است. نیروگاه سیکل ترکیبی یزد دارای دو بویلر است و در هر شبانه روز حدود 120-150 متر مکعب آب درین میگردد. بر حسب شرایط مقداری از این آب پس از مخلوط شدن با آب پرمیت حاصل از RO با عبور از رزینهای آنیونی و کاتیونی مجددا وارد سیکل میگردد.

بالا بودن دمای آب کلین درین باعث محدودیت در میزان باز یافت میگردد زیرا تجربه کاری نشان داده که با افزایش دمای آب ورودی به خطوط دمین، کارایی رزین کاهش می یابد به طور مثال میزان حذف سیلیس از آب به شدت کاهش یافته و افزایش غلظت سیلیس در آب خروجی میکسبند را در پی دارد که این به نوبه خود باعث افزایش بلودان درامها جهت کنترل شیمیایی و هدر رفت مقدار زیادی آب میگردد. با کاهش دما حلالیت سیلیس کاهش یافته و سرعت ترسیب آن افزایش می یابد [1,2,3].

ذرات آلومینیوم حاصل از خوردگی سکتورهای برج خنک کن (برج هلر) داخل درامها تغلیظ شده و از طریق بلودانها دفع میگردند.

ذرات آلومینیوم معمولا در محدوده pH= 6.5-8.5 نامحلول میباشند و حلالیت آنها تحت شرایط اسیدی افزایش می یابد. جداسازی آلومینیوم از آب بستگی به دمای آب، pH و نوع لیگاندهای موجود در آب دارد. تبدیل یونهای آلومینیوم به $Al(OH)_3$ و رسوب آن در محیط قلیایی می تواند تحت مکانیسم زیر صورت گیرد [4,5,6].

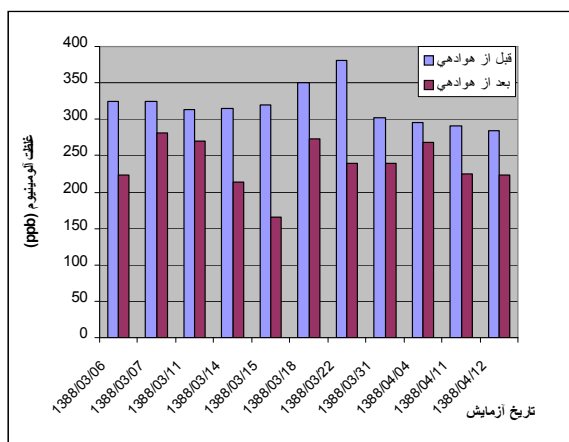


یونهای آهن حاصل از خوردگی قسمتهای مختلف سیکل بخار منجر به افزایش غلظت آهن در آب کلین درین میگردد. به همراه این یونها ذرات آهن به صورت جامد نیز وارد مخزن میشود که بوسیله کارتریج فیلتر حذف میگردند. یکی از راههای کاهش غلظت آهن در آب اکسیداسیون یونهای Fe^{2+}

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

این، بالا بودن pH آب کلین درین سبب تسریع اکسیداسیون یونهای آهن میگردد.

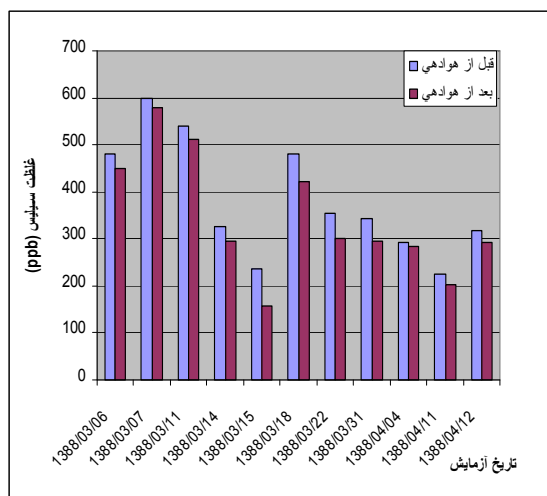
شکل (2) نمودار تغییرات غلظت آلومینیوم قبل و بعد از هوادهی را نشان میدهد.



شکل (2) نمودار تغییرات آلومینیوم قبل و بعد از هوادهی

شکل (3) نمودار تغییرات غلظت سیلیس قبل و بعد از هوادهی را نشان میدهد.

همانطوری که از شکل مشخص است هوادهی تأثیر زیادی روی غلظت سیلیس ندارد و افت غلظت سیلیس نیز به علت کاهش دمای آب در اثر هوادهی و در نتیجه کاهش حلالیت سیلیس می باشد.

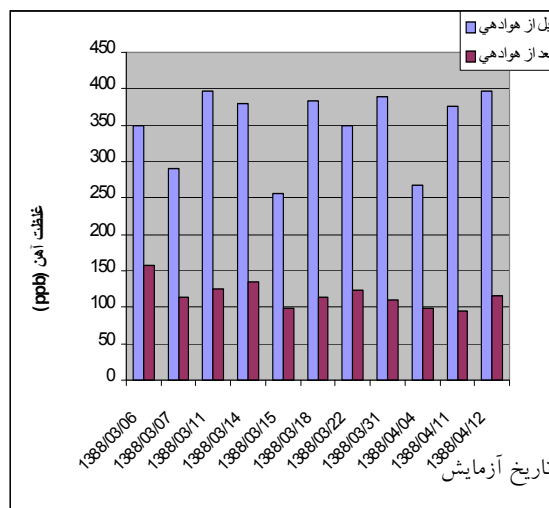


شکل (3) نمودار تغییرات سیلیس قبل و بعد از هوادهی

میزان هیدرازین نمونه آب بسیار ناچیز میباشد بنابراین مورد بررسی قرار نگرفت همچنین میزان کدورت آب کلین درین در محدوده 4-1 NTU برحسب شرایط کارکرد بویلر است.

در هر آزمایش مقدار 20 لیتر آب درین دو بویلر مورد آنالیز قرار گرفت و نمونه ها داخل سطل در معرض هوای ابزار دقیق قرار داده شد جهت تأثیر بیشتر هوا، شیلنگ هوای ابزار دقیق در فواصل مشخص سوراخهای ریز گردید و در ته سطل قرار داده شد تا هوا به صورت ذرات ریز وارد آب گردد و سطح تماس ذرات هوا با مولکولهای آب افزایش یابد. با توجه به اشل آزمایشگاهی دبی هوا در حدی تنظیم گردید که نمونه ها از داخل سطل به بیرون ریخته نشود. غلظت یونها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قبل و بعد از هوادهی به مدت سه ساعت و ته نشینی اندازه گیری شد. نتایج آزمایشات نشان دهنده افزایش میزان کدورت با هوادهی به علت تشکیل ذرات کلوییدی آهن است. شکل (1) نمودار تغییرات غلظت آهن قبل و بعد از هوادهی را نشان میدهد

همانطور که در نمودار مشخص است پس از هوادهی غلظت آهن به میزان زیادی کاهش می یابد. میزان رسوبات آهن ته ظرف نیز نشان دهنده این کاهش است.



شکل (1) نمودار تغییرات آهن قبل و بعد از هوادهی

حضور یونهای فسفات در محلول باعث پایداری یونهای آهن گردیده و اجازه رسوب تمام ذرات آهن را نمیدهد با وجود

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

افزایش کدورت نشان‌دهنده تشکیل ذرات اکسیدهای فلزی به صورت جامد و معلق در سیستم است.

جدول (2) متوسط درصد کاهش غلظت یونهای محلول طی فرآیند هوادهی را نشان می‌دهد.

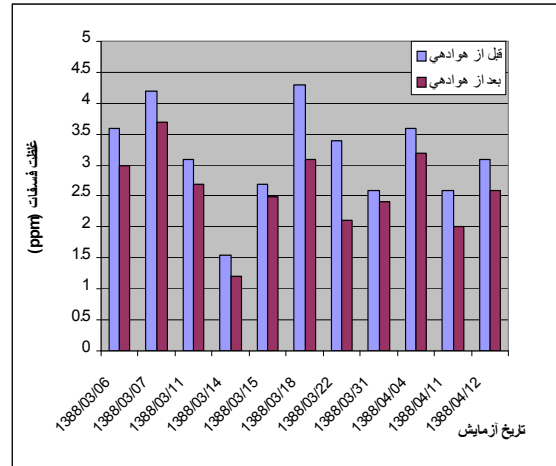
جدول (2) متوسط درصد کاهش غلظت یونهای محلول طی فرآیند هوادهی

فسفات	سیلیس	آلومینیوم	آهن
18%	10%	25%	66%

بحث و نتیجه‌گیری:

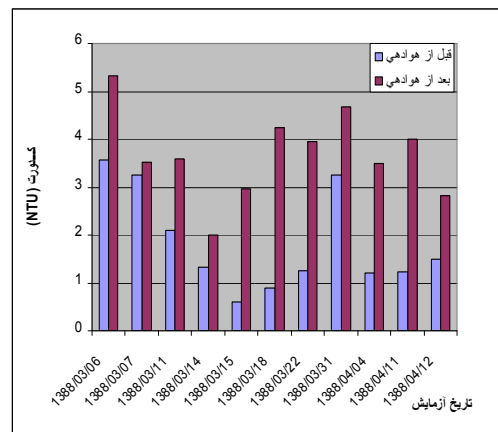
با افزایش بازیافت پساب در نیروگاه میزان آب برداشتی از چاه آب خام کاهش می‌یابد و باعث صرفه‌جویی و حفظ آبهای زیر زمینی می‌گردد. آب خام در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد از یک حلقه چاه تامین می‌گردد. هر خط دمین در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد قادر است 80 متر مکعب بر ساعت آب دمین تولید نماید. هنگام تولید مخلوطی از آب کلین درین عبوری از کارتریج فیلتر و آب پرمیت استفاده می‌شود. به علت بالا بودن دمای آب کلین درین حداکثر 20-25٪ آب تولیدی دمین از کلین درین تامین می‌شود و بقیه از آب پرمیت حاصل از فرآیند اسمز معکوس استفاده می‌گردد. مهمترین اثر هوادهی علاوه بر ترسیب یونهای محلول کاهش دمای آب کلین درین می‌باشد. دمای ورودی آب حدود 75 درجه سانتیگراد است و هرچه این دما کمتر باشد امکان افزایش نسبت آب کلین درین به آب پرمیت افزایش می‌یابد بنابراین با انجام هوادهی امکان بازیافت آب بیشتری وجود دارد. خاطر نشان می‌گردد هم اکنون به طور متوسط ماهیانه 1500 متر مکعب آب درین بازیافت می‌گردد و در سال حدود 18000 متر مکعب آب با شرایط کنونی مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. چنانچه بتوان با عمل هوادهی میزان برداشت را 500 متر مکعب در هر ماه افزایش داد میزان بازیافت در سال 6000 متر مکعب افزایش می‌یابد و اگر قیمت هر لیتر آب کلین درین را که کیفیتی در حد آب پرمیت دارد 50 ریال فرض گردد سالیانه مبلغ 300 میلیون ریال صرفه‌جویی می‌گردد.

شکل (4) نمودار تغییرات غلظت فسفات قبل و بعد از هوادهی را نشان می‌دهد.



شکل (4) نمودار تغییرات فسفات قبل و بعد از هوادهی

بر طبق شکل (4) هوادهی باعث کاهش بیشتر غلظت یونهای فسفات نسبت به سایر یونها می‌گردد و علت آن بالا بودن غلظت فسفات در آب کلین درین نسبت به سایر یونها می‌باشد (حدود ده برابر). به نظر می‌رسد تشکیل ذرات حجیم هیدروکسید آهن (III) و ترسیب آنها باعث رسوب گونه‌های فسفات و آلومینیوم موجود در محلول می‌گردد. به عبارت دیگر ذرات هیدروکسید آهن در هنگام رسوب به صورت یک لایه حجیم و یک توده بزرگ کلئیدی باعث ترسیب سایر گونه‌ها می‌گردند. شکل (5) نمودار تغییرات کدورت قبل و بعد از فرآیند هوادهی می‌باشد.



شکل (5) نمودار تغییرات کدورت قبل و بعد از هوادهی

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

- 8-Afshin Maleki, Babak Roshani, Farham Karakani, "Study of Different Units Efficiency for Removing Metallic Ions in Isfahan Water Treatment Plant", Journal of Applied Sciences Research 1(1): 103-108, 2005.
- 9-Corbitt, R. A. , "Standard Handbook of Environmental Engineering 2nd Edition", McGraw Hill Handbooks, 1999.
- 10-Azraai, K., Ismid M.S., Carlo, N., "Study on the Effect of Aeration on Water Quality in Sungai Terip Reservoir", UTM, 2000.
- 11- L. Stegpnjak, U. Kegpa, E. Stan ´czyk-Mazanek, "The research on the possibility of ultrasound field application in iron removal of water" , Desalination 223 180–186, 2008.
- 12- N. El Azher, B. Gourich, , C. Vial, M. Belhaj Soulami, M. Ziyad, " Study of ferrous iron oxidation in Morocco drinking water in an airlift reactor" , Chemical Engineering and Processing, 47, 1877–1886, 2008.
- 13- A.G. Tekerlekopoulou, I.A. Vasiliadou, D.V. Vayenas, " Physico-chemical and biological iron removal from potable water" , Biochemical Engineering, Journal 31, 74–83, 2006.
- 14- Abdoljalal Marjani, Abdoljabbar Nazari, Mostefa Seyyed, "Alteration of Iron Level in Drinking Water by Aeration in Gonbad Kavoods (North East of Iran) ", American Journal of Biochemistry and Biotechnology 5 (2): 94-97, 2009

از مزایای هوادهی آب درین بلودانها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- کاهش برداشت آب خام از سفره های زیرزمینی
- ارزان و سهولت استفاده به طوریکه با برقراری یک انشعاب از بلوورهای مخزن ختنی سازی امکان استفاده با کمترین هزینه وجود دارد.
- عدم آلودگی سیستم با هرگونه ماده شیمیایی
- امکان بازیافت حجم بیشتری از آب درین با کاهش دمای آب مخزن بویژه در فصل تابستان و صرفه جویی سالیانه حدود 300 میلیون ریال.
- صرفه جویی در مصرف سود، اسید و هزینه های نیروی انسانی به علت کاهش غلظت یونهای محلول و در نتیجه کاهش دفعات احیاء سیستم همچنین افزایش طول عمر رزینها به علت کار در دمای پایین تر

منابع و مراجع:

- 1-Lerman, S.I., Scheerer, C.C., "Instrumentation The Chemical Behavior Of Silica", Ultrapure Water 24, December 1988.
- 2-Hann, W.M., Robertson, S.T., Bardsley, J.H. "Recent Experience In Controlling Silica And Magnesium Silicate Deposits With Polymeric Dispersants", presented at the 54th IWC. Conference 1993.
- 3-Comb, L.F., "Silica – Silica Chemistry and Reverse Osmosis", Ultrapure Water 41, January/February 1996.
- 4- Lettermand, R.D. and Driscoll C.T. "Survey of residual aluminum in filtered water", J. AWWA 80 (4) 154- 158, 1988.
- 5-Roberson, C.E. ,Hem J.D., "Solubility of aluminum in the presence of hydroxide, fluoride and sulfate". US Geological Survey Water Supply, Paper 1827-C, US Government Printing Office Washington, DC, (1969).
- 6- Jekel M.R., "Aluminum in water: How it can be removed? Use of aluminum salts in reatment". Proc. of the Int. Water Supply Ass., Copenhagen, Denmark, May 25-31, (1991).
- 7- Braul, L.. "Treating High Iron, Manganese, Sulfate, and Sodium Levels". Prairie Water News. Vol 6 No. 1. 1998.