

## غلظت فلزات سنگین در آب ورودی به دستگاه دیالیز بیمارستان

مجید کرمانی<sup>۱</sup>، روشنک رضایی کلانتری<sup>۲</sup>، علی بلودر<sup>۳</sup>، میترا هاشمی<sup>۴</sup>، سیده نسترن اسدزاده<sup>۵\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> کارشناس مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران

<sup>۴</sup> دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران

<sup>۵</sup> کارشناس مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بجنورد، بجنورد، ایران و دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی

بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

\* نویسنده مسئول: کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

پست الکترونیک: asadzade\_69@yahoo.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** کیفیت شیمیایی آب ورودی به دستگاه دیالیز بیماران همودیالیزی از اهمیت بسیاری به ویژه از نظر فلزات سنگین برخوردار است. این مطالعه بر روی غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، مس، کروم، سرب و روی) آب ورودی دستگاه دیالیز بیمارستان آموزشی تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی در شهر بجنورد در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

**مواد و روش کار:** در این مطالعه ۱۸ نمونه آب شهری و ۱۸ نمونه از آب خروجی سیستم اسمز معکوس مراکز دیالیز بیمارستان امام علی (ع) برداشت شد. نمونه‌های برداشت شده از نظر غلظت فلزات کادمیوم، مس، کروم، سرب با استفاده از دستگاه جذب اتمی طبق روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب مورد سنجش قرار گرفت و در نهایت میانگین نتایج حاصله با استفاده از آزمون آماری با استانداردهای با استاندارد Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) و EPH (Epidemiology and Public Health) مقایسه شد.

**یافته‌ها:** میانگین و انحراف معیار غلظت کادمیوم، مس، کروم، روی و سرب به ترتیب برابر  $0.03 \pm 0.047$ ،  $0.12 \pm 0.16$ ،  $0.01 \pm 0.03$  و  $2.72 \pm 0.03$  میکروگرم بر لیتر به دست آمد که با استاندارد تطابق داشت.

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه میانگین غلظت فلزات سنگین آب مصرفی در دستگاه‌های همودیالیز بیمارستان امام علی (ع) با استانداردهای موجود مطابقت داشته و از این جهت خطری بیماران دیالیزی را تهدید نمی‌کند.

**واژه های کلیدی:** فلزات سنگین، همودیالیز، اسمز معکوس

## مقدمه

نارسایی کلیه به حالتی گفته می‌شود که در نتیجه کاهش عملکرد و کاهش ادرار، مواد زاید و سمی ناشی از متابولیسم در بدن افزایش می‌یابد. همودیالیز روشی درمانی برای بیماران مبتلا به نارسایی مزمن کلیه و مرحله انتهایی بیماری کلیوی است که جهت تصحیح عدم تعادل آب و الکترولیت‌ها و مواد شیمیایی خون استفاده می‌شود [۲،۱].

مایع دیالیز از مخلوط شدن محلول کنسانتره (محلول غلیظ حاوی الکترولیت‌ها) و آب معمولی شهر به نسبت ۱ به ۳۴ به وسیله دستگاه همودیالیز به طور خودکار تهیه می‌شود و به خارج کردن مواد زاید و مایعات اضافی از خون کمک می‌کند. مایع تغلیظ شده به صورت تجاری، در کیفیت‌های یکسان و کنترل شده تولید می‌شود، ولی آب مورد استفاده ممکن است کیفیت‌های متفاوتی داشته باشد [۳-۵].

استفاده از آب شرب معمولی انتقال مواد بالقوه سمی از مایع دیالیز به خون بیمار را به همراه دارد، از این رو کیفیت آب مصرفی برای آماده سازی محلول دیالیز از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است [۶].

آب شبکه توزیع شهر اگرچه از نظر کیفیت مطابق با استانداردهای آب شرب است ولی به دلیل دارا بودن بعضی عناصر بدون تصفیه تکمیلی جهت فرایند دیالیز مناسب نبوده و می‌تواند خطرات زیادی برای چنین بیمارانی به همراه داشته باشد به همین دلیل برای استفاده از چنین آب‌هایی در مراکز دیالیز باید آن‌ها را مجدداً مورد تصفیه تکمیلی قرار داد [۷-۸].

در آب آشامیدنی شهری به طور معمول ترکیبات و عناصر شیمیایی مانند فلزات سنگین وجود دارد. همچنین در شبکه توزیع آب نیز ممکن است مواد سمی مانند مس، روی، سرب و کروم به آن اضافه شود [۹]. افزایش سرب می‌تواند منجر به مسمومیت حاد و باعث بیماری‌های استخوانی و کم خونی شود [۱۰]. آئمی همولیتیک می‌تواند در اثر افزایش فلز مس در محلول دیالیز (در اثر خوردگی و نشت از لوله کشی مسی) و همچنین تماس محلول دیالیز با کلر آمین ایجاد شود [۱۱].

به همین دلیل نامناسب بودن کیفیت آب و بالا بودن املاح و مواد آلوده کننده در چنین مراکزی می‌تواند برای بیماران دیالیزی بسیار خطر آفرین باشد [۶]. مقادیر عناصر جزئی مایع دیالیزی به طور قابل توجه میزان عناصر جزئی بیماران دیالیزی را به هم می‌زند [۹].

با توجه به اهمیت کیفیت آب ورودی به دستگاه‌های دیالیز و همچنین عوارض متعدد ناشی از مقادیر بالای فلزات سنگین موجود در آن، در این تحقیق میزان فلزات سنگین در آب‌های ورودی به دستگاه‌های دیالیز در بیمارستان آموزشی امام علی (ع) تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی در شهر بجنورد مورد بررسی و با استانداردهای AAMI (Association for the advancement of medical instrumentation) و انجمن پیشبرد دقت ابزار پزشکی) و EPH (اپیدمیولوژی و سلامت عمومی یا Epidemiology and Public Health) مقایسه گردید [۱۲،۱۳].

## روش کار

این مطالعه به صورت توصیفی است که به صورت مقطعی در سال ۱۳۹۴ روی ۱۸ نمونه از ورودی دستگاه دیالیز بیمارستان امام علی بجنورد و ۱۸ نمونه آب شهری انجام گردید. آب شهری پس از تصفیه توسط سیستم RO وارد مخزن ذخیره می‌شود و از آن جا وارد دستگاه‌های دیالیز می‌شود. بنابراین نمونه برداری طی ۶ ماه در هر ماه سه نمونه از مخزن ذخیره و سه نمونه از آب شهر (جهت بررسی کارایی دستگاه تصفیه اسمز معکوس) برداشت گردید. با توجه به اینکه نمونه‌ها از خروجی دستگاه RO برداشت گردید، نیازی به آماده سازی نمونه‌ها جهت تزریق به دستگاه اتمیک نبود. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی ۲ لیتری برداشت شد. برای نزدیک بودن نمونه‌ها به نمونه واقعی آب ورودی به دستگاه دیالیز، روزهای نمونه برداری بدون هماهنگی قبلی با بیمارستان و به صورت تصادفی در هفته انتخاب شدند.

جهت نگه داری نمونه‌ها تا هنگام آزمایش بر اساس دستورالعمل کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب، اسید نیتریک غلیظ اضافه گردید و مقدار pH به کمتر از ۲ رسانده شد [۱۴].

جهت مقایسه میانگین غلظت سنجش شده با استانداردهای EPH و AAMI از آزمون آماری میانگین، استفاده شد و داده‌ها توسط نرم افزار SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

### یافته‌ها

در جدول ۱ نتایج غلظت فلزات سنگین آب شبکه توزیع شهر بجنورد (آب خام ورودی به دستگاه تصفیه اسمز معکوس) جهت اطلاع و مقایسه با استانداردهای کیفیت آب شرب ایران ارائه شده است. همانطور که در جدول مشخص است میانگین و انحراف معیار فلزات سنگین سرب، کادمیوم، روی، کروم و مس به ترتیب برابر با  $0/011 \pm 0/01$ ،  $0/003 \pm 0/005$ ،  $0/009 \pm 0/004$ ،  $0/02 \pm 0/01$  و  $0/5 \pm 0/3$  میلی گرم بر لیتر است. غلظت pH آب نیز در محدوده خنثی قرار داشته است.

در جدول ۲ نتایج غلظت فلزات سنگین آب ورودی به دستگاه‌های همودیالیز بیمارستان امام علی (بعد از تصفیه در فرایند اسمز معکوس) و مقایسه با استاندارد AAMI و EPH را نشان داده است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول مقدار میانگین و انحراف معیار فلزات سنگین کادمیوم، مس، کروم، روی و سرب به ترتیب برابر  $0/03 \pm 0/01$ ،  $0/016 \pm 0/012$ ،  $0/1 \pm 0/03$ ،  $0/47 \pm 0/19$  و  $2/72 \pm$  میکرو گرم بر لیتر بوده است.

### بحث

نتایج مطالعه حاضر بیانگر آن است که غلظت فلزات سنگین آب ورودی به دستگاه‌های دیالیز بیمارستان امام علی (ع) در حد استانداردهای بین المللی و ملی می‌باشد و از این جهت خطری مصرف کننده را تهدید نمی‌کند. آب ورودی به دستگاه همودیالیز همان آب شبکه توزیع بوده

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سنگین آب شبکه توزیع شهر بجنورد (آب خام ورودی به دستگاه تصفیه اسمز معکوس) در سال ۱۳۹۴

پارامتر	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	پارامترهای توصیفی mg/l میانگین $\pm$ انحراف معیار	استاندارد ملی ایران	استاندارد WHO	استاندارد EPA
سرب	۱۸	۰/۰۰	۰/۰۴۱	$0/011 \pm 0/01$	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۵
کادمیوم	۱۸	۰	۰/۰۰۵	$0/005 \pm 0/003$	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵
روی	۱۸	۰/۰۱	۰/۲۱	$0/04 \pm 0/09$	۳	۳	-
کروم	۱۸	۰/۰۱	۰/۰۵	$0/01 \pm 0/02$	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱
مس	۱۸	۰/۴	۱/۳	$0/3 \pm 0/5$	۲	۲	۱
PH	۱۸	۶/۵	۷/۹	$0/46 \pm 7/17$	-	۶/۵-۸/۵	-
EC	۱۸	۳۲۵/۹	۵۵۲	$76/65 \pm 460/18$	-	-	-

جدول ۲: میانگین، حداقل و حداکثر میزان فلزات سنگین مورد بررسی در آب خروجی از سیستم اسمز معکوس (آب ورودی به دستگاه دیالیز) بیمارستان امام علی (ع) شهر بجنورد

پارامتر	تعداد نمونه	پارامترهای توصیفی (ppb)			میانگین $\pm$ انحراف معیار	استاندارد AAMI (ppb)	استاندارد EPH (ppb)
		حداقل	حداکثر	میانگین			
سرب	۱۸	۱/۴۳	۴/۱	۰/۴ $\pm$ ۲/۷۲	۵	-	
کادمیوم	۱۸	۰	۱/۰۲	۰/۱۹ $\pm$ ۰/۴۷	۱	۱	
روی	۱۸	۰	۰/۰۶	۰/۰۱ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱	-	
کروم	۱۸	۰	۰/۰۶	۰/۰۱۲ $\pm$ ۰/۰۱۶	۱۴	۱	
مس	۱۸	۰/۰۱	۰/۳	۰/۰۳ $\pm$ ۰/۱	۰/۱	۰/۱۵	
PH	۱۸	۶/۲	۷/۳	۰/۳۲ $\pm$ ۶/۸۲	-	-	
EC (میکروزیمنس بر سانتی متر)	۱۸	۳/۲	۳۴	۶/۵۵ $\pm$ ۱۰	۱۰۰	-	

کادمیوم، کروم و روی از آب ورودی دستگاه‌های دیالیز نشان داد که میانگین غلظت فلزات سرب و کروم در تمامی اسمز معکوس کرمانشاه بالاتر از استاندارد و میانگین غلظت کادمیوم و روی کمتر از استاندارد می‌باشد [۱۶]. مطالعه طاهری و همکاران و لاشین<sup>۲</sup> و همکاران نشان داد که عواملی مانند توقف آب در سیستم، سن و جنس لوله‌ها، اتصالات سیستم تصفیه اسمز معکوس و لوله کشی داخلی در میزان آزاد شدن ترکیبات شیمیایی از سیستم لوله کشی و نشت آن به داخل آب تاثیرگذار است [۱۷-۱۸]

میانگین pH بدست آمده در این مطالعه برابر با ۶/۸۲ که در محدوده خنثی و نسبت به آب ورودی کاهش یافته است که با مطالعات دیگر همچون علیزاده و باصری همخوانی دارد و میانگین EC برابر با ۱۰ در محدوده منطقی (EC = TDS7/0-55/0) قرار دارد [۱۹-۲۰]. نتایج این مطالعه نشان داد که کیفیت آب خروجی از سیستم اسمز معکوس بیمارستان امام علی (ع) از نظر غلظت فلزات سنگین در حد مطلوب قرار دارد و با استانداردهای EPH و AAMI مطابقت می‌کند.

که پس از تصفیه توسط فرایند اسمز معکوس یا RO وارد دستگاه می‌شود.

بررسی غلظت فلزات سنگین آب خروجی از سیستم اسمز معکوس نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین نمونه‌ها از حد استاندارد AAMI و EPH بالاتر نرفته است.

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، حداکثر فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و مس به ترتیب برابر در آب ورودی به دستگاه همودیالیز به ترتیب برابر ۴/۱، ۱/۰۲، ۰/۰۶، ۰/۳ و ۰/۰۶ میکروگرم بر لیتر بوده که در مقایسه با استانداردهای ارائه شده توسط AAMI و EPH پایین تر است که نشان دهنده قابل قبول بودن کیفیت آب مورد مطالعه از نظر مصرف در دستگاه‌های همودیالیز بوده است. طی آنالیزهای صورت گرفته روی نمونه‌های آب ۸۵ مرکز دیالیز در یونان که توسط آقای اسپایا<sup>۱</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۰ انجام شد، مشخص گردید که میزان تعدادی از فلزات موجود در آب مثلاً آلومینیوم، کروم و مس بالاتر از حد استاندارد می‌باشد [۱۵] نتایج مطالعات پیرصاحب و همکاران بر کارایی سیستم اسمز معکوس در حذف سرب،

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که کیفیت آب خروجی از دستگاه اسمز معکوس از نظر غلظت فلزات سنگین با استانداردهای EPH و AAMI مطابقت داشته و هیچ گونه خطری از این جهت بیماران دیالیزی را تهدید نمی‌کند. همچنین دستگاه اسمز معکوس دارای کارایی بالایی جهت حذف فلزات سنگین از آب شهری می‌باشد. با این حال از نظر محققین نیاز به بررسی بیشتر از سیستم تصفیه اسمز معکوس ضروری است. ارتقاء کیفیت آب مورد استفاده در تهیه محلول درمانی باعث افزایش امید به زندگی بیماران و کاهش فشارهای روحی و روانی بیماران دیالیزی و خانواده آنها می‌شود.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل طرح پژوهشی با کد طرح ۶۶۷ پ ۹۲ مصوب دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی است. بدین وسیله از ریاست محترم دانشگاه، مسولین محترم پژوهشی و کارشناس محترم آزمایشگاه دانشکده بهداشت قدردانی می‌گردد.

## References

1. Sobrino Pérez PE, BarrilCuadrado G, del Rey Román C, Sánchez Tomero JA, Monitoring on-line treated water and dialysate quality, *Nefrología* 2008; 28(5):493-504.
2. Martin K, Laydet E, Canaud B, Design and technical adjustment of a water treatment system: 15 years of experience, *Advances in Renal Replacement Therapy*, 2003;10(2):122-32.
3. Hoenich N, Thijssen S, Kitzler T, Levin R, Ronco C, Impact of water quality and dialysis fluid composition on dialysis practice, *Blood Purification*, 2008;26(1):6-11.
4. Ward RA, Water processing for hemodialysis, Part I: A historical perspective, *Seminar in Dialysis*. 1997;10(1):26-31.
5. Pontoriero G, Pozzoni P, Andrulli S, Locatelli F, The quality of dialysis water. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18(Suppl 7): vii21-vii25.
6. Rahimian M, Olia MB. *Hemodialysis*, Yazd: Yazd Publication; 1994.
7. Kathuria P, Nair B, Schram D, Medlock R, Outbreak of lead poisoning in a hemodialysis unit, *Journal of the American Society of Nephrology*, 2004;15:617-21.
8. Laurence RA, Lapiere ST, Quality of hemodialysis water: A 7-year multicenter study, *American Journal of Kidney Diseases*, 1995;25(5):738-50.-
9. Vorbeck-Meister I, Sommer R, Vorbeck F, Horl WH, Quality of water used for haemodialysis: bacteriological and chemical parameters, *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14(3): 666-75.
10. D'Haese P, DeBroe ME, Adequacy of Dialysis: trace element in dialysis fluids, *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11(Suppl 2): 92-97.
11. Fitzgeorge RB, Clark SA, Keevil CW, Potter E, editors, *Detection methods for cyanobacteria toxins*, The Royal Society of chemistry Cambridge, UK; 1994. P 69-74.
12. Association for the Advancement of Medical Instrumentation, *Dialysate for Hemodialysis*, Advancement of Medical Instrumentation, Arlington, 2004.
13. Asadi M, Arast Y, Pour SB, Mohebi S, Norouzi M, Heavy metals of influent water to dialysis machines and its comparison with AAMI and EPH standards in hospitals of Qom Province, *Journal of Health Systems Research*, 2012;8(3):474-79 [Persian].
14. Eaton AD, Franson MAH, American Public Health Association. *Standard method for the examination of water and wastewater*. 21th ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005.
15. Spaia S, Chemical Quality of Hemodialysis Water in Greece: A Multicenter Study, *Dialysis & transplantation*, 2000; (29): 519-525.
16. Pirsahab M, Naderi SH, Lorestani B, Khosrawi T, Sharifi K. Efficiency of reverse osmosis system in the removal of lead, cadmium, chromium and zinc in feed water of dialysis instruments in Kermanshah hospitals, *J Mazandaran Univ Med Sci* 2014; 24(114): 151-157.
17. Taheri E, Vahid Dastjerdi M, Hatamzadeh M, Hasanzadeh A, Ghafarian N, Nikaein M, Evaluation of The Influence of Conventional Water Coolers on Drinking Water Quality, *Iranian Journal of Health and Environment* 2010; 2(4): 268-75 [Persian]
18. Lasheen MR, Sharaby CM, El-Kholy NG, Elsherif IY, El-Wakeel ST, Factors influencing lead and iron release from some Egyptian drinking water pipes, *J Hazard Mater* 2008; 160(2-3): 675-80.
19. Baseri A M, Dehghani R, Soleimani A, Hasanbeigi O, Pourgholi M, Ahaki A, " et al", Water Quality Investigation of the Hemodialysis Instruments in Kashan Akhavan Hospital During Oct.-Nov. 2011, *Iranian Journal of Health & Environment* 2013, 6(2): 145-154.
20. Alizadeh M, Bazrafshan E, Mansoorian H J, Rajabzadeh A, Microbiological and Chemical Indicators of Water Used in Hemodialysis Centers of Hospitals Affiliated to Zahedan University of Medical Sciences, 2012, *Journal of Health & Development* 2013; 2(3): 182-191 [Persian]

## The concentration of heavy metals in water entering the dialysis machine Imam Ali Bojnurd in 2015

Kermani M<sup>1</sup>, Rezaei Kalantari R<sup>2</sup>, bloudar A<sup>3</sup>, Hashemi M<sup>4</sup>, asadzadeh SN<sup>5</sup>\*

<sup>1</sup>Associate professor, department of environmental health engineering, school of public health, iran university of medical sciences, Tehran, iran

<sup>2</sup>Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Environmental Health Engineering, Northkhorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

<sup>4</sup>North khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

<sup>5</sup>Graduate Student of Environmental Health Engineering, North khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran and MSc Student of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\***Corresponding Author:** students scientific research center of University of Medical Sciences Iran, Tehran, Iran

Email: asadzade\_69@yahoo.com

### Abstract

**Background & Objectives:** Chemical quality of water entering the dialysis machine in hemodialysis patients is of great importance especially in terms of heavy metals. The study was performed on the concentration of heavy metals (cadmium, copper, chromium, lead and zinc) in water of dialysis machine in Teaching Hospital of North Khorasan University of Medical Sciences in 1394.

**Material & Methods:** Eighteen municipal water samples and 18 samples of effluent water from reverse osmosis systems of Imam Ali dialysis centers were analyzed. Association for the (advancement of medical instrumentation) AAMI and (Epidemiology and Public Health) EPH were compared.

**Results:** The mean concentrations of cadmium, copper, chromium, lead, and zinc were  $0.47 \pm 0.19$ ,  $0.1 \pm 0.03$ ,  $0.016 \pm 0.012$ ,  $2.72 \pm 0.4$ ,  $0.03 \pm 0.01$ , respectively.

**Conclusion:** The average concentration of heavy metals in the drinking water for Imam Ali hemodialysis machines comply with existing standards and therefore does not threaten the safety of dialysis patients.

**Keywords:** standard, hemodialysis, heavy metals