

## Risk Assessment of Ground Waters Pollution by Heavy Metals of Hamadan Landfill Leachate and appropriate cover Recommendation

### K. Kakaei

M.sc. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.

Email: kzhalkakaiei@yahoo.com

### A. Riyahi Bakhtiari

\* Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.

(Corresponding Author)

riahi@modares.ac.ir

### M. Gholamalifard

Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.

Received: 30 October 2016

Accepted: 10 December 2016

### ABSTRACT

**Background & objective:** Infiltration of leachate produced by municipal solid waste into the ground water poses a serious environmental hazard due to its high content of hydrocarbons and heavy metals. The leachate is the primary source of soil and water pollution. In this paper the risk of heavy metals discharged from leachate in to groundwater in Hamadan landfill has been assessed using Industrial Waste Management Evaluation Model (IWEM).

**Materials & Methods:** The concentrations of heavy metals (Cu,Pb,Ni and Cd) in leachate were determined by atomic absorption spectrophotometry and the risk of these metals discharge into groundwater was assessed by IWEM using Monte Carlo analysis.

**Results:** Based on the obtained IWEM and EPACMTP results, geosynthetic cover was recommended for this matter.

**Conclusion:** The most appropriate option for groundwater protection in Hamadan landfill was recommended to be geosynthetic cover (Composite linear). Owing to the high probability of leachate infiltration into groundwater, there is need to be made stricter management decisions in this regard. Also, it is necessary that IWEM is used for prevention of leachate infiltration into groundwater.

**Document Type:** Research article

**Keywords:** Leachate, Heavy metals, Groundwater, IWEM.

► **Citation:** Kakaei K, Riyahi Bakhtiari A. Risk Assessment of Ground Waters Pollution by Heavy Metals of Hamadan Landfill Leachate and appropriate cover Recommendation . *Iranian Journal of Research in Environmental Health*.Autumn 2016;2 (3) : 221-227.

## ارزیابی ریسک ورود فلزات سنگین موجود در شیرابه محل دفن پسماند شهر همدان به آب زیرزمینی و ارائه پوشش مناسب

### چکیده

**زمینه و هدف:** نفوذ شیرابه حاصل از دفن پسماندها به داخل زمین و رسیدن آن به سفره‌های آب زیرزمینی به دلیل وجود آلاینده‌هایی نظیر هیدروکربن‌ها، فلزات سنگین و نظایر آن، باعث آلودگی منابع آب و خاک شده که یکی از مهم‌ترین مخاطرات محیط زیستی است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی ریسک ورود شیرابه حاوی فلزات سنگین ناشی از پسماندهای خطرناک به آب زیرزمینی در محل دفن پسماند شهر همدان با مدل IWEM انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** ابتدا مقدار فلزات سنگین (Cd و Cu، Pb، Ni) در نمونه‌های ترکیبی شیرابه با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد. سپس با استفاده از مدل IWEM و با آنالیز احتمالات مونت کارلو، ریسک ورود فلزات سنگین از طریق شیرابه به آب زیرزمینی ارزیابی شد.

**یافته‌ها:** با توجه به نتایج حاصل از مدل IWEM بر اساس ارزیابی سطح دوم که پارامترهای محل دفن پسماند شهر همدان را مورد توجه قرار داد و سپس بر اساس مدل EPACMTP تحلیل صورت گرفت، گزینه ژئوسنتتیک پیشنهاد شد.

**نتیجه‌گیری:** مناسب‌ترین پوشش برای حفاظت از آب زیرزمینی در محل دفن پسماند شهر همدان که با استفاده از مدل IWEM پیشنهاد شد؛ گزینه پوشش ژئوسنتتیک (Composite linear) است و احتمال خطر ناشی از نفوذ شیرابه به آب زیرزمینی زیاد است. بنابراین در زمینه دفن پسماند‌های خطرناک اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی سخت‌گیرانه‌تر نیاز است و باید به دفع این مواد و مدیریت آنها توجه ویژه شود و استفاده از مدل IWEM در تعیین نوع پوشش محل دفن پسماند به منظور جلوگیری از ورود شیرابه به آب زیرزمینی امری ضروری است.

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**کلیدواژه‌ها:** آب زیرزمینی، شیرابه، فلزات سنگین، IWEM.

### کژال کاکایی

کارشناس ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران.

### علیرضا ریاحی بختیاری

\* دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران. (نویسنده مسئول):

E-mail: riahi@modares.ac.ir

### مهدی غلامعلی فرد

استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران.

◀ **استناد:** کاکایی ک، ریاحی بختیاری ع. ارزیابی ریسک ورود فلزات سنگین موجود در شیرابه محل دفن پسماند شهر همدان به آب زیرزمینی و ارائه پوشش مناسب. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۳۹۵؛ ۲(۳): ۲۲۱-۲۲۷.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۰

## مقدمه

دفن پسماند، یکی از روش های مدیریت پسماندهای جامد شهری است، ولی در صورتی که محل دفن پسماند فاقد طراحی مناسب باشد، می تواند منجر به آلودگی آب های زیرزمینی، آب های سطحی، خاک و هوا شود. شایع ترین مخاطرات گزارش شده برای سلامت انسان در مجاورت با محل های دفن پسماند، استفاده از آب زیرزمینی است که توسط شیرابه ناشی از پسماند آلوده شده است (۱). شیرابه مایعی است که از تجزیه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مواد آلی و یا از منابع خارجی مانند زهکش آب های سطحی، آب باران و آب های زیرزمینی که وارد پسماند می شوند، به وجود می آید و حاوی مواد محلول و معلق از جنس آلی، معدنی و میکروبی می باشد (۲). از بین تمام آلاینده های محیط زیستی، فلزات سنگین به دلایلی نظیر سمیت زیاد، سرطان زایی، غیر قابل تجزیه و جهش زا بودن اهمیت ویژه ای دارند (۳). کشور ایران از نظر منابع آبی در وضعیتی قرار دارد که هرگونه غفلت و کوتاهی در مدیریت منابع آب، زیان های غیر قابل جبرانی را در اجرای برنامه های توسعه کشور به وجود خواهد آورد. این مسئله زمانی اهمیت خود را نشان می دهد که بیش از ۵۲ درصد از آب مصرفی کشور به آب های زیرزمینی متکی است و آلودگی ناشی از شیرابه محل دفن پسماند، از مهم ترین منابع آلاینده آب های زیرزمینی به شمار می رود (۴).

جهت برآورد کمی و دقیق از وضعیت پخش آلاینده های آب و خاک منتشره از محل منابع نقطه ای و متمرکز، مناسب ترین مدل به تناسب شرایط محیط زیستی بومی کشور ما، مدل ارزیابی زایدات صنعتی است که برای مدل سازی کیفی پخش آلاینده ها و ارزیابی نرخ انتشار آنها در محیط زیرسطحی و آب زیرزمینی به عنوان منابع پذیرنده محیطی، مورد استفاده متخصصین قرار می گیرد. این مدل از انواع مدل های ارزیابی ریسک است که توسط دفتر زایدات جامد سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (USEPA) ارائه شده است (۵). در مطالعه سلطانی و همکاران (۲۰۰۷) که به بررسی انتخاب نوع پوشش محل دفن

پسماند صنعتی بر اساس غلظت سرب در شیرابه حاصل از مجتمع پتروشیمی تبریز پرداختند، مناسب ترین پوشش با استفاده از مدل ارزیابی زایدات صنعتی، پوشش ژئوسنتیک به دست آمد که با این نوع پوشش، کمترین آلودگی را به آبخوان پایین دست انتقال می دهد (۶). در مطالعه کیلسون (۲۰۱۴) که به بررسی خطر ورود فلزات سنگین (As, Cr, Pb, Mn, Co, Zn, Cd, Cu) از محل دفن ابلوگو در کشور غنا به آب زیرزمینی و ارائه پوشش مناسب پرداخت، با استفاده از مدل ارزیابی زایدات صنعتی، مناسب ترین پوشش برای حفاظت از آب زیرزمینی در محل دفن، پوشش ژئوسنتیک پیشنهاد شد (۷). علی اکبری بیدختی و همکاران (۲۰۱۴)، با استفاده از مدل ارزیابی زایدات صنعتی مناسب ترین پوشش را برای حفاظت از آب زیرزمینی در محل دفن پسماند بهداشتی شهر مشهد، گزینه پوشش رسی پیشنهاد کردند (۸). در مطالعه محمودیان و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی خطر ورود فلزات سنگین موجود در لجن های اسیدی کارخانجات بازیافت روغن موتور به آب زیرزمینی و ارائه پوشش مناسب در محل دفن شهرک صنعتی فجر گرمسار پرداختند، با استفاده از مدل ارزیابی زایدات صنعتی، مناسب ترین پوشش را برای حفاظت از آب زیرزمینی در محل دفن، گزینه بدون پوشش پیشنهاد کردند (۹). از مدل ارزیابی زایدات صنعتی به منظور ارزیابی اثر شیرابه محل دفن پسماند بر آب زیرزمینی استفاده می شود، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی مقدار فلزات سنگین شیرابه محل دفن پسماند شهر همدان و ارزیابی ریسک و اثر آن بر آب های زیرزمینی با کمک مدل ارزیابی زایدات صنعتی انجام شد.

## روش کار

منطقه مورد مطالعه محل دفن پسماند شهر همدان می باشد که در محدوده  $34^{\circ} 57' 21''$  تا  $34^{\circ} 58' 17''$  طول جغرافیایی و  $48^{\circ} 35' 50''$  تا  $48^{\circ} 37' 94''$  عرض جغرافیایی واقع شده است (شکل ۱) و میانگین بارندگی ۳۳۰ میلی لیتر در سال دارد. منطقه مورد مطالعه از نظر ژئومورفولوژی، دارای ارتفاع متوسط ۱۷۹۰ متر

جهت آنالیز استفاده شد.

مدل ارزیابی زایدات صنعتی (IWEM) نحوه عملکرد چهار نوع تأسیسات دفن که یکی از آنها محل دفن پسماند است را با توجه به سه سناریوی گوناگون لاینینگ (بدون پوشش، پوشش رسی، پوشش ژئوستنتیک) آنالیز و تحلیل می‌کند. هدف از هر یک از روش‌های ارزیابی طبقه اول و دوم، تعیین حداقل پوشش مورد نیاز است که توانایی حفاظت از آب‌های زیرزمینی در مقابل عناصر تشکیل دهنده مواد زاید را داشته باشد (۹). مدل ارزیابی زایدات صنعتی، غلظت شیرابه مورد انتظار برای هر یک از عناصر تشکیل دهنده مواد زائد را که از سوی کاربر تعیین می‌شود، با حد آستانه غلظت شیرابه یا غلظت تماس محاسبه شده بر اساس مدل سرنوشت و نحوه انتقال مواد در آب‌های زیرزمینی در مورد هر سه نوع پوشش استاندارد موجود را با مقادیر ارائه شده در استانداردها یا مقادیر ارائه شده به مانند غلظت پایه در آب زیرزمینی برای سلامتی مقایسه می‌کند (۹).

روش محاسبه حد آستانه غلظت شیرابه به صورت زیر است:

$$LCTV = DAF \times RGC$$

در رابطه بالا، فاکتور ترقیق (DAF)، نشان دهنده کاهش در غلظت مواد از نقطه انتشار در زیر تأسیسات دفن و محل چاهک مشاهده‌ای در پایین دست محل دفن است. مدل ارزیابی زایدات صنعتی برای تعیین غلظت در نقطه‌هایی که فاکتور ترقیق‌ها تعیین می‌شوند، از مدل دیگری به نام (Environmental: Protected Agency's Composite EPACMTP) در حالت آنالیز احتمالات مونت کارلو برای تولید تابع توزیع احتمال غلظت در چاه مشاهده‌ای استفاده می‌کند و منعکس کننده تغییرات پارامترهای گوناگون است. مقدار ۹۰٪ امین درصد غلظت تماس با محاسبات مدل EPACMTP در حالت مونت کارلو برای ده هزار بار تکرار مربوط به مقادیر گوناگون و شرایط گوناگون تولید می‌شود. پس از محاسبه این مقدار برای هر یک از ده هزار تکرار این غلظت‌ها به ترتیب از مقدار کم به زیاد مرتب می‌شوند، سپس مقدار نودمین درصد این تابع توزیع غلظت تماس در نظر گرفته

از سطح دریا بوده و دارای توپوگرافی تپه ماهوری، جنس خاک این منطقه از نوع خاک رس و سنگ شیب است و دارای شیب متوسط ۱/۵ درجه به سمت دشت بهار (شمال شرق) می‌باشد (۴). روزانه حدود ۵۰۰ تن پسماند خانگی و ۵ تن پسماند بیمارستانی از شهرهای همدان، بهار و جوققان به محل دفن پسماند شهر همدان انتقال داده می‌شود. فاصله انباشت پسماند‌های شهری تا پسماند‌های بیمارستانی ۳ کیلومتر است. پسماندها در زمینی بدون بسترسازی مناسب و بدون ایجاد پوشش ابتدایی و نهایی مناسب انباشته می‌شوند. عدم وجود طراحی مناسب برای جایگاه دفن پسماند و دفن سنتی و غیر بهداشتی پسماند در این مکان، منجر به انتشار شیرابه تولید شده به محیط اطراف شده است (۴).



شکل ۱. نقشه محل دفن پسماند شهر همدان

### روش شناسایی فلزات (Cd، Cu، Pb، Ni)

در این مطالعه ۲ نمونه ترکیبی از شیرابه محل دفن پسماند شهر همدان برداشت شد. ۴۰ میلی‌لیتر از نمونه‌های شیرابه در لوله‌های پلی‌تترا فلورو اتیلن ریخته شدند، بعد به نمونه‌ها ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۶۵ درصد به آرامی اضافه شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۱ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد برای هضم کامل در دستگاه هیتر بلاک قرار داده شدند (۱۰). سپس نمونه‌ها با آب دو بار تقطیر شده به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. در نهایت برای تعیین غلظت فلزات، از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای فیلیپس ساخت کشور انگلستان

## یافته‌ها

غلظت فلزات (Ni و Cu, Pb, Cd) در شیرابه محل دفن پسماند شهر همدان برای مدل‌سازی وارد مدل IWEM شد (جدول ۲). سطح دوم مدل IWEM برای ارزیابی و برآورد انتقال و سرنوشت نهایی آلاینده‌های منتشره استفاده شد. غلظت‌های به‌دست آمده بر اساس استاندارد از لحاظ سلامتی و ماکزیمم غلظت استاندارد مجاز در مدل مقایسه می‌شود. این استانداردها منطبق بر استاندارد‌های سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا است. نتیجه حاصل از مدل IWEM برای نوع پوشش محل دفن پسماند شهر همدان ژئوسنتتیک پیشنهاد شد. با توجه به جدول ۳ و بر اساس نتایج حاصل از مدل IWEM بر اساس ارزیابی سطح دوم که پارامترهای محل دفن پسماند شهر همدان را مورد توجه قرار داد و سپس بر اساس مدل EPACMTP تحلیل صورت گرفت، گزینه ژئوسنتتیک پیشنهاد شد.

جدول ۲. مقدار فلزات (Ni و Cu, Pb, Cd) موجود در شیرابه محل دفن پسماند شهر همدان

نام فلز	غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)
Cu	۰/۰۷۳
Pb	۰/۰۸۲
Cd	۰/۶۴۳
Ni	۰/۲۹۵

می‌شود (۹). از آنالیز احتمالات مونت کارلو به طور گسترده‌ای در ارزیابی ریسک استفاده شده است و به مدیر این امکان را می‌دهد تا بر اساس سطح آماری از حفاظت تصمیم‌گیری کند و پارامترها و فرآیندهای گوناگون و نامشخص را در نظر بگیرد.

آماده‌سازی پارامترهای ورودی مدل

پارامترهای ورودی مدل IWEM برای مدل‌سازی طبق

جدول زیر است (جدول ۱):

جدول ۱. مشخصات و شرایط هیدروژئولوژیکی محل دفن پسماند شهر همدان

پارامتر	مقدار	واحد
مساحت محل دفن	۲۰۰۰۰	متر مربع
عمق محل دفن	۲۰	متر
جنس خاک، رس	-	-
pH آب	۷/۲۸	-
عمق آب زیرزمینی	۴۰	متر
قابلیت هدایت هیدرولیکی	۲	متر/سال
گرادیان هیدرولیکی منطقه	۰/۰۱۲	-
ضخامت لایه آبخوان	۴۰	متر
فاصله تا چاه پایش	۱۶	متر

پارامترهای ذکر شده در جدول ۱، با استفاده از اطلاعات سازمان مدیریت پسماند شهرداری و سازمان آب منطقه‌ای شهر همدان تهیه شده است و از غلظت فلزات (Ni و Cu, Pb, Cd) در شیرابه محل دفن پسماند شهر همدان در مدل IWEM استفاده شد.

جدول ۳. نتایج مدل‌سازی اثر فلزات سنگین موجود در شیرابه بر آب زیرزمینی

Constituent Name	Leachate Con. (mg/l)	DAF <sup>3</sup> (mg/l)	LCTV <sup>2</sup> (mg/l)	Toxicity Standard	RGC <sup>1</sup> (mg/l)	90%the Exp. Concentration (mg/l)	Protective
Cadmium	۰/۶۴۳	۱	۰/۰۴۳	MCL <sup>4</sup>	۰/۰۰۵	۰/۶۴۳	No
Lead	۰/۰۸۲	۱/۳	۰/۰۱۶۶	MCL	۰/۰۱۵	۰/۰۶۳۲	No
Copper	۰/۰۷۳	۱/۴۰ E+۰۴	۱۰۰۰	MCL	۱/۳	۵/۲۹ E -۰۶	yes
Nickel	۰/۲۹۵	۱	۰/۴۱۶۵	HBN-Ingestion, No cancer	۰/۴۹	۰/۲۹۵	yes

1. Refrence Groundwater Concentration  
3. Dilution and Attenuation Factor

2. Leachate Concentration Threshold Value  
4. Maximum Contaminant Level

## بحث

شورای تنظیم مقررات و فناوری بین ایالتی (the Interstate Technology and Regulatory Council ITRC) کتاب راهنمایی با عنوان برنامه حفاظت و ایمنی مراکز دفن پسماند پس از بسته شدن آنها تهیه کرد. در این راهنما تلاش شده تا برای کنترل شیرابه‌ها و جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی و کنترل گازها در لندفیل راهکارهایی ارائه شود تا تهدیدهای مراکز دفن پسماند را پس از بسته شدن به حداقل برساند. یکی از بخش‌های این کتاب راهنما به بحث کنترل شیرابه‌ها اشاره دارد که به ایجاد پوشش در زیر محل دفن پسماند باز می‌گردد (۱۱). در مطالعه ای پی ای (۲۰۰۲) که در ایالت کالیفرنیا شمالی انجام شد، پوشش ژئوسنتتیک گزینه برتر برای محل دفن مورد مطالعه با استفاده از مدل ارزیابی زایدات صنعتی پیشنهاد شد. این مطالعه در منطقه ای با آب و هوای مرطوب، عمق لندفیل ۶/۵ متر و خاک سیلتی-لومی برای بررسی مقدار خطر آلودگی آب زیرزمینی نسبت به ترکیبات آلی آکریلونیتریل، آکریلامید و اسید آکریلیک انجام شد (۱۲). برای آکریلونیتریل و آکریلامید گزینه پیشنهادی پوشش ژئوسنتتیک و برای اسید آکریلیک گزینه بدون پوشش پیشنهاد شد. همان‌طور که از نتایج برمی‌آید، با توجه به بالا بودن مقدار بارندگی در این منطقه و غلظت بالای ترکیبات آلی آکریلونیتریل و آکریلامید، بهترین گزینه برای حفاظت از آب‌های زیرزمینی، گزینه پوشش ژئوسنتتیک است. مطالعه روتورو و همکاران (۲۰۰۸) که درباره آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از مراکز ذخیره و جمع‌آوری پسماندها انجام شد، نشان داد که ریسک آلودگی آب زیرزمینی، در بین ریسک‌های ژئولوژیکی، پرخطرترین است. در این مطالعه بیان شد که پارامترهای محدوده مورد نظر مانند جنس خاک، عمق آب زیرزمینی، غلظت عناصر در شیرابه و نزولات جوی، نقش مهمی در ریسک‌پذیری آلودگی آب زیرزمینی دارند (۱۳). در مطالعه حاضر مدل ارزیابی زایدات صنعتی برای دو فلز Ni و Cu اجرا شد. گزینه ای که پیشنهاد شد گزینه بدون پوشش بود که در جدول ۳ نشان داده شده است. برای فلز Pb، گزینه پوشش رسی پیشنهاد شد و در نهایت برای فلز Cd گزینه پوشش ژئوسنتتیک پیشنهاد شد و

در کل گزینه پوشش ژئوسنتتیک پیشنهاد شد. گزینه بدون پوشش که برای دو فلز Ni و Cu پیشنهاد شد، با نتیجه مطالعه محمودیان و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت (۹). ممکن است به دلیل پایین بودن غلظت این دو فلز نسبت به غلظت مرجع در آب زیرزمینی باشد. گزینه پوشش رسی که مربوط به فلز Pb پیشنهاد شد، در (جدول ۳) نشان داده شده است و با نتیجه علی‌اکبری بیدختی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت (۸). ممکن است غلظت این فلز نسبت به غلظت مرجع در آب زیرزمینی بالا بوده و امکان اینکه بدون لایه آستر به آب‌های زیرزمینی راه پیدا کند، وجود دارد. در مطالعه حاضر برای فلز Cd گزینه پوشش ژئوسنتتیک پیشنهاد شد که در جدول ۳ نشان داده شده است و با نتایج مطالعه ای پی ای (۲۰۰۲)، سلطانی و همکاران (۲۰۰۷) و کیلسون (۲۰۱۴) مطابقت داشت (۶-۷-۱۲). غلظت فلز Cd موجود در شیرابه بیش از حداکثر غلظت مجاز در آب‌های زیرزمینی بوده که این احتمالاً به دلیل مقدار بارندگی نسبتاً بالا، عمق بالای دپوی محل دفن پسماند، بالا بودن حجم و نوع پسماند‌های خطرناک از قبیل پسماندهای الکترونیکی و باتری‌ها در محل دفن پسماند و فاصله کم دپوی محل دفن پسماند تا حوضچه تشکیل شیرابه باشد. راهکارهای اجرایی که بر اساس مطالعه حاضر می‌توان مطرح کرد این است که کاهش حجم پسماند، جداسازی پسماند‌های خطرناک قبل از ورود به محل دفن پسماند، پوشش محل دفن پسماند از نوع ژئوسنتتیک و وجود سیستم جمع‌آوری و تصفیه شیرابه در محل دفن پسماند در منطقه صورت گیرد.

**نتیجه‌گیری:** مناسب‌ترین پوشش برای حفاظت از آب زیرزمینی در محل دفن پسماند شهر همدان که با استفاده از مدل IWEM پیشنهاد شد؛ گزینه پوشش ژئوسنتتیک (Composite linear) است و احتمال خطر ناشی از نفوذ شیرابه به آب زیرزمینی زیاد است. بنابراین در زمینه دفن پسماند‌های خطرناک اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی سخت‌گیرانه‌تر نیاز است و باید به دفع این مواد و مدیریت آنها توجه ویژه شود و استفاده از مدل IWEM در تعیین نوع پوشش محل دفن پسماند به منظور جلوگیری از ورود شیرابه به آب زیرزمینی امری ضروری است.

## تشکر و قدردانی

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. بدین وسیله از تمام کسانی که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

این مقاله منتج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۳ است که با حمایت و همکاری سازمان مدیریت پسماند شهر همدان و

## References

1. Lo IMC. Characteristics and treatment of leachates from domestic landfills. *Journal of Environment International*, 1996;22(4):433-42.
2. Vasanthi P, Kaliappan, S., Srinivasaraghavan, R. Impact of poor solid waste management on ground water. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*,. 2008;143(1-3,):227-38.
3. Zyadah MA, and Abdel-Baky, T. E. Toxicity and bioaccumulation of copper, zinc, and cadmium in some aquatic organisms. *Journal of Bulletin of environmental contamination and toxicology*,. 2000;64(5,):740-47.
4. Khanlari GH, Taleb Bidokhti, A.R., Momeni, A.A., and Ahmadi H.R. The effect of leachate of Hamedan landfill site on ground water. *Journal of Geological Engineering*,. 2012;5(3-4,):92-81.
5. Maghsoudlou b. The use of modeling software and specialized in environmental assessment,. 1rd Ed. ed. Tehran.: Fadak Isatis,; (2010).
6. Soltani M, Safari, E., Baghvand, A., and Abduli, M. A. Selection of bottom liner for land disposal of industrial waste containing lead-case study: Tabriz petrochemical complex. *J. of Applied Sciences*. 2007;7, :4053-56.
7. Keelson KB. Evaluation of groundwater pollution with heavy metals at the oblogo No. 1 Dumpsite in Accra, Ghana. . *Journal of Engineering and Technology Innovation*,. 2014;4(3,):170-81.
8. Aliakbari-Beidokhti Z, Jalili Ghazizade, M., and Gholamalifard, M. Environmental Impact Assessment of Municipal Solid Waste Disposal Site Using Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) Analysis in Mashhad City, IRAN. *Journal of Environmental Engineering and Management Journal*,. 2014.
9. Mahmoodian F, Hamidian, A., Khorasani, N., and Haghpanah P. Heavy metals in sludge risk assessment acidic water recycling motor oil and provide good coverage (Case Study: Landfill Fajr Industrial Park Branch). *Journal of Iranian Journal of Natural Resources*,. 2013;66(4,):443-35.
10. Øygaard JK, Måge, A., and Gjengedal, E. Estimation of the mass-balance of selected metals in four sanitary landfills in Western Norway, with emphasis on the heavy metal content of the deposited waste and the leachate. *Journal of Water Research*,. 2004;38(12,):2851-58.
11. ITRC. Evaluating, Optimizing or Ending Post-Closure Care at Municipal Solid Waste Landfills Based on Site Specific data Evaluations. 2nd Ed ed. Washington, DC2006.
12. EPA. Industrial Waste Management Evaluation Model (IWEM) Uses' Guide. USA: EPA; 2002 [updated April 5, 2016].
13. Rotaru A, and Raileanu, P. Groundwater contamination from waste storage works. *Journal of Environmental Engineering and Management Journal*,. 2008;7(6,):731-35.