



## بررسی طرح یک مدفن زباله مهندسی - بهداشتی

کاظم بدو

دانشیار گروه مهندسی عمران،

مهندسی دفن زباله های شهری و زباله های خطرناک را بطور کامل تشریح نموده است و متولیان امر دفن زباله ملزم به رعایت این قوانین هستند [ ۵ ، ۶ ]. مولف طی بازدید های مختلفی که از چند مدفن زباله در کشور کانادا داشته است ویژگی های این مدفن ها را با ارائه تصاویری در این مقاله به رشته تحریر در آورده است که می تواند برای مسئولین ذیربط در کشور مفید باشد.

### ۲- عناصر مهندسی یک مدفن مهندسی - بهداشتی زباله

یک مدفن مهندسی می بایستی قادر باشد خطرات ناشی از زباله را به محیط اطراف به حداقل مقدار ممکن کاهش دهد. از جمله این خطرات به (۱) نفوذ شیرابه زباله به لایه های تحتانی محل دفن و آلوده کردن سفره آب زیرزمینی منطقه دفن [ ۷ ، ۸ ]، (۲) پخش زباله ها به محیط اطراف مدفن توسط باد یا پرندگان، و پخش بوی نامطبوع زباله در محیط اطراف مدفن [ ۹ ]، و (۳) تولید و انتشار گاز های تولید شده از تجزیه زباله ها خصوصاً گاز های متان و دی اکسید کربن به محیط اطراف و اتمسفر [ ۱۰ ]، اشاره کرد. در شکل (شماره ۱) جزئیات یک مدفن مهندسی - بهداشتی بطور شماتیک نشان داده شده است. این طرح مدفن از بالا به پائین شامل لایه های زیر است: (۱) لایه پوشش نهائی (Final cover)، که پس از پر شدن مدفن برای بستن مدفن و جدا کردن زباله ها از محیط طبیعی اجرا می شود [ ۱۱ ]. (۲) زباله های متراکم شده و مدفون (Solid waste) که در طول بهره برداری از مدفن طی یک برنامه معین جاگذاری و متراکم شده اند، (۳) لایه شنی زهکش اولیه شیرابه (Primary leachate collection system) که وظیفه جمع آوری و زهکش شیرابه تولید شده از زباله ها را در زیر مدفن به عهده دارد [ ۱۲ ]، (۴) یک لایه ژئوتکستایل (Geotextile) که بعنوان جداکننده ما بین لایه زهکش شنی و لایه رسی زیر آن عمل می

### چکیده

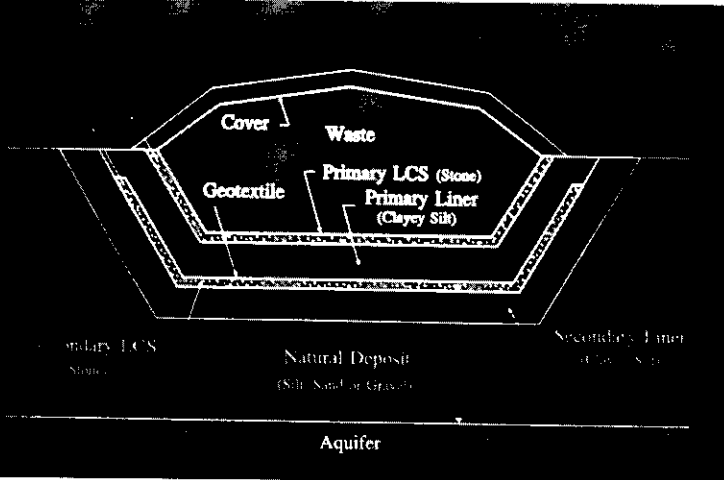
قوانین موجود زیست محیطی در اغلب کشورهای توسعه یافته متولیان مدیریت زباله های شهری را ملزم به رعایت اصول دفن مهندسی - بهداشتی زباله کرده است. به عنوان نمونه در قانون Subtitle D در آمریکا و کانادا یک مدفن مهندسی - بهداشتی زباله شهری می بایستی شامل دو لایه متراکم شده رسی بعنوان لایه های مانع حرکت آلودگی و دو لایه شنی بعنوان لایه های جمع آوری و زهکش شیرابه باشند. در میان این لایه ها نیز لایه هانی از مواد ژئوسینتتیک (ژئوتکستایل) بعنوان جداکننده باید کار گذاشته شوند. در این مقاله با ارائه عکس هائی از یک مدفن زباله مهندسی - بهداشتی در حال ساخت. این المان های مهندسی به همراه سایر ویژه گی های مدفن تشریح شده اند.

واژگان کلیدی: مدفن زباله، مهندسی، بهداشتی،

لایه رسی، لایه زهکش، شیرابه، گاز

### ۱- مقدمه

مدفن های مهندسی - بهداشتی زباله (Engineered Sanitary Landfills) امروزه در اغلب کشور های توسعه یافته دنیا اجرا می شوند [ ۱، ۲، ۳، ۴ ]. در آمریکای شمالی (آمریکا و کانادا) قوانین زیست محیطی جزئیات طرح های



کردن لایه رسی اولیه و قبل از پخش و اجرای لایه شنی روی این لایه، لایه های ژئوتکستایل در سطح زمین پهن و به هم دوخته شده و کار گذاشته میشوند. در شکل (شماره ۳) نحوه دوختن لایه های ژئوتکستایل نشان داده شده است. پس از پهن کردن لایه ژئوتکستایل، شن ها روی این لایه ریخته شده و پخش میشوند تا لایه زهکش اجرا شود.

#### ۲-۲ لوله های جمع آوری و انتقال شیرابه

در داخل و کف لایه های زهکش شیرابه اولیه و ثانویه شبکه لوله گذاری شامل لوله های سوراخ دار از جنس پلی اتیلن کار گذاشته میشوند که وظیفه جمع آوری و انتقال شیرابه از کف لایه های زهکش به خارج از مدفن را به عهده دارند. حرکت شیرابه به داخل این لوله ها با اجرای مناسب شیب لایه ها، بصورت ثقلی انجام می پذیرد. شکل (شماره ۴) نمونه ای از این لوله ها را نشان می دهد.

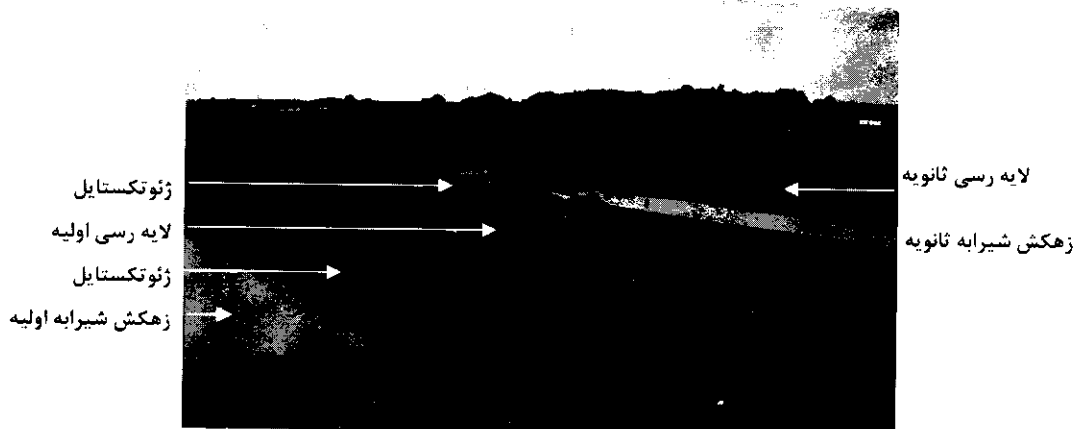
#### ۲-۳ مخزن جمع آوری شیرابه

شکل شماره ۲: عناصر مهندسی یک مدفن مهندسی - بهداشتی زباله در حال ساخت

کند [ ۱۳ ]، (۵) لایه سیلت رسی متراکم شده اولیه (Primary liner, clayey silt) که بعنوان اولین لایه مانع انتقال آلودگی (شیرابه) به پائین عمل می کند [ ۱۴ ]، (۶) یک لایه جدا کننده ژئوتکستایل دیگر، (۷) لایه شنی زهکش ثانویه شیرابه (Secondary leachate collection system) که وظیفه جمع آوری و زهکش شیرابه رد شده از لایه سیلت رسی اولیه را به عهده دارد [ ۱۵ ]، (۸) لایه سیلت رسی متراکم شده ثانویه (Secondary liner, clayey silt) که بعنوان دومین لایه مانع انتقال آلودگی (شیرابه) به پائین عمل می کند، (۹) لایه / لایه های زمین طبیعی (Natural deposit) زیر مدفن، و (۱۰) سفره آب زیرزمینی زیر مدفن که بعنوان اولین و مهمترین منبع طبیعی در معرض آلودگی ناشی از مدفن قرار دارد. به مجموعه لایه های زهکش شیرابه و لایه های سیلت رسی متراکم شده، لایه های مانع انتقال یا Barrier گفته می شود [ ۱۶ ] . در ادامه نحوه اجرای مهندسی این لایه ها در یک مدفن مهندسی - بهداشتی زباله توضیح داده شده است.

#### ۱-۲ لایه های زهکش شیرابه و لایه های مانع حرکت شیرابه (Barriers)

در شکل (شماره ۲) از چپ به راست به ترتیب المان های مهندسی یک مدفن در حال ساخت که شامل لایه های شماره (۳) الی (۸) توضیح داده شده در بالا است، نشان داده شده اند. دو لایه ژئوتکستایل در این مدفن در حد فاصل لایه های رسی و لایه زهکش اولیه کار گذاشته شده است که وظیفه جدا کننده را به عهده داشته و مانع از نفوذ خاک رسی به داخل منافذ لایه شنی زهکش می شوند. پس از متراکم





شیرابه های زهکشی شده از کف مدفن توسط لایه های زهکش ، بصورت ثقلی از طریق شبکه لوله گذاری به داخل یک مخزن شیرابه واقع در کنار مدفن منتقل شده و نگهداری می شود. سپس شیرابه توسط پمپ به ایستگاه تصفیه شیرابه منتقل و تصفیه می شود. شکل (شماره ۵) یک مخزن جمع آوری شیرابه را نشان می دهد.

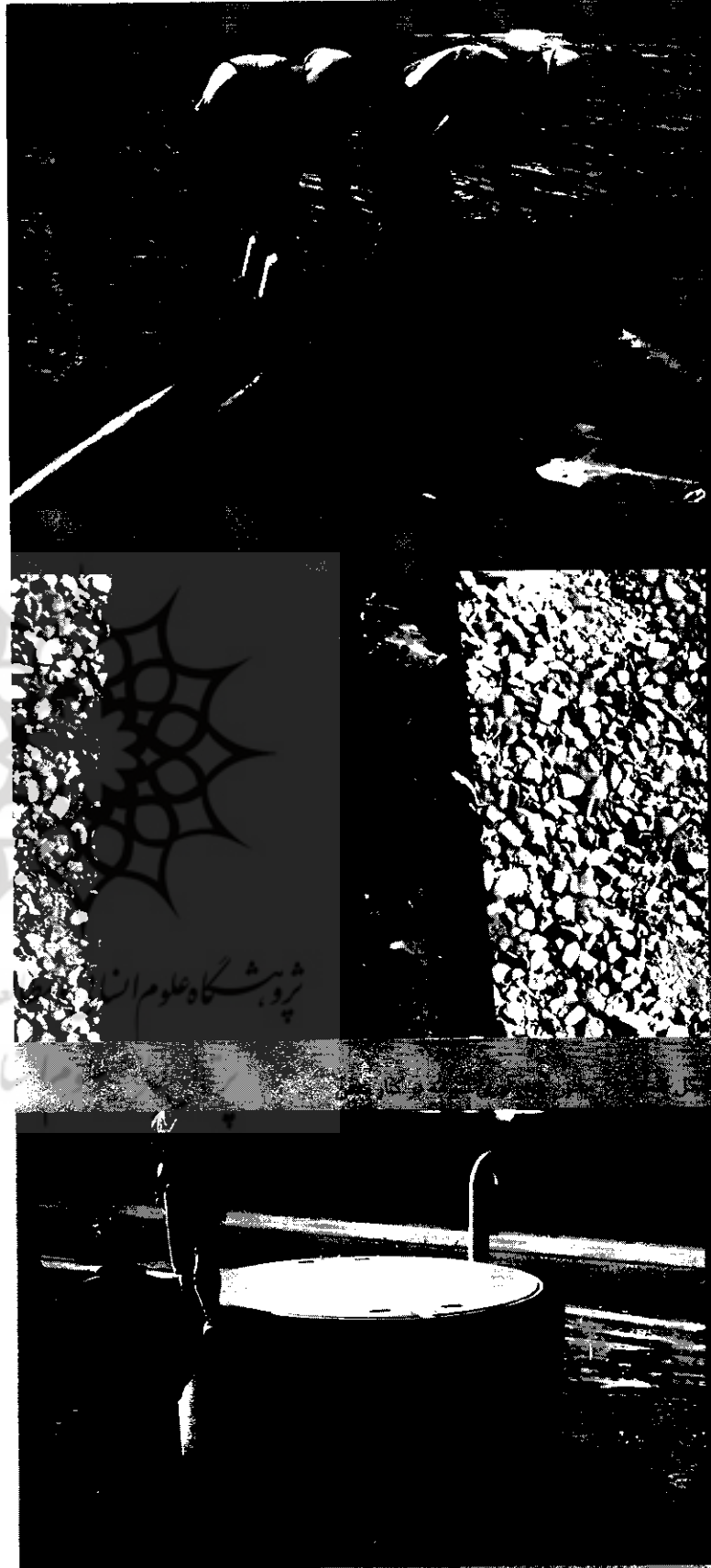
### ۳- شرایط عمومی یک مدفن مهندسی - بهداشتی زباله

۱-۳ جاده دسترسی، ساختمان اداری ، و باسکول شکل (شماره ۶) مدفن زباله منطقه کینگستون کانادا را نشان می دهد. همچنانکه در شکل مشخص است، این مدفن دارای یک جاده دسترسی، ساختمان اداری در ابتدای ورود به مدفن، و باسکول در کنار ساختمان اداری، می باشد. کلیه زباله های ورودی به مدفن وزن شده و آمار روزانه، ماهانه، و سالانه مدفن ثبت شده و مورد استفاده قرار میگیرد.

۲-۳ محوطه پارکینگ ماشین آلات ، تعمیرگاه ، و انبار در داخل محوطه مدفن باید یک محوطه پارکینگ ماشین آلات مورد استفاده در مدفن ، تعمیرگاه ، و انبار وجود داشته باشد. در شکل (شماره ۷) این موارد در مدفن کینگستون دیده میشوند. ماشین آلات مورد نیاز در مدفن شامل کامیون ، لودر ، غلطک ، آب پاش ، و غیره می باشد که برای عملیات احداث فاز های بعدی مدفن و هم چنین جاگذاری و متراکم کردن کردن زباله ها در داخل مدفن مورد استفاده قرار می گیرند. هم چنین مدفن باید دارای یک ایستگاه آتش نشانی نیز باشد تا در مواقع آتش سوزی مورد استفاده قرار گیرد.

### ۳-۳ ایستگاه امحاء گاز

گازهای متان به مقدار زیاد و دی اکسید کربن و سایر گازها به مقدار کم ، در مدفن های زباله تولید می شود [۱۰]. در مدفن های مهندسی بعلت پوشش شدن مدفن این گازها محبوس شده و در صورت عدم جمع آوری ، تهویه و امحاء مناسب ، خطر انفجار و آتش سوزی را در مدفن بالا میبرد. در مدفن کینگستن یک ایستگاه سوزاندن گاز در داخل محوطه مدفن وجود دارد که گاز استحصال شده از مدفن در آن سوزانده می شود ( شکل شماره ۸). یک سیستم متشکل از شبکه لوله گذاری و چاهک های قائم با استفاده از پمپ های مکش گاز، وظیفه جمع آوری و استحصال گاز را از داخل زباله ها به بیرون از مدفن به عهده دارند. شرکت





Canadian Waste که مدیریت این مدفن را به عهده دارد، در نظر دارد با احداث یک ایستگاه کوچک تولید برق، از گاز استحصالی در این مدفن برق تولید کند.

۳-۴ ماشین آلات حمل، جاگذاری، و تراکم زباله زباله ها با استفاده از کامیون سرپوشیده مخصوص حمل زباله به محل دفن حمل و تخلیه و سپس توسط غلطک-بولدوزر پاچه بزی مخصوص، جاگذاری و متراکم میشوند. در شکل (شماره ۹-الف) غلطک-بولدوزر مخصوص جاگذاری و تراکم زباله و در شکل (شماره ۹-ب) کامیون مخصوص حمل زباله در مدفن کینگستن دیده می‌شوند. پاچه های این نوع غلطک تیزتر از پاچه های غلطک های راهسازی است تا بتوان اشیاء سفت داخل زباله را بخوبی متراکم کرد. عمل تراکم زباله حجم مفید قابل استفاده در مدفن را بالا میبرد.

### ۳-۵ کنترل پرندگان موزی

پرندگان موزی در در تمامی مدفن های زباله یافت میشوند و یکی از عوامل پخش زباله و آلودگی های ناشی از آن به محیط اطراف مدفن می‌باشند. یکی از راه حل های جلوگیری از پخش زباله توسط پرندگان موزی فراری دادن آنها از محیط مدفن است. در تعدادی از مدفن ها این عمل با استفاده از اسلحه های صدا دار و یا پرندگان شکاری صورت می‌پذیرد. در شکل (شماره ۱۰) فردی با یک پرند شکاری در دست ملاحظه می شود که وظیفه فراری دادن پرندگان موزی و جلوگیری از نزدیک شدن آنها به محیط مدفن را به عهده دارد.

### ۴- خلاصه و نتیجه گیری

در این مقاله طرح یک مدفن زباله مهندسی - بهداشتی مورد بررسی قرار گرفت. شرایط عمومی و المان های مهندسی مدفن با ارائه عکس هائی از مدفن زباله منطقه کینگستن کانادا که توسط مولف مورد بازدید قرار گرفته است، تشریح شدند. رعایت اصول مهندسی و بهداشتی در این مدفن بعنوان یک مثال و الگو می تواند مورد استفاده دست اندرکاران امر مدیریت زباله های شهری در کشور قرار گیرد.





[4] US EPA (1989). "Requirements for hazardous waste landfill design, construction and closure", EPA/625/489/022, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

[5] US EPA (1994). "Design, operation, and closure of municipal solid waste landfills", Report No. EPA/625/R-94/008.

[6] US EPA (1985). "Handbook – Remedial Action at Waste Disposal Sites", EPA/625/6-85/006, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio 45278.

[7] US EPA (1995). "Manual, Groundwater and leachate treatment systems", Report No. EPA/625/R-94/005.

[8] Rowe, R.K. (1995). "Leachate characteristics for municipal solid waste landfills", UWO, Geotechnical Research Centre Report No. GEOT-8-95, ISSN 0847-0626.

[9] Weissbach, A. and Boeddicker, H. (1997). "Waste Management", Springer Publishers, Germany.

[10] SWANA (1992). "A Compilation of Landfill Gas Field Practices and Procedures". Landfill Gas Division of the Solid Waste Association of North America (SWANA).

[11] US EPA (1991). "Seminar Publications – Design and Construction of RCRA/CERCLA Final Covers", Report No. EPA/625/4-91/025.

[12] Badv, K. and Rowe, R.K. (1996). "Contaminant transport through a soil liner underlain by an unsaturated stone collection layer." Canadian Geotechnical Journal, Vol. 33, pp 416-430.

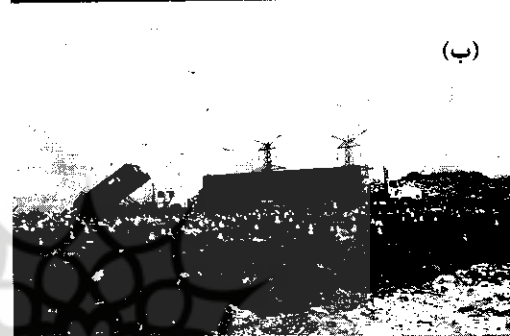
[13] Rowe, R.K. and Badv, K. (1996). "Use of a geotextile separator to minimize intrusion of clay into a coarse stone layer." Geotextiles and Geomembranes, Elsevier Science Limited, Vol. 14, pp. 73-93.

[14] Rowe, R.K. (2001). "Liner Systems, Chapter 25 of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Handbook, Kluwer Academic Publishing, Norwell, U.S.A., pp. 739-788.

[15] Rowe, R.K., Booker, J.R. and Quigley, R.M. (1995). "Clayey barrier systems for waste disposal facilities", E & F N Spon (Chapman & Hall), London, p. 390.



(الف)



(ب)



منابع

[1] Rowe, R.K., Caers, C. J., Reynolds, G. and Chan, C. (2000). "Design and construction of barrier system for the Halton Landfill", *Canadian Geotechnical Journal* 37(3): 662-675.

[2] US EPA (1993). "Solid Waste Disposal Facility Criteria, Technical Manual", Report No. EPA530-R-93-017, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

[3] US EPA (1991). "Addendum for the Final Criteria for Municipal Solid Waste Landfills" – (40 CFR Part 258) – Subtitle D of the Resource Conservation and Recovery Act (RCRA).