مع تحيات موقع الهندسة البيئية
www.4enveng.com

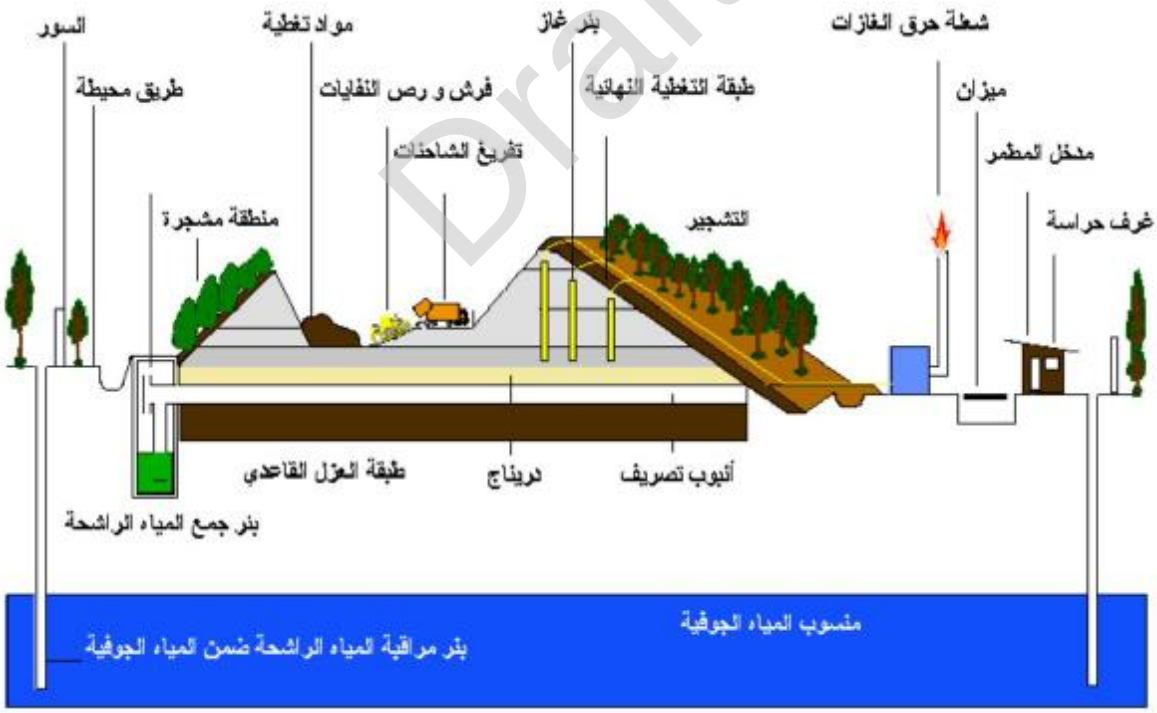
ARBEET
for Engineering & consulting

شركة أربيت – سورية

إدارة النفايات الصناعية و المنزلية
في المدن الصناعية

المطمر الصحي للنفايات الصناعية و النفايات المنزلية المفروزة و المعالجة مسبقا

Draft



Homs - Syria

١. الهدف من المشروع

أدى التوسع الحضري إضافةً إلى تغير نمط الحياة البشرية و الصناعية إلى ترك أثر كبير في كمية و نوعية النفايات،مما أدى إلى وجود صعوبة في التعامل مع النفايات نتيجة لمحدودية الوسائل التقليدية. فمثلاً تؤدي الممارسات الحالية في تصريف النفايات في مواقع غير مناسبة و بشكل عشوائي إلى تأثير خطير وسلبي وتتسبب في انتشار الأوبئة أيضاً.

تهدف عملية التخلص من النفايات الصناعية و المنزلية بشكل صحيح إلى:

- حماية صحة الإنسان
- حماية البيئة (المياه، الهواء، التربة، التنوع الحيوي)
- حماية الموارد الطبيعية (الأرض، الخامات الطبيعية، الطاقة)

إن حماية البيئة المحيطة تعني حماية البيئة من الملوثات الكميائية و البيولوجية حيث ترتبط المشاكل البيئية مرتبطة بشكل غير مباشر مع التطورات الصناعية المختلفة، الصحية، التزايد السكاني، و الشروط السيئة للعلوم و البدائل.

تزداد صعوبة التخلص من النفايات المنزلية في المناطق الحارة (تتميز المناطق الحارة بقلة الأمطار و الجو الحار اللذين يساعدان على تفاقم مشكلة التخلص من النفايات) و الجافة نتيجة التلوث الإضافي للمياه الجوفية بالمياه الراشحة عن هذه المطامر الغير نظامية.

Draft

٢. تصميم المطمر الصحي

يمكن تقدير تطور كمية النفايات الصناعية و المنزلية وفقاً لتقدير نمو الناتج الإجمالي من خلال صناعات التعدين والمواد المصنوعة (حوالي ١ % في السنة) والقوى العاملة في القطاع الصناعي، لذا يمكننا تقدير نسب معدلات النمو في إنتاج النفايات الصناعية الصلبة كما هو مذكور في الدراسة الأولية بمقدار ٣ % سنويا.

نتيجة التطور الحالي للمدينة الصناعية و التوقعات المستقبلية لكمية النفايات الصناعية، فقد تم اعتماد أن التطور الصناعي ضمن المدينة الصناعية سوف يصل إلى الحالة الأعظمية خلال خمسة أعوام و أن تطور كمية النفايات الصناعية و كمية النفايات التي سوف تتم عملية طمرها ضمن المطمر الصحي سوف تتزايد سنويا بشكل تصاعدي بحيث تصل إلى الكمية الكلية المتوقعة خلال الخمسة أعوام القادمة.

تساعد الطريقة السابقة في تصميم المطمر الصحي مقارنة بمعدلات النمو ضمن المدينة الصناعية على إعطاء مجال أكبر و حرية أوسع في تطوير المطمر الصحي بحيث يقوم باستيعاب كميات النفايات الصناعية المتزايدة التي يمكن أن تتشكل نتيجة السرعة في النمو الصناعي.

سوف يتم تصميم المطمر الصحي على شكل قطاعات مستقلة، بحيث يمكن إنشاء قطاع أول و مراقبة عمليات الطمر ضمن هذا القطاع و درجة الامتلاء ضمن القطاع الواحد بحيث يتم إنشاء قطاع إضافي قبل فترة كافية من امتلاء القطاع السابق، بحيث يكون القطاع التالي جاهز للاستثمار قبل انتهاء العمل و التشغيل ضمن القطاع السابق.

إن طريقة الطمر للنفايات الصناعية الخطرة تعتبر طريقة طمر مرحلية (تخزين مؤقت) او نهائية، بحيث يمكن لاحقا إزالة و ترحيل هذه النفايات مع طبقات العزل إلى المحرقة المركزية المقترحة من قبل الخطة الوطنية لمعالجة النفايات الصناعية الخطرة في سوريا.

١.٢ كمية النفايات المتوقعة

لابد من تقدير الكميات التي يتم تصريفها في المطمر يوميا. ويمكن التقدير الأولي للمخلفات الصناعية و المنزلية وذلك الوضع الحالي للصناعات و عن طريق النمو الصناعي ضمن المدينة الصناعية.

سوف يتم اعتماد قيمة النفايات التي سيتم تصميم المطمر الصحي عليها بحوالي **١٥.٠٠٠ طن سنويا** (كمية العوادم و المرفوضات الناتجة عن الصناعية و المقدرة بحوالي ٩٦٠٠ طن سنويا و كمية المرفوضات الناتجة عن المدينة العمالية و المقدرة بحوالي ٥٣٠٠ إلى ٧١٠٠ طن سنويا متضمنة الحمأة مقدرة بحوالي ٣٠٠ إلى ٤٠٠ م٣/يوم و المرفوضات الباقية و بالتالي يصبح مجموع المرفوضات التي سوف يتم طمرها حوالي **١٥٠٠٠ طن سنويا**، بحيث تصل إلى الاستطاعة الكلية خلال الخمس سنوات حيث تكون كمية النفايات و العوادم الواجب طمرها هي الكمية الكلية بعد الخمس سنوات التالية، و بالأخذ بعين الاعتبار التزايد الاقتصادي ٣ % للمدينة الصناعية تكون كمية النفايات الصناعية على الشكل التالي:

Draft

جدول 1 : كمية و تركيب النفايات الصناعية ضمن المدينة الصناعية المفترضة

	العدد الإجمالي للقوى العاملة	الوحدة	كمية النفايات الكلية	المواد العضوية	ورق	كرتون	بلاستيك	خشب	حديد	نسيج	زجاج	مواد اخرى
الهندسية	22,650	كغ/عامل/السنة	2000	0	70	80	70	600	800	50	10	320
		%	100	0	4	4	4	30	40	3	1	16
		طن/السنة	45,300	0	1,586	1,812	1,586	13,590	18,120	1,133	227	7,248
الكيميائية	13,550	كغ/عامل/السنة	350	8	12	40	95	25	110	12	8	40
		%	100	2	3	11	27	7	31	3	2	11
		طن/السنة	5,058	116	173	578	1,373	361	1,590	173	116	578
الغذائية	17,350	كغ/عامل/السنة	1900	1350	20	75	75	90	60	60	70	100
		%	100	71	1	4	4	5	3	3	4	5
		طن/السنة	32,965	23,423	347	1,301	1,301	1,562	1,041	1,041	1,215	1,735
النسيجية	14,450	كغ/عامل/السنة	420	12	8	15	25	10	25	320	0	5
		%	100	3	2	4	6	2	6	76	0	1
		طن/السنة	6,069	173	116	217	361	145	361	4,624	0	72
الكمية الكلية	68,000	%	100	19	2	6	10	11	20	21	2	8
		طن/السنة	89,392	23,712	2,222	3,908	4,621	15,657	21,112	6,971	1,557	9,633

Draft

يبين الجدول التالي كمية النفايات الصناعية في المدينة الصناعية و ذلك بالنظر إلى النمو الصناعي للمدينة الصناعية و التقديرات الأولية المقدمة خلال ٢٥ سنة القادمة.

جدول ٢ : كمية النفايات الناتجة عن المدينة الصناعية خلال ٢٥ سنة القادمة يوميا

العام	كمية النفايات الكلية ضمن المدينة الصناعية	كمية المرفوضات و العوادم الناتجة عن السكن العمالي	النفايات الصناعية غير الخطرة		النفايات الصناعية الخطرة		الحمأة الناتجة عن محطة الصرف الصحي و الصناعي	كمية المرفوضات و العوادم الناتجة عن المدينة الصناعية	كمية النفايات الكلية المطمورة
			كمية النفايات السنوية	كمية النفايات المطمورة الكلية	كمية النفايات السنوية	كمية النفايات المطمورة الكلية			
-	طن/سنة	طن/سنة	طن/سنة	طن	طن/سنة	طن	طن/سنة	طن/سنة	طن
2009	65,000	5,314	9,750	9,750	3,250	3,250	350	15,414	15,414
2010	66,950	5,474	10,043	19,793	3,348	6,598	354	15,870	31,284
2011	68,959	5,638	10,344	30,136	3,448	10,045	357	16,339	47,623
2012	71,027	5,807	10,654	40,790	3,551	13,597	361	16,822	64,445
2013	73,158	5,981	10,974	51,764	3,658	17,255	364	17,319	81,764
2014	75,353	6,161	11,303	63,067	3,768	21,022	368	17,832	99,596
2015	77,613	6,346	11,642	74,709	3,881	24,903	372	18,359	117,955
2016	79,942	6,536	11,991	86,700	3,997	28,900	375	18,903	136,858
2017	82,340	6,732	12,351	99,051	4,117	33,017	379	19,462	156,320
2018	84,810	6,934	12,722	111,773	4,241	37,258	383	20,038	176,358
2019	87,355	7,142	13,103	124,876	4,368	41,625	387	20,632	196,990
2020	89,975	7,356	13,496	138,372	4,499	46,124	390	21,243	218,233
2021	92,674	7,577	13,901	152,273	4,634	50,758	394	21,873	240,106
2022	95,455	7,804	14,318	166,592	4,773	55,531	398	22,521	262,627
2023	98,318	8,039	14,748	181,339	4,916	60,446	402	23,189	285,815
2024	101,268	8,280	15,190	196,530	5,063	65,510	406	23,876	309,692
2025	104,306	8,528	15,646	212,175	5,215	70,725	410	24,584	334,276
2026	107,435	8,784	16,115	228,291	5,372	76,097	415	25,314	359,590
2027	110,658	9,047	16,599	244,889	5,533	81,630	419	26,065	385,654
2028	113,978	9,319	17,097	261,986	5,699	87,329	423	26,838	412,493
2029	117,397	9,598	17,610	279,596	5,870	93,199	427	27,635	440,128
2030	120,919	9,886	18,138	297,734	6,046	99,245	431	28,456	468,583
2031	124,547	10,183	18,682	316,416	6,227	105,472	436	29,301	497,884
2032	128,283	10,488	19,242	335,658	6,414	111,886	440	30,171	528,055
2033	132,132	10,803	19,820	355,478	6,607	118,493	444	31,067	559,122
2034	136,096	11,127	20,414	375,892	6,805	125,297	449	31,990	591,112
2035	140,178	11,461	21,027	396,919	7,009	132,306	453	32,941	624,054

سوف يتم اعتماد كمية النفايات الصناعية و المنزلية المتشكلة في نهاية اكتمال التطور الصناعي و السكاني للمدينة الصناعية و بالتالي سوف يتم تصميم المطمر الصحي حسب كمية النفايات السنوية المتشكلة و المقدرة ب ١٥٤٠٠ طن سنويا لعام ٢٠٠٨. إن كمية النفايات الصناعية و المقدرة بحوالي ٩٠٠٠٠ طن لعام ٢٠١٨ من النفايات هي كمية النفايات في المرحلة النهائية و المقدرة بعد ١٠ سنوات من تطور المدينة الصناعية. لقد تم اعتماد الرقم الأعظمي في كمية النفايات من أجل تصميم المطمر

الصحي و ذلك من أجل تحديد المساحة اللازمة للمطمر الصحي مع التوسع المستقبلي، كما يجب التنويه إلى أن عملية بناء المطمر الصحي تتم على شكل قطاعات بحيث يتم تشغيل قطاعات صغيرة في المرحلة الأولى ثم توسيع قطاعات الطمر بما يتوافق مع التطور السكاني و الصناعي ضمن المدينة الصناعية.

٢.٢ العمر التصميمي للمطمر الصحي

بالنظر إلى استخدام الأراضي ضمن منطقة المطمر و بالنظر إلى الناحية الاقتصادية لتنفيذ المطمر الصحي يجب أن لا يقل العمر التصميمي للمطمر الصحي عن ٢٠ سنة و بالاعتماد على المعالجة البيولوجية و الميكانيكية للنفايات ضمن منطقة المطمر الصحي يجب أن لا يقل عمر المطمر الصحي عن ٣٠ سنة. لقد تم الاعتماد ضمن الدراسة على أن يكون العمر التصميمي للمطمر الصحي على الأقل ٢٥ سنة مع قابلية التوسع المستقبلي للمطمر الصحي.

لقد تم الاعتماد على كمية النفايات الصناعية و المرفوضات من النفايات المنزلية و الحمأة و الأنقاض و المقدرة بحوالي ١٥٤٠٠ طن سنويا مباشرة من زمن تصميم المطمر ٢٠٠٨ مع الأخذ بعين الاعتبار التزايد السكاني و الاقتصادي، علما أن هذه القيمة لكمية النفايات من المتوقع أن تستغرق عدة سنوات لتصل إلى الاستطاعة الأعظمية.

إن طريقة تصميم المطمر الصحي على شكل قطاعات تساعد على أن يكون هناك مراقبة تامة لكميات النفايات و بالتالي يمكن معرفة سنويا المرحلة التي سوف يتم إنشاء قطاع جديد لطمر النفايات الجديدة ضمن المطمر الصحي.

تتم عمليات الطمر ضمن المطمر الصحي بارتفاع للنفايات قدره حوالي ٢٠ متر، مترين تحت منسوب الأرض الطبيعية و ١٨ متر فوق منسوب الأرض الطبيعية. تهدف عملية بناء المطمر بالشكل التالي من أجل جمع المياه الراشحة عن المطمر و ضخها من حفرة التجميع إلى خارج المطمر و معالجتها.

تظهر الدراسة لاحقا على أن المساحة اللازمة لعمر تصميمي للمطمر الصحي حوالي ٢٥ سنة بحجم استيعاب للنفايات الصناعية و المنزلية قدره ٦٢٥٠٠٠ متر مكعب من النفايات هي حوالي ٣٦ هكتار، كما توجد الإمكانية ضمن المنطقة المستملكة إلى زيادة عمر المطمر الصحي إلى ٥٠ سنة و خصوصا بمعالجة النفايات المنزلية و الصناعية معالجة ميكانيكية بيولوجية. سوف تتم عملية طمر النفايات على مراحل و تتضمن كل مرحلة القطاعات التالية:

Draft

١.٢.٢ المرحلة الأولى

يتم بناء المطمر الصحي على شكل قطاع أول يستطيع أن يستوعب حجم من النفايات الصناعية و المنزلية ، و يستطيع أن يستوعب كمية من النفايات الناتجة عن المدينة الصناعية لمدة ٥ سنوات. من المتوقع أن يكون العمر التصميمي للقطاع الأول أكثر من ست سنوات و ذلك متعلق بالتطور الصناعي و النمو السكاني ضمن المدينة الصناعية. تتضمن المرحلة الأولى من بناء المطمر الصحي تنفيذ المنشآت و العمليات التالية:

- أعمال الحفريات المختلفة
- القطاع الأول من المطمر الصحي.
- حوض تجميع المياه الراشحة
- قطاع الطمر للنفايات الصناعية الخطرة
- الطرق العامة
- جمع المياه الراشحة و تصريفها إلى حوض التجميع
- جمع الغازات المنطلقة و معالجتها.

٢.٢.٢ المرحلة الثانية

يبلغ العمر التصميمي للقطاع الثاني للمطمر الصحي حوالي ٦ سنوات ضمن الطاقة الأعظمية للمدينة الصناعية. يتم خلال هذه المرحلة إغلاق القطاع الأول من المطمر بشكل أولى بحيث يمنع تشكل و انطلاق الغازات و الروائح و تكاثر الحشرات و الطيور الضارة و انتشار الأوراق. تساعد عملية التغطية الأولية بشكل أساسي على حصول الهبوطات الأولية ضمن جسم المطمر و التي يمكن أن تصل إلى حوالي ٢٠ % من ارتفاع المطمر. بعد ذلك تبدأ مرحلة الهبوطات الثانوية و هي لا تشكل نسبة عالية من الهبوطات الكلية. في هذه المرحلة يتم تغطية القطاع بشكل نهائي بواسطة شرائح البولي اتيلين و التي سوف يتم تفصيلها لاحقا.

٣.٢.٢ المرحلة الثالثة

يبلغ العمر التصميمي للقطاع الثالث للمطمر الصحي حوالي ٥ سنوات ضمن الطاقة الأعظمية للمدينة الصناعية. يتم خلال هذه المرحلة إغلاق القطاع الثاني من المطمر بشكل أولى بحيث يمنع تشكل و انطلاق الغازات و الروائح و تكاثر الحشرات و الطيور الضارة و انتشار الأوراق.

Draft

٤.٢.٢ المرحلة الرابعة

يبلغ العمر التصميمي للقطاع الرابع للمطمر الصحي حوالي ٥ سنوات ضمن الطاقة الأعظمية للمدينة الصناعية. يتم خلال هذه المرحلة إغلاق القطاع الثالث من المطمر بشكل أولي بحيث يمنع تشكل و انطلاق الغازات و الروائح و تكاثر الحشرات و الطيور الضارة و انتشار الأوراق.

٥.٢.٢ المرحلة الخامسة

يبلغ العمر التصميمي للمطمر الصحي المصمم على الأقل ٣٠ عاما و ذلك متعلق بالتطور الصناعي ضمن المدينة الصناعية و عمليات تدوير النفايات و تحويل النفايات العضوية إلى أسمدة عضوية.

بعد انتهاء العمر التصميمي للقطاع الرابع و الحجم بين القطاعات يمكن توسيع المطمر الصحي في الاتجاه الشرقي و ضمن الحدود المستملكة سابقا. حيث توجد مساحات إضافية تكفي لمدة ١٠ سنة قادمة و بالتالي يصبح العمر التصميمي للموقع بشكل عام على الأقل ٤٠ عاما.

٣.٢ المساحة اللازمة للمطمر الصحي

تظهر الدراسة على أن المساحة الفعالة اللازمة للمطمر الصحي لجميع القطاعات و لعمر تصميمي قدره على الأقل ٣٠ سنة حوالي ٣٦ هكتار.١

و بالتالي تصبح المساحة الكلية اللازمة للمطمر الصحي خلال ٣٠ عاما من العمر التصميمي للمطمر بحوالي ٥٠ هكتار و ذلك في حال عدم وجود محطة معالجة ميكانيكية و بيولوجية و اعتبار أن كمية النفايات السنوي هي حوالي ١٥٤٠٠ طن سنويا في بداية الطمر، و تعتبر هذه القيم نتيجة تطور المدينة الصناعية أقل من الواقع الفعلي فإن المساحة اللازمة لطمر النفايات الصناعية و المرفوضات لا تتجاوز نصف المساحة المحسوبة. من المفضل أن يتم استملاك المساحة بأكملها من أجل التطور المستقبلي للمدينة الصناعية.

٤.٢ رص و طمر النفايات ضمن المطمر

تساعد عملية رص النفايات ضمن المطمر الصحي على شكل طبقات بسماكة ٥٠ سم على الحصول على كثافة عالية للنفايات و بالتالي تطويل عمر المطمر الصحي. يتم من الناحية العملية رص النفايات على طبقات بسماكة ٥٠ سم حتى الحصول على طبقة بسماكة ٢٠٠ سم حيث يتم فرش طبقة من التربة بسماكة ٢٠ إلى ٣٠ سم. الآليات المستخدمة هي مدحلة أرجل الغنم و البلدوزر و يمكن الوصول إلى درجة رص قدرها ٠.٨ إلى ٠.٩ طن/م٣.

Draft

٥.٢ الطرقات و المرافق العامة

الدخول إلى الموقع يمكن أن يتم من الطرق الموجودة حاليا. ويجب أن تكون حالة الطريق والمنافذ جيدة وتسمح بمرور الشاحنات و ناقلات النفايات في جميع الأوقات (مثل مواسم الأمطار) كما يجب صيانتها لتفي بالغرض المطلوب.

تحقق الطرق الأساسية الموجودة في المنطقة هذه الخدمات، لكن توجد حاجة عند توفر الإمكانيات المادية إلى تحسين الطريق الذي يوصل إلى المطمر الصحي و الذي طوله حوالي ٥٥ كم من المدينة الصناعية و حتى المطمر الصحي.

٦.٢ الأسوار

الغرض من تسوير الموقع هو تحديد حدود الموقع ومنع الدخول وكذلك لمنع دخول الحيوانات الضالة. وكحد أدنى يجب تسوير كامل المساحة وذلك لأي مطمر. وفي المواقع الأخرى يجب تسوير الموقع من ناحية المدخل أو إقامة حاجز ترابي ولمسافة كافية لمنع دخول العربات دون المرور على المدخل الرسمي للموقع. وبالنسبة للمواقع المعرضة للرياح يجب استخدام سور متنقل لمنع انتشار الورق والمواد البلاستيكية الخفيفة.

يجب أن يتم تسوير المطمر الصحي مباشرة عند بناء المطمر، و ذلك من أجل منع تكاثر الحيوانات الشاردة و منع تطاير الورق و أكياس النايلون.

تحدد القوانين السورية بأن يكون بعد المطمر الصحي ٥ كم عن التجمعات السكنية و يمكن أن تكون هذه المسافة فقط ٢ كم بعد موافقة الوحدة الإدارية.

٧.٢ تمديدات المياه و الكهرباء

يوجد المطمر الصحي في منطقة غير مخدمة بالمياه و الكهرباء. لا بد قبل البدء ببناء المطمر الصحي و مركز معالجة النفايات القيام بتمديدات شبكة الكهرباء العامة و ذلك للحاجة ضمن مراحل تشغيل المطمر أو ضمن مجال معالجة النفايات الصناعية بمحطة الفرز أو ضمن مجال معالجة النفايات العضوية ضمن محطة المعالجة البيولوجية. كما توجد الحاجة إلى استخدام الطاقة الكهربائية في مجال تشغيل المضخات المائية و شبكة الصرف الصحي ضمن المركز.

٣. موقع المطمر الصحي و خصائص التربة)

Draft

يعتبر المسح الطوبوغرافي و المسح التقليدي من الشروط الضرورية لأي تخطيط إضافي ولابد للمسح أن يوفر المعلومات الآتية:

- معرفة التضاريس والسمات السطحية للموقع الحالي والمساحة الإضافية
- معرفة التضاريس والسمات السطحية للأراضي المجاورة
- تحديد مواقع تجمع المياه السطحية و مجاري السيول.
- التحري الأولى لإمكانية أو احتمالات حدوث التلوث ولو كانت ضئيلة وما يرافقها من تهديد لسلامة المجتمعات المحلية
- معرفة الخواص الجيولوجية وإذا أمكن الخواص الهيدروجيولوجية للموقع والمصادر المحتملة لمواد الطمر وذلك عن طريق المشاهدة والسجلات المتوفرة والمعلومات المستقاة من الناس.
- تقييم المناطق ذات الميول (الانحدار) الكبير في الموقع الحالي وتحديد تلك التي تحتاج إلى تثبيت.
- تجهيز الخرائط الأساسية للموقع
- توثيق المعلومات الخاصة بالأمطار والحرارة والرطوبة والرياح

١.٣ أعمال الحفريات

تتم عمليات الحفر بسبب الناحية الاقتصادية على مراحل بناء المطمر الصحي و ذلك حسب الجدول الزمني لبناء المطمر الصحي الذي يتم بناؤه على شكل قطاعات مستقلة. بحيث يتم حفر كل قطاع عند إمتلاء القطاع السابق.

٤. نظام العزل الأرضي

تنتج المياه الراشحة من مياه الأمطار المتسربة خلال النفايات إضافة إلى الرطوبة الذاتية للنفايات نفسها وهي سوائل ملوثة جداً و مصدر خطير لتلوث التربة والمياه الجوفية والسطحية. وتعتمد كمية ونوعية المياه الراشحة الناتجة على عدة عوامل ومن أهمها الآتي:

- كمية وخصائص النفايات المطمورة
- حالة الطقس (الأحوال الجوية)
- تقنيات (طرق) التصريف

Draft

- إدارة المياه السطحية (وسائل التغطية، تصريف المياه السطحية..الخ.)
- طرق تخفيض التأثير السلبي المياه الراشحة وتتكون من الآتي:
  - تخفيض كمية المخلفات القابلة للتحلل (بالتجميع المنفصل والمعالجة بطريقة التحلل الحيوي)
  - المعالجة الأوليه للنفايات قبل التصريف
  - التصريف المنفصل للنفايات ذات الصفات الخاصة
  - نظام لإدارة المياه الراشحة

إذا تم التأكد من وجود تسرب المياه الراشحة في موقع المطمر الصحي يجب تجهيز حوض غير معرض للغمر بمياه الأمطار أو الفيضان ونزح أو ضخ المياه الراشحة إليها. يجب ترك المياه الراشحة لتتبخر و/أو إعادتها إلى النفايات إذا كان هذا بالإمكان. كما يجب تحديد مصدر المياه الراشحة وتحديد المعالجات المطلوبة لمنع تكرار تجمع المياه الراشحة في المستقبل. ويجب أن يكون الهدف هو الحد من كمية المياه الراشحة الناتجة في المستقبل وليس إنشاء حوض كبير لتجميع المياه الراشحة.

Draft

١.٤ العزل الأرضي لمطمر النفايات المنزلية و الصناعية غير الخطرة

ضمن نظام طبقات العزل الأرضية توجد أنظمة مختلفة، يجب أن تحقق هذه الأنظمة الشروط الأساسية التالية:

- منع تسرب المياه الراشحة خارج المطمر الصحي بأكبر قدر ممكن.
- ثبات هذه الطبقة تجاه العوامل الفيزيائية، الكيميائية و البيولوجية

تتكون أنظمة العزل حسب نوعها من الطبقات التالية:

- ثلاثة طبقات غضارية كتيمة بسماكة ٢٥ سم لكل منها
- طبقات من البلاستيك السميكة ٢-٣ مم
- طبقات حماية للبلاستيك من الرمل الناعم بسماكة ٥ سم.

بنفس الوقت توجد طرق أخرى للعزل أسهل تقنية و تعطي نتائج جيدة، و هي طرق العزل بالأسفلت. تتم عملية تقييم فعالية طبقة العزل الأرضية بطريقة الأسفلت و بدون طبقات غضارية كتيمة عن طريق المسامية، و التي تعطي كمية المياه الراشحة من خلال طبقة العزل خلال فترة زمنية محددة.

- يحقق نظام مؤلف من ٣ طبقات من الغضار سماكة كل منها ٢٥ سم و سرعة جريان مسامية قدرها $٥*١٠^{-٧}$ م/ثا
- يحقق نظام الإسفلت المقترح المؤلف من طبقتين من الأسفلت بسماكة ٨ سم ($٥*١٠^{-٧}$ م/ثا) للطبقة العازلة و ٨ سم ($٥*١٠^{-٧}$ م/ثا) للطبقة الحاملة و ١٥ سم لطبقة التربة المرصوصة مسامية قدرها ($٥*١٠^{-٥}$ م/ثا)

من الملاحظ أنه مع سماكات من الأسفلت و التربة الحاملة المرصوصة ٣٠ سم يمكن الحصول على قيمة جيدة بالمقاربة مع ٣ طبقات غضارية سماكتها ٧٥ سم و ذلك حسب الكود و الخبرات المتبعة في سويسرا و ألمانيا.

يتكون نظام العزل و التصريف الأرضي للمطامر الصحية المعزولة بطريقة الإسفلت من الطبقات التالية و ذلك من الأعلى إلى الأسفل:

- طبقة حماية و فلتر سماكتها ٣٠ سم
- طبقة أسفلتية عازلة سماكتها ٨ سم، حجم الفراغات فيها أقل من ٣ % و طبقة إسفلتية حاملة بسماكة قدرها ٨ سم.
- طبقة من المواد الحصوية النظيفة المكسرة الكاملة التدرج (٠-٥ سم) سماكتها ١٥ سم مع طبقة من الأسفلت MC0 بنسبة ٢.٥ كغ لكل متر مربع على أن توزع بشكل منتظم على طبقة البحص
- طبقة التربة الأرضية المرصوصة

تلعب دوراً كبيراً أيضا وجود طبقة التصريف التي تسرع في عملية التخلص من المياه الراشحة. بينما يتكون نظام العزل و التصريف الأرضي للمطامر الصحية المعزولة بطريقة طبقات الغضار و شرائح البولي اتيلين من الطبقات التالية و ذلك من الأعلى إلى الأسفل:

- طبقة فلتر سماكتها ٣٠ سم
- طبقة حماية سماكتها ٥ سم من الرمل الناعم

Draft

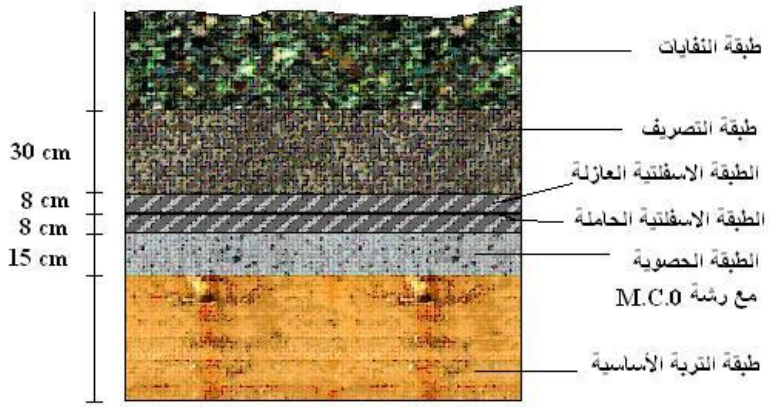
- طبقة من البولي اتيلين بسماكة لا تقل عن ٣ مم.
- على الأقل ٣ طبقات غضارية بسماكة ٢٥ سم مجهزة و مدحولة بحيث تحقق مسامية لا تقل عن $٥*١٠^{-٧}$ م/ثا . سوف يتم أنشاء طبقة واحدة من الغضار في المطمر الصحي و خصوصا في منطقة المطمر المقترح حيث أن كمية الأمطار قليلة جدا.
- طبقة من المواد الحصوية النظيفة المكسرة الكاملة التدرج (٠-٥ سم) سماكتها ١٥ سم مع طبقة من الإسفلت MC0 بنسبة ٢.٥ كغ لكل متر مربع على أن توزع بشكل منتظم على طبقة البحص.
- طبقة التربة الأرضية المرصوصة

نتيجة الخبرات العالية في مجال استخدام الإسفلت في سوريا و كذلك بسبب الكلفة الاقتصادية و وجود منطقة المطمر الصحي في منطقة قليلة الأمطار و منسوب المياه الجوفية منخفض فقد تم اعتماد طريقة العزل القاعدي بالإسفلت لقطاعات المطمر الصحي للنفايات المنزلية و العزل بطريقة البولي إتيلين لقطاعات المطمر الصحي للنفايات الصناعية الخطرة.

يتكون نظام العزل و التصريف الأرضي المعتمد في عمليات العزل القاعدي لقطاعات النفايات المنزلية و النفايات الصناعية غير الخطرة و تصريف المياه الراشحة في المطمر الصحي التابع للمدينة الصناعية من نظام العزل بطريقة الإسفلت و هو على الشكل التالي من الأعلى إلى الأسفل كما موضح في الشكل:

- § طبقة حماية و فلتر سماكتها ٣٠ سم
- § طبقة إسفلتية عازلة سماكتها ٨ سم
- § طبقة إسفلتية حاملة بسماكة قدرها ٨ سم.
- § طبقة من المواد الحصوية النظيفة المكسرة الكاملة التدرج (٠-٥ سم) سماكتها ١٥ سم مع طبقة من الإسفلت MC0 بنسبة ٢.٥ كغ لكل متر مربع على أن توزع بشكل منتظم على طبقة البحص
- § طبقة التربة الأرضية المرصوصة.

Draft



رسم توضيحي 1: طبقات العزل الأرضية لمطمر النفايات المنزلية و الصناعية غير الخطرة

توضح الصور التالية طريقة تنفيذ طبقة العزل الإسفلتي ضمن المطامر الصحية.

رسم توضيحي 2: تنفيذ طبقات العزل الأرضية

رسم توضيحي 3: تنفيذ طبقات العزل الأرضية بالأسفلت

رسم توضيحي ٤: طبقات العزل الأرضية بالأسفلت

Draft

٢.٤ العزل الأرضي لمطمر النفايات الصناعية الخطرة

يختلف نظام طبقات العزل الأرضية للنفايات الصناعية الخطرة عن أنظمة العزل للنفايات الصناعية غير الخطرة و النفايات المنزلية، يجب أن تحقق هذه الأنظمة الشروط الأساسية التالية:

- طبقة العزل الغضارية بسماكة ٧٥ سم حسب المواصفات المطلوبة على شكل ٣ طبقات كل طبقة ٢٥ سم.
- طبقة حماية من الجيوتكستيك على أن لا يقل الوزن عن ٢٠٠ غرام /م٢ تحت رقائق البولي ايتلين.
- طبقة عازلة من البولي اتيلين بسماكة ٢ مم.
- طبقة حماية من الجيوتكستيك على أن لا يقل الوزن عن ٢٠٠ غرام /م٢ فوق رقائق البولي ايتلين.
- طبقة العزل الغضارية بسماكة ٢٥ سم حسب المواصفات المطلوبة.

- طبقة حماية من الجيوتكستيك على أن لا يقل الوزن عن ٢٠٠ غرام /م٢ تحت رقائق البولي ايتلين.
- طبقة عازلة من البولي اتيلين بسماكة ٢ مم.
- طبقة حماية من الجيوتكستيك على أن لا يقل الوزن عن ٤٠٠ غرام /م٢ فوق رقائق البولي ايتلين.
- طبقة دريناج فوق قساطل الدريناج بالبحص المتدرج من ١٦ مم حتى ٣٢ مم ذو تركيب غير كلسي ، مغسول، خالي من المواد الناعمة مع كل مايلزم حسب الشروط الفنية.

٥. العزل الجانبي (المنحدرات)

من أجل سهولة ضخ المياه الراشحة عن المطامر الصحية فقد تم اعتماد الحفر فقط لعمق ٢ متر من أجل سهولة عمليات الحفر و الكلفة الاقتصادية لعمليات الحفر، بالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام نواتج الحفر في تغطية النفايات أثناء عمليات تشغيل المطمر الصحي.

تتم عملية العزل الجانبي للمنحدرات ذات درجة الميل ١:٣ أيضا بطبقات الإسفلت ضمن قطاعات المطمر الصحي للنفايات المنزلية و النفايات الصناعية غير الخطرة و من طبقات البولي اتيلين و الغضار لقطاعات المطمر الصحي للنفايات الصناعية الخطرة وفقا لطبقات العزل القاعدي.

Draft

رسم توضيحي 5: تنفيذ طبقات العزل الجانبية بالأسفلت

٦. نظام جمع و معالجة و تصريف المياه الراشحة

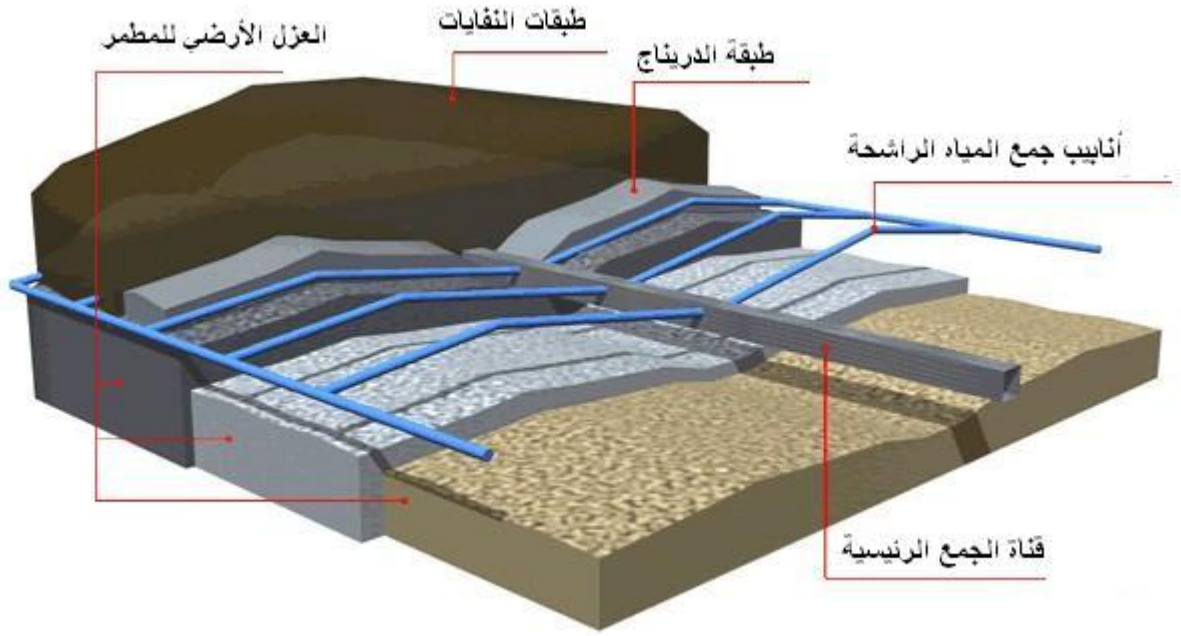
يتألف نظام جمع و تصريف المياه الراشحة في المطامر الصحية من العناصر التالية:

- طبقة تصريف من البحص
- أنابيب تصريف فرعية لجمع و نقل المياه الراشحة
- أنابيب تصريف أساسية لجمع المياه الراشحة و تصريفها إلى حفرة التفتيش و الجمع.
- أحواض تبخير و معالجة بطريقة النباتات ضمن محطة معالجة بيولوجية.
- مضخات و أنابيب من البولي اتيلين لضخ المياه الراشحة
- مضخة و شبكة تنقيط لإعادة تدوير المياه الراشحة الزائدة ضمن المطامر، حيث تتم عملية إعادة تدوير المياه الراشحة إلى المطمر و ذلك عن طريق ضخ المياه الراشحة من حوض التجميع إلى السطح العلوي للنفايات تحت طبقات العزل، و ذلك خلال فترات عدم تساقط الأمطار و الجفاف النسبي للنفايات، حيث يتم الإستفادة من عملية تسرب المياه الراشحة على سطح المطمر. بالإضافة إلى ذلك تهدف هذه العملية إلى زيادة الملوحة و تركيز المواد الضارة ضمن المطمر بحيث يؤدي إلى صعوبة عمل البكتريا الموجودة ضمن المطمر و بالتالي إلى تخفيض عمليات التخمر الهوائية و اللاهوائية ضمن المطمر و بالتالي التخفيض من تشكل الغازات المنطلقة.

يتكون نظام جمع و تصريف المياه الراشحة من ٣٠ سنتيمتر من الحصى (٣٢/١٦ مليمتر) وأنابيب من البولي اتيلين المثقبة العالية المقاومة قطرها ٢٥٠ مليمتر ويتم وضع الأنابيب على مسافات بعد كل منها ٣٠ متر عن الآخر. والانحدار المطلوب لطبقة التصريف هو ٢ % و للأنابيب ١.٥ %.

من أجل الحصول على نظام جيد للتخلص من المياه الراشحة يجب أن تتم عملية التصريف للمياه الراشحة بسهولة.

Draft



رسم توضيحي 6: تنفيذ نظام جمع المياه الراشحة

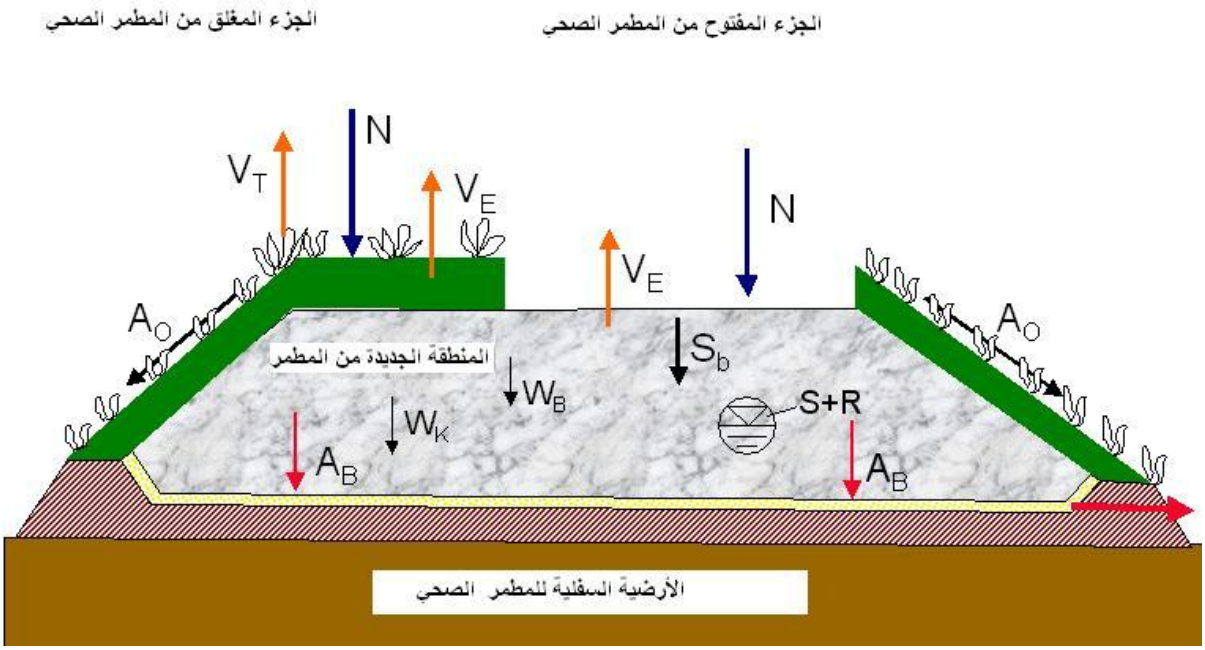
من خلال الخبرات و التجارب العملية لوحظ تشكل و تجمع مواد ناعمة ضمن أنابيب التصريف و ذلك بسبب العمليات البيولوجية ضمن المطمر و هذه المواد الناعمة يمكن أن تعطل عمل طبقة التصريف. لذلك يجب تأمين الظروف المناسبة لعملية الجمع و التصريف للمياه الراشحة التي تتم عن طريق بناء طبقات التصريف بشكل سليم و خصوصا أن تكون عمليات الجمع للمياه الراشحة عن طريق شبكة من أنابيب البولي اتيلين المثقبة و الموجودة ضمن طبقة التصريف بسماكة ٣٠ سم و المؤلفة من البحص بأقطار ٣٢/١٦ مم و وجود الميول المناسبة كما يجب معالجة المياه الراشحة عن طريق التبخير أو إعادة الضخ ضمن المطمر الصحي.

١.٦ كمية المياه الراشحة

يتم التميز بين ثلاثة مراحل من المياه الراشحة:

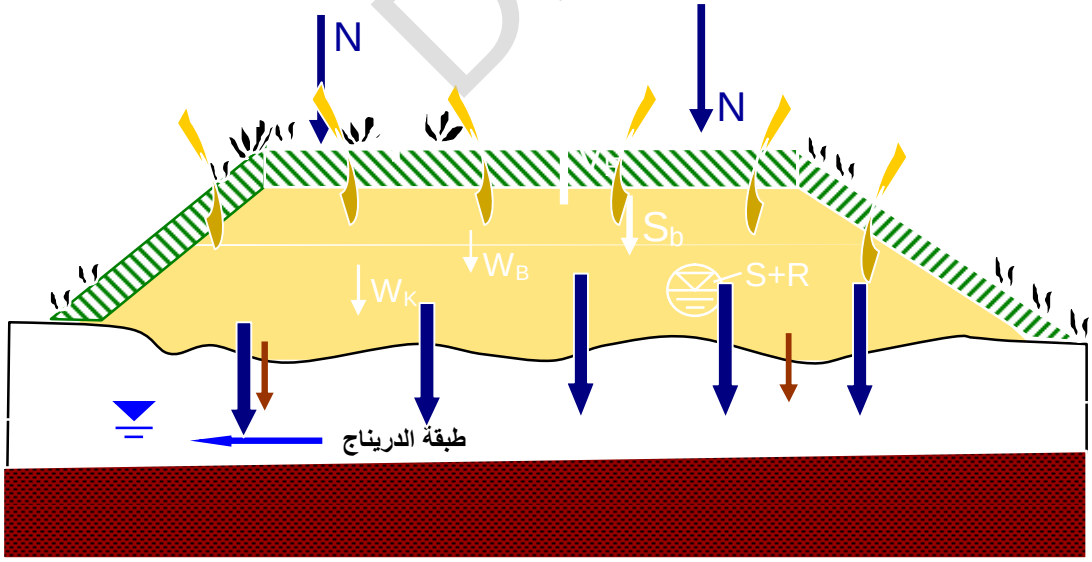
- مرحلة بداية التشغيل الأولى للمطمر، حيث لا توجد كمية نفايات كبيرة. في هذه الحالة يتم تصريف مياه الأمطار بشكل مباشر المتساقطة على المطمر و التي تعتبر مياه راشحة بشكل كامل و هي فترة قصيرة حتى يقل ارتفاع النفايات ضمن قطاع المطمر الصحي إلى ٢ م. يتم قياس كمية الأمطار المتساقطة و التي تكون بدورها هي كمية المياه الراشحة.
- مرحلة التشغيل، حيث يكون المطمر مفتوحاً (القطاع الذي يتم استخدامه)، يتم أخذ قيمة تقريبية و ذلك بمقدار ١٠ مم/يوم و ذلك في الدول الأوروبية و ذلك عندما تكون كمية الأمطار حوالي ٦٠٠ إلى ٧٠٠ مم/سنة، يمكن أخذ نصف هذه القيمة للمطمر الصحي المدروس في منطقة القريتين نتيجة قلة كمية الأمطار المتساقطة. كما سوف تتم عملية حساب كمية المياه الراشحة عن طريق الميزانية المائية للمطمر الصحي و المتعلقة بكمية الأمطار المتساقطة، كمية المياه الجارية، كمية المياه المتبخرة، كمية المياه التي يتم امتصاصها من قبل النفايات ضمن المطمر الصحي و الفرق بين المياه الراشحة الناتجة عن التفاعلات البيولوجية الهوائية و المياه التي تحتاجها التفاعلات البيولوجية اللاهوائية. يظهر الشكل التالي طريقة حساب الميزانية المائية ضمن المطمر الصحي و ذلك في حالة التشغيل و في حالة الإغلاق.

Draft



رسم توضيحي 7: إدارة المياه ضمن المطمر الصحي اثناء فترة التشغيل

- مرحلة الإغلاق و تشكيل طبقة العزل العلوية، حيث تكون كمية الأمطار الراشحة قليلة جداً و ذلك بسبب وجود طبقات العزل العلوية.



رسم توضيحي 8: إدارة المياه ضمن المطمر الصحي اثناء فترة الإغلاق

Draft

- يتم تصميم الأنابيب حسب كمية الأمطار المتساقطة و خصوصاً في يوم واحد بحيث تستطيع الأنابيب جمع المياه الراشحة الناتجة عن تساقط الأمطار.

يتم من أجل تصميم الأنابيب اعتماد قيمة ١٠ مم/يوم حيث يتم الاعتماد على هذه القيمة في معظم المطامر في الدول الأوروبية، وتحسب منها كمية المياه الراشحة من كل قطاع.

الموازنة المائية للمطامر الصحية

خلال مراحل تشغيل المطمر

$$N+W_{syn}=E+O+\Delta R+\Delta S+D$$

N	=	كمية الأمطار
E	=	كمية الأمطار المتبخرة
O	=	كمية الأمطار التي تسيل على سطح المكب
ΔR	=	التأخر الزمني لسيلان المياه
ΔS	=	تخزين المياه ضمن المكب
W_{syn}	=	الفرق بين المياه المتشكلة و المستعملة من النفايات
D	=	مياه التصريف ضمن الدريناج

Draft

رسم توضيحي 9: الميزانية المائية ضمن المطمر الصحي

تؤخذ عموماً و حسب كثير من الدراسات كمية المياه الراشحة من المطامر الغير مرصوصة و مغلقة كقيمة بين ٣١-٥٨ % من كمية الأمطار المتساقطة، حيث تتغلغل الأمطار ضمن المطامر غير المغطاة و تخرج على شكل مياه راشحة. حيث يتم تخزين القسم الآخر ضمن النفايات أو يتبخر. تحسب كمية المياه الراشحة ضمن المطامر حسب معادلة تسرب المياه الراشحة. تظهر الدراسة بأن حجم المياه الراشحة و التي تتجمع ضمن الحوض و التي يجب ضخها إلى سطح المطمر أو تبخيرها تتعلق بكل قطاع.

١.١.٦ كمية المياه الراشحة من القطاعات

تظهر الدراسة كمية المياه الراشحة من قطاعات المطمر الصحي كل على حدا، لقد تمت دراسة كمية المياه الراشحة الناتجة عن القطاعات بشكل مستقل حتى تتم عملية تصميم أحواض التبخير أيضا بشكل مستقل بحيث يكون حجم الحوض متناسب مع كمية المياه الراشحة، ثم يتم تصميم و تنفيذ الأحواض اللاحقة حسب التطور الصناعي و السكاني ضمن المدينة الصناعية.

تتشكل المياه الراشحة بشكل رئيسي خلال فترة الشتاء نتيجة الأمطار ضمن منطقة المطمر الصحي. تتعلق كمية المياه الراشحة عن المطامر الصحية بشكل أساسي بكمية الأمطار و معدل التبخر و درجات الحرارة ضمن منطقة المطمر و حيث أن كمية الأمطار قليلة ضمن منطقة المطمر بالإضافة إلى درجات الحرارة المرتفعة و نسبة الرطوبة المنخفضة.

٢.٦ تصميم نظام تصريف المياه الراشحة

يجب أن تكون الأرضية مزودة بميول في الاتجاه الطولي و العرضي من أجل تأمين جريان المياه الراشحة.

- يجب أن تحقق أنابيب التصريف الشروط التالية:
  - أن تكون مستقيمة
  - المسافة بين أنبوبين لاتزيد عن ٣٠ م
  - البعد الأعظمي عن طرف المطمر ١٥ م
  - أن لايزيد طول الأنبوب عن ٤٠٠ م
  - أن لا يقل قطر الأنبوب عن ٢٥٠ مم
  - الميول الطولية أكبر من ١.٥ %
  - الميول العرضية ٣ %
  - يجب تغطية الأنبوب بطبقة تصريف من أجل الحماية
  - يجب أن يكون الأنبوب مثقب من أجل جمع المياه الراشحة
- طبقة التصريف

Draft

- سماكة طبقة التصريف ٣٠ سم
- بحص مدور ضمن الأقطار ٣٢/١٦ مم
- يجب أن تحقق سرعة جريان أكبر من $١٠^{-٣}$ م/ثا في مرحلة التشغيل و $١٠^{-٢}$ م/ثا في مرحلة البناء
- يجب أن تكون طبقة البحص نظيفة، حيث يجب أن تكون المواد الناعمة أقل من ٠.٥ %.
- يجب أن تكون نسبة كربونات الكالسيوم أقل من ٢٠ %.

- حساب قطر الأنابيب اللازمة و طولها

- يتم حساب قطر الأنبوب اللازم من كمية الأمطار التقريبية و المقترحة حسب الأنظمة الأوروبية ب ١٠ مم/يوم.
- المساحة الأعظمية التي سوف يقوم أنبوب التصريف الواحد ضمن القطاع بتخديمها ٦٠٠٠ $م^{٢}$.
- حجم المياه الراشحة من كمية الأمطار المتساقطة و التي يجب جمعها و تصريفها و التي تحسب بعد حذف المياه المتبخرة و المخزنة ضمن النفايات بحوالي ٥٠ %.
- كمية المياه الراشحة التي سوف يقوم الأنبوب الواحد بتخديمها ضمن القطاع تقريباً ٣٠ $م^{٣}$/يوم.
- بالاعتماد على معادلات حساب أقطار الأنابيب و حسب الميول المعتمدة يعطى القطر المطلوب ١٦٠ مم و ذلك حسب كمية الأمطار و كمية المياه الراشحة، حسب الأنظمة العالمية يجب استعمال أقطار لا تقل عن ٢٥٠ مم.
- الطول الأعظمي لأنبوب التصريف هو طول القطاع و هو أقل من الحدود المسموح بها.
- يتم نقل المياه المجمعة ضمن الأنابيب إلى أنبوب تجميع و نقل بالقطر ٣٠٠ مم و الذي يصب في حفرة التجميع.
- يتم ضخ المياه الراشحة المجمعة ضمن حفرة التجميع لكل قطاع مباشرة إلى حوض التبخير و التجفيف.

Draft

- يرتبط كل قطاع بمضخة قاذورات تقوم بضخ المياه الراشحة من حفرة التجميع ضمن القطاع على حوض التبخير و التجفيف.

٣.٦ حوض المياه الراشحة

تتم عملية جمع المياه الراشحة ضمن حفرة التخزين ليتم ضخها إلى حوض التجفيف، كما ذكر سابقاً سوف تتم عملية تبخير المياه الراشحة ضمن حوض التجفيف و التبخير، بنفس الوقت من الممكن التفكير أثناء تشغيل المطمر الصحي أن تتم عمليات إعادة ضخ المياه الراشحة إلى أعلى المطمر الصحي بحيث تتسرب ضمن النفايات و يتبخر الجزء الآخر منها على سطح المطمر، لهذه الطريقة محاسن و مساؤى، فهي تساعد في التخلص من المياه الراشحة عن المطامر الصحية بطريقة بسيطة و لكن بنفس الوقت تساعد على تشكل و انتشار الروائح أثناء عملية ضخ هذه المياه إلى سطح المطمر.

تم اقتراح إنشاء حفرة تجميع المياه الراشحة في نهاية أنابيب التصريف لكل قطاع من قطاعات المطمر الصحي. يتم تنفيذ حفر التجميع في أخفض نقطة من قطاع المطمر من أجل الاستفادة من الميول الطبيعية للمطمر. أبعاد حفرة التجميع هي ٢*٢*٢ م.

يتم ضخ المياه الراشحة بواسطة مضخة قاذورات إلى حوض التجفيف المرتبط بكل قطاع، حيث تتم عملية توسيع أحواض التجفيف مع مراحل بناء المطمر الصحي و ذلك من أجل تخفيض الكلفة الاقتصادية الأولية للمطمر الصحي.

٤.٦ ضخ المياه الراشحة ضمن المطمر الصحي

يمكن أن يتم حقن جزء من مياه الرشاحة في الموقع عن طريق ضخها بواسطة مضخة ضمن المطمر الصحي تركب خصيصاً لهذا الغرض في حوض تجميع الرشاحة عبر خط رئيسي يتفرع هذا الخط الرئيسي تحت طبقة العزل العلوية إلى شبكة من الأنابيب فرعية. يتم تنفيذ خندق حقن الرشاحة بعد الانتهاء من أعمال الطمر و قبل تنفيذ طبقة الغطاء النهائي للمطمر.

يتم تنفيذ هذه الدراسة في المراحل النهائية من تشكل القطاع الأول و ذلك عند وجود الحاجة إلى هذه العملية، حيث أن المطمر الصحي يقع في منطقة حارة و كمية الأمطار منخفضة و من المقدر أن يتم تبخير المياه الراشحة عن المطمر ضمن أحواض التجفيف.

Draft

٧. العزل السطحي و تصريف مياه الأمطار

تساهم المياه السطحية المتسربة في النفايات في توليد المياه الراشحة. ولهذا من المتطلبات الضرورية الدائمة طوال فترة استخدام المطمر عدم السماح بتجمع هذه المياه في مناطق تصريف المخلفات. وفي الحالات التي تسمح فيها طبيعة الموقع دخول المياه من المناطق المرتفعة لابد من إنشاء قنوات تحويلية لتصريفها خارج الموقع. وكحد أدنى يشترط إنشاء هذه القنوات بالحفر في التربة دون الحاجة إلى عوازل على أن تصب في الأخير في أي مجرى طبيعي لمياه الأمطار (وادي) أو في مساحة محددة لجمع وتسريب هذه المياه يتم تحديدها في الأجزاء المنخفضة من الموقع. إضافة إلى ذلك يجب تصريف المياه السطحية المتسربة من الأجزاء التي قد تم طمرها بشكل نهائي بعيداً عن المنطقة المستخدمة للتصريف حالياً.

يتم في المرحلة الأولى من إغلاق المطمر الصحي و بناء طبقة العزل العلوية تشكيل طبقة العزل السطحية المؤقتة و المؤلفة من طبقة من التربة الزراعية بسماكة ٣٠ سم و ذلك لسنتين على الأقل من أجل الحصول على الهبوطات الأولية السريعة و التي يمكن أن تؤثر بشكل سلبي على طبقة العزل السطحية النهائية. بعد حصول الهبوطات الأولية يتم بناء طبقة العزل النهائية.

١.٧ العزل السطحي لقطاعات النفايات المنزلية و الصناعية

بعد الانتهاء من تشغيل كل قطاع يجب وضع طبقة العزل السطحية الأولية و المؤلفة من طبقة ترابية بسماكة ٣٠ إلى ٥٠ سم من أجل التقليل من تسرب مياه الأمطار و بالتالي من كمية المياه الراشحة، بالإضافة إلى ذلك تقليل تشكل الغازات المنطلقة، تساعد طبقة العزل السطحية الأولية في المساعدة على حصول الهبوطات الأولية ضمن المطمر الصحي قبل وضع طبقة العزل النهائية و المؤلفة من الطبقات التالية مرتبة من الأسفل إلى الأعلى:

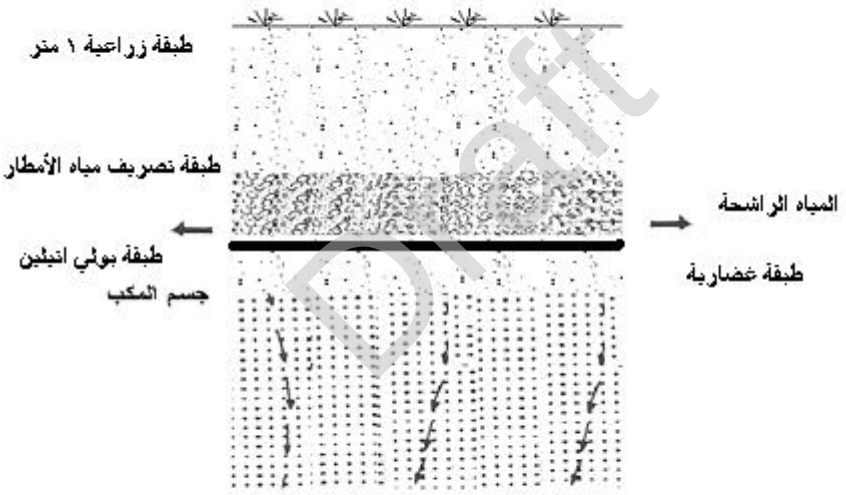
- طبقة العزل السطحية الأولية بسماكة ٣٠ سم
- طبقة العزل الغضارية بسماكة ٢٥ سم حسب المواصفات المطلوبة
- طبقة حماية من الجيوتكستيك على أن لا يقل الوزن عن ٢٠٠ غرام /م٢ تحت رقائق البولي ايتلين
- طبقة العزل من رقائق البولي اتيلين سماكة ١ مم

Draft

- طبقة حماية من الجيوتكستيك على أن لا يقل الوزن عن ٤٠٠ غرام /م٢ فوق رقائق البولي ايتلين
- طبقة من البحص المكسر للتصريف من ١٦*٣٢ مم سماكة ٣٠ سم
- طبقة تربة زراعية سماكة ٥٠ سم

تكون خواص طبقة التصريف العلوية مشابهة لخواص الطبقة السفلية من الناحية الفنية.

يتم جمع المياه السطحية الناجمة عن الأمطار عندئذ و تحويلها مباشرة بدون معالجة إلى السواقي المجاورة خارج المطمر و ذلك كون هذه المياه غير ملوثة و كذلك من أجل الاستغناء عن معالجة هذه المياه.



رسم توضيحي 10: تنفيذ طبقات العزل السطحية

٢.٧ جمع و تصريف مياه الأمطار السطحية

بعد الانتهاء من ملىء كل قطاع من قطاعات المطمر تتم عملية إنشاء طبقة العزل و التصريف السطحية. من مهام هذه الطبقة:

- منع تسرب مياه الأمطار إلى المطمر

- حماية المطمر من العوامل الجوية
- منع تطاير أكياس النايلون و الورق
- منع تكاثر الحيوانات الضارة و الطيور على المطمر

يتم جمع المياه السطحية بعد إغلاق المطمر عن طريق طبقة التصريف تحت الطبقة الزراعية و فوق طبقة البولي اتيلين العازلة، و ذلك عن طريق الميول ٢ % على الطبقة العلوية للمطمر الصحي.

٨. جمع الغازات المنطلقة

عملية التحلل البيولوجي في المطامر الصحية تنتج عنه غازات قابلة للانفجار والاحتراق والتي تتصاعد بسهولة مسببه روائح كريهة. إضافةً لهذا تساهم هذه الغازات في ارتفاع درجات الحرارة العالمي وبالتالي تضر بالمناخ. والغازات المنبعثة من مواقع المطامر الصحية قد تسبب الحرائق أو قد تتجمع حتى تصل إلى تركيزات قابل للانفجار.

يمكن السماح بتصريف الغازات المنبعثة من المطامر الصغيرة للهواء مباشرة. أما المطامر التي تخدم منطقة يبلغ سكانها ٥٠٠,٠٠٠ نسمه أو أكثر ويصل ارتفاع المخلفات في المطمر إلى أكثر من ١٠ أمتار يتوجب تركيب نظام يسمح على المدى القصير والبعيد بتجميع وفصل وحرق الغازات المنبعثة منها. كما يجب أن يراعي مثل هذا التصميم الكميات المقدرة للغازات المنبعثة. وبشكل عام من الممكن استخدام هذه الغازات لتوليد الطاقة في المطامر الكبيرة ومع ذلك فان التكلفة الأولية الفنية والاقتصادية مرتفعة. ولذلك يجب تركيب نظام لمنع حصول حريق خلال فترة استخدام المطمر وذلك باستخدام آبار الغاز والمداخن.

يمكن أن يتكون نظام التجميع لآبار الغاز من طبقة من الحصى و بارتفاع من ٣٠ إلى ٦٠ سنتيمتر ومن أنابيب الغاز المصنوعة من الفولاذ بقطر ٢٠٠ مليمتر مع غطاء وتوصيله محبس لمشعل بقطر ٥٠ مليمتر. ويجب تصميم أي معالجه إضافية (حرق) بناءً على الأوضاع المحلية.

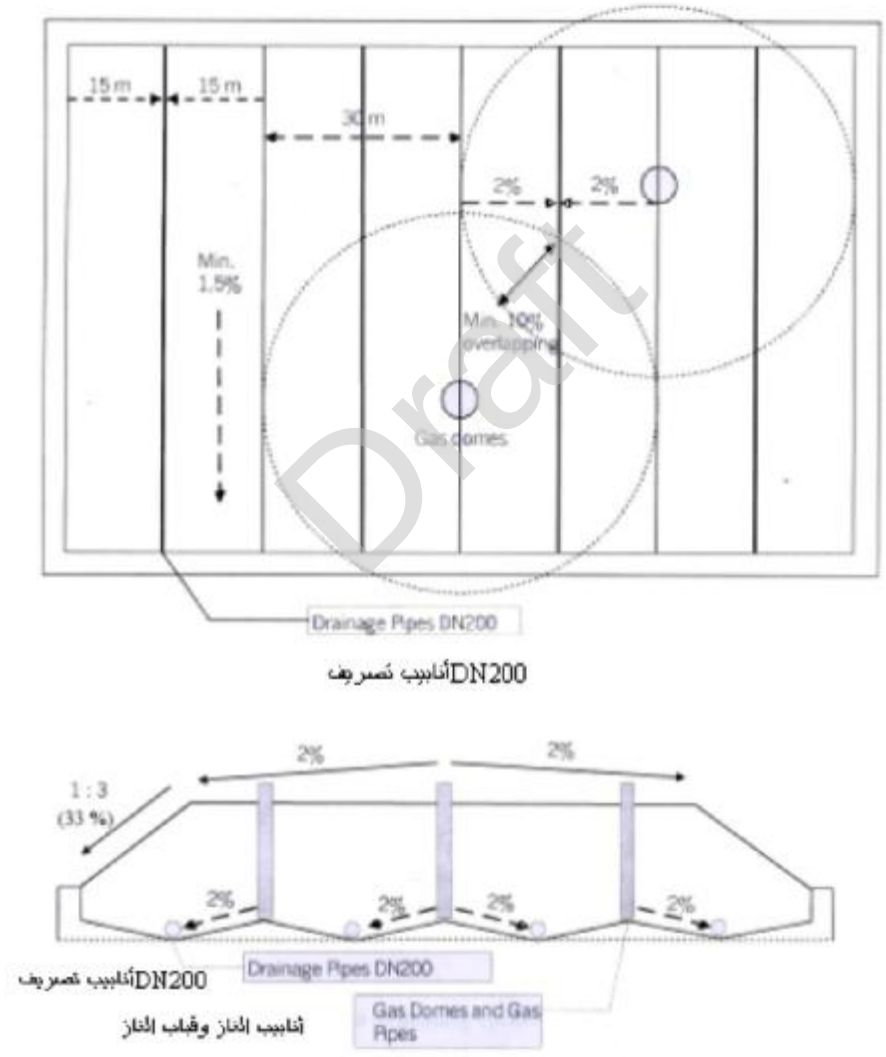
و نظراً لأن المطمر يخدم مدينة صناعية بالإضافة إلى عدد من العمال و السكان خلال فترة تشغيل المطمر، يجب دراسة متطلبات جمع و معالجة الغازات المنطلقة، حيث أن ارتفاع المطمر للقطاعات يصل إلى ٢٠ متر. ضمن هذا الارتفاع و طريقة الطمر المقترحة يجب وضع آبار جمع الغازات، بما أنه لا توجد فكرة في معالجة الغازات المنطلقة كون النفايات التي سوف يتم طمرها بشكل عام نفايات قليلة المادة العضوية كونها ناتجة عن تجمعات صناعية بالإضافة إلى وجود استراتيجية تقضي بجمع النفايات العضوية و معالجتها بشكل بيولوجي هوائي عن طريق تحويلها إلى أسمدة عضوية و بالتالي

Draft

تكون كمية المادة العضوية ضمن النفايات المطمورة قليلة و لا توجد جدوى اقتصادية لبناء نظام جمع و معالجة الغازات المنطلقة و لكن سوف يتم وضع عدد من النفاثات اللازمة للتخلص من الغازات عن طريق تحويلها إلى فلتر بيولوجي، يلعب بالإضافة إلى ذلك عدم إمكانية معالجة هذه الغازات نظراً للناحية التقنية و الاقتصادية. تحسب كمية الغازات المنطلقة من المطمر من معادلة تيزران.

تتكون الغازات المنطلقة بشكل عام من ٥٥ % من غاز الميتان، ٤٤ % غاز ثاني أوكسيد الكربون و ١ % من مجموعة كبيرة من الغازات الأخرى.

يظهر الشكل التالي آبار جمع الغازات.



رسم توضيحي 11: تنفيذ نظام جمع الغازات المنطلقة

٩. متطلبات التشغيل

نتيجة للتطور الصناعي و للجدوى الاقتصاديه للمدينة الصناعية فقد تم تقسيم مراحل تشغيل المطمر إلى أربعة مراحل، كل مرحلة متعلقة ببناء و تشغيل قطاع من المطمر. تكون مراحل تشغيل القطاعات متشابهة و بالتسلسل، حيث يتم تشغيل القطاع رقم ١ حتى يملأ و يتم إغلاقه بعد البدء بتشغيل القطاع الثاني. الهدف الأساسي من هذه العملية هي تخفيف الكلف السنوية المترتبة على المدينة الصناعية، حيث يتم رصد المبلغ المطلوب لتشغيل المقطع التالي قبل سنة من التشغيل.

في بداية بناء المطمر تتم المراحل التالية:

- تسوير و تشجير المطمر بشكل كامل
- تتم عملية الحفر للقطاع ١
- بناء طبقات العزل و التصريف للقطاع رقم ١
- بناء حوض تجميع المياه الراشحة
- بناء الطرق اللازمة لعملية الطمر

١.٩ المياه الراشحة

كما ذكر سابقاً سوف يتم تجميع المياه الراشحة لكل قطاع إلى حوض التجميع. صمم حوض التجميع بحيث يستوعب المياه الراشحة سنوياً خلال فترة تشغيل كل قطاع. يتم بواسطة مضخة إعادة المياه الراشحة إلى المطمر و ذلك حسب الظروف البيئية اليومية. بحيث أن يكون الحوض فارغاً مع بداية موسم الشتاء. تتم عملية الضخ بشكل متتالي حيث تكون مكثفة في الصيف و حسب الظروف المناخية في أشهر الخريف و الربيع و الشتاء.

٢.٩ الغازات المنطلقة

لا توجد عملية جمع للغازات المنطلقة و ذلك بسبب العوامل التي تم شرحها سابقاً. لذلك لا توجد عمليات تشغيل للغازات، لكن يجب الانتباه و المراقبة الدورية للروائح التي تنطلق من المطمر، بحيث يمكن إجراء بعض العوامل الوقائية و المتمثلة بطبقات التربة بسماكة ٢٠ سم أثناء تشغيل المطمر و

Draft

بطبقات العزل المؤقتة أو طبقات العزل النهائية. كما يمكن في الحالات القصوى بناء نظام معالجة الغازات المنطلقة بطريقة الحرق و الفلترة.

مع التنبيه إلى عدم حرق النفايات الموجودة في المطمر لأن هذه العملية تسبب تلوثاً عالياً للبيئة و تشكل مركبات خطرة على الصحة العامة.

٣.٩ طريقة طمر النفايات و طبقات التغطية الترابية الوسطية

تتم عملية طمر النفايات في كل قطاع على الشكل التالي و الموضح في الأشكال التالية. تتم عملية الطمر بشكل طبقات سماكتها ٣٠ إلى ٥٠ سم. وذلك من أجل تخفيف تشكل الغازات و لسهولة العمل. تتم تغطية النفايات المطمورة مباشرة بطبقة من التراب سماكتها ١٠ إلى ٢٠ سم و ذلك من أجل منع تطاير أكياس النايلون و الورق، و كذلك من أجل منع تكاثر الحيوانات و الطيور التي يمكن أن تنقل الأمراض و النفايات إلى المناطق المأهولة.

تتم عملية طمر النفايات على شكل طبقات من النفايات في القطاعات و طبقات التغطية سماكتها ٠.٢ م.

لا يجب السماح لسائقي شاحنات نقل النفايات إلى المطمر بانتقاء موضع التخلص من النفايات بل يجب أن يتم التوجيه من قبل موظفي الاستلام إلى موقع التصريف الحالي وعلى السائق تفريغ النفايات في المكان المحدد. ويجب تسوية النفايات و رصها بواسطة البلدوزر. كما يجب طمر النفايات بالتربة بصورة دورية لتحاشى الآتي:

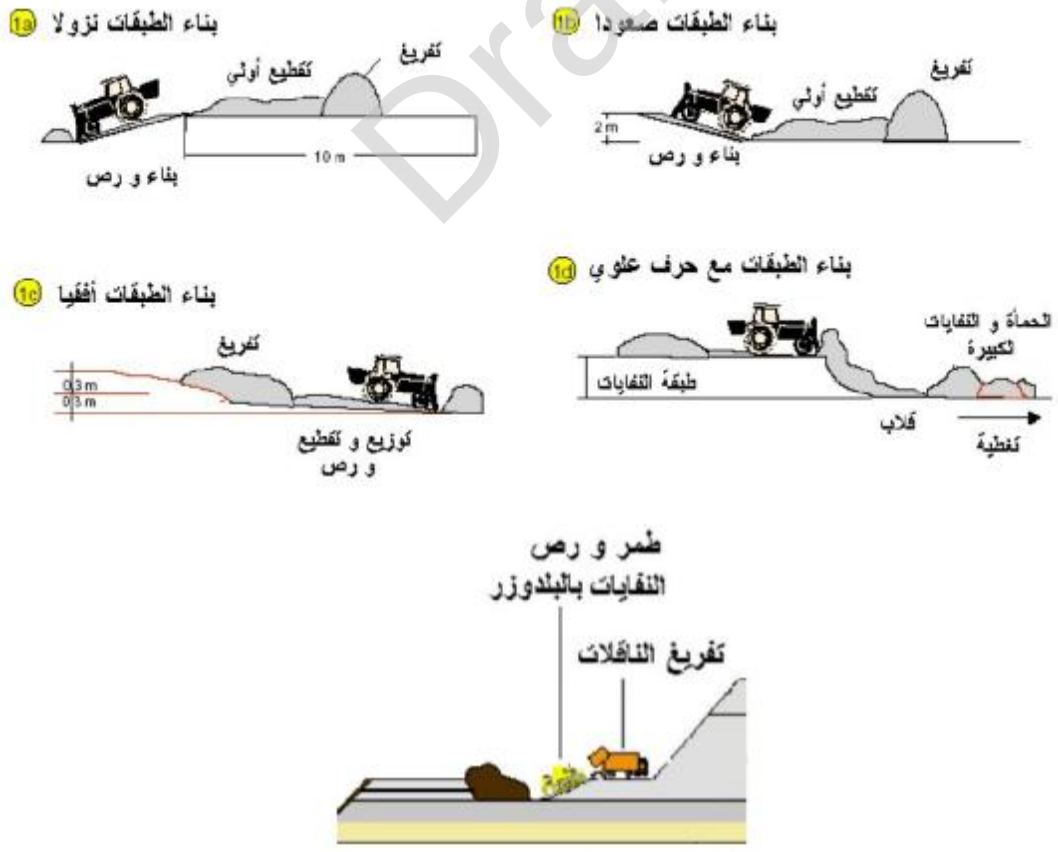
- الحشرات والروائح الكريهة
- خطر الحرائق التلقائية
- المخاطر الصحية
- تناثر النفايات

ومع مراعاة الجوانب الإيجابية المذكورة أعلاه يجب ملاحظة أن طمر النفايات ينقص حجم المطمر الصحي وبالتالي يؤدي إلى خفض العمر الافتراضي للموقع ويرفع التكلفة النوعية للطن الواحد من النفايات. وبصورة عامه يجب طمر النفايات بطبقة خفيفة من التربة (١٠ سنتيمتر) مرة واحدة في الأسبوع على الأقل.

Draft

يجب أن لا تزيد المساحة المطمورة بنفايات مكشوفة على هكتار واحد (١٠٠٠٠ متر مربع) في أي وقت من الأوقات. يجب أن لا تكون التربة المستخدمة للطمر الوسطي (بين طبقات النفايات) طينية قليلة النفاذية كونها ستحد من تسرب الرطوبة بين طبقات النفايات وستحد من التحلل البيولوجي لها وقد تؤثر في استقرار المنحدرات. ونتيجة لمشاكل التعرية يجب عدم تغطية المنحدرات بالتربة الرملية ويجب زراعتها في أسرع وقت ممكن.

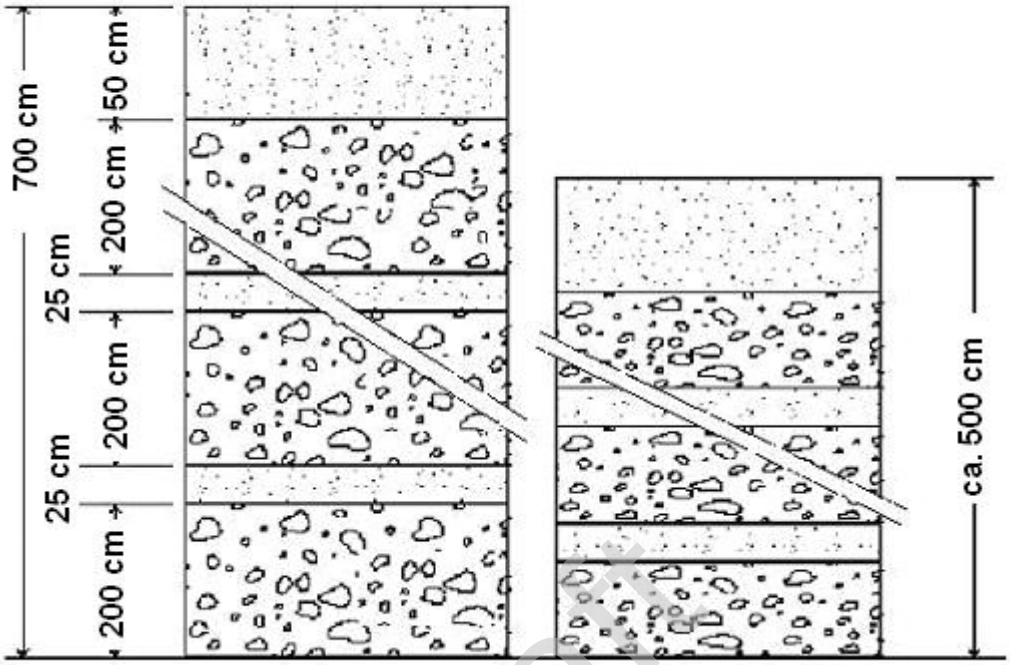
يجب عدم تصريف النفايات خارج حدود المطمر الصحي كما يجب نشر وطمر كل النفايات المتراكمة و بالإمكان نقل هذه النفايات إلى جزء آخر من المطمر (غير الجزء المستخدم حاليا) إذا كان هذا سيساعد في عمل الشكل النهائي المطلوب للموقع. كما يجب تغطية كل النفايات الظاهرة وإن كانت خارج الجزء المستخدم حالياً لنشر النفايات بطبقة طمر وسيطة تبلغ ١٠ سنتيمترات او بطبقة نهائية من التربة تبلغ ٥٠ سنتيمتر. يجب تسوية الميل النهائي لأي جزء من المطمر بحيث يسمح بتصريف المياه بعيداً عن الأجزاء المفتوحة لتصريف النفايات وإلى المساحات الخارجية باتجاه مجرى المياه الطبيعية للمطمر الصحي. يظهر الشكل التالي طريقة طمر النفايات ضمن المطمر الصحي على شكل طبقات بارتفاع ٣٠ إلى ٥٠ سم.



Draft

يبين الشكل التالي طريقة طمر النفايات ضمن المطمر الصحي.

انخفاض ارتفاع النفايات نتيجة رص النفايات و تحللها



Draft