

## Assessing the Impacts of Landfills on Environment using Geotechnical Factors, Case study: Landfill of Quchan

Maryam Naeimi<sup>1\*</sup>, Abdolhosein Haddad<sup>2</sup>, Hojat Dehestani<sup>3</sup>, Samira Zandifar<sup>4</sup>

1. *Corresponding Author*, Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.
3. PhD Student, Faculty of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.
4. Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Tehran, Iran.

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

### Article history:

**Received:** 23 August 2020

**Revised:** 09 November 2020

**Accepted:** 06 January 2021

### Keywords:

Landfill,  
Geotechnical factors,  
Environmental impact  
assessment,  
wall stability.

### ABSTRACT

Increased waste production due to population growth and improper landfilling is one of the most significant problems in urban communities. Environmental impact assessment is one of the tools that has been introduced to predict and reduce the destructive and harmful effects of construction projects. Therefore, in the present study, the impacts of unprincipled exploitation of Quchan's landfill on the environment (EIA) was assessed using existing reports and satellite images, field studies, and considering the influential factors of environmental geotechnics in Iranian matrix. Analyzing the Iranian matrix shows that the number of effects and consequences of the negative algebraic mean is equal to 3 and 5, respectively. However, the negative effect and consequence less than -3.1 in the column and row are related to leveling and ground preparation, bed rupture and wall stability, respectively. More investigation on geotechnical parameters indicated that the factor of safety (FS) of gravel walls needs improvement. It was shown that in Quchan's landfill, in case of excavation with a slope of less than 35 degrees and excavation height of about 4 meters, the existing trenches will not slip. Therefore, the necessary modification and improvement is necessary for the wall retaining and appropriate results and solutions have been provided to improve the conditions.

**Cite this article:** Naeimi, M., Haddad, A., Dehestani, H., Zandifar, S. (2022). Assessing the Impacts of Landfills on Environment using Geotechnical Factors, Case study: Landfill of Quchan. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 10(30), 151-166. DOI: 10.22111/jneh.2021.35483.1694



© Maryam Naeimi.

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

DOI: 10.22111/jneh.2021.35483.1694

\* Corresponding Author Email: [naeimi@rifr.ac.ir](mailto:naeimi@rifr.ac.ir)

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۰، شماره ۳۰، زمستان ۱۴۰۰

## ارزیابی اثرات خاکچال بر محیط زیست با بکارگیری فاکتورهای ژئوتکنیکی، مطالعه موردی: خاکچال قوچان

مریم نعیمی<sup>۱\*</sup>، عبدالحسین حداد<sup>۲</sup>، حجت دهستانی<sup>۳</sup>، سمیرا زندی فر<sup>۴</sup>

۱. استادیار، بخش بیابان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران (نویسنده مسئول)

۲. دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان

۳. دانشجوی دکتری ژئوتکنیک، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان

۴. استادیار، بخش بیابان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	افزایش تولید پسماندها ناشی از رشد جمعیت و دفن غیراصولی در خاکچالها، یکی از مهمترین مشکلات ایجاد شده در جوامع شهری می‌باشد. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی از ابزارهایی بوده که جهت پیش‌بینی و کاهش اثرات مخرب و زیان بار پروژه‌های عمرانی مورد استقبال قرار گرفته است. از این رو در پژوهش حاضر در نظر است با استفاده از گزارشات و تصاویر موجود، مطالعات میدانی، ماتریس ایرانی و در نظر گیری فاکتورهای تاثیرگذار ژئوتکنیک زیست محیطی، آثار بهره‌برداری غیر اصولی از خاکچال شهرستان قوچان بر محیط زیست بررسی گردد. با تجزیه و تحلیل ماتریس ایرانی مشخص گردید که تعداد اثرات و پیامد های میانگین جبری منفی به ترتیب برابر با ارزش ۳ و ۵ است. در این میان اثر و پیامد منفی کم‌تر از ۳/۱- در ستون و سطر به ترتیب مربوط به تسطیح و آماده سازی زمین، گسیختگی بستر و پایداری دیواره است. با توجه به بررسی های ژئوتکنیکی، فاکتور پایداری دیواره‌های خاکچال نیاز به بهسازی دارد. در خاکچال قوچان در صورت خاکبرداری با شیب کمتر از ۳۵ درجه و ارتفاع خاکبرداری حدود ۴ متر ترانشه‌های موجود دچار لغزش نمی گردد. از اینرو اصلاح و بهسازی لازم در جهت پایداری دیواره ضروری بوده و نتایج و راه کارهای مناسب جهت بهبود شرایط ارائه شده است.
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲	
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۹	
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷	
واژه‌های کلیدی: خاکچال، فاکتورهای ژئوتکنیکی، ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، پایداری دیواره.	

استناد: نعیمی، مریم، حداد، عبدالحسین، دهستانی، حجت، زندی فر، سمیرا. (۱۴۰۰). ارزیابی اثرات خاکچال بر محیط زیست با بکارگیری فاکتورهای

ژئوتکنیکی، مطالعه موردی: خاکچال قوچان. مخاطرات محیط طبیعی، ۱۰(۳۰)، ۱۶۶-۱۵۱. DOI: 10.22111/jneh.2021.35483.1694



© مریم نعیمی<sup>\*</sup>، عبدالحسین حداد، حجت دهستانی، سمیرا زندی فر.

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

## مقدمه

در سالهای اخیر با توجه به افزایش جمعیت در مناطق مختلف و تغییراتی که در نوع مصرف جوامع به وجود آمده است، روند تولید پسماند شهری بصورت چشمگیری افزایش یافته و بحث مدیریت پسماند تبدیل به یکی از دغدغه‌های پیش روی مهندسين می‌باشد. محل های دفن پسماندها به دلیل آن که در معرض عوامل فیزیکی و بیولوژیکی محیط قراردارند، در طول زمان دچار تغییراتی می شوند. از جمله این تغییرات می توان به تولید شیرابه و نفوذ آن به لایه های تحتانی خاک، آلودگی آب زیر زمینی، تولید و انتشار گازهای ناشی از تجزیه پسماند مانند متان و دی اکسید کربن و در نهایت نشست محل اشاره نمود (عابدین زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

در ایران، موضوع دفن بهداشتی مبحث جدیدی بوده و در اکثر مناطق ایران زباله ها عموماً به شکل تلنبار، سوزاندن و در بهترین شرایط به صورت غیربهداشتی دفن می شود و از حدود ۹۲٪ مواد زایدی که در کشور دفن می شوند، حدود ۲۵٪ دفن بصورت اصولی و تقریباً بهداشتی دفن می شود (مهندسين مشاور عمران تدبیر آسیا، ۱۳۹۵). در این راستا، توسعه مراکز دفن پسماند و همچنین انتخاب محل مناسب برای خاکچال‌ها می‌تواند به عنوان ایده‌های اولیه برای رفع مشکل مدیریت پسماند ارائه گردد (غیور و رزم آرا، ۱۳۹۷).

ابزارهای متعددی جهت پیش بینی و کاهش اثرات طرح ها و پروژه ها وجود دارند؛ شش مورد از مهمترین آن ها شامل: نقشه سازی مخاطرات محیط زیستی، ارزیابی چرخه ی حیات، ارزیابی اثرات زیست محیطی، سیستم چند عامله، برنامه ریزی خطی و شاخص های زیستی کشاورزی می باشند (غلامعلی فرد و همکاران، ۱۳۹۳). در این میان، ارزیابی آثار توسعه بر محیط زیست روشی است که برای اطمینان از رعایت ضوابط، معیارها و قوانین محیط‌زیستی در طرح های مختلف ابداع شده است و هدف اصلی آن پیش‌بینی، شناسایی و تجزیه و تحلیل دقیق کلیه نشانزدهای (آثار) مثبت و منفی طرح بر محیط‌زیست طبیعی و انسانی است (لکنس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات پیشین در ارتباط با بررسی اثرات یک فعالیت عمرانی و پیشنه‌های در محیط زیست شامل فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بوده است، (قادری و همکاران، ۱۳۹۸، نوائی فیض آبادی و همکاران، ۱۳۹۵، ولی زاده و شکری، ۱۳۹۴، غلامعلی فرد و همکاران، ۱۳۹۳، عابدین زاده و همکاران، ۱۳۹۰). روش های ماتریسی می توانند به عنوان ابزاری ساده و کارآمد در ارزیابی اثرات محیط زیستی باشند و قادرند با بهره گیری از اطلاعات میدانی، پرسشنامه، دانش کارشناسی و سایر منابع اطلاعاتی در دسترس، وضعیت محیط زیستی گزینه ها و فعالیت های توسعه ای را با صرف زمان اندک به صورت کمی و مقایسه پذیر نمایش دهند. این در حالیست که، مطالعات گذشته نشان داده که طراحی، تحلیل و انتخاب محل مناسب خاکچال و بررسی رفتار مکانیکی پسماندهای شهری و ضایعات ناشی از آن مانند شیرابه‌ها از اهمیت زیادی برخوردار شده است (شریعتمداری و همکاران، ۱۳۹۳). در این راستا شناخت صحیح از الگوی مصرف جامعه هدف بعثت تغییر ترکیبات زباله براساس زمان و وابستگی آن با مواد مصرفی جامعه هدف جهت ارائه یک راهکار صحیح برای معرفی و مکان یابی دفن زباله مهم و ضروری بنظر می‌رسد (کریمپور<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱ و یونگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۹).

<sup>1</sup> Leknes

<sup>2</sup> Karimpour

<sup>3</sup> Yong

همچنین، شناخت صحیح از الگوی مصرف جامعه هدف می تواند در طراحی خاکچال‌های منطقه از نقطه نظر نفوذپذیری خاک و گسیختگی بستر خاک موثر باشد. حضور گونه‌های فعال مانند یون‌هایی با سمیت بالا و نفوذپذیری زیاد می‌تواند بروی ویژگی خاک‌های منطقه تاثیرگذار بوده و لزوم طراحی خاکچال‌هایی با مقاومت بالا و فضای متخلخل کم که به صورت مستقیم امکان نفوذ آلاینده‌ها را کاهش داده ضروری می‌سازد. بطور قطع پسماندهای هرمنطقه بویژه پسماندهای غذایی بر ویژگی‌های خاک آن منطقه بسیار موثر است (خداری<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۸، و لینز<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۰).

از طرفی، انتخاب محل مناسب برای یک خاکچال نیاز به شناخت صحیح از فاکتورهای ژئوتکنیکی منطقه مورد بررسی مانند نفوذپذیری خاک، گسیختگی بستر خاک و پایداری شیب ترانشه‌ها را دارد. بعنوان مثال، نفوذپذیری لایه‌های خاک منطقه خاکچال مورد استفاده رابطه مستقیمی با میزان نفوذپذیری آلاینده‌های زیست محیطی موجود در پسماند به آب‌های زیر زمینی و تخریب آن دارند (باریتر و همکاران، ۲۰۱۲). به عنوان مثال، یون کلرید بعنوان یک یون با نفوذپذیری بالا و محصول حاصل از تجزیه اکثر پساب‌های صنعتی با اثرات نامطلوب بروی سلامت انسان میزان نفوذپذیری مختلفی در لایه‌های خاک با ترکیبات مختلف را از خود نشان داده است (نامبیر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۰ و فاتوینبو<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۲۰). بر این اساس، مکان یابی خاکچال نیازمند بررسی شرایط منطقه از جمله زمین شناسی، کاربری اراضی، فاصله از محدوده شهر، شیب، فاصله از جاده، پوشش گیاهی، نفوذپذیری و هیدرولوژی به منظور کاهش اثرات منفی می باشد (گیلوری و همکاران، ۱۳۹۴).

از طرفی گسیختگی دیواره خاکچال با امکان نشت مواد حاصل از پساب‌های صنعتی، رابطه مستقیم با میزان آلودگی آب‌های زیر زمینی آن منطقه و عوارض زیست محیطی در منطقه دفن زباله را دارد (بدو، ۱۳۹۲). ارتباط مستقیم بین محل دفن زباله و آلودگی آب‌های زیرزمینی در نتایج بدست آمده از تحقیق انجام شده برای شهر تورنتو کانادا نشان داده است که مواد آلاینده دفن شده از پسماندهای شهری باعث ۱۵ درصد افزایش میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه خاکچال نسبت به نقاط دیگر شهر شده است (گارتنر<sup>۵</sup>، ۱۹۹۹ و رو<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۰).

نظر به عدم حضور مطالعات در بررسی اثرات بر محیط زیست با در نظر گیری فاکتورهای ژئوتکنیکی (نعیمی و همکاران، ۱۳۹۸) در مورد خاکچال، در تحقیق حاضر به بررسی ارزیابی اثرات بر محیط زیست خاکچال شهرستان قوچان بر محیط زیست پرداخته شد. رویکرد مقاله با هدف ارائه راهکارهای مختلف جهت بهبود کارایی خاکچال با در نظر گیری فاکتورهای ژئوتکنیک زیست محیطی و جلوگیری از اثرات آن بروی آلودگی آب‌های زیرزمینی ارائه گردد.

<sup>1</sup> Khodary

<sup>2</sup> Lins

<sup>3</sup> Nambiar

<sup>4</sup> Fatoyinbo

<sup>5</sup> Gartner

<sup>6</sup> Rowe

## داده ها

### منطقه مورد مطالعه

شهر قوچان در فاصله ۱۲۱ کیلومتری مشهد قرار داشته که از شمال به شهرستان درگز، از شرق به چناران، از جنوب به نیشابور و از غرب به شهرستان فاروج محدود میشود. جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۵ براساس سرشماری نفوس و مسکن ۱۱۳۱۳۱ نفر بوده است. باتوجه به شرایط کوهستانی قوچان، آب و هوای این شهر سرد و معتدل است، متوسط دما در این شهر ۱۱/۳ سانتیگراد است و میانگین بارندگی در قوچان به ۲۸۵ میلیمتری رسد. از نظر زمین شناسی، عمده منطقه مطالعاتی از سازندهای مزدوران، شوربجه و رسوبات کواترنری تشکیل شده است.

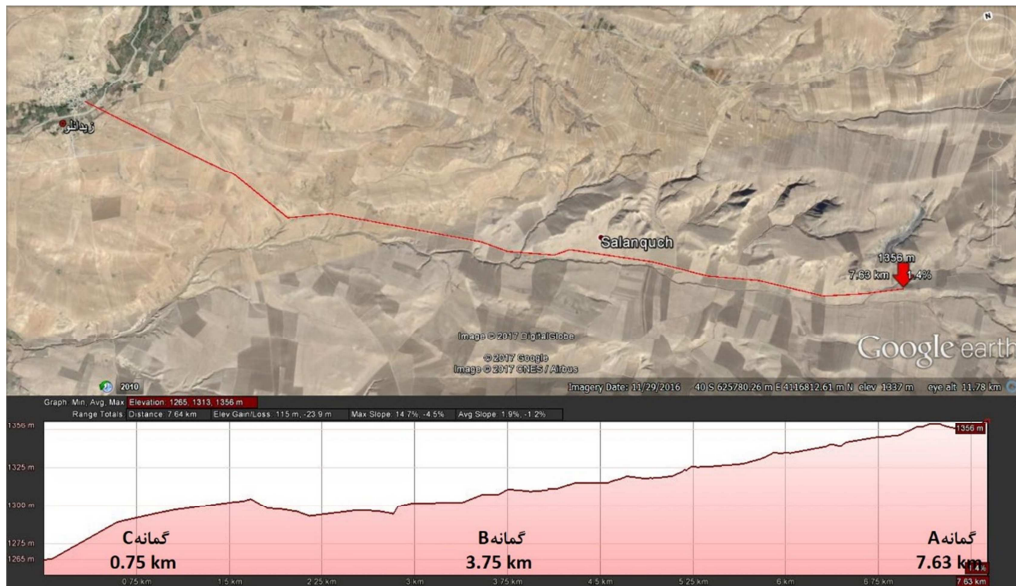
در حال حاضر، خاکچال شهرستان قوچان در حدود ۲۰ کیلومتری شهرستان قوچان و در ابتدای جاده قوچان به سمت درگز و در ۶ کیلومتری روستاهای شورک حاجی و ۱۸ کیلومتری روستای زیدانلو قرار داشته که در ۳۴' ۳۰" ۵۸° طول شرقی و ۲۲' ۰۶" ۳۷° عرض شمالی واقع گردیده است. خاکچال قوچان در واقع بخشی از اراضی کشاورزی دیم منطقه در محدوده روستای شورک و زیدانلو است. با توجه به اطلاعات بدست آمده از اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان رضوی میزان سرانه زباله تولیدی ۷۰۰ گرم به ازای هر نفر در روز است. در عین حال، زباله‌های واحدهای تولیدی، خدماتی، صنعتی، کشتارگاه و بیمارستانی نیز به محل خاکچال شهرداری حمل شده و بدون عملیات خاصی در محل تلنبار می‌شود. در مجموع میزان زباله ورودی روزانه به خاکچال قوچال معادل ۱۱۰ تن می باشد.

موقعیت خاکچال که در محل دپو پسماند های و گمانه های مطالعاتی در شکل های ۱ و ۲ نمایش داده شده است. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در شعاع ۶ تا ۱۵ کیلومتری خاکچال هفت روستا وجود دارد. با توجه به پروفیل خاک منطقه (شکل ۳) شیب زمین و مسیر جریان آب از روستای شورک حاجی در فاصله ۶/۵۵ کیلومتری به سمت زیدانلو بوده و از آن جایی که محل خاکچال بین دو روستا بوده و آب زیرزمینی از محل خاکچال عبور می کند و این روستا در معرض خطر بیشتر و آلودگی آب های آلوده قرار دارد. با توجه به اطلاعات موجود خاکچال موردنظر از ترانسهایی با شیب حدود ۳۰ تا ۵۰ درجه با ارتفاع حدودی ۵ تا ۸ متر تشکیل شده است (شکل ۲) که دارای مساحت ۳/۸ هکتار است.

با توجه به شکل ۲ وضعیت لایه‌بندی خاک منطقه به شرح زیر است، در حدود ۲ تا ۳ متر ابتدایی لایه رس با نفوذپذیری  $10^{-4} \times 2/5$  سانتی‌متر بر ثانیه قرار دارد. بعد از آن یک لایه ماسه ریز تا عمق حدود ۸ تا ۹ متری با تراوایی  $10^{-3} \times 8/5$  سانتی‌متر بر ثانیه قرار داشته که این لایه ماسه در نزدیکی روستای زیدانلو به سطح زمین نزدیک می‌شود. سپس یک لایه شش متری ریزدانه از لای و رس قرار داشته و بعد از آن یک لایه چهار متری ماسه ریز قرار دارد. جزییات کامل اطلاعات خاک محل (شرکت مشاور عمران تدبیر آسیا، ۱۳۹۵) در پیوست ارائه شده است.



شکل ۱: موقعیت خاکچال مورد مطالعه و روستاهای اطراف بر روی تصویر ماهواره ای دریافت شده از گوگل ارت



شکل ۲: پروفیل طولی مسیر و شیب طبیعی زمین از محل خاکچال به سمت روستای زیدانلو

### روش انجام تحقیق

برای انجام یک ارزیابی محیط‌زیستی روش‌های مختلفی وجود دارد. در این مطالعه از ماتریس ایرانی برای ارزیابی اثرات زیست محیطی استفاده شد. ماتریس ایرانی توسط مخدوم در دهه هفتاد و در تکمیل ماتریس لئوپولد ارائه شد

(مخدوم، ۱۳۸۷). نسخه اصلی این ماتریس به دلیل ارزش گذاری ۱۰ + تا ۱۰ - نتوانست جایگاه مناسبی در ارزیابی اثرات توسعه در ایران کسب کند. بنابراین در نسخه اصلاح شده این ماتریس برای مطابقت بهتر با صفت های موجود در زبان فارسی، گستره ارزش گذاری به +۵ تا -۵ تغییر یافت. ساختار ساده و قابلیت اجرای ارزیابی چند معیاره از مزایای این رویکرد است (ولی زاده و شکری، ۱۳۹۴). در این روش، ماتریسی تشکیل میشود که ریز فعالیتهای پروژه در مراحل اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری (در مطالعه حاضر شامل ۵ فعالیت در مرحله بهره برداری)، در ستونهای آن و فاکتورهای مختلف اثر گذار بر محیط‌زیست در سطرهاى آن قرار میگیرند. محدوده و تاثیر اثرات بر هر یک از پارامترهای محیط زیستی در این روش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: ارزش‌های کمی در ماتریس ایرانی (مخدوم، ۱۳۸۷)

ردیف	اثر مثبت	امتیاز	اثر منفی	امتیاز
۱	سودمندی خیلی خوب	+۵	تخریب خیلی زیاد	-۵
۲	سودمندی خوب	+۴	تخریب زیاد	-۴
۳	سودمندی متوسط	+۳	تخریب متوسط	-۳
۴	سودمندی ضعیف	+۲	تخریب ضعیف	-۲
۵	سودمندی ناچیز	+۱	تخریب ناچیز	-۱

در جمع‌بندی اثرات، میانگین اثرات مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیط زیستی محاسبه گردید و در نهایت برای هر یک از اجزای محیط زیستی و برای هر یک از مراحل ساختمانی و بهره‌برداری گزینه‌های مختلف، عددی محاسبه شد. در این مرحله میانگین امتیاز مثبت بیانگر مقبولیت محیط زیستی پروژه است، اما در صورتی که میانگین رده‌بندی بین ۳/۱ - تا ۵/۱ - باشد، پروژه از لحاظ مطالعات محیط زیستی مورد پذیرش قرار نمیگیرد. اگر میانگین رده‌بندی ۲/۱ - تا ۳/۱ - باشد، پروژه با انجام موارد اصلاحی قابل اجرا است و چنانچه میانگین رده بندی بین ۰ تا ۲/۱ - باشد پروژه با انجام گزینه‌های اصلاحی و طرحهای بهسازی قابل اجرا خواهد بود (رودگرمی و شکری، ۱۳۹۴).

#### پارامترهای ژئوتکنیکی

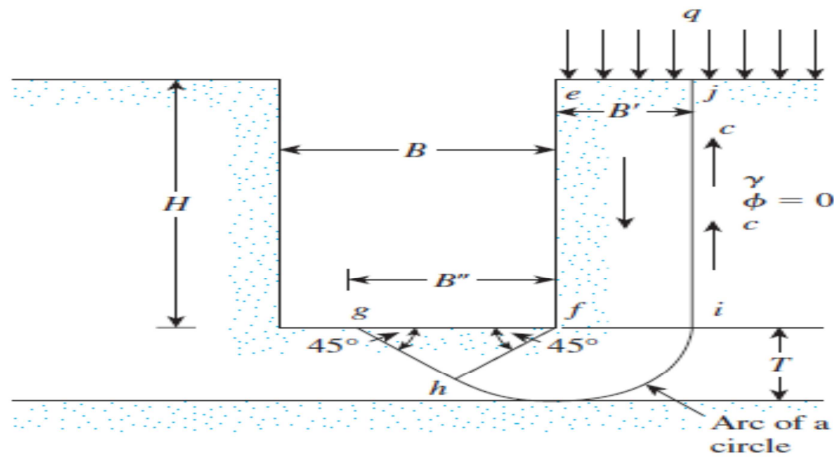
در ادامه با توجه به نتایج بدست آمده از ماتریس ایرانی به بررسی فاکتورهای ژئوتکنیکی شامل گسیختگی بستر و پایداری دیواره که دارای پیامدهای منفی می باشند پرداخته خواهد شد.

یکی از عواملی که باعث ایجاد تخریب و گسیختگی بستر می‌شود افزایش نیروها و تنش‌های وارده بر کف بستر خاکچال می‌باشد (طاحونی، ۱۳۸۷). همچنین خاکبرداری بر روی بستر خاک ریزدانه و رسی با ضخامت کم نیز منجر به افزایش احتمال گسیختگی خواهد شد. جهت جلوگیری از ایجاد گسیختگی و ترک در کف بستر خاکچال، ضریب اطمینان در برابر ظرفیت باربری و گسیختگی کف بستر محاسبه می‌گردد. از این‌رو بر اساس رابطه داس<sup>۱</sup> می‌توان ضریب اطمینان در برابر بالازدگی کف گود رس را از رابطه ۱ و با توجه به شکل ۳ بدست آورد (طاحونی، ۱۳۸۷).

<sup>1</sup> Das

$$FS = \frac{cNc(1 + \frac{0.2B'}{L})}{(\gamma + \frac{q}{H} - \frac{c}{B'})H} \quad (1)$$

در رابطه ۱، FS ضریب اطمینان در برابر بالازدگی کف گود، C چسبندگی خاک کف گود، Nc ضریب ظرفیت باربری، B' عرض موثر، L طول گود موردنظر،  $\gamma$  وزن مخصوص خاک کف گود، q سربار وارده بر گود و H ارتفاع خاکچال و گود ایجاد شده می‌باشد.



شکل ۳: پارامترهای محاسبه ضریب اطمینان بالازدگی کف گود (طلاحونی، ۱۳۸۷)

در ادامه، به بررسی پایداری ترانشه‌ها در خاکچال با استفاده از نمودارها و روابط دانکن به بررسی ضریب اطمینان شیروانی‌ها پرداخته شد (دانکن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱).

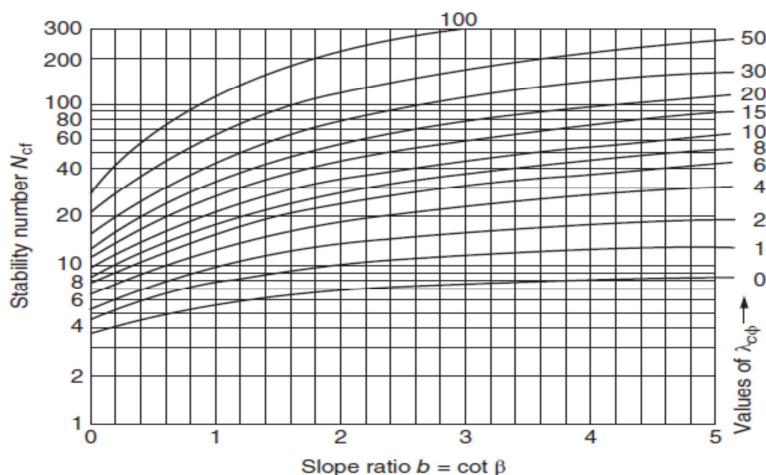
$$F = Ncf^c/Pd \quad (2)$$

که در این رابطه F ضریب اطمینان در برابر لغزش، C چسبندگی خاک،  $N_{cf}$  عدد پایداری که از شکل ۴ بدست آمده و  $P_d$  تنش با توجه به ارتفاع خاکبرداری بوده که از رابطه ۳ بدست می‌آید (دانکن و همکاران، ۲۰۱۱).

$$Pd = \gamma H + q - \gamma_w H_w / \mu_q \mu_w \mu_t \quad (3)$$

در رابطه ۳،  $\gamma$  وزن مخصوص دیواره گود، H ارتفاع دیواره گود، q سربار وارده بر گود،  $\gamma_w$  وزن مخصوص آب،  $H_w$  تراز آب زیرزمینی،  $\mu_q$  ضریب سربار،  $\mu_w$  ضریب غوطه وری،  $\mu_t$  ضریب ترک کششی می‌باشد.

<sup>1</sup> Duncan



شکل ۴: تعیین عدد پایداری نسبت به زاویه شیب بر اساس روش دانکن (دانکن و همکاران، ۲۰۱۱)

لازم به ذکر است در این میان علاوه بر محاسبات ژئوتکنیک از کاربرد تصاویر ماهواره ای دریافت شده از گوگل ارث در سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۱۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ جهت مقایسه تغییرات نیز در تعیین اثرات خاکچال بر محیط زیست بهره گرفته شده است.

## نتایج و بحث

### ارزیابی اثرات خاکچال بر محیط زیست:

در مطالعه حاضر به بررسی پارامترهای ژئوتکنیک زیست محیطی در ارزیابی اثرات خاکچال شهرستان قوچان پرداخته شده است. بررسی گمانه‌ها نشان داد که منطقه از دو نوع خاک ریز دانه و درشت دانه تشکیل شده است. نظر به قرار گیری خاکچال در نزدیکی روستا و همچنین با توجه به مطالعات خاک، پیش بینی و تحلیل آثار نشان می‌دهد که عمده ترین پیامدهای پروژه با در نظر گیری پارامترهای ژئوتکنیکی زیست محیطی منطقه شامل پایداری دیواره، گسیختگی بستر و آلودگی خاک است. ارزیابی اثرات خاکچال شهرستان قوچان با تکیه بر پارامترهای ژئوتکنیکی، در جدول ۲ ارائه شده است.

با تجزیه و تحلیل ماتریس ایرانی مشخص گردید که تعداد اثرات و پیامدهای دارای میانگین جبری منفی درستون و سطر به ترتیب برابر با ارزش ۳ و ۵ است که در این بین تعداد اثر منفی کمتر از ۳/۱- در ستون، مربوط به تسطیح و آماده سازی است. همچنین، تعداد پیامدهای منفی کمتر از ۳/۱- در ردیف، مربوط به گسیختگی بستر و پایداری دیواره است. بر این اساس، نتیجه گیری از ماتریس نشان می‌دهد که پروژه مورد نظر در حالت پنجم قرار می‌گیرد، در این حالت تعدادی از میانگین‌های رده بندی هم در ستون و هم در ردیف‌ها کمتر از ۳/۱- است؛ در حالیکه تعداد آن‌ها به ۵۰ درصد نمی‌رسد. در این حالت پروژه با ارایه طرح‌های بهسازی و گزینه‌های اصلاحی مورد تایید است.

قابل ذکر است بررسی ها در ماتریس ایرانی نشان داد که فعالیت های تفکیک پسماند و ایجاد پوشش نهایی اثرات مثبت بر فاکتور های ژئوتکنیکی خواهند داشت.

جدول ۲: ماتریس ایرانی ارزیابی اثرات خاکچال موجود در شهرستان قوچان بر محیط زیست با تکیه بر پارامترهای ژئوتکنیکی

فعالیت ها فاکتورها	تسطیح و آماده سازی	تفکیک پسماند	حمل و پخش پسماند	پر کردن خاکچال	ایجاد پوشش نهایی	تعداد ارزش ها	تعداد ارزش های مثبت	نسبت ارزش های مثبت	جمع جبری	میانگین رده بندی
شکل زمین	-۳	۰	-۱	-۱	۰	۳	۰	۰	-۵	-۱/۶۷
پایداری دیواره	-۵	۰	-۴	-۳	+۱	۳	۱	۰/۷۵	-۱۰	-۳/۳
گسیختگی بستر	-۵	۰	۰	-۲	۰	۲	۰	۰	-۷	-۳/۵
آلودگی خاک	-۴	۰	-۱	-۵	+۱	۴	۱	۰/۲۵	-۹	-۲/۲۵
نشست خاکچال	۰	+۱	-۱	-۱	-۱	۴	۱	۰/۲۵	-۲	-۰/۵
تعداد ارزش ها	۴	۱	۴	۵	۳					
تعداد ارزش های مثبت	۰	۱	۰	۰	۲					
نسبت ارزش های مثبت	۰	۱	۰	۰	۰/۶۶					
جمع جبری	-۱۷	+۱	-۷	-۱۲	+۱					
میانگین رده بندی	-۴/۲۵	+۱	-۱/۷۵	-۲/۴	+۰/۳۳					

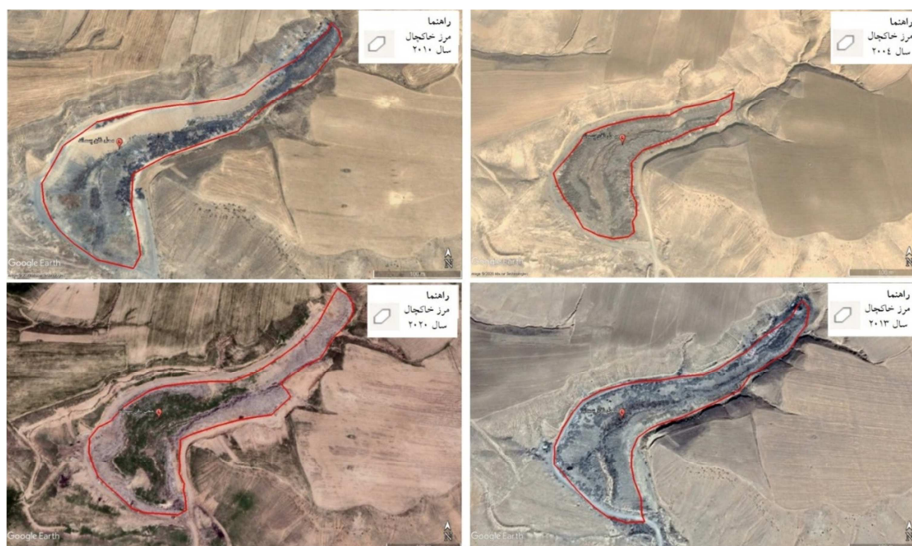
#### بررسی پارامترهای ژئوتکنیکی:

##### شکل زمین:

با توجه به نتایج جدول ۲ پیامد فعالیت های عمرانی بر فاکتور شکل زمین ( با میانگین رده بندی -۱/۶۷ ) است. با بررسی تصویر ماهواره ای دریافت شده از گوگل ارث منطقه در بازه زمانی ۱۷ سال و مطالعه تغییرات توپوگرافی ایجاد شده در شیب ترانشه ها در خاکچال قوچان نتایج جدول ۲ اعتبار سنجی شد.

بررسی زمانی تغییرات شکل سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای دریافت شده از گوگل ارث مرتبط با خاکچال قوچان در سال های ۲۰۰۴، ۲۰۱۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ پرداخته شد (شکل ۵). با توجه به شکل ۵، مساحت خاکچال در سال ۲۰۰۴ معادل ۲/۳۶ هکتار بوده است که از پسماند شهری پر شده است. این در حالیست که مساحت خاکچال در سال ۲۰۲۰ برابر با ۴/۵۰ هکتار است. نتایج نشان داد که در سال ۲۰۱۰ مساحت خاکچال ۱/۳ هکتار افزایش یافته است. از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ توسعه سطح به میزان ۰/۲۳ هکتار بوده و در واقع حجم پسماند شهری بیشتری علی الخصوص در دیواره های با شیب زیاد در محل خاکچال دفن شده است.

در ادامه با توجه به شکل ۶، ارتفاع شیب و زاویه شیب در هر یک از ترانشه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شکل، بالاترین ارتفاع شیب ۸ متر با زاویه شیب ۵۰ درجه می‌باشد. همچنین، کمترین ارتفاع شیب ۴ متر با زاویه ۳۰ درجه می‌باشد. بر این اساس، در وضعیت فعلی خاکچال، با توجه به تصاویر مساحت خاکچال اضافه شده، در بعضی نقاط پوشش نهایی خاک بر روی پسماندهای شهری قرار گرفته و ترانشه‌ها دارای ارتفاع بیشتر و شیب تندتری می‌باشند. بر این اساس، در طی سالیان بهره‌برداری این خاکچال، اثرات توپوگرافی شدیدی به محیط خاکچال وارد شده است.



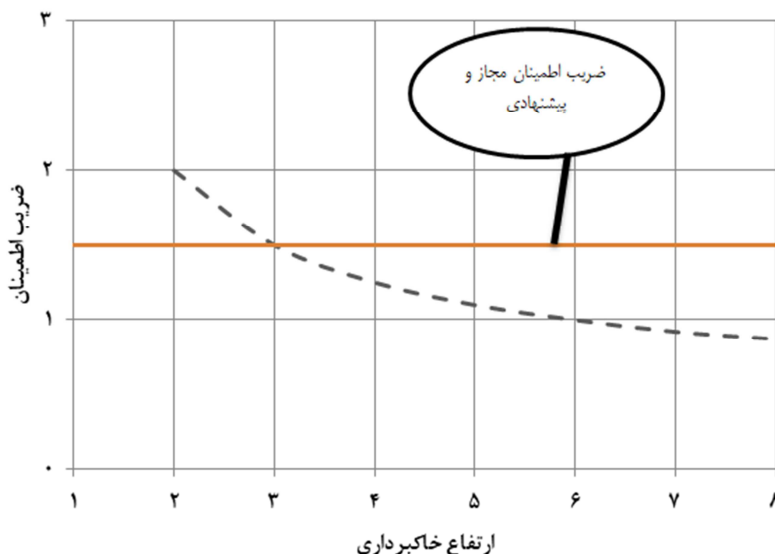
شکل ۵: تصویر ماهواره‌ای از وضعیت خاکچال قوچان در سال ۲۰۰۴، ۲۰۱۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰



شکل ۶: نمای نزدیک از خاکچال قوچان به همراه وضعیت شیب‌های موجود سال ۲۰۲۰

### گسیختگی بستر

با توجه به نتایج جدول ۲ از مشکلات اصلی خاکچال قوچان گسیختگی بستر خاکچال می‌باشد. بر این اساس تغییرات ضریب اطمینان در برابر بالازدگی بر حسب ارتفاع‌های خاکبرداری در شکل ۷ به نمایش درآمده است. با توجه به شکل ۷، ضریب اطمینان در برابر بالازدگی کف گود رس در ارتفاع‌های بیش از ۳ متر کمتر از حد مجاز می‌باشد. بر این اساس، در صورت حفر خاکچال با ارتفاع بیش از سه متر ضرورت استفاده از روش‌های افزایش مقاومت الزامی است. بر این اساس، لازم است تمهیداتی جهت افزایش ضریب اطمینان در برابر گسیختگی بستر استفاده شود. روش‌های قابل توصیه جهت افزایش ضریب اطمینان شامل روش‌های تثبیت میکروبی (استبنيکوی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱) یا افزودن یک لایه رس با ضخامت نیم تا یک متر با ضریب نفوذپذیری کمتر از  $10^{-9}$  متر بر ثانیه به همراه یک لایه ژئوتکستایل جهت افزایش ضریب اطمینان در برابر گسیختگی بستر می‌باشد.



شکل ۷: تاثیر ارتفاع خاکبرداری بر ضریب اطمینان بالازدگی کف گود

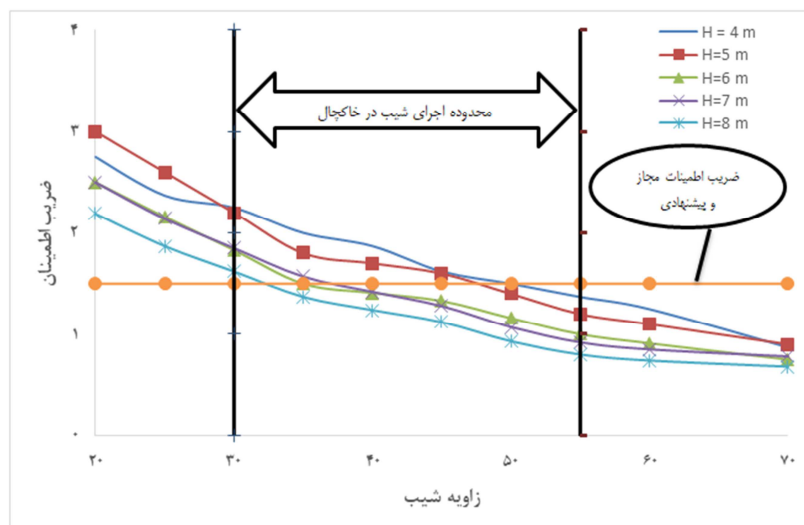
### پایداری دیواره خاکچال:

با توجه به شکل ۲ شیب حدودی ترانشه‌ها در خاکچال قوچان بین ۳۰ تا ۵۰ درجه بوده و ارتفاع خاکبرداری بین ۴ تا ۸ متر می‌باشد. بر اساس روابط ۲ و ۳ و شکل ۶، تاثیر زاویه شیب ترانشه بر ضریب اطمینان لغزش دیواره در شکل ۸ رسم شده است.

با توجه به نتایج ماتریس ایرانی در جدول ۲، فعالیت تسطیح و آماده‌سازی خاکچال و خاکبرداری بر لغزش دیواره‌ها اثر گذاشته و با اثر تخریب خیلی زیاد محاسبه گردیده است. این امر با توجه به زاویه ۳۰ تا ۵۰ درجه شیب‌های موجود در محل خاکچال قوچان (شکل ۶) (شرکت مشاور عمران تدبیر آسیا، ۱۳۹۵)، و افزایش ناپایداری در حین

<sup>1</sup> Stabnikov

بارندگی شدید به علت جنس رسی خاک ترانشه، می‌باشد. همچنین، طبیعی است هنگامی که شیب‌ها در حالت استاتیکی ناپایدار باشند، در شرایط دینامیکی و لرزه‌ای شرایط بحرانی‌تر بوده و ضریب اطمینان در برابر لغزش کاهش می‌یابد. بر این اساس تمهیدات نظیر پایدارسازی جدارها با روش‌های نظیر پلکانی، میخکوبی، پایدارسازی به روش رتبه بندی ژئومکانیکی آرماتور<sup>۱</sup> (دهستانی و حداد<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵) از جمله الزامات می‌باشد.



شکل ۸: تاثیر زاویه شیب ترانشه بر ضریب اطمینان لغزش دیواره

### آلودگی خاک

نتایج ماتریس ایرانی، بررسی های ژئوتکنیکی گمانه ها و تصاویر ماهواره ای منطقه نشان داد که از دیگر مشکلات خاکچال قوچان به دلیل شیب موجود در منطقه نشت شیرابه و آلودگی خاک در محل و اطراف و آلودگی قنات‌های روستاها می‌باشد. بر این اساس، تاثیر نفوذپذیری و تراوایی خاک بر هدایت شیرابه و انتقال آلودگی به سمت روستاهای اطراف مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به شکل ۲، شیب پروفیل زمین از محل خاکچال به سمت روستای زیدانلو می‌باشد. از طرفی، خاکبرداری انجام شده باعث ایجاد ترک در کف خاکچال شده و با توجه به ضخامت کم لایه رس، این ترک‌ها باعث ورود شیرابه به لایه ماسه ریز با نفوذپذیری  $10^{-3} \times 8/5$  سانتی‌متر بر ثانیه شده (فاتوینبو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۰) و با توجه به شیب محل احتمال انتقال آلودگی به طرز چشمگیری افزایش می‌یابد. همچنین، هنگام پر کردن خاک‌چال، شیرابه‌های تولیدی وارد ترک‌ها شده و علاوه بر افزایش ضخامت ترک‌ها باعث افزایش تراوایی خاک شده و در نتیجه انتقال آلودگی از طریق لایه‌های تراوای خاک به سمت روستای زیدانلو افزایش می‌یابد.

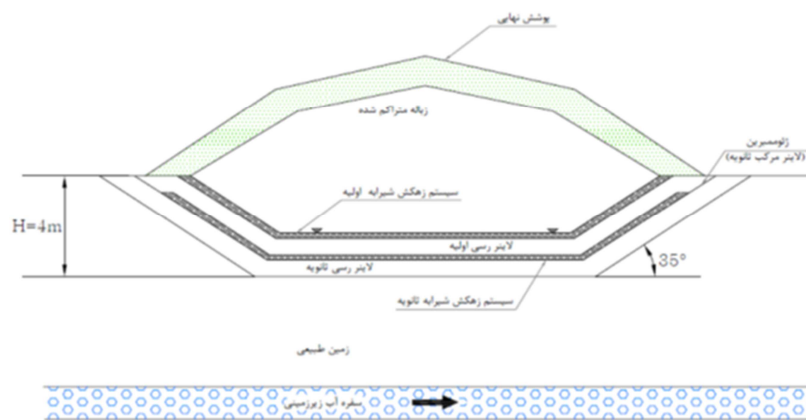
بر این اساس استفاده از خاکچال مهندسی با مشخصات زیر پیشنهاد می‌گردد: خاکچال مهندسی با دو لایه رسی، دوسیستم جمع‌آوری و زهکش شیرابه جهت کنترل حرکت آلاینده ها با توجه به شکل ۹ پیشنهاد می‌گردد (بدو،

<sup>1</sup> Geomechanical Rating of Reinforcement (GRR)

<sup>2</sup> Dehestani & Hadad

<sup>3</sup> Fatoyinbo

(۱۳۹۲)، بر روی کف خاکچال یک لایه رس با ضخامت بین نیم تا یک متر و با ضریب نفوذپذیری کمتر از  $10^{-9}$  متر بر ثانیه و نشانه خمیری بیش از ۸ درصد قرار گیرد. سپس بر روی لایه رس یک لایه ژئوممبرین برای آببندی محیط با چگالی بین ۹۱۰ تا ۹۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب قرار می‌گیرد، در ادامه بر روی آن یک سیستم زهکش برای جمع-آوری شیرابه استفاده می‌شود. بر روی لایه زهکش نیز یک لایه رسی با مشخصات لایه قبل قرار گرفته و در بالا و پایین لایه رس بالایی، لایه‌های ژئوتکستایل تعبیه شده که به ترتیب سیستم زهکش شیرابه اولیه و ثانویه را از لایه رس جدا و محافظت می‌کند. همچنین این ژئوتکستایل‌ها جهت افزایش ضریب اطمینان در برابر گسیختگی بستر به کار می‌رود. سپس بر روی لایه اول ژئوتکستایل سیستم جمع‌آوری و زهکش شیرابه اولیه قرار می‌گیرد (بدو، ۱۳۹۲). برای پوشش نهایی نیز می‌توان از مشخصات زیر برای خاکچال قوچان استفاده کرد: پوشش نهایی که از دو لایه سطحی و لایه مانع هیدرولیکی تشکیل شده است. توصیه می‌شود ضخامت لایه سطحی ۶۰ سانتی‌متر و از خاک سطحی مغذی بوده تا گیاهان بهتر رشد کنند. همچنین ضخامت لایه مانع هیدرولیکی ۳۰ سانتی‌متر با ضریب نفوذپذیری کمتر از  $10^{-9}$  متر بر ثانیه باشد (بدو، ۱۳۹۲). گزارشات متعدد دیگری نیز در ارتباط مستقیم بین ویژگی‌های خاکچال‌ها مورد استفاده برای دفن پسماند و آلودگی آب‌های زیرزمینی و مشکلات زیست‌محیطی وجود دارد (عیسوند و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۹: طرح پیشنهادی برای خاکچال شهرستان قوچان

### نتیجه‌گیری

ارزیابی اثرات محیط زیستی به عنوان راهکاری مناسب جهت به حداقل رساندن اثرات منفی و ارائه گزینه‌های مناسب برای تصمیم‌گیری مدیران و برنامه‌ریزان محسوب می‌گردد. با توجه به اینکه تاکنون ارزیابی پارامترهای تاثیرگذار ژئوتکنیک زیست محیطی بر خاکچال‌ها به طور کامل و با جزئیات انجام نشده است در این تحقیق سعی شده است با مطالعه پارامترهای ژئوتکنیکی خاک، تاثیر آن بر پیش‌بینی رفتار خاکچال مورد بررسی کامل قرار گیرد. با توجه به بررسی‌های ژئوتکنیکی فاکتور پایداری دیواره‌های خاکچال نیاز به بهسازی دارد. بر این اساس با توجه به نتایج بدست آمده، در خاکچال قوچان باید خاکبرداری با شیب کمتر از ۳۵ درجه و ارتفاع خاکبرداری حدود ۴ متر

اجرا شود تا ترانسه‌های موجود در آن دچار لغزش نشوند. برای ترانسه‌ها با ارتفاع و شیب بیشتر باید جدارها با روش‌هایی نظیر پلکانی، میخکوبی، پایدارسازی به روش رتبه بندی ژئومکانیکی آرماتور و روش بهسازی میکروبی پایدار شوند. در جهت کاهش پیامد های گسیختگی و تورم بستر و آلودگی ناشی از تراوایی خاک پیشنهاد می‌شود از روش‌هایی بهسازی میکروبی استفاده می‌شود.

## منابع

- بدو، کاظم (۱۳۹۲)، اصول مهندسی دفن زباله و مبانی طراحی لندفیل‌ها، انتشارات دانشگاه ارومیه، چاپ اول.
- رودگرمی، پژمان؛ خراسانی، نعمت‌الله؛ منوری، سید مسعود؛ نوری، جعفر (۱۳۸۸)، پیش بینی اثرات محیط زیستی توسعه با استفاده از تصاویر ماهواره ای و تکنیک های سنجش از دور، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۱، شماره ۱، صص ۱۶۱-۱۷۲.
- شریعتمداری، نادر؛ رازقی، حمید رضا؛ نایبی، احمد؛ حمزه ای طهرانی، محمد حسین (۱۳۹۳)، توسعه قائم مراکز دفن بهداشتی زباله با توجه به مقاومت ترکیبات موجود در آنها، نشریه علمی پژوهشی امیرکبیر (مهندسی عمران و محیط زیست)، دوره چهل و شش، شماره ۲، صص ۳۹-۴۶.
- طاحونی، شاپور (۱۳۸۷)، داس بر اجام، اصول مهندسی ژئوتکنیک، جلد دوم، مهندسی پی، ویرایش دوم.
- عابدین زاده، نیلوفر؛ عابدین زاده، فریماه؛ عبدی، طوبی (۱۳۹۰)، بررسی عوامل راهبردی مدیریت پسماند شهر رشت با استفاده از روش SWOT و تشکیل ماتریس QSPM، محیط شناسی، دوره ۳۷، شماره ۵۷، صص ۱۲-۱.
- عابدین زاده، نیلوفر؛ روانبخش، مکرّم؛ عابدی، طوبی (۱۳۹۲)، ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن بهداشتی - مهندسی پسماندهای شهری شهرستان سمنان، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲ شماره ۱۵، صص ۱۱۷-۱۰۵.
- عیسوند، فریبا؛ دولتی، بهنام؛ پیرخراطی، حسین، بدو، کاظم؛ فرهادی، خلیل؛ (۱۳۹۴)، بررسی پتانسیل خاک لندفیل ارومیه به منزله لاینر جذب کادمیوم در ساخت لندفیل مهندسی-بهداشتی، محیط شناسی، دوره ۴۱، شماره ۳، صص ۶۵۳ - ۶۶۳.
- غلامعلی فرد، مهدی؛ میرزایی، محسن؛ حاتمی منش، مسعود؛ ریاحی بختیاری، علی رضا؛ صادقی، مهربان (۱۳۹۳)، کاربرد ماتریس ارزیابی اثرات سریع و ماتریس ایرانی (اصلاح شده لئوپولد) در ارزیابی اثرات محیط زیستی محل دفن پسماند جامد شهرکرد، مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، دوره ۱۶، شماره ۱، صص ۳۱-۴۶.
- غیور، زکیه؛ رزم آرا، مرثضی (۱۳۹۷)، مکانیابی لندفیل شهر قوچان با استفاده از تلفیق سامانه GIS و روش MCDA، فصلنامه زمین شناسی محیط زیست، دوره ۱۲، شماره ۴۲، صص ۲۰-۱۱.
- قادری، عباسعلی؛ پیرزاده، بهاره؛ شاه بیگیف نرجس (۱۳۹۸)، ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانه کمیوست زاهدان، مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۸، شماره ۲۰، صص ۲۴۴-۲۳۳.
- گیلوری، سارا؛ مظلومی بجستانی، علیرضا؛ حافظی مقدس، ناصر؛ مظهری، سید علی؛ سرسنگی علی آباد، علی رضا (۱۳۹۴)، ارزیابی زیست محیطی (EIA) و مکانیابی بهینه محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از روش GIS، SAW و ماتریس لئوپولد (مطالعه موردی شهر یزد)، دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد، سال ۱۴، شماره ۶، صص ۱۶۲-۱۴۹.
- مخدوم، مجید (۱۳۸۷)، چهار نکته در ارزیابی اثرات توسعه، نشریه علمی محیط و توسعه، دوره ۲، شماره ۳، صص ۱۲-۹.
- مهندسان مشاور عمران تدبیر آسیا، (۱۳۹۵)، گزارش ژئوتکنیک احداث راه روستایی از شورک حاجی به سمت زیدانلو.
- نعیمی، مریم؛ حداد، عبدالحسین؛ لشگری، علی (۱۳۹۸)، مطالعه فاکتورهای ژئوتکنیکی در ارزشیابی اثرات محیط زیستی کارخانه سیمان، پژوهش های محیط زیست، دوره ۱۸، شماره ۹، صص ۳۱۱-۲۹۹.
- نوائی فیض آبادی، علی اصغر؛ علیادادی، حسین؛ نجف پور، علی اصغر؛ دنکوب، محمود؛ یزدانی، محسن؛ ساقی، معصومه؛ شفیعی، محمد ناصر (۱۳۹۵)، ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانجات کمیوست سازی در ایران- مروری، نشریه پژوهش در بهداشت محیط، دوره ۲، شماره ۱، صص ۵۱-۳۸.

- ولی زاده، سهیل؛ شکری، زینب (۱۳۹۴)، بررسی کاربرد ماتریس لئوپولد ایرانی در ارزیابی اثرات محیط زیستی، گزینه های مدیریت پسماند جامد در شهر بیرجند، مجله سلامت و محیط، دوره ۸، شماره ۲، صص ۲۴۹ - ۲۶۲.
- Bareither, C. A., Benson, C. H., & Edil, T. B. (2012). Effects of waste composition and decomposition on the shear strength of municipal solid waste. *Journal of geotechnical and geo-environmental engineering*, Vol. 138, No. 10, pp 1161-1174.
- Dehestani, H., Haddad, A., & Balghour, M. K. (2016). Reinforcement optimization in unstable rock slopes using geomechanical rating of reinforcement, *journal of Proceeding of the Romanian academy of sciences*, Vol. 17, No. 2, pp 160-168.
- Duncan, J. M., Wright, S. G., & Brandon, T. L. (2014). *Soil strength and slope stability*. John Wiley & Sons.
- Fatoyinbo, I. O., Bello, A. A., Olajire, O. O., Oluwaniyi, O. E., Olabode, O. F., Aremu, A. L., & Omoniye, L. A. (2020). Municipal solid waste landfill site selection: a geotechnical and geoenvironmental-based geospatial approach. *Environmental Earth Sciences*, Vol. 79, No. 231. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-08973-w>
- Karimpour-Fard, M., Machado, S. L., Shariatmadari, N., & Noorzad, A. (2011). A laboratory study on the MSW mechanical behavior in triaxial apparatus. *Waste Management*, Vol. 31, No. 8, pp 1807-1819.
- Khodary, S. M., Negm, A. M., & Tawfik, A. (2018). Geotechnical properties of the soils contaminated with oils, landfill leachate, and fertilizers. *Arabian Journal of Geosciences*, Vol. 11, No. 2. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3372-7>
- Leknes, E. (2001). The roles of EIA in the decision-making process. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 21, No. 4, pp 309-334.
- Lins, E. A. M., Jucá, J. F. T., Lins, C. M. M. S., & Mariano, M. O. H. (2020). Relationship of Field Capacity with Geotechnical Parameters in an Urban Solid Waste Landfill. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, Vol. 71, No. 1, pp 99-122.
- Nambiar, N., Remya, N., & Varghese, G. K. (2020). Effective reuse of waste material as an amendment in composite landfill liner: Assessment of geotechnical properties and pollutant retention capacity. *Waste Management & Research*, Vol. 38, No. 2, pp 134-141.
- Rowe, R. K., Caers, C. J., Reynolds, G., & Chan, C. (2000). Design and construction of the barrier system for the Halton Landfill. *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 37, No. 3, pp 662-675.
- Stabnikov, V., Naeimi, M., Ivanov, V., & Chu, J. (2011). Formation of water-impermeable crust on sand surface using biocement. *Cement and Concrete Research*, Vol. 41, No.11, pp 1143-1149.
- Yong, L. L., Emmanuel, E., Purwani, R., & Anggraini, V. (2019). Geotechnical assessment of Malaysian residual soils for utilization as clay liners in engineered landfills. *Int J GEOMATE*, Vol. 16, No. 58, pp 20-25.

## References

### References (in Persian)

- Abedinzadeh, N., Abedinzadeh, F., & Abdi, T. (2011), Investigation of strategic factors of waste management in Rasht using SWOT method and formation of QSPM matrix, *Environmental Science*, Vol. 37, No. 57, pp. 12-21. [In Persian]
- Abedinzadeh, N., Ravanbakhsh, M., & Abedi, T. (2013), Assessing the Environmental Impacts of Sanitary Landfill - Urban Waste Engineering in Semnan, *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 2, N. 15, pp 117-105. [In Persian]
- Badv, K. (2013), *Principles of landfill engineering and basics of landfill design*, Urmia University Press, first edition. [In Persian]
- Eisvand, F., Dolati, B., Pirkharati, H., Badv, K., & Farhadi, K. (2015), Investigation of the potential of Urmia landfill soil as a cadmium adsorbent liner in the construction of engineering-health landfill, *Journal of Environmental Studies*, Vol. 41, No. 3, pp 653 - 663. [In Persian]
- Civil Consulting Engineers of Tadbir Asia. (2016), *Geotechnical Report Construction of a rural road from Shurak Haji to Zidanloo*. [In Persian]
- Ghayor, Z., & Razmara, M. (2018), Location of Quchan landfill using a combination of GIS system and MCDA method, *Journal of Environmental Geology*, Vol. 12, No. 42, pp 11-20. [In Persian]
- Gholam Ali Fard, M., Mirzaei, M., Hatami Manesh, M. Riahi Bakhtiari, A. R.; & Sadeghi, M. (2014), Application of rapid impact assessment matrix and Iranian matrix (modified Leopold) in assessing the environmental impact of Shahrekord solid waste landfill, *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, Vol. 16, No. 1, pp 31-46. [In Persian]
- Gilvary S., Mazlomi Bajestani, A.R., Hafezi Moghadas, N., Mazhari, S.A., Sarsangi Ali Abad, A.R., (2015), Environmental Impact Assessment (EIA) and Optimal Site Selection of Municipal Solid Waste Landfill via SAW, GIS and Leopold Matrix (Case Study: Yazd), Vol. 14, No. 6, pp 149-162. [In Persian]
- Makhdoom, M. (2008), Four Points in Development Impact Assessment, *Scientific Journal of Environment and Development*, Vol. 2, No. 3, pp 9-19. [In Persian]
- Naeimi, M., Haddad, A., & Lashgari, A. (2019), Study of Geotechnical Factors in Assessing the Environmental Impacts of Cement Plant, *Journal of Environmental Research*, Vol. 18, No. 9, pp 299-311. [In Persian]
- Navai Feyzabadi, A. A., Alidadi, H., Najafpour, A. A., Dankoob, M., Yazdani, M., Saqi, M., & Shafiee, M. N. (2016), Environmental Impact Assessment of Composting Plants in Iran - A Review, *Journal of Environmental Health Research*, Vol. 2, No. 1, pp 38-51. [In Persian]
- Qaderi, A. A., Pirezadeh, B., & Shah Begif, N. (2019), Environmental Impact Assessment of Zahedan Compost Plant, *Natural Hazards*, Vol. 8, N. 20, pp 233-244. [In Persian]
- Roodgarmi, P., Khorasani, N., Manouri, S. M., & Nouri, J. (2009). Predicting the environmental impact of development using satellite imagery and remote sensing techniques, *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 11, No. 1, pp 161-172. [In Persian]
- Shariatmadari, N., Razeqi, H. R., Naybi, A., & Hamzaei Tehrani, M. H. (2014), Vertical development of sanitary landfills according to the resistance of their compounds, *Scientific Research Journal (Civil Engineering and Environment)*, Vol. 46, No. 2, pp 39-46. [In Persian]
- Tahouni, S. (2018). Das. M. Beraja, *Principles of Geotechnical Engineering, Vol 2, Foundation Engineering, Second Edition*. [In Persian]
- Valizadeh, S., & Shukri, Z. (2015), Investigating the Application of Iranian Leopold Matrix in Environmental Impact Assessment, *Solid Waste Management Options in Birjand*, *Journal of Health and Environment*, Vol. 8, No. 2, pp 249-262. [In Persian]

### References (in English)

- Bareither, C. A., Benson, C. H., & Edil, T. B. (2012). Effects of waste composition and decomposition on the shear strength of municipal solid waste. *Journal of geotechnical and geo-environmental engineering*, Vol. 138, No. 10, pp 1161-1174.
- Dehestani, H., Haddad, A., & Balghour, M. K. (2016). Reinforcement optimization in unstable rock slopes using geomechanical rating of reinforcement, *journal of Proceeding of the Romanian academy of sciences*, Vol. 17, No. 2, pp 160-168.
- Duncan, J. M., Wright, S. G., & Brandon, T. L. (2014). *Soil strength and slope stability*. John Wiley & Sons.

- Fatoyinbo, I. O., Bello, A. A., Olajire, O. O., Oluwaniyi, O. E., Olabode, O. F., Aremu, A. L., & Omoniyi, L. A. (2020). Municipal solid waste landfill site selection: a geotechnical and geoenvironmental-based geospatial approach. *Environmental Earth Sciences*, Vol. 79, No. 231. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-08973-w>
- Karimpour-Fard, M., Machado, S. L., Shariatmadari, N., & Noorzad, A. (2011). A laboratory study on the MSW mechanical behavior in triaxial apparatus. *Waste Management*, Vol. 31, No. 8, pp 1807-1819.
- Khodary, S. M., Negm, A. M., & Tawfik, A. (2018). Geotechnical properties of the soils contaminated with oils, landfill leachate, and fertilizers. *Arabian Journal of Geosciences*, Vol. 11, No. 2. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3372-7>
- Leknes, E. (2001). The roles of EIA in the decision-making process. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 21, No. 4, pp 309-334.
- Lins, E. A. M., Jucá, J. F. T., Lins, C. M. M. S., & Mariano, M. O. H. (2020). Relationship of Field Capacity with Geotechnical Parameters in an Urban Solid Waste Landfill. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, Vol. 71, No. 1, pp 99-122.
- Nambiar, N., Remya, N., & Varghese, G. K. (2020). Effective reuse of waste material as an amendment in composite landfill liner: Assessment of geotechnical properties and pollutant retention capacity. *Waste Management & Research*, Vol. 38, No. 2, pp 134-141.
- Rowe, R. K., Caers, C. J., Reynolds, G., & Chan, C. (2000). Design and construction of the barrier system for the Halton Landfill. *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 37, No. 3, pp 662-675.
- Stabnikov, V., Naeimi, M., Ivanov, V., & Chu, J. (2011). Formation of water-impermeable crust on sand surface using biocement. *Cement and Concrete Research*, Vol. 41, No.11, pp 1143-1149.
- Yong, L. L., Emmanuel, E., Purwani, R., & Anggraini, V. (2019). Geotechnical assessment of Malaysian residual soils for utilization as clay liners in engineered landfills. *Int J GEOMATE*, Vol. 16, No. 58, pp 20-25.