

Establishment of a framework based on sustainable development for key incident-causing factors in urban excavation incidents using Delphi method

Keivan Zandieh *

M Sc. Graduate, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University (Karaj Branch), Karaj, Iran

Amirhossein Hajibabaei

B. Eng. in Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Imam Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran

*Corresponding author's email address:
k1zandieh@gmail.com

تعیین چارچوبی برای مهمترین عوامل حادثه ساز در گودبرداری های شهری در قالب توسعه پایدار به روش دلفی

کیوان زندیه*

کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد کرج)، کرج، ایران

امیر حسین حاجی بابایی

کارشناسی مهندسی عمران، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۱

Abstract

Increasing population and high land value have led to an increasing need for taller buildings. In this regard, with the need to excavate deeper to provide more parking spaces, the number of deep excavations is increasing. Observing safety issues in reducing excavation incidents is a matter with a long history. In this article, the factors and risks involved in excavation-related incidents have been identified using the Delphi method. In this method, first in the first round, a group of experienced experts is formed who are fully familiar with the technical issues of excavation and its incidents, and then by identifying the factors and risks in the existing literature, a Delphi method questionnaire is prepared and distributed in the second round. Finally, the main effective risks in excavation incidents, according to the opinions of the team of the experts, have been prioritized in the sustainable development framework and 5 factors have been identified as the key factors.

Keywords

Excavation incidents, accident-causing factors, risk assessment, risk prioritization, Delphi method

چکیده

افزایش جمعیت و ارزش بالای زمین باعث نیاز روزافزون به ساختمانهای بلندتر شده است. در این راستا با نیاز به حفر گودهایی عمیقتر برای تامین پارکینگ، تعداد گودبرداریهای عمیق در حال افزایش میباشد. رعایت مسائل ایمنی در کاهش حوادث گودبرداری موضوعی با پیشینه گسترده است. در این مقاله به شناسایی عوامل و ریسکهای دخیل در ایجاد حوادث مرتبط به گودبرداری با استفاده از روش دلفی پرداخته شده است. در این روش ابتدا در دور اول یک گروه تخصصی مجرب که آشنایی کامل به مسائل فنی گودبرداری و حوادث آن دارند، تشکیل شده است و سپس با شناسایی عوامل و ریسکها در ادبیات موجود، پرسشنامه روش دلفی تهیه و در دور دوم بین اعضای گروه تخصصی توزیع شده است و در نهایت ریسکهای اصلی موثر در حوادث گودبرداری در قالب توسعه پایدار، با توجه به نظرات تیم کارشناسی، اولویت بندی و ۵ عامل بعنوان مهمترین عوامل موثر شناخته شده اند.

کلمات کلیدی

حوادث گودبرداری، عوامل حادثه ساز، ارزیابی ریسک، اولویت بندی ریسک ها، روش دلفی

۱- مقدمه

با توجه به گستردگی عملیات عمرانی و ساختمانی، این صنعت در بیشتر کشورهای جهان در صدر فعالیت های حادثه ساز قرار دارد. وجود خطرات و عوامل حادثه ساز گوناگون در کارگاه های ساختمانی، این صنعت را به یکی از مخاطره آمیزترین صنایع در دنیا تبدیل کرده است [۱]. علاوه بر این، تلفات و صدمات کارهای گودبرداری همواره صنعت ساختمان را مورد تهدید قرار میدهند. در حالی که آمارهای دقیق و کاملی از تعداد واقعی تلفاتی که در حوادث گودبرداری رخ میدهد، در دسترس نیست. یافته های آمارگیری که توسط "دنیای

تجهیزات" در سال ۱۹۹۸ صورت گرفته است نشانگر آمارهای ذیل است: نزدیک ۴۱ درصد پاسخ دهندگان اذعان داشته اند که یک ریزش گود در یکی از کارهایشان تجربه کرده اند. از این گروه، ۲۹/۴ درصد صدمه یا کشته شدن افرادی در این ریزش ها را تایید کرده اند [۲]. بر اساس تحلیل سامانه اطلاعاتی تامین دیه کارگران در سازمان آماری کار در آمریکا (BLS)، حدود ۱۰۰۰ مورد از صدمات کارگران به طور سالانه مربوط کارهای گودبرداری است، از این تعداد، حدود ۱۴۰ مورد از کارافتادگی دائم و ۷۵ مورد مرگ گزارش شده است [۳]. تلفات سایت های ساخت مترو و تونل در طی سالهای ۱۹۹۷-۱۹۹۳ که توسط بخشهای دولت کشور کره پشتیبانی می



5 (1), 2020

دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی



شدند، ۸۳ درصد از کل تلفات صنعت ساخت و ساز را در بر می گیرد [۴]. بر اساس آمار سازمان ایمنی و سلامت شغلی (OSHA)، نرخ تلفات حوادث حفاری و گودبرداری ۱۱۲ درصد بیشتر از کلیه حوادث ساخت و ساز می باشد. سازمان ملی ایمنی و سلامت شغلی (NIOSH) اعلام کرده است که حوادث حفاری و گودبرداری ۱ درصد همه تلفات شغلی و حداقل ۱۰۰۰ صدمه منجر به از کارافتادگی را به صورت سالیانه در ایالات متحده، شامل می شوند [۵]. علاوه بر احتمال دفن شدن در ریزشها هنگام حفاریها، همچنین ممکن است کارگران در شرایطی از قبیل: غرق شدن در آب و فاضلاب، قرار گرفتن در معرض گازهای خطرناک یا کمبود اکسیژن، سقوط از ارتفاع، سقوط تجهیزات و مصالح، تماس با کابل های فشار قوی، آسیب ببیند و یا کشته شوند [۲].

۲- پیشینه تحقیق

مطالعات بسیاری دلایل ایجاد حوادث را به طور کلی در صنعت ساخت و ساز مورد بررسی قرار داده اند (Kenneth). و همکاری در سال ۱۹۸۷، دلایل ریزش سازه را به صورت اختصاصی در ساخت و ساز، هدف قرار داده اند. آنها به طور کلی علل ریزش سازه را در ۶ گروه شامل: خطا در انتخاب محل و گسترش محل کار، ایراد در برنامه ریزی، خطا در طراحی، خطا در ساخت (گودبرداری در این دسته قرار گرفته است)، مشکلات مصالح، خطا در اجرا، دسته بندی کرده اند (Hinne [5]). و همکاران در سال ۱۹۹۸، در جستجوی علل ریشه ای صدمات در ساخت و ساز، با پیشنهاد به (OSHA) برای شفافسازی بیشتر در دسته بندی حوادث، ۲۰ گروه علل ممکن حوادث را بعنوان جایگزین دسته بندی ۵ بخشی سنتی شامل: سقوط، برخورد با اجسام، شک الکتریکی، گیر افتادن درون و بین اجسام، معرفی نموده اند [۶].

مقاله دیگری که در جستجوی علل ریشه ای صدمات در ساخت و ساز توسط عبدالحمید در سال ۲۰۰۰ به نگارش در آمده است، روش (ARCTM) را مبنای کار قرار داده است. بر اساس این روش، سه علل اصلی عواملی شامل: عدم شناسایی موقعیت خطرناک که قبل از شروع فعالیت نیز وجود داشته است، یا پس از آغاز فعالیت، شکل گرفته است؛ تصمیم بر ادامه کار علیرغم شناسایی موقعیت غیرایمن توسط کارگر؛ تصمیم به اقدام غیرایمن علیرغم عدم وجود شرایط اولیه لازم در محیط کار؛ شناخته شده اند. علاوه بر این، آنها اشاره داشته اند که ۴ دلیل اصلی وجود موقعیت های غیرایمن شامل: اقدامات/عدم اقدام مدیریت، اقدامات غیرایمن کارگران، شرایط غیرمرتبط به عوامل انسانی، طبیعت و ذات سایت ساخت و ساز، می باشد [۷]. مقاله دیگری در سال ۲۰۰۴ توسط (Chua) و همکاران، مدل اصلاح شده علل تلفات (MLCM) را بکار گرفته است. در این مطالعه، مدل مذکور بر روی ۱۴۰ مورد حادثه واقعی برگرفته از بخش ایمنی شغلی وزارت نیروی انسانی سنگاپور، پیاده شده است [۸].

در سال ۲۰۰۵، مقاله (Haslam) و همکاران یافته های ۱۰۰ حادثه در ساخت و ساز مورد بررسی قرار داده است. درصد مشارکت عوامل کلیدی در حوادث در بریتانیا بدین صورت بیان شده است که مشکلات ناشی از تیم کار و یا کارگران در ۷۰ درصد حوادث، مشکلات ناشی از محل کار نیز در ۴۹ درصد، کمبود تجهیزات در ۵۶ درصد،

مشکلات در تناسب و شرایط مصالح در ۲۷ درصد، و کوتاهی در مدیریت ریسک در ۸۴ درصد حوادث، مشاهده شده است [۹] (Ale). و همکاران در سال ۲۰۰۸، با استفاده از روش واقعه سازی سعی داشته اند رویکردی کیفی در علل و عواقب حوادث در صنعت ساخت و ساز داشته باشند [۱۰] (Lopez). و همکاران در همین سال، حوادث صنعت ساخت و ساز اسپانیا را، با تحلیل جامع ۱،۶۳۰،۴۵۲ حادثه در بازه زمانی سالهای ۱۹۹۰-۲۰۰۰ مورد بررسی قرار داده اند [۱۱]. (Arquillos) و همکاران نیز همین کار را با تحلیل ۱،۱۶۳،۱۷۸ حادثه در بازه زمانی سالهای ۲۰۰۳-۲۰۰۸ انجام داده اند [۱۲]. (Nenonen) در سال ۲۰۱۳، حوادث شغلی فنلاند را در سالهای ۲۰۰۶-۲۰۰۷ برای تحلیل عوامل مربوط به لیز خوردن، و سقوط مورد بررسی قرار داده است [۱۳] (Irumba)، در سال ۲۰۱۴، با بررسی ۲۰۱ پروژه ساختمانی بزرگ در شهر کامپالا (اوگاندا) مهمترین علل حوادث را، سه عامل شامل: خطرات مرتبط به ماشین آلات، برخورد با اجسام در حال سقوط، و سقوط از ارتفاع، معرفی میکند [۱۴]. مقالاتی نیز به طور اختصاصی حوادث گودبرداری و حفاری را هدف قرار داده اند (Arboleda). و همکاری در سال ۲۰۰۴، ۲۹۶ گزارش مرتبط به حوادث حفاری و گودبرداری در OSHA را در بازه زمانی ۲۰۰۱-۱۹۹۷، مورد بررسی قرار داده اند. دو مدل جهت تحلیل این گزارشها برای یافتن رابطه بین (چگونه) و (چرا) رخ دادن حوادث و تلفات در حفاریها، بکار گرفته شده است. مدل اول روند فیزیکی کار، و مدل دوم دلایل مرتبط به رفتار انسان را مبنای کار قرار داده است [۱۵] (Jannadi). در سال ۲۰۰۸، با گردآوری اطلاعات از پیمانکاران تاسیسات عمومی شهری، ریسکهای همراه در کارهای حفاری آنها در کشور عربستان سعودی را مورد بررسی قرار داده است [۱۶]. با بررسی جامع ادبیات تحقیق مزبور، آشکار است که محققین در دو دیدگاه به تحقیقات پرداخته اند، برخی از محققین عوامل موثر در ایجاد حوادث گودبرداری ها، و برخی دیگر انواع حوادثی را که کارکنان پروژه با آنها مواجه بوده اند، مورد بررسی قرار داده اند. هدف این مقاله با توجه به آمارهای ارائه شده و اهمیت مسئله، یافتن مهم ترین عوامل موثر در ایجاد حوادث گودبرداری ها و اولویت بندی آنها بر اساس نظر متخصصین است. در همین راستا با بررسی ادبیات موجود در گام اول تعدادی از عوامل موثر در حوادث گودبرداری ها در ادبیات، شناسایی شده اند. در گام بعد پس از دسته بندی اولیه این عوامل، با بحث با متخصصین این حوزه، تعدادی از این عوامل تغییر یافتند و در دسته بندی متفاوتی قرار گرفتند. در نهایت با تنظیم پرسشنامه ای، درجه اهمیت هر یک از عوامل توسط متخصصین تعیین می شود.

۳- روش تحقیق

نام تکنیک دلفی از افسانه معبد آپولو (ارباب دلفی) در جزیره دلفی یونان گرفته شده که به پیشبینی و پیشگویی آینده مشهور بوده است. این تکنیک در ابتدا بر مبنای حدس، قضاوت و الهام افراد مطرح شد، اما بتدریج شکل علمی گرفت و اولین بار در اواخر دهه ۱۹۵۰ توسط ((Olaf Helmer, Norman Dalkey)) و ((T.J. Gordon)) در کمپانی RAND (RAND Corporation-Santa Monica, California) برای بررسی علمی نظرات کارشناسان در پروژه دفاعی ارتش آمریکا،

طراحی و توسعه یافت اما به دلایل امنیتی تا ۱۲ سال بعد منتشر نگردید. اولین کاربرد غیرنظامی آن نیز در برنامه ریزی توسعه اقتصادی پیشنهاد شد. در کل، دلفی، از نیمه دهه ۱۹۶۰ به عنوان یک روش مهم علمی شناخته شد و اکنون برای طیف گسترده ای از سوالات آینده محور و پیچیده، و در طیف گسترده ای از زمینه ها استفاده میشود. روش دلفی، همان اجماع کارشناسان روی مسئله ای خاص است. از این روش برای دستیابی به بهترین گزینه هنگامی که نظر افراد دیگر مهم است یا هرگاه که پیچیدگی مسئله به گونه ای است که نمیتوان از روشهای معمول، مسئله را حل کرد، استفاده میشود [۱۷-۲۰].

۳-۱- پیشینه روش دلفی

بیشتر مقالات پیرامون استفاده از روش دلفی، با استفاده از چند سری پرسش نامه انجام شده اند. گرچه، برخی از نویسندگان به امکان استفاده از این روش از طریق مصاحبه اشاره داشته اند یا از مصاحبه در مطالعات خود با استفاده از روش دلفی، بهره برده اند (نویسندگانی نظیر: Luck and de la Cruz et al 2008, Bendana et al., 2008, Rojas, 2010). در مطالعات مرتبط به ساخت و ساز، تعداد محدودی از روش Delphi بهره برده اند. بر اساس مرور جامع بر ادبیات تحقیق، طبق مصاحباتی که با محققین در زمینه مدیریت ساخت صورت پذیرفته است، و تجربه استفاده از این روش، نویسندگان متوجه شده اند که آگاهی و آشنایی کمی نسبت به این روش وجود دارد. همچنین عدم وجود راهنما و دستورالعمل شفافی در ادبیات تحقیق، جهت شفاف سازی نحوه کارکرد این روش در مرتبط کردن فاکتورهای مربوطه، در تحقیقات مدیریت ساخت، دلیلی دیگر بر کمبود استفاده از روش دلفی در مطالعات ساخت و ساز است. (Hollowel و Gambatese) در سال ۲۰۱۰، اشاره داشته اند که روش دلفی، استفاده وسیعی در مطالعات مهندسی و مدیریت ساخت نداشته است و در عین حال، تفاوت های وسیعی در کیفیت و رویکرد نسبت به روش مطالعاتی که این روش را بکار گرفته اند، مشاهده می شود. وجود یک دستورالعمل شفاف برای روش دلفی، به چند علت شامل: فهم نادرست از روند مناسب اجرای روش، پراکندگی بکارگیری در مطالعات ساخت و ساز، و عدم بیان توضیحات آشکار در ادبیات تحقیق، مورد نیاز است.

بردلی و همکارش در سال ۲۰۰۲، نشان داده اند که از روش دلفی در زمینه های وسیعی، از تحقیقات پزشکی تا مسائل تجاری استفاده شده است. (Gupta) و همکارش بکارگیری روش دلفی در گستره و تعداد وسیعی شامل: آموزش، مدیریت، کشاورزی، صنعت اتوموبیل، بانکداری، قوه قضاییه، اقتصاد، تحصیلات، مطالعات زیست محیطی، مسائل مالی، مراقبت فردی، املاک، بیمه، فروش، برنامه ریزی استراتژیک، گردشگری، حمل و نقل، و تاسیسات، را یافته اند. به طور کلی، دلفی برای دستیابی به هر هدفی با استفاده از تشکیل کمیته ای قابل استفاده است [۲۱].

۳-۱-۱- ویژگیها و نکات مهم روش دلفی

۱- علیرغم دستاوردهای کمی روش سنتی دلفی نظیر استفاده از پرسشنامه، این روش توسط چندین محقق از قبیل (Feret

(Padel & Midmore, Marcinek, 1999), ۲۰۰۵)، ترجیحا بعنوان روشی کیفی شناخته شده است.

- ۲- در انتخاب و تعداد متخصصین، بطور معمول از تعداد متفاوتی استفاده شده است. با بررسی ادبیات موجود، تعداد مشخصی تعیین نگردیده است، گرچه برخی محققین از قبیل: (Hollowell & Gambatese, ۲۰۱۰)، تعداد حداقل ۷ یا ۸ متخصص را پیشنهاد میکنند [۲۱]. اما بطور معمول تعداد متخصصین بین یک تا ده نفر انتخاب میگردد [۲۲].
- ۳- تعداد دوره های روش دلفی نیز در مطالعات مختلف، متفاوت است اما با بررسی ادبیات برخی محققین از قبیل: (Lucko & Rojas, ۲۰۱۰)، بر روی اینکه بیشتر یافته ها در دو دور بدست می آیند، اتفاق نظر داشته اند.
- ۴- مطالعات مدیریت ساخت اغلب روشهایی مثل پرسشنامه را بکار میگیرند. مشاهدات نشانگر کمتر شناخته شدن روش دلفی است که میتواند یکی از دلایل استفاده کم این روش در این حوزه است. پیشنهاد شده است که پتانسیل بالای این روش نادیده گرفته نشود [۲۱].

۳-۲- مراحل انجام شده روش دلفی در مطالعه حاضر

- ۱- تشکیل یک گروه تخصصی جهت فعالیت و نظارت بر انجام روش دلفی (اعضای این گروه از اساتید برجسته گروه عمران دانشگاه و کارشناسان و مجریان با سابقه در گودبرداری، انتخاب گردید).
- ۲- تنظیم پرسشنامه بر اساس عوامل استخراج شده از ادبیات تحقیق حوادث مرتبط
- ۳- بررسی پرسشنامه ها از نظر نوشتاری (رفع ابهامات استنباطی)
- ۴- توزیع پرسشنامه ها (پرسشنامه های تهیه شده در میان اساتید محترم متخصص در این زمینه و همچنین کارشناسان و مجریان با سابقه در گودبرداری، توزیع گردید).
- ۵- تجزیه و تحلیل پاسخهای گردآوری شده
- ۶- آماده سازی گزارش

۳-۳- نحوه بدست آوردن عوامل

ابتدا با بررسی ادبیات تحقیق به شناسایی عوامل کلیدی حوادث گودبرداری و حفاری، و بطور کلی حوادث صنعت ساخت و ساز، تعدادی از عوامل استخراج گشت. لازم به ذکر است که این مطالعات بطور معمول در دو بخش به عوامل اشاره داشته اند؛ برخی از مطالعات بر نوع حوادث و فراوانی آنها تاکید داشته اند، و برخی از آنها به عواملی که زمینه ساز حوادث هستند پرداخته اند. در مقاله حاضر تمرکز اصلی بر روی عوامل زمینه ساز حوادث گودبرداری بوده است. جدول ۱ به عوامل موثر در حوادث و مراجعی که عوامل مذکور از آنها استخراج شده اند، اشاره دارد. از سوی دیگر، مقالاتی بر نوع حوادث و فراوانی آنها تاکید داشته اند، که انواع این گونه حوادث شامل: برخورد با تجهیزات و مصالح، گیر افتادن در مصالح، سقوط مصالح و تجهیزات، ماندن زیر آوار و تجزیهات، دلایل طبیعی، برق گرفتگی، غرق شدن، آتشسوزی، گاز گرفتگی، کمبود اکسیژن میباشد [۶، ۱۵].

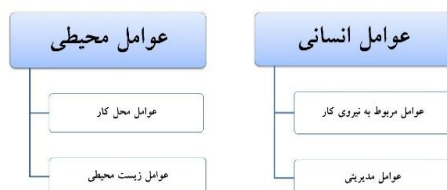
۴-۲- انتخاب پنل متخصصین

توفیق در روش دلفی مبتنی بر انتخاب صحیح پنل متخصصین است. گروهی از متخصصین انتخاب شدند تا نظرات تخصصی خود را برای تعیین عوامل مرتبط به حوادث گودبرداری ارائه دهند. از اینرو که، تعیین این عوامل نیازمند دانش کافی و عمیق، و تجربه کافی در زمینه حفاری و گودبرداری است، رویکردی هدفمند برای انتخاب پنل متخصصین بکار گرفته شد. معیارهای ذیل جهت شناسایی متخصصین شایسته بکار گرفته شده اند [۲۴]:

- ۱- متخصصین اجرایی پیمانکار: افرادی که تجربه گسترده و کافی در گودبرداری های کشور دارند.
 - ۲- متخصصین طراح و مشاور و ناظر: افرادی که در حال حاضر بصورت مستقیم با کارهای حفاری و گودبرداری، در مدیریت و هدایت این کارها نقش دارند.
 - ۳- متخصصین دانشگاهی: افرادی که دانش کافی و جامعی، پیرامون مسائل علمی و فنی گودبرداری و حفاری دارند.
- جهت بدست آوردن نظرات ارزشمند، فقط متخصصینی که این معیارها را داشته اند، انتخاب شده اند. ۱۱ نفر از متخصصین به نمایندگی جامعه وسیعی از افراد حرفه ای در این زمینه، که در این میان ۳ نفر از اعضای هیئت علمی دانشگاه، باقی متخصصین از مشاورین و ناظران و پیمانکاران شرکتهای خصوصی و مدیران متخصص در گودبرداری انتخاب شده اند. ترکیب این گروه از متخصصین میتواند باعث دیدگاه متعادل در پرسشنامه دلفی شود. فهرستی از اعضا و سمت آنها در جدول ۲ به نمایش در آمده است. لازم به ذکر است اسامی متخصصین و سازمانهای آنها جهت حفظ گمنامی آنها فاش نشده است.

۴-۳- دور اول دلفی

در دور اول روش دلفی، پس از مصاحبه با متخصصین، با ارائه عوامل مذکور در اختیار آنها، برخی از عوامل تغییر یافتند و در نهایت، چارچوب معینی، شکل گرفت. پس از بحث پیرامون این عوامل در گام اول، دسته بندی اولیه مطابق شکل ۱ بدست آمد.



شکل ۱ دسته بندی اولیه عوامل حادثه ساز طبق ادبیات موجود

پس از بررسی بیشتر با نظر متخصصین تصمیم بر این شد تا چارچوب توسعه پایدار بعنوان مبنا قرار گیرد و عوامل در سه گروه این چارچوب قرار بگیرند. در همین راستا، پس از دسته بندی نهایی، در نهایت چارچوب ارائه شده بر اساس عوامل استخراج شده از ادبیات تحقیق و نظر متخصصین در دور اول دلفی در شکل ۲ به نمایش در آمده است.

جدول ۱ عوامل موثر در حوادث گودبرداری ها و حفاری ها و به طور کلی

عوامل موثر در حوادث	مراجع مربوطه
۱. خطا در انتخاب محل و شرایط غیرایمن آن	[5, 9, 15]
۲. مشکلات و عدم تناسب مصالح	[5, 9]
۳. خطا در طراحی	[5, 9]
۴. خطاهای اجرایی در هنگام ساخت (تجهیزات، انتخاب روشهای غیرایمن و اولویت بندی اشتباه کارها، عدم وجود سازه های پشتیبان موقت)	[5, 15, 16, 23]
۵. خطا در برنامه ریزی	[5]
۶. اقدام/ عدم اقدام مدیریت	[7, 9]
۷. شرایط آب و هوایی، نور/ صدا/ گرما و سرما/ رطوبت محیط	[9]
۸. عدم توانایی در شناسایی موقعیت خطرناک	[7]
۹. تصمیم کارگر بر ادامه فعالیت با وجود شناسایی موقعیت خطرناک	[7]
۱۰. تصمیم به اقدام غیرایمن علیرغم عدم وجود شرایط اولیه لازم در محیط کار	[7]
۱۱. بی توجهی و رویکرد ضعیف کارگران نسبت به ایمنی بخصوص در تجهیزات غیراتوماتیک	[15, 16]
۱۲. عدم تامین تجهیزات ایمنی یا معیوب بودن آنها	[15, 16]
۱۳. تخطی ناگهانی در رفتار ایمن (بدلیل خستگی و ...)	[15]
۱۴. کنترلرهای ناکافی مهندسین و مسئولین	[23]
۱۵. قرار گرفتن در معرض مواد سمی و آلاینده موجود در محیط	[15]
۱۶. عدم وجود تمرینات و آموزش صحیح	[15]
۱۷. عدم استفاده از تجهیزات ایمنی تامین شده	[15]
۱۸. بی نظمی و درهم ریختگی محل کار و سطوح خطرناک کار	[16, 23]
۱۹. خطاهای هنگام حمل مصالح و تجهیزات	[16, 23]
۲۰. شرایط خاک	[16]
۲۱. موانع و تاسیسات عمومی عبوری در محل حفاری	[16]
۲۲. خطا حین عملیات تجهیزات حفاری	[16]
۲۳. اپراتورهای تجهیزات/ کارگران/ سرکارگران آموزش ندیده و بی تجربه	[16]
۲۴. ریزش بخشی از سازه	[23]
۲۵. بخشهای محافظت نشده و درست محافظت نشده کارگاه، چاله ها/ لبه ها/ نزدیانیها	[23]
۲۶. اجسام متحرک/ در حال سقوط	[23]
۲۷. باد و عوامل مربوط به شرایط آب و هوایی	[23]

۴-۴- بحث و یافته ها

۴-۱- روند اجرای دورهای دلفی

روش دلفی بکارگرفته شده در این تحقیق شامل دو دور است. در دور اول دلفی، با مصاحبه با ۳ متخصص دانشگاهی با قرار دادن عوامل استخراج شده از ادبیات تحقیق در اختیار آنها، پس از چندین جلسه بحث پیرامون انتخاب مهم ترین عوامل، در نهایت به یافتن چارچوبی معین در قالب توسعه پایدار، منتهی گشت. در دور دوم روش دلفی با استفاده از پرسشنامه، از متخصصین درخواست شد تا درجه اهمیت هر یک از ۱۶ عامل بدست آمده از دور اول دلفی را، مشخص نمایند.

جدول ۲ فهرست متخصصین جهت بررسی به روش دلفی

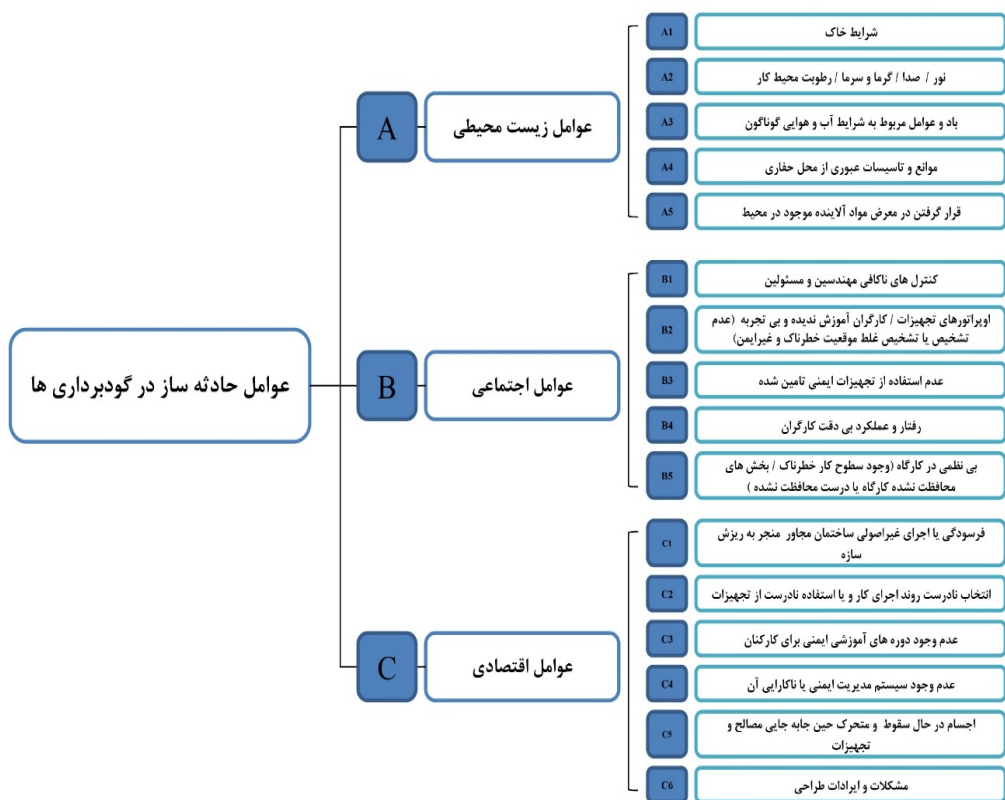
نام	تخصص	سمت	سازمان محل خدمت	سابقه
۱. دکتر الف	دکتری تخصصی ژئوتکنیک	دانشیار و عضو هیئت علمی و نظارت عالی	دانشگاه ۱	بیش از ۱۰ سال
۲. دکتر ب	دکتری تخصصی ژئوتکنیک	استادیار و عضو هیئت علمی و نظارت عالی	دانشگاه ۱	۶ تا ۱۰ سال
۳. دکتر ج	دکتری تخصصی ژئوتکنیک	استادیار و عضو هیئت علمی و طراح	دانشگاه ۲	بیش از ۱۰ سال
۴. مهندس د	دانشجوی دکتری ژئوتکنیک	طراح سیستمهای پایداری گود و مشاور	شرکت طراح و پیمانکار پایداری گود ۳	۳ تا ۶ سال
۵. مهندس ه	کارشناس ارشد ژئوتکنیک	مدیر عامل و پیمانکار	شرکت مشاور و پیمانکار پایداری گود ۴	۶ تا ۱۰ سال
۶. مهندس و	کارشناس ارشد ژئوتکنیک	پیمانکار و مشاور و ناظر	شرکت مشاور و پیمانکار پایداری گود ۴	۶ تا ۱۰ سال
۷. مهندس ز	کارشناس ارشد ژئوتکنیک	پیمانکار و مشاور و ناظر	شرکت مشاور و پیمانکار پایداری گود ۴	۳ تا ۶ سال
۸. مهندس ح	کارشناس ارشد مدیریت ساخت	سرپرست کارگاه	کارگاه با عمق گود ۳۰ متر ۵	۳ تا ۶ سال
۹. مهندس ط	کارشناس ارشد ژئوتکنیک	مدیر پروژه	کارگاه با عمق گود ۳۰ متر ۵	۳ تا ۶ سال
۱۰. مهندس ی	کارشناس معماری طراحی بافت فرسوده	سرپرست کارگاه	کارگاه با عمق گود ۱۴ متر ۶	بیش از ۱۰ سال
۱۱. مهندس کی	کارشناس ارشد سازه	مدیر عامل و پیمانکار	شرکت پیمانکار پایداری گود ۷	۶ تا ۱۰ سال

۴-۴- چارچوب توسعه پایدار

توسعه پایدار مفهومی است که نقش بسیار مهمی در صنعت و تجارت در قرن بیست و یکم ایفا میکند. صنعت همانقدر که مسئول جریان محسوس مصالح در جامعه انسانی است، در تبادل مصالح و انرژی با محیط زیست نیز مسئول است. تاثیر صنعت توسط ابعاد سه گانه پایداری که شامل عملکرد زیست محیطی، مسئولیت اجتماعی و مشارکت اقتصادی میباشد، میتواند ارزیابی گردد [۲۵]. در این مقاله با قرار دادن عوامل حادثه ساز و ریسکهای گودبرداری در ابعاد سه گانه توسعه پایدار، با نظر متخصصین، چارچوبی کاربردی برای استفاده در تحقیقات آتی در این زمینه، ارائه شده است.

۴-۵- دور دوم دلفی

در دور دوم با طراحی پرسشنامه ای پیرامون ۱۶ عامل بدست آمده از دور اول، اولویت بندی این عوامل با نظر تمامی متخصصین صورت گرفت، بدین شکل که متخصصین به هر عامل در یک مقیاس ۵ گانه، از ۱ تا ۵ امتیازی اختصاص داده اند (۱-بی اهمیت ۲-اهمیت کم ۳- با اهمیت ۴-اهمیت زیاد ۵-اهمیت بسیار زیاد). در نهایت با بررسی پاسخ متخصصین امکان اولویت بندی عوامل میسر شده است



شکل ۲ عوامل حادثه ساز در حوادث گودبرداری در چارچوب توسعه پایدار

جدول ۳ نتایج حاصل از دور دوم دلفی در اولویت‌بندی عوامل حادثه ساز گودبرداری ها

ردیف	نماد	عوامل حادثه ساز گودبرداریها	درصد موافقان	مجموع موافقان	با اهمیت	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد
1	A1	شرایط خاک	100%	11		2	9
2	C1	فرسودگی یا اجرای غیراصولی ساختمان مجاور منجر به ریزش سازه	100%	11		4	7
3	C6	مشکلات و ایرادات طراحی	100%	11	1	3	7
4	B1	کنترل های ناکافی مهندسی و مسئولین	100%	11	3	2	6
5	C2	انتخاب نادرست روند اجرای کار و یا استفاده نادرست از تجهیزات	100%	11	3	3	5
6	C3	عدم وجود دوره های آموزشی ایمنی برای کارکنان	100%	11	7	1	3
7	B2	اوپراتورهای تجهیزات / کارگران آموزش ندیده و بی تجربه (عدم تشخیص یا تشخیص غلط موقعیت خطرناک و غیرایمن)	100%	11	4	5	2
8	B3	عدم استفاده از تجهیزات ایمنی تامین شده	9/90%	10	5	1	4
9	B4	رفتار و عملکرد بی دقت کارگران	9/90%	10	5	2	3
10	A4	موانع و تاسیسات عبوری از محل حفاری	9/90%	10	5	2	3
11	C4	عدم وجود سیستم مدیریت ایمنی یا ناکارایی آن	81/81 %	9	3	3	3
12	B5	بی نظمی در کارگاه (وجود سطوح کار خطرناک / بخش های محافظت نشده کارگاه یا درست محافظت نشده)	81/81 %	9	5	3	1
13	C5	اجسام در حال سقوط و متحرک حین جابه جایی مصالح و تجهیزات	63/63 %	7	4	1	2
14	A2	نور / صدا / گرما و سرما / رطوبت محیط کار	27/27 %	3	2	1	
15	A5	قرار گرفتن در معرض مواد آلاینده موجود در محیط	27/27 %	3	2	1	
16	A3	باد و عوامل مربوط به شرایط آب و هوایی گوناگون	9%	1	1		

۴-۶- قابلیت اعتماد یا پایایی پرسشنامه

قابلیت اعتماد یا پایایی، یکی از ویژگی های فنی ابزار اندازه گیری است. مفهوم یادشده با این امر سروکار دارد که ابزار اندازه گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی بدست می آورد. پایایی به دقت و صراحت ابزار سنجش اشاره دارد و شرط لازم برای روایی است اما کافی نیست. به عبارت دیگر یک ابزار سنجش بدون احراز پایایی دارای روایی نخواهد بود [۲۶]. منظور از روایی این است که مقیاس و محتوای ابزار یا سوالات مندرج در ابزار دقیقاً متغیرها و موضوع مورد مطالعه را بسنجد [۲۷].

دامنه ضریب قابلیت اعتماد از صفر (عدم ارتباط) تا ۱+ (ارتباط کامل) است. ضریب قابلیت اعتماد نشانگر آن است که تا چه اندازه ابزار اندازه گیری ویژگی های با ثبات آزمودنی و یا ویژگی های متغیر و موقتی آن را می بسنجد. برای محاسبه ضریب قابلیت اطمینان از روشهای مختلفی استفاده می شود که می توان از جمله آنها به روش باز آزمایی، روش موازی یا همتا و روش آلفای کرونباخ اشاره کرد. این روش برای محاسبه هماهنگی درونی ابزار اندازه گیری که خصیصه های مختلف را اندازه گیری می کند به کار می رود. برای محاسبه ضریب آلفای کرونباخ ابتدا باید واریانس نمره های هر زیرمجموعه سوال های پرسشنامه و واریانس کل را محاسبه کرد. سپس با استفاده از رابطه ۱ مقدار ضریب آلفا را محاسبه نمود:

$$r_{\alpha} = \frac{J}{1-J} \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n S_j^2}{S^2} \right] \quad (1)$$

که در آن J تعداد زیرمجموعه های سوال های پرسشنامه یا آزمون، R واریانس زیرآزمون ام، S واریانس کل پرسشنامه یا آزمون میباشد.

در این آزمون اگر مقدار آلفا بزرگتر یا مساوی ۰/۷ باشد میتوان نتیجه گرفت که سوالات پرسشنامه از اعتبار لازم برخوردارند. برای محاسبه ضریب آلفای کرونباخ، از نرم افزار SPSS استفاده شده است. جدول ۴ و ۵ و ۶ نتایج این نرم افزار آماری را نمایش میدهند. در نهایت با توجه به نتایج جدول ۴ و جدول ۶ مشاهده میگردد که تمامی ضرایب آلفای کرونباخ بیشتر از ۰/۷ هستند؛ بنابراین میتوان به اعتبار سوالات پرسشنامه اطمینان داشت.

۵- نتیجه گیری

برای اطمینان از چارچوب بدست آمده، ابتدا با بررسی گستره وسیعی از ادبیات تحقیق فهرستی از عوامل حادثه ساز در گودبرداری ها، در اختیار متخصصین این حوزه، در دور اول دلفی قرار گرفت؛ که به مراتب کار مشکل تری از بهره گیری از چارچوب دیگران است. اثبات شده است که دلفی روشی مناسب جهت بدست آوردن عوامل، با توافق متخصصین است. گرچه، مشکلات بسیاری در راه گردآوری پاسخ ها در دورهای مختلف دلفی، و بدست آمدن توافق در چنین موضوعی قرار دارد. علاوه بر این، روش دلفی به شدت متکی بر ارتباط تنگاتنگ با متخصصین است. از این رو روش مناسبی جهت بکارگیری در پروژه هایی با محدودیت زمانی نمیباشد. با وجود استفاده محققین از این روش در چندین دهه اخیر در برنامه ریزی استراتژیک، اخیراً محققین در صنعت ساخت و ساز به بکارگیری این روش روی آورده اند. نتایج بدست آمده نشانگر پیوستگی پاسخ ها در دورهای موفق دلفی هستند؛ بنابراین روش دلفی ابزاری مناسب جهت بدست آوردن نظرات گروهی برای انتخاب عوامل حادثه ساز با هدف رسیدن به یک توافق میباشد. در این مطالعه ۲ دور دلفی بکار گرفته شده است. ۱۶ عامل حادثه ساز در دور اول دلفی شناسایی شدند. دور دوم دلفی به



5 (1), 2020

دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی



ناکافی مسئولین و مهندسين، و انتخاب نادرست روند اجرای کار و یا استفاده نادرست از تجهیزات، بترتیب مهمترین عوامل حادثه ساز در گودبرداری ها شناخته شده اند.

قصد وزن دهی و اولویت بندی عوامل توسط تمامی متخصصین، بکار گرفته شد. در نهایت پس از امتیازاتی که متخصصین انتخاب شده بعنوان نماینده جامعه وسیعی در این حوزه به عوامل اختصاص دادند، ۵ عامل شامل: شرایط خاک، فرسودگی یا اجرای غیراصولی ساختمان مجاور، منجر به ریزش سازه، مشکلات و ایرادات طراحی، کنترل های

جدول ۴ ضرایب کرونباخ هر یک از سوالات پرسشنامه

Symbol of factors	Factors	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
A1	VAR00001	51.4545	62.473	-.003	.836
A2	VAR00002	54.2727	57.818	.250	.833
A3	VAR00003	54.6364	57.455	.461	.821
A4	VAR00004	52.6364	52.255	.627	.809
A5	VAR00005	54.3636	56.855	.297	.831
B1	VAR00006	52.0000	55.400	.475	.819
B2	VAR00007	52.4545	55.273	.608	.813
B3	VAR00008	52.6364	49.255	.649	.806
B4	VAR00009	52.6364	55.055	.427	.822
B5	VAR00010	53.0000	57.000	.351	.826
C1	VAR00011	51.6364	58.655	.480	.823
C2	VAR00012	52.0909	54.891	.538	.816
C3	VAR00013	52.6364	53.055	.647	.809
C4	VAR00014	52.6364	54.255	.431	.822
C5	VAR00015	53.2727	51.618	.517	.817
C6	VAR00016	51.7273	59.218	.277	.829

جدول ۵ میانگین و انحراف معیار پاسخهای متخصصین

Symbol of factors	Factors	Mean	Std. Deviation	N
A1	VAR00001	4.8182	.40452	11
A2	VAR00002	2.0000	1.00000	11
A3	VAR00003	1.6364	.67420	11
A4	VAR00004	3.6364	1.02691	11
A5	VAR00005	1.9091	1.04447	11
B1	VAR00006	4.2727	.90453	11
B2	VAR00007	3.8182	.75076	11
B3	VAR00008	3.6364	1.28629	11
B4	VAR00009	3.6364	1.02691	11
B5	VAR00010	3.2727	.90453	11
C1	VAR00011	4.6364	.50452	11
C2	VAR00012	4.1818	.87386	11
C3	VAR00013	3.6364	.92442	11
C4	VAR00014	3.6364	1.12006	11
C5	VAR00015	3.0000	1.26491	11
C6	VAR00016	4.5455	.68755	11

جدول ۶ ضریب آلفای کرونباخ کل آزمون

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.830	.826	16

Journal of Emergency Management, vol. 7, no. 2, pp. 81-91, 2018.

- [4] E.-S. Hong, I.-M. Lee, H.-S. Shin, S.-W. Nam, and J.-S. Kong, "Quantitative risk evaluation based on event tree analysis technique: Application to the design of shield TBM," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 24, no. 3, pp. 269-277, 2009/05/01/2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2008.09.004>.
- [5] K. L. Carper, "Structural Failures During Construction," *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 1, no. 3, pp. 132-144, 1987, doi: 10.1061/(ASCE)0887-3828(1987)1:3(132).
- [6] J. Hinze, C. Pedersen, and J. Fredley, "Identifying Root Causes of Construction Injuries," *Journal of*

۶- مراجع

- [1] K. Zandie, R. Taherkhani, and R. Ziaie-Moayed, "History of safety in Iranian construction industry," (in Persian), *Journal of Engineering and Construction Management*, vol. 1, no. 1, 2016.
- [2] J. Lew, D. Abraham, R. Wirahadikusumah, J. Irizarry, and C. Arboleda, "Excavation and Trenching Safety: Existing Standards And Challenges," presented at the CIB W099 Conference, University of Hong Kong, 2002.
- [3] K. Zandie, R. Taherkhani, and R. Ziaie-Moayed, "Prioritizing the common urban excavation supporting systems using AHP method: A step to crisis management in urban constructions," (in Persian),



5 (1), 2020

دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی



تعیین چارچوبی برای مهمترین عوامل حادثه ساز در گودبرداری های شهری
در قالب توسعه پایدار به روش دلفی

- [17] F. Ahmadi, K. Nasiriani, and P. Abazari, "Delphi Technique: A Tool in Research," (in Persian), *Iranian Journal of Medical Education*, vol. 8, no. Spring and Summer, 1, pp. 175-177, 2008.
- [18] H. Pashaeizad, "A brief look at the Delphi method," (in Persian), *Peik Noor*, vol. 6, no. 2, pp. 63-65, 2007.
- [19] M. Riahi Khorram, N. Ork, and A. Farhadi Ramin, "Identification of activities and aspects of safety and health risk of Shahid Mofteh thermal power plant in Hamedan using Delphi method," presented at the The first national conference on environmental assessment, management and testing in Iran, 2014.
- [20] A. Renzi and S. Freitas, "The Delphi Method for Future Scenarios Construction," *Procedia Manufacturing*, vol. 3, pp. 5785-5791, 12/31 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.826.
- [21] A. Sourani and M. Sohail, "The Delphi Method: Review and Use in Construction Management Research," *International Journal of Construction Education and Research*, vol. 11, no. 1, pp. 54-76, 2015/01/02 2015, doi: 10.1080/15578771.2014.917132.
- [22] A. Jamali, N. Azimi, and J. Ariani, "Application of Delphi method in determining the priority of strategic objectives of HSE management of oil, gas and petrochemical industries," presented at the First National Conference of HSE Engineering Students, 2006 (in Persian).
- [23] G. Mistikoglu, I. H. Gerek, E. Erdi, P. E. Mumtaz Usman, H. Cakan, and E. E. Kazan, "Decision tree analysis of construction fall accidents involving roofers," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 4, pp. 2256-2263, 2015/03/01/ 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.10.009>.
- [24] A. P. C. Chan, E. H. K. Yung, P. T. I. Lam, C. M. Tam, and S. O. Cheung, "Application of Delphi method in selection of procurement systems for construction projects," *Construction Management and Economics*, vol. 19, no. 7, pp. 699-718, 2001/11/01 2001, doi: 10.1080/01446190110066128.
- [25] D. Krajnc and P. Glavič, "A model for integrated assessment of sustainable development," *Resources, conservation and recycling*, vol. 43, no. 2, pp. 189-208, 2005.
- [26] M. Hafez Nia, *Introduction to the method of research in the humanities*, 8 ed. Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books: Samt (in Persian), 2003.
- [27] Z. Sarmad, A. Bazargan, and E. Hejazi, *Research Methods in Behavioral Sciences*. Tehran Advertising Publications (in Persian), 2004.
- [7] S. Abdelhamid Tariq and G. Everett John, "Identifying Root Causes of Construction Accidents," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 126, no. 1, pp. 52-60, 2000/01/01 2000, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2000)126:1(52).
- [8] D. K. H. Chua and Y. M. Goh, "Incident Causation Model for Improving Feedback of Safety Knowledge," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 130, no. 4, pp. 542-551, 2004/08/01 2004, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:4(542).
- [9] R. A. Haslam et al., "Contributing factors in construction accidents," *Applied Ergonomics*, vol. 36, no. 4, pp. 401-415, 2005/07/01/ 2005, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.12.002>.
- [10] B. J. M. Ale et al., "Accidents in the construction industry in the Netherlands: An analysis of accident reports using Storybuilder," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 93, no. 10, pp. 1523-1533, 2008/10/01/ 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2007.09.004>.
- [11] M. A. C. López, D. O. Ritzel, I. Fontaneda, and O. J. G. Alcantara, "Construction industry accidents in Spain," *Journal of safety research*, vol. 39, no. 5, pp. 497-507, 2008.
- [12] Arquillos.A.L., Romero.J.C.R., and Gibb.A., "Analysis of construction accidents in Spain, 2003-2008," *Journal of Safety Research*, 2012.
- [13] N. Nenonen, "Analysing Factors Related to Slipping, Stumbling, and Falling Accidents at Work: Application of Data Mining Methods to Finnish Occupational Accidents and Diseases Statistics Database," *Applied ergonomics*, vol. 44, 08/07 2012, doi: 10.1016/j.apergo.2012.07.001.
- [14] R. Irumba, "Spatial analysis of construction accidents in Kampala, Uganda," *Safety Science*, vol. 64, pp. 109-120, 2014/04/01/ 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.11.024>.
- [15] C. A. Arboleda and D. M. Abraham, "Fatalities in Trenching Operations—Analysis Using Models of Accident Causation," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 130, no. 2, pp. 273-280, 2004, doi: doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:2(273).
- [16] O. A. Jannadi, "Risks associated with trenching works in Saudi Arabia," *Building and Environment*, vol. 43, no. 5, pp. 776-781, 2008/05/01/ 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.01.034>.