

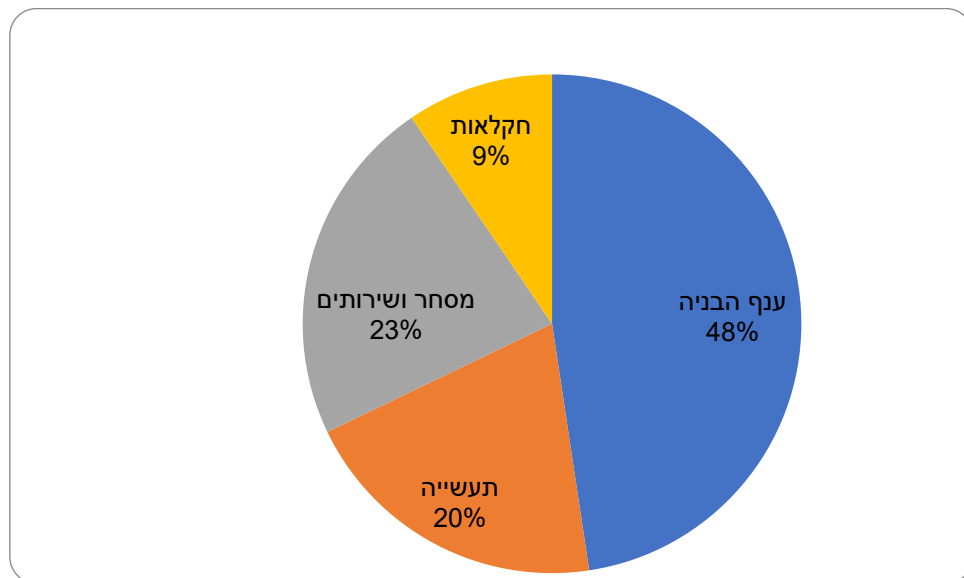
# אקלים בטיחות בחברות בנייה קטנות ובינוניות

## עובדיה קימה<sup>1</sup> ויגאל שוחט<sup>2</sup>

<sup>1</sup> היחידה לניהול והנדסת בטיחות, המחלקה להנדסה אזרחית וסביבתית, הפקולטה למדעי ההנדסה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.  
<sup>2</sup> ראש התכנית לניהול הבנייה, המחלקה להנדסה אזרחית וסביבתית, הפקולטה למדעי ההנדסה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

### מבוא

תעשיית הבנייה תורמת באופן משמעותי לכלכלה העולמית. ההוצאה העולמית על בנייה הצפויה ב-2025 תהיה 9 טריליון דולר (Al Mawli et al. 2021). תעשיית הבנייה נחשבת לאחד מענפי התעשייה המסוכנים ביותר עם סיכונים תעסוקתיים גבוהים, תכופים ומגוונים. הנוהג המקובל הוא שחברות בניה מונעות פעילויות בטיחות מסוימות כדי למנוע עיכובים בפרויקטים, דבר שאינו מועיל לבטיחות ועלול לגרום לתאונות וכתוצאה מכך לגרור עלויות נוספות. מכיוון שבטיחות העובדים תלויה בעלות הבטיחות קיימים פעמים רבות ניגודי אינטרסים בין התנהגות וסביבה בטיחותית לבין השקעות הבטיחות בפרויקטים (Khoshnava et al. 2020).



תרשים 1: פילוג של מקרי מוות עקב תאונות בעבודה (דו"ח 2019 מנהל הבטיחות)

השינויים התכופים באתר הבנייה, הסביבה המאובקת, הרועשת, תנאי העבודה הקשים של עבודה בגובה, הציוד המכאני ועוד הופכים את עבודת הבנייה למסוכנת מאוד.

אקלים בטיחות בארגון היא גישה חדשה יחסית, פרו אקטיבית, אשר על פיה הנהלת ארגון נוקטת גישה יזומה לקידום תרבות בטיחות ארגונית ופרויקטלית, מקצה לכך משאבים ברבדים שונים (הדרכה, ציוד, בקרה ועידוד הבטיחות), מעודדת את העובדים לדווח על אירועי בטיחות, ומתגמלת אותם על ייזום והטמעת תהליכים לשיפור הבטיחות. אקלים הבטיחות מעודד ארגונים לדווח על ליקויים בתהליכים שעלולים לגרום לכשלים ולתאונות עבודה, ומבטיח את ביטחונם האישי של המדווחים על ליקויים כאלו. במקום ועדת חקירה, ממנים ועדות תחקור, שתפקידה לנתח ולהסביר את נסיבות האירוע הבטיחותי, עם דגש על הטמעת תהליכים לשיפור סביבת העבודה ולהטמעת תנאי העבודה שיבטיחו בטיחות, גהות וכן יעילות של תהליכי העבודה. אקלים בטיחות ארגוני מוגדר כתפיסות משותפות בקרב מנהלים ועובדים ביחס למה שמתוגמל, צפוי, מוערך וזוכה לחיזוק במקום העבודה בכל הקשור לבטיחות (Zohar, 1980).

#### **בארגונים בעלי אקלים בטיחותי מייחסים חשיבות ל:**

- הפגנת מחויבות ניהולית;
- הטמעה ושילוב הבטיחות כערך בעל חשיבות בפעילות הארגון;
- הבטחת נשיאה באחריות בכל רמות הארגון;
- שיפור מנהיגות הבטיחות באתרי העבודה;
- העצמת עובדים והגברת מעורבות;
- שיפור התקשורת;
- הכשרה בכל הרמות;
- עידוד מעורבות בעלים / לקוח (Predo, 2020)

חלק ניכר ביישומי אקלים הבטיחות הוא חיזוי של בטיחות שמתפתח מאוד בענף הבנייה, משתמשים בצורות שונות של מידע וניתוחים לחזות את הסבירות לפציעות עתידיות. על מנת לארגן את החשיבה בחיזוי הבטיחות, הספרות מחלקת אותם לארבע משפחות חיזוי (Alruqi & Hallowell, 2019)

1. הערכת סיכון שמתייחסת למאפייני וסכנות העבודה;
2. חיזוי מבשר, ניתוח המתייחס לתנאי העובדים;
3. אינדיקטורים המצביעים על כמות הפעולות של ההנהלה בנושא;
4. אקלים בטיחותי שמצביע על תפיסת הבטיחות בקרב עובדים;

האלוול ואלרוקי הציעו במחקרם לאחד את ארבע המשפחות למודל אחד שבו החיזוי נעשה על ארבעתם במקביל, ביחד ובסירגיה.

במחקר שנכתב בעבור האגודה האמריקאית להנדסה אזרחית (Zhang, Lingard, & Oswald, 2020) בדקו את השפעת מפקחי הבנייה על העובדים בנושא בטיחות, תוצאות המחקר הביאו להשפעות ממשיות חשובות לחברות בנייה להקדיש משאבים לפיתוח יכולות מנהיגות וכישורים אישיים אצל מפקחי הבנייה.

מחקר שנערך בגאנה (Kheni, Gibb, & Dainty, 2010) השווה את נושא הבריאות והבטיחות בעבודה (OH&S) של חברות בנייה גדולות לעומת חברות בנייה קטנות ובינוניות. על פי המחקר, ככל שהחברה גדלה, כך תדירות הפציעות כתוצאה מתאונות עבודה יורדת. לחברות הקטנות והבינוניות יש בדרך כלל פחות משאבים, דבר שמקשה על ניהול הבטיחות והגהות OH&S. הדאגה העיקרית של חברות אלו היא לשרוד ולכן לא נותנים מספיק תשומת לב לבטיחות. מכיוון שבטיחות העובדים תלויה בעלות הבטיחות קיימים פעמים רבות ניגודי אינטרסים בין התנהגות וסביבה בטיחותית לבין השקעות הבטיחות בפרויקטים (Khoshnava et al.2020).

המודל שנבנה במחקר מחלק את גורמי הבטיחות לארבעה תחומי ליבה: עובדים, ציוד, ניהול וסביבה המובילים להתנהגות בטיחותית, או לא בטיחותית (תרשים 2 להלן).

## רכיבי המודל:

1. **ציוד אתר הבנייה באמצעי בטיחות נדרשים** – רכיב זה נתפס על פי השאלון של איברהים מוסלי (Mosly, 2020) כרכיב המשמעותי ביותר בקרב הנשאלים. אתר הבנייה אמור לספק בטיחות לעובדיו. אמצעי הבטיחות הם גם מצילי חיים וגם מסמנים לעובדים כי הבטיחות היא ערך עליון.
2. **סיוע מורלי ופיזי לעובדים** – רכיב זה כולל נושאים הקשורים לתמיכת ההנהלה בעובדים, תקשורת, שיתוף פעולה בין עמיתים לעבודה ופוליסת ביטוח רפואי. תמיכה בעובדים מעצימה אותם באתר ונותנת להם תחושת אחריות.
3. **סביבת עבודה בריאה** – רכיב זה מדגיש את המשמעות של סביבת עבודה עם תנאים נוחים בעבור העובדים והוא כולל שלושה גורמים:
  - תאורה מספקת.
  - אוורור מספק.
  - היגיינה.
4. **הבטחת בטיחותו של אתר הבנייה מחפצים נופלים ומנפילת עובדים** - סכנת הנפילה מגובה נחשב לסיכון הקטלני ביותר בענף הבנייה (Gholamnia, Ebrahimian, Gendeshmin, Saeedi, & Firooznia, 2018). רכיב זה מתייחס לנפילת עובדים מגובה (פיגומים, סולמות, מבנים) ונפילת חפצים. הרכיב מדגיש את המשמעות של ביצוע פעולות ואמצעים למניעת תאונות אלה כולל בדיקות בטיחות מוקדמות להבטחת אי התרחשותם.
5. **פעילות פרואקטיבית למניעת תאונות** - הוא כולל צעדים המסייעים במניעת תאונות, כמו נכונות של החברה לקבל תלונות ומשובים בטיחותיים מעובדים וכן לנהל רשומות של היסטוריית התאונות בחברה. במחקר מעיראק (Awolusi, McKay, & Marks, 2016) נטען כי יחסית לתעשיות כמו תעופה, תעשיית התרופות ותעשיית הקידוח הימי, ענף הבנייה מתקשה להטמיע את גישת הדיווח של כמעט ונפגע. כמו כן רכיב זה בודק את רמת המשאבים שהחברה משקיעה ביצירת אקלים בטיחותי, במחקר שבוצע בישראל נמצא כי הרמה המיטבית של השקעת הבטיחות היא כ-1% מערך הפרויקט (Shohet, Luzi, & Tarshish, 2018).

6. **אספקת ציוד ואזורים להגנה ונוחות העובדים** - אחד מהיסודות הבסיסיים של בטיחות עובדים הוא אספקה של ציוד מגן אישי (PPE). יתר על כן, להקצאה של אזורי אחסון בטוחים יש השפעה חשובה על ביצועי הבטיחות ובטיחות עובדים, מכיוון שהדבר ושומר חומרים מסוכנים באזורים בטוחים.
- בנוסף יש להקצות אזורי מנוחה נאותים לעובדים. מוכח כי למנוחתם של עובדים יש השפעה חזקה מאוד על ביצועי הבטיחות שלהם.
7. **מאמץ יתר מנטלי ופיזי של העובדים** - ברכיב זה תשומת הלב ניתנת לפעולה של מועסקים שעובדים יתר על המידה. עובדים עייפים מתפשרים על היבטי בטיחות.
8. **סיכוני אש וחום** -רכיב זה נועד למנוע את סכנת האש ע"י הבטחת אספקת מערכות כיבוי ומניעת אש. הרכיב גם מקדם מניעת שריפות באמצעות הנגשה של אזורי עישון במקום.
9. **ידע וכישורים** - נשאלת השאלה מהי רמת הידע של העובדים בנושאי בטיחות. יש לוודא כי נהלי הבטיחות הם הדבר הראשון שעובד נחשף אליו כאשר הוא מתחיל לעבוד באתר. עובד שלא עובר הכשרות נאותות מסתכן בעבודה לא נכונה וכמעט בהכרח גם לא בטיחותית.
10. **התנהגות בטיחותית** - רכיב זה בודק את ההסתברות לרשלנות וטעויות בשיקול הדעת של העובדים. חשיבות רכיב זה היא גבוהה מאחר והתנהגות העובדים משפיעה באופן קריטי על כל הרכיבים האחרים. למשל, עובד לא זהיר עלול לעשן ליד חומרים דליקים (קשור לרכיב סיכוני אש וחום).
- מחקר שנערך על ידי al et Han. בשנת 2013 ניסה להבין את הקשר בין גורם סיכון להתנהגות אנושית ובין גורם סיכון לסביבת עבודה לא בטיחותית (Chi, Han, & Kim, 2013) וזיהו התאמה בין גורמי התנהגות לתנאים סביבתיים שקבעו את סוג התאונה וחומרת הפגיעה.
11. **בקרת הבטיחות** - רכיב זה נועד לבדוק את רמת הבקרה על הציוד ועל צורת העבודה באתר, מאחר ותאונות רבות מתרחשות עקב ציוד לקוי. הרכיב גם בודק את רמת הפיקוח על צורת העבודה באתר, על פי מחקר של החברה האמריקאית למהנדסים ישראלים חשיבות הפיקוח היא קריטית לבטיחות האתר (Cheung & Zhang, 2020).
12. **הערכת סיכונים וגורמי סיכון** - החברה נדרשת לבצע הערכות סיכונים וגורמי סיכון גם בשגרה וגם בשלבים השונים של הבנייה. האתר משנה את פניו בכל שלב במהלך הבנייה, סיכונים רבים עלולים להיווצר בכל יום, הגבהים משתנים, מיקומים שונים ואזורי בטיחות שונים ולכן נדרשות הערכות סיכונים בכל שלב ושלב.
13. **התאמות עובדים** - גיל וניסיון הם מרכיבים חשובים ביותר בתפיסת אקלים בטיחות אצל עובדים. למשל, מחקר שאסף נתונים מתעשיית הבנייה הפקיסטנית סיכם

שחברות צריכות למתן את גורמי הלחץ הפסיכו-סוציאליים אצל עובדים צעירים  
שזקוקים לתמיכה ארגונית. (Maqsoom, Mughees, Zahoor, Nawaz, & Mazher, 2020)

תרשים 2: מודל אקלים בטיחות בחברות בנייה קטנות ובינוניות

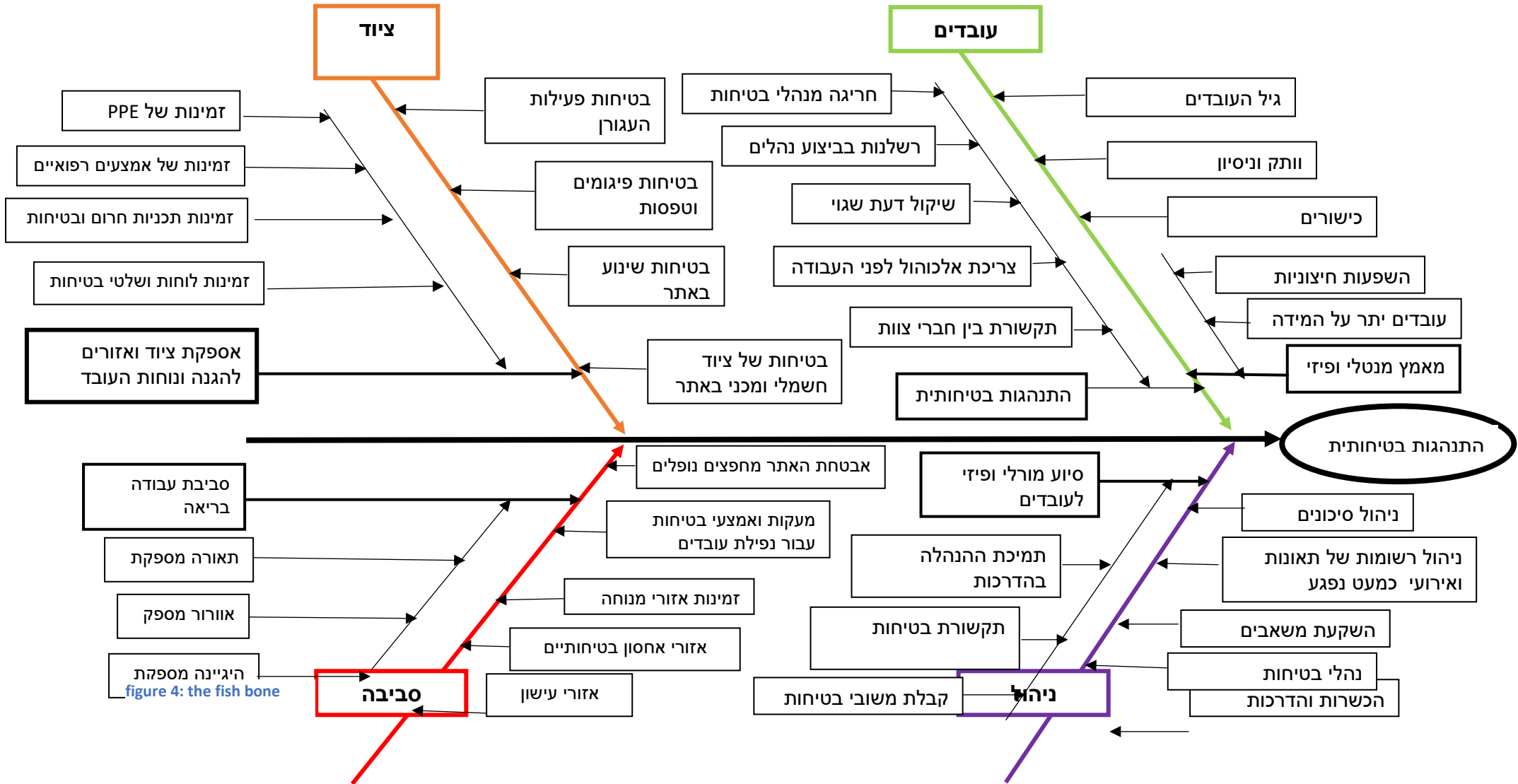
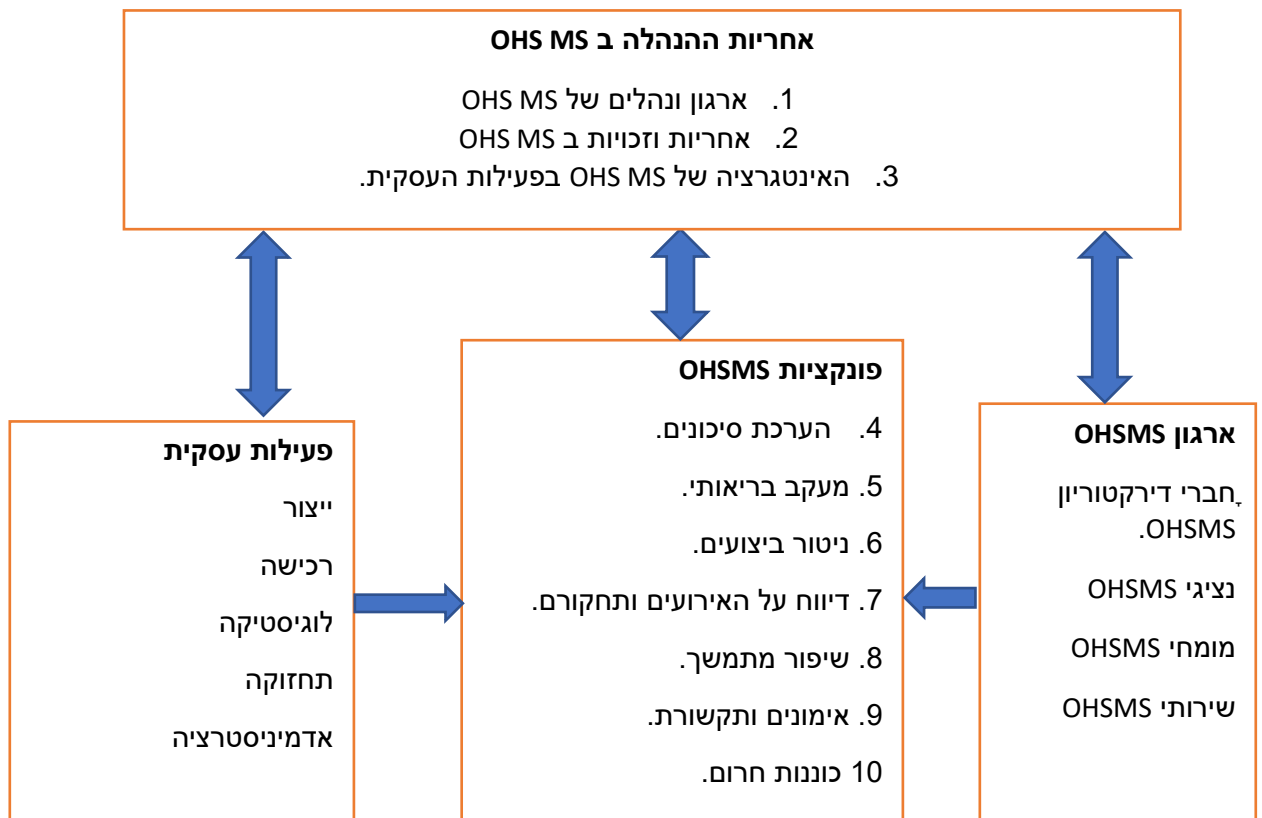


figure 4: the fish bone

### סקירת ספרות

לחברות קטנות ובינוניות בענף הבנייה יש משאבים וידע מוגבלים בנושא ניהול הבטיחות (Gunduz & Laitinen, 2017) גונדוז ולייטין תכננו מערכת ניהול בטיחות בת 10 שלבים, מערכת קלה לשימוש שעונה על האילוצים והמאפיינים של חברות קטנות ובינוניות לבטיחות (תרשים 3).

OHSMS - Occupational health and safety management system – מערכת ניהול בריאות ובטיחות תעסוקתיים.



תרשים 3: 10 שלבים במערכת ניהול ובטיחות תעסוקתית (Gunduz & Laitinen, 2017)

ניתן לראות בתרשים 3 כי שלושת השלבים הראשונים של ה-OHS MS היא האחריות הניהולית. החלק האמצעי של התרשים מדגיש את כל הקשור לבריאות ובטיחות תעסוקתית ושני התיבות בצדדים מתייחסות ליחידות ארגוניות שונות אשר יחד אחראיות על ביצוע פונקציות ה-OHS MS ועל האינטגרציה ביניהן. המערכת תוכננה על בסיס הצרכים הספציפיים של חברות קטנות ובינוניות בענף הבנייה. על פי גונדוז ולייטין זו עובדה ידועה שלמרות שרוב התאונות בענף הבניה מתרחשות בקרב חברות קטנות ובינוניות, ידע הבטיחות נמוך יחסית ולכן יש צורך במערכת פשוטה אך עוצמתית אשר יכולה להיות ממומשת בקלות.



על מנת ליצור סביבת עבודה בטוחה באתרי בנייה יש ליישם מערך בטיחות פרואקטיבי שמבוסס על מידע אמין ומדויק של ההנהלה על הסיכונים הכרוכים בעבודה. (Gunduz & Laitinen, 2018).

שיעור התאונות הוא באופן מסורתי המדד לבטיחות, אך המדד הזה לבדו אינו מספיק בעבור חברות בנייה קטנות ובינוניות. חברה הדוגלת במערך בטיחות פרואקטיבי, משתמשת במדדים נוספים כמו מדד הערכת הסיכונים ומדד כמות הדרכות הבטיחות שנעשות בחברה, כמות זאת פרופורציונאלית למודעות החברה לבטיחות, מודעות גבוהה יותר מובילה להפחתה בכמות התאונות (Gunduz & Laitinen, 2018).

במחקר שנעשה בישראל (Shohet, Luzi, & Tarshish, 2018) בעזרת סקר שדה על 30 פרויקטים של בניה, פותח מודל אנליטי אמפירי להקצאת משאבים לבטיחות בענף הבניה. המודל שואף לקבוע את המשאבים המינימליים שאמורים להיות מוקצים לבטיחות מונעת.

מטרתם של הצעדים הפרואקטיביים, לספק סביבת עבודה בטוחה והגנה על עובדים מפני גורמי סיכון מקצועיים תוך צמצום עלויות הבטיחות הכלליות של הפרויקט.

המחקר בחן את עלויות התאונות על מנת לקבוע את הקשר בין העלויות הישירות והעקיפות בענף הבניה בישראל.

עלויות של תאונות בענף הבניה :

#### עלויות ישירות:

- פיצוי ביטוחי לעובדים ע"י שכר וטיפולים רפואיים.
- ביטוח אחריות נגד פציעות צד ג' ופגיעה ברכוש.
- ביטוח רכוש לכיסוי נזקי הציוד והמתקנים.

#### עלויות עקיפות (קשות יותר לחישוב):

- עלויות עקב אובדן התפוקה של הצוות ושל העובד הנפגע.
- עלויות תחקור התאונות.
- הכשרת העובד המחליף.
- תיקון וניקיון.
- עלויות עקב חריגה בזמן הפרויקט.

החלק של העלויות העקיפות הוא בדרך כלל גדול בהרבה מהחלק של העלויות הישירות. העלויות העקיפות בדרך כלל גם לא מכוסות ע"י חברת הביטוח.

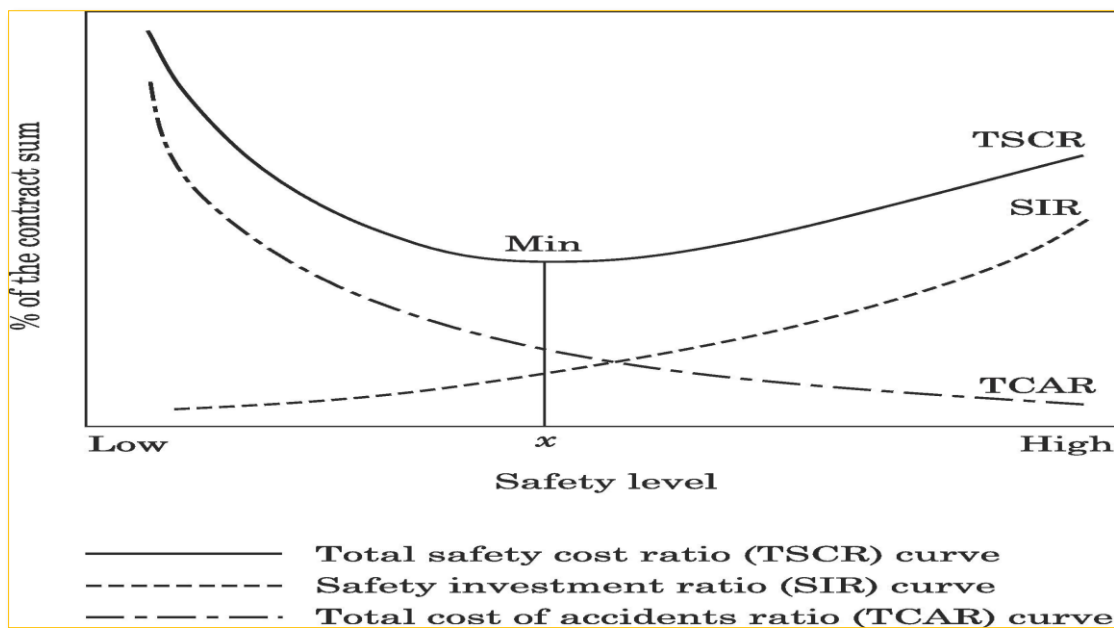
המחקר הבולט ביותר בספרות שחוקר את עלויות הבטיחות בבניה (Hinze & Appelgate, 1991) בחן 573 דוחות פציעה מ-185 פרויקטים של בנייה שונים ב-34 מדינות כדי לקבוע את היחס בין עלויות ישירות לעקיפות. היחס בין העלויות הישירות לעקיפות בממוצע הוא 1:2.94. כלומר, 69.4% מהעלות הכוללת היא של עלויות עקיפות ו 30.6% הן עלויות ישירות.

## עלויות הבטיחות:

על פי נתונים אמפיריים נמצא שעלות האדמיניסטרציה של בטיחות בבנייה כוללות : משכורות לאנשי בטיחות, כוח אדם רפואי ומשרדי, ישיבות בנושאי בטיחות, בדיקות ציוד וכלים, פגישות והפעלות, ציוד מגן אישי (PPE), תכניות לבריאות והיגיינה וציוד נוסף.

## השקעה בבטיחות:

תרשים 4 מתאר את יחס ההשקעה בבטיחות (SIR), יחס העלות הכוללת של תאונות (TCAR) ויחס עלות הבטיחות הכולל (TSCR) שהוא סכום השניים הראשונים ורוכש ערך מינימלי עבור ביצועי בטיחות נתונים "X". הגרף מראה כי השקעה גבוהה בבטיחות מספקת ביצועי בטיחות גבוהים אך בעלויות גבוהות מידי ובכך הופכת את ההשקעה ללא כדאית. מצד שני ללא השקעה בבטיחות בכלל, עלויות הבטיחות הכוללת תגדל באופן אקספוננציאלי כתוצאה מגידול מספר התאונות שעלויות להתרחש.



תרשים 4: השקעה בבטיחות בבנייה (Shohet, Luzi and Tarshish, 2018)

(

העלות הכוללת של התאונות בפרויקטים עם השקעה נמוכה בבטיחות ( $SIR < 0.5\%$ ) היא 4.7 פעמים העלות של פרויקטים עם השקעה גבוהה בבטיחות ( $SIR > 1\%$ ).

- ממצאי סקר השטח של מחקר זה מראים כי בממוצע הקבלנים משקיעים במשאבי פעילויות בטיחות מונעות רק מחצית מהאופטימום.
- הניתוח של המדגם מאפשר לבסס את הרמה המיטבית של השקעת הבטיחות על 1% מהיקף הפרויקט.

במחקר של רחמים בכר מאוניברסיטת בן-גוריון (בכר, רחמים; שוחט, יגאל 2020) מיקדו את הפרמטרים להשקעה בבטיחות לפרויקטים קטנים ובינוניים בבניה למגורים.

## אירועי כמעט ונפגע

בענפי תעשייה כמו תעשיית הקידוח הימי, התעופה והכימיה משתמשים בדיווחים על אירועי כמעט ונפגע כבר תקופה לא מבוטלת.

בתעשיית הקידוח מצאו כי שיעור הדיווח של 0.5 מוריד ב-75% את שיעור אירועי הבטיחות (הקלים בעיקר). לא כן הדבר לגבי ענף הבנייה.

מאמר מאוניברסיטת אלבמה (Awolusi et al., 2016) הציג מודל מתקדם של ניהול תכנית אירועי כמעט ונפגע כמתודולוגיה בסיסית בעבור מנהלי בטיחות באתרי בנייה עבור איסוף, ניתוח ושימוש יעיל בנתוני בטיחות.

על פי המחקר, קיימים חמישה שלבים למעבר נתונים של אירועי כמעט ונפגע למידע ובסופו של דבר להפצה.

### שלב 1: זיהוי

עובד באתר בנייה מזהה אירוע לא בטוח. עובדי בניין צריכים להיות מאומנים כהרחבה של תכנית בטיחות לזיהוי ודיווח על אירועי כמעט ונפגע.

### שלב 2: דיווח

כשמזהים אירוע כמעט ונפגע, חייבים לדווח על כך למפקח העבודה באמצעות מנגנון מובנה של דיווחים. יש לשמור על אנונימיות העובד.

### שלב 3: ניתוח גורמי שורש

החלטה על הגורם שתרם לאירוע כמעט ונפגע. יש להשתמש במדדים עקביים שלא ישתנו מדיווח לדיווח, על מנת להבטיח ניתוח מדויק של האירועים.

### שלב 4: קביעת פתרון

לאחר הסיווג יש להציג פתרון תוך התחשבות בחומרה ובהשלכות האירועים הקודמים של כמעט ונפגע. אירועים לא חמורים מטופלים רק בהעברת מידע. אירועים משמעותיים עם השלכות חמורות מטופלים אחרת אך ורק כאשר האיום הוסר והאתר הופך לבטוח.

### שלב 5: החלטות

יש לתקשר מיידית את שאר העובדים באתר ולהוסיף את תיאור האירוע לפגישות הבוקר במחלקות השונות. מנהלי הבטיחות ישלבו את הלקחים שהופקו בתוך התדריכים שלהם והעובדים שדיווחו על האירוע יקבלו משוב על דרך הטיפול באירוע.

## סקר השדה

סקר השדה בוצע באמצעות שאלון שהוצג בצורת ראיון למנהלי העבודה באתרי בנייה קטנים ובינוניים.

נבחנו 20 אתרים שונים.

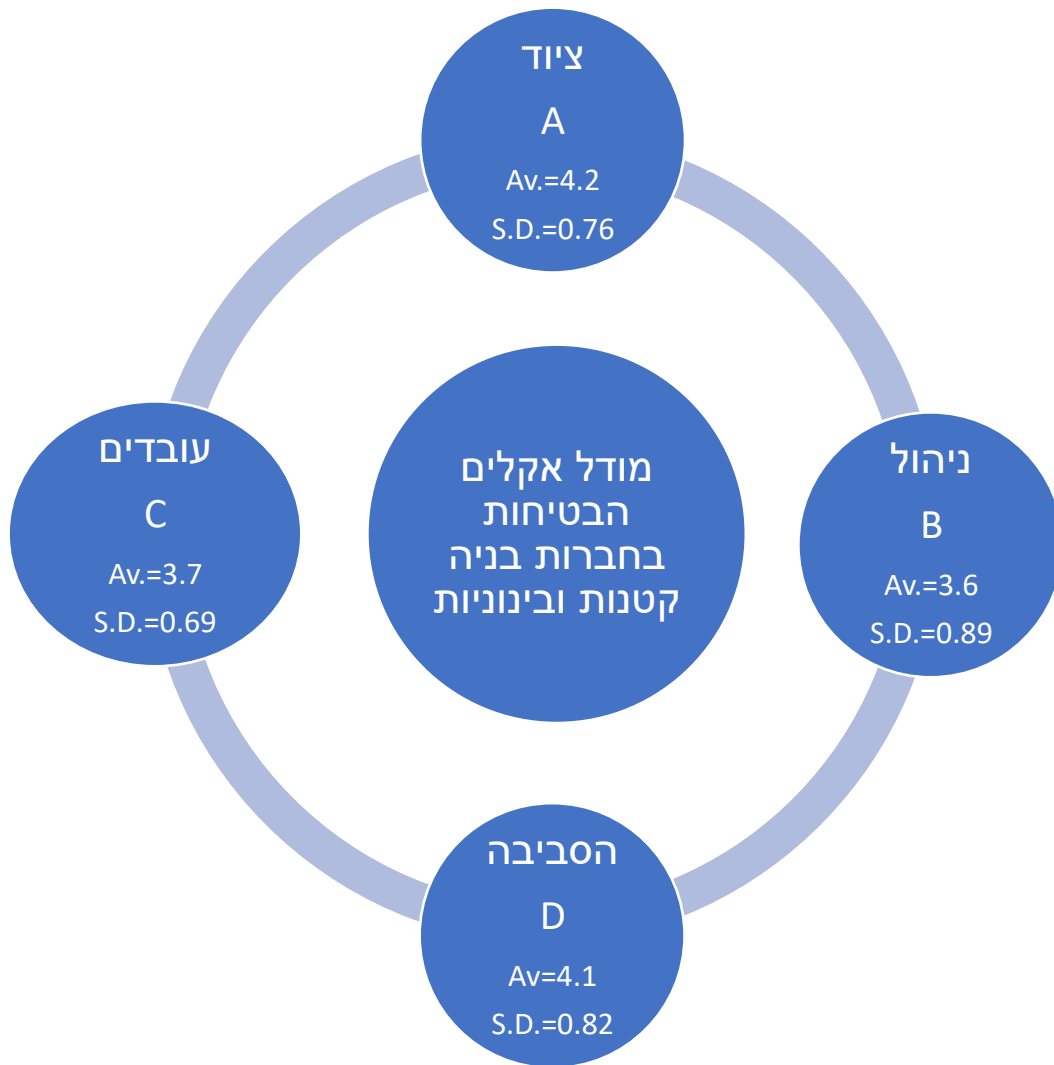
### תוצאות הסקר

טבלה 1: ממוצעים וסטיות תקן של משתני החקר שאלון למנהלי בטיחות באתר

שאלת הסקר	סימון	ממוצע	סטיית תקן	הערות
1. כמה תאונות עבודה קלות התרחשו באתר?		3.1	1.61	
2. כמה תאונות עבודה בינוניות התרחשו באתר?		0.9	0.68	
3. כמה תאונות עבודה קשות התרחשו באתר?		0.1	0.30	
4. כמה תאונות עבודה קטלניות התרחשו באתר?		0.0	0.00	
5. כמה אירועי כמעט ונפגע דווחו באתר?		0.9	2.39	
6. מהי הזמינות של האמצעים הרפואיים וערכת עזרה ראשונה?	A1	4.2	0.96	
7. מהי הזמינות של תכניות החירום והבטיחות באתר?	A2	3.9	0.89	
8. הצבת לוחות ושלטי בטיחות באתר?	A3	4.2	0.73	
9. עד כמה ההנהלה מעודדת הדרכות בטיחות?	B1	4.1	0.77	
10. איך היית מדרג את העברת המידע בנושאי בטיחות באתר?	B2	3.8	0.68	
11. עד כמה חבריך לעבודה מעודדים עבודה בטוחה?	C1	3.8	0.75	
12. האם התאורה בסביבת העבודה של עובדיך מספקת?	A4	4.2	1.08	
13. האם סביבת העבודה מאווררת מספיק?	A5	2.4	0.86	חם באילת
14. מהי רמת ההיגיינה באתר?	A6	3.5	1.12	
15. בטיחות האתר מפני נפילת חפצים מגובה?	A7	4.3	0.56	
16. עד כמה אתה מרגיש שעובדיך בטוחים מפני נפילה מגובה?	A8	4.4	0.49	
17. האם ההנהלה יוזמת משובים בנושאי בטיחות?	B3	3.7	0.96	

	1.62	2.7	B4	18. האם אתה חשוף לרשומות היסטוריות של תאונות בחברה?
	0.89	2.1	B5	19. האם ההנהלה מעודדת דיווח על אירועי כמעט ונפגע?
	0.99	3.9	B6	20. האם החברה משקיעה מספיק משאבים ליצירת אקלים בטיחות?
	0.46	4.7	A9	21. עד כמה עובדיך מוגנים מפני התחשמלות באתר?
	0.54	4.8	A10	22. האם ישנם מספיק אזורי מנוחה באתר?
	1.14	4.3	A11	23. האם מוגדרים אזורי אחסון ייעודיים נגישים באתר?
	1.01	3.2	C2	24. מהי מידת העומס על עובדיך בעבודה?
בעיקר החום שמשפיע על ציוד המגן	0.79	3.4	C3	25. האם קיימים גורמים חיצוניים המשפיעים על עובדיך לעבוד בצורה לא בטוחה?
רובם מעשנים תוך כדי עבודה	1.10	4.3	A12	26. האם יש אזורי עישון מוגדרים באתר?
	0.56	4.7	A13	27. מהי רמת ההגנה מפני אש באתר?
	0.57	4.7	C4	28. האם נהלי הבטיחות ברורים לך ולעובדיך?
	0.44	4.1	C5	29. האם עובדיך עברו מספיק הדרכות שהכינו אותם לעבוד בצורה בטיחותית בכל תחומי העבודה שלהם (בטיחות כללית, עבודה בגובה, חשמל, חום)?
חוסר בכוח אדם איכותי	0.70	3.8	C6	30. האם אתה מרגיש שעובדיך מספיק כשירים לסוג העבודה שלהם?
	0.49	3.6	C7	31. האם נהלי הבטיחות מבוצעים באופן מלא?
	0.57	3.7	C8	32. האם עובדיך מקפידים על כללי הבריאות בהרמת משאות, עבודה בגובה, שימוש בציוד חשמלי, עבודה בחום תוך שימוש בציוד מגן אישי והקפדה על אופני ביצוע בטיחותיים?
	0.43	4.3	C9	33. האם אתה חש כשירות לשיקול והערכת סיכונים במצבים גבוליים כגון: עבודה בגובה רב, מטענים כבדים, ציוד מכאני כבד, ציוד חשמלי, פיגומים וכו'?
	0.97	4.4	C10	34. האם אתה יודע על חברים לעבודה אשר צורכים אלכוהול לפני או תוך כדי עבודה?
	0.64	3.7	B7	35. האם ישנו פיקוח מספק בנושא בטיחות באתר?
	1.02	3.4	B8	36. האם נערכים באתר סקרי בטיחות באופן יומי?
	0.67	4.6	B9	37. האם הציוד המכאני (פיגומים, רתמות, עגורן) נבדק באופן תקופתי?

לרוב פעם אחת בתחילת כל פרויקט	0.77	3.9	B10	38. האם נהלי הבטיחות באתר מתעדכנים בהתאם להתקדמות הפרויקט?
	0.86	3.6	B11	39. האם גורמי הנהלה מקיימים הערכות סיכונים מחדש בכל שלב בפרויקט?
חלקם מתלוננים על עובדים לא מיומנים	0.75	3.2	C11	40. האם עובדים בעלי מיומנויות הערכת סיכונים בעבודה בגובה, חשמל, חום, חפירות וכד'?
	<b>0.82</b>	<b>3.9</b>		<b>ממוצע כולל של המדגם</b>
				ממוצע משתני המודל למדגם
	6.41	30.6		41. ממוצע גילאים
	1.32	2.5		42. ממוצע וותק



תרשים 5: מאפייני מודל אקלים בטיחות בחברות בנייה קטנות ובינוניות במדגם באזור אילת

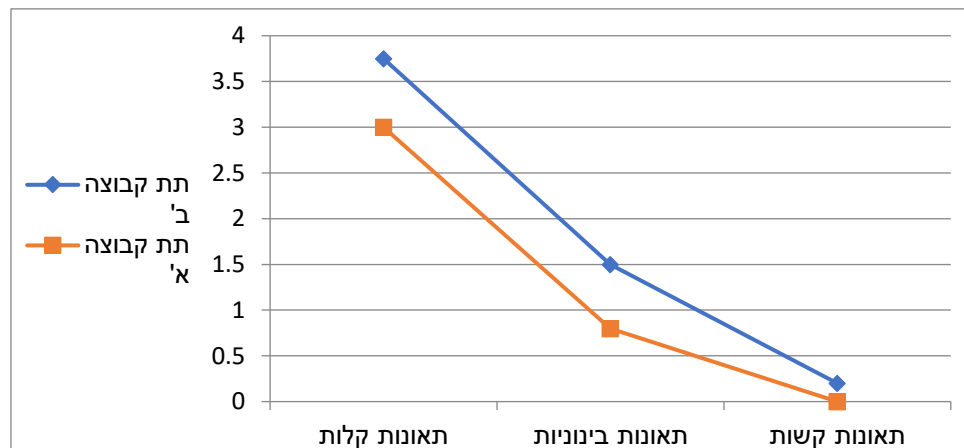
מתרשים 5 ניתן לראות שמנהלי העבודה סברו כי קטגוריית הציוד היא הטובה ביותר עם דירוג של 4.2 ואילו בתחום הניהול הדירוג היה הנמוך ביותר 3.6 עם סטית התקן הגבוהה ביותר 0.89 המצביעה על שונות גדולה בין פרויקטים בעלי בטיחות טובה וכאלה עם בטיחות פחות טובה. בקטגוריית העובדים נמצא דירוג בינוני של 3.7, ואילו בקטגוריית הסביבה נמצא דירוג גבוה של 4.1.

### ניתוחי אירוע וסטטיסטיקה היסקית (Inferential Statistics):

לצורך תיקוף המודל שפותח במסגרת חקר זה, נבחנו שתי תת-קבוצות של פרויקטים, המייצגים את מאפייני המודל בשני הקטבים שלו - תת-קבוצה עם משתני המודל בממוצע גבוה מ-4 (תת-קבוצה א') ותת-קבוצה שנייה עם משתני המודל בממוצע נמוך מ-3.5 (תת-קבוצה ב'). הממוצע לתת-קבוצה א' הוא 4.26 (טבלה 4 להלן). תת-קבוצה ב' כללה ארבעה פרויקטים,

והממוצע של משתני המודל שלה הוא 3.34. שתי הקבוצות מתאפיינות בסטיות תקן קטנות יחסית (0.2 ו-0.16 בהתאמה), נתון שמאפשר לבצע מבחן T במובהקות טובה של 0.05.

כפי שניתן לראות בטבלה 4, לביצועי הבטיחות יש השפעה מובהקת ומכרעת על כמות התאונות. כמות התאונות הקלות בממוצע בתת קבוצה א' בעלת ביצועי הבטיחות הטובים היא 3 לעומת 3.75 בתת קבוצה ב'. כמות התאונות הבינוניות בממוצע בתת קבוצה א' היא 0.8 לעומת 1.5 בתת קבוצה ב', ואילו כמות התאונות הקשות בממוצע בתת קבוצה בעלת ביצועי הבטיחות הטובים היא 0 לעומת 0.2 בתת קבוצה בעלת ביצועי הבטיחות הפחות טובים. נתונים אלו מצביעים תיקוף המודל ושאלון הסקר ומראים יחס ישר בין ביצועי הבטיחות ותוצאותיה.



#### תרשים 6: ממוצעים של אירועי בטיחות לפי קבוצות איכות של אקלים בטיחות

השוואת ממוצעי הקבוצות לפי מבחן T במובהקות 0.05 נמצא כי  $t=8.59$  והוא גדול מערך הסף של 2.365 והוא מאפשר לדחות את השערת ה-0 כי הממוצעים של שתי הקבוצות שווים במובהקות של 0.05.



טבלה 2: מאפייני בטיחות לפי תת-קבוצות של בטיחות טובה (א)  
ובטיחות נמוכה (ב)

תת-קבוצה א' – מאפייני אקלים בטיחות טובים		תת-קבוצה ב' – מאפייני אקלים בטיחות נמוכים	
Mean>4	פרויקט	Mean<3.5	פרויקט
4.54	מצפה נוף	3.31	יוספטל
4.23	אוזן מגורים	3.49	גן הארבעה
4.43	נווה צדק	3.46	אדג'
4.0	נווה הדקלים	3.09	מחסי קבוצת ממן
4.09	רובע 6		
3		3.75	תאונות קלות בממוצע
0.8		1.5	תאונות בינוניות בממוצע
0		0.2	תאונות קשות בממוצע
$\bar{X}_1 = 4.26$		$\bar{X}_2 = 3.34$	ממוצע
$S_1 = 0.2$		$S_2 = 0.16$	סטיית תקן
$n_1 = 5$		$n_2 = 4$	מספר פרויקטים

מבחן T לבחינת התוצאות:

**השערות החקר:**

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Statistic: The test statistic is:

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - 0}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Reject  $H_0$  if the p-value is less than 0.05

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= 0.03 \quad S_p=0.16$$

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - 0}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{4.26 - 3.3375}{0.16 \sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{4}}} = 8.59$$

$$t_0 > t_{\alpha/2, n_1+n_2-2} \text{ OR} \\ t_0 < -t_{\alpha/2, n_1+n_2-2}$$

תוצאה זו מאפשרת לדחות את ההשערה שהאוכלוסיות של שתי תתי הקבוצות שוות. כלומר הן שונות במובהקות של 0.05.

$$t_{0.05/2, 5+4-2} = t_{0.025, 7} = 2.365$$

## דיון בתוצאות

### ציוד

בכל הקשור לציוד, הדירוגים היו גבוהים באופן יחסי, רוב מנהלי האתרים סבורים שציוד הבטיחות מתוחזק בצורה טובה וממוקם במקום נגיש. זמינות האמצעים הרפואיים והצבת לוחות ושלטי בטיחות באתר קיבלו את הדירוג 4.2, זמינות ונגישות תכניות החירום והבטיחות באתר קיבל את הדירוג 3.9, נפילת חפצים מגובה דורגו במוצע של 4.3. מנהלי העבודה גם סברו שהציוד המכאני נבדק באופן תקופתי בצורה טובה למדי עם דירוג גבוה מאוד של 4.6.

סטיות התקן בין מנהלי העבודה השונים גם לא היו גבוהות במיוחד ולכן ניתן לומר שמנהלי העבודה לרוב מרוצים מקטגוריית הציוד בכל הקשור לאקלים הבטיחות באתרים שהם מנהלים.

### ניהול

ההיבט הניהולי קיבל ציון לא גבוה במיוחד של 3.6, מה שמעיד על כך שמנהלי העבודה חושבים שישנם ליקויים בנושא זה. ההנהלות מעודדות הדרכות בטיחות על פי הסקר, השאלה בנושא קיבלה דירוג גבוה של 4.1. מנהלי האתר כמעט ולא חשופים לרשומות ההיסטוריות של התאונות בחברה – השאלה על כך קיבלה את הדירוג 2.7 ושונות גבוהה מאוד בין אתרים עם בטיחות טובה לאתרים עם בטיחות נמוכה (אתרים בעלי מאפייני בטיחות טובה התאפיינו בחשיפה גבוהה של המנהלים לרשומות בטיחות). נמצא כי חברות ממעטות לעודד דיווחי אירועי כמעט ונפגע – כשנשאלו על כך מנהלי העבודה נתנו דירוג הממוצע של על 2.1. נהלי הבטיחות ברורים מאוד למנהלי העבודה ועובדיהם עם ממוצע של 4.7 וסטית תקן נמוכה. בשאלה על רמת הפיקוח הדירוג הינו 3.7 עם שונות נמוכה בין האתרים. בחלק גדול מהאתרים

לא נערכים סקרי סיכונים באופן יומי, עם ציון ממוצע של 3.4. מהסר ניכר כי רכיב זה של מודל אקלים הבטיחות הוא נקודת החולשה שבה קיים פוטנציאל שיפור.

### **עובדים**

העומס על העובדים הוא גדול עם דירוג של 3.2 עם שונות גבוהה בין אתר לאתר ובין תפיסה שונה של המצב אצל כל מנהל אתר, בעיקר בגלל החום הכבד שמשפיע כגורם חיצוני שקיבל דירוג ממוצע של 3.4.

בעניין ההדרכות וההכשרות הדירוג גבוה, 4.1. מנהלי העבודה מתלוננים על חוסר בכוח אדם איכותי, עם דירוג של 3.8 בשאלה על כשירות העובדים.

השאלה על הקפדה על כללי הבטיחות והבריאות קיבלה דירוג של 3.7, ונראה שהיא נפגעת בגלל העומס.

בשאלה האם נהלי הבטיחות מבוצעים באופן מלא, שוב עלה נושא החום הכבד שלעיתים בעטיו מוותרים על שימוש בצידוד מגן אישי, כמו קסדה וכפפות שמעמיסות עליהם.

### **סביבה**

לסביבת העבודה השפעה גדולה מאוד על הבטיחות, מאחר והמדגם בוצע באילת וסביבתה, אזור בעל אקלים מדברי וחם.

ניתן לראות כי הפרמטר הבעייתי ביותר ברמת הבטיחות הוא האם סביבת העבודה מאווררת מספיק קיבל את הדירוג הנמוך 2.4. החום הכבד באזור המדגם משפיע באופן ישיר על איכות הבטיחות, סביבת העבודה איננה מאווררת מספיק וזה משפיע על העובדים בקבלת ההחלטות ובריכוז.

רמת ההיגיינה באתרים דורגה בממוצע נמוך - 3.5.

כל שאר המשתנים בקטגוריית הסביבה דורגו גבוה בממוצע.

## **ניתוח אירוע Case study**

ניתוח התוצאות של שני פרויקטים, A, בעל התוצאות הטובות ביותר בסקר ו-פרויקט B, בעל התוצאות הנמוכות ביותר בסקר משמש כאן כאמצעי לאישוש מסקנות המחקר (טבלה 3).

טבלה 3: השוואה בין ביצועי בטיחות בפרויקט באקלים בטיחות טוב (A) היחס לפרויקט

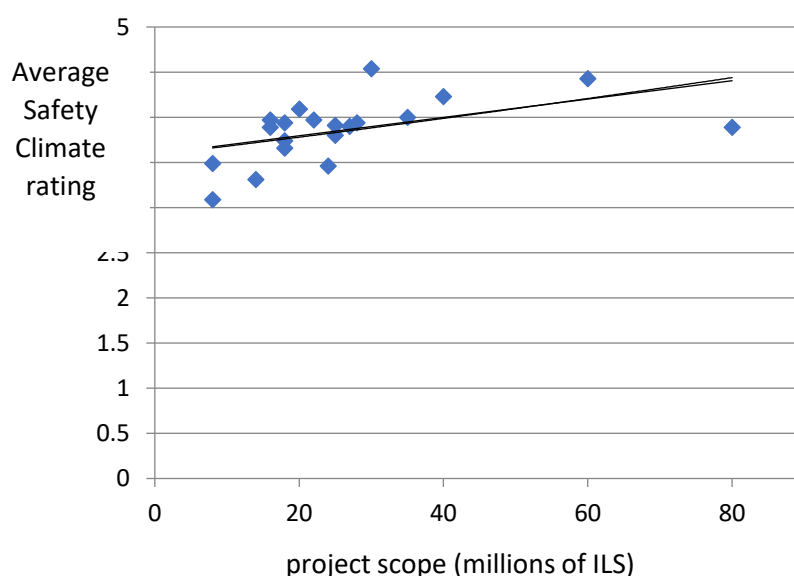
אקלים בטיחות נמוך (B)

פרויקט	A	B
ממוצע דירוג בסקר	4.54	3.09
עלות הפרויקט (מיליון ₪)	30	8
תאונות קלות	0	3
תאונות בינוניות	0	1
תאונות קשות	0	0

ניתן לראות כי מבין שני פרויקטים, A גדול בהרבה ועם תוצאות טובות יותר בצורה משמעותית. פרויקט A עם התוצאות הטובות ביותר בסקר השדה, דורג גבוה כמעט בכל הפרמטרים, מלבד הגורמים הקשורים לחום. פרויקט B עם התוצאות הנמוכות ביותר בסקר השדה קיבל דירוגים נמוכים כמעט בכל המשתנים, בייחוד בכל הקשור להנהלה, לתקשורת והבקרה. ניתן לראות שני פרויקטים, האחד משקיע בבטיחות והשני כלל לא, ולמרות ההבדל בגודל (A גדול בהרבה) זה מתבטא גם בשכיחות ובחומרת התאונות.

### האם קיים מתאם מסוים בין היקף הפרויקט לבין אקלים הבטיחות.

נבחן הקשר בין היקף הפרויקט לבין אקלים הבטיחות (תרשים 7).



תרשים 7: אקלים בטיחות בתלות בהיקף הפרויקט

מן התרשים נמצא מודל רגרסיה ליניארי עם מקדם מתאם פירסון:  $R=0.51$  המראה כי קיים קשר ליניארי חיובי בין היקף הפרויקט לאיכות הבטיחות. מקדם המתאם הוא 0.5 ומראה כי נמצא מתאם מסוים בין היקף הפרויקט לאקלים הבטיחות.

## סיכום ומסקנות

חקר זה בחן את אקלים הבטיחות בחברות בנייה קטנות ובינוניות. ליבת המודל הייתה בחינת הרכיבים השונים שהוצגו ע"י תרשים עצם הדג –עובדים, ציוד, סביבת עבודה וניהול בחברות הבניה השונות שנבחנו.

אתרי הבנייה שנבחנו היו באילת ובסביבתה, אתרים המאופיינים באקלים מדברי וחס ברמה קיצונית. המחקר מראה בבירור את השפעת הסביבה על אקלים הבטיחות. לעיתים קרובות ישנה התרופפות במשמעת הבטיחות בעקבות עומס החום הכבד הגורם לעייפות, חוסר ריכוז, וויתור על ציוד מגן אישי.

כמו כן ניתן לראות שמנהלי העבודה והבטיחות כמעט ולא חשופים לרשומות ההיסטוריות של תאונות העבודה ולכן הם אינם מקפידים על סקרי סיכונים באופן קבוע בכל שלבי הפרויקט, אין דיווחי כמעט ונפגע ותקשורת הבטיחות נמצאה במצב לקוי.

חשיבותו של חקר זה נובעת מעצם בדיקת אקלים הבטיחות בחברות קטנות ובינוניות וללא תקציב גדול כמו של החברות הגדולות, במחקר, נבדק ונמצא מתאם מסוים בין היקף הפרויקט לאקלים הבטיחות עם מקדם מתאם של 0.5. כלומר, לרוב, ככל שהיקף הפרויקט גדול יותר, תקציב הבטיחות גדול יותר וכך גם איכותו.

במסגרת החקר פותח מודל אקלים בטיחות הבנוי על ארבעה נדבכים: ניהול, סביבה, עובדים וציוד. המודל נבחן באמצעות סקר בין מנהלי פרויקטים ומנהלי עבודה בחברות בנייה קטנות ובינוניות. סקר השדה, שנערך באזור העיר אילת – המושפעת מאקלים מדברי - הראה כי אקלים הבטיחות בחברות בנייה קטנות ובינוניות הוא גבולי עם ממוצע למודל של 3.9, המלמד על אקלים בטיחות גבולי-בינוני.

סטיות התקן הגדולות (ציוד 0.76, ניהול 0.89, עובדים 0.69, סביבה 0.82) מלמדות על שונות גדולה בין האתרים ועל הצורך בשיפור הרגולציה והפיקוח בחברות אלה.

נערכה בחינה של תקפות המודל באמצעות סטטיסטיקה היסקית בין שתי תת-קבוצות: קבוצה א' עם מאפייני אקלים בטיחות גבוהים וקבוצה ב' – עם מאפייני אקלים בטיחות בינוניים-נמוכים. המבחן הראה כי המודל חוזה בצורה מובהקת ( $\alpha=0.05$ ) את ביצועי הבטיחות וכי יישומו מבטיח ביצועי בטיחות טובים או גבוהים.

בנוסף, השאלון ניתן למנהלי עבודה בפרויקטים, לעיתים התשובות שלהם מוטות מתוך הרצון להראות את העבודה הטובה שהם עושים ולכן מתבקש לבצע מחקר המשך בו ניתן להפיץ את השאלון לעובדים עצמם, אז גם כמות השאלונים תהיה גדולה בהרבה וגם התשובות יהיו מדויקות יותר.

- Alruqi, W. M., & Hallowell, M. R. (2019). Critical success factors for construction safety: Review and meta-analysis of safety leading indicators. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(3), 04019005.
- Awolusi, I. G., McKay, B., & Marks, E. (2016). Near-hit reporting: Reducing construction industry injuries. *Professional Safety*, 61(5), 56-62.
- Cheung, C. M., & Zhang, R. P. (2020). How organizational support can cultivate a multilevel safety climate in the construction industry. *Journal of Management in Engineering*, 36(3), 04020014.
- Chi, S., Han, S., & Kim, D. Y. (2013). Relationship between unsafe working conditions and workers' behavior and impact of working conditions on injury severity in U.S. construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(7), 826-838. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000657
- Preddo, A. (2020). "Tools for the assessment of safety climate in construction", Safety and health Institution.  
[https://www.osh.org.il/UploadedImages//02\\_2020/hanf\\_beniya\\_1.pdf](https://www.osh.org.il/UploadedImages//02_2020/hanf_beniya_1.pdf).
- Gholamnia, R., Ebrahimian, M., Gendeshmin, S. B., Saeedi, R., & Firooznia, S. (2018). *Effective factors on the occurrence of falling from height accidents in construction projects by using DEMATEL method*. Cham: Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-96089-0\_32
- Gunduz, M., & Laitinen, H. (2018). Observation based safety performance indexing method for construction industry – validation with SMEs. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(2), 440-446. doi:10.1007/s12205-017-1589-3
- Hinze, J., & Appelgate, L. L. (1991). Costs of construction injuries. *Journal of Construction Engineering and Management*, 117(3), 537-550.  
doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(1991)117:3(537)

- Ibrahim Mosly. (2020). Factors influencing safety performance in the construction industry of Saudi Arabia: An exploratory factor analysis. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 145(1), 1-8.  
doi:10.1080/10803548.2020.1838774
- ILO database of labour statistics. (2017). CPWR \_ chart book (6th edition)\_ fatal and nonfatal injuries - fatal and nonfatal construction injuries in selected industrial countries. (pp. 1). US: International Labour Organization.
- Kheni, N. A., Gibb, A. G., & Dainty, A. R. (2010). Health and safety management within small-and medium-sized enterprises (SMEs) in developing countries: Study of contextual influences. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(10), 1104-1115.
- Khoshnava, S. M., Rostami, R., Zin, R. M., Mishra, A. R., Rani, P., Mardani, A., et al. (2020). Assessing the impact of construction industry stakeholders on workers' unsafe behaviours using extended decision making approach. *Automation in Construction*, 118, 103162.
- Maqsoom, A., Mughees, A., Zahoor, H., Nawaz, A., & Mazher, K. M. (2020). Extrinsic psychosocial stressors and workers' productivity: Impact of employee age and industry experience. *Applied Economics*, 52(26), 2807-2820.  
doi:10.1080/00036846.2019.1696936
- Moaveni, S., Banihashemi, S. Y., & Mojtahedi, M. (2019). A conceptual model for a safety-based theory of lean construction. *Buildings*, 9(1), 23.
- Shaoqi Jiang, Weijiong Chen, Yutao Kang, Jiahao Liu, & Wanglai Kuang. (2021). *Cognitive mechanism identification of situation awareness influencing of pilots' unsafe behaviors via structural equation numerical modeling*. Shanghai: Int. J. Environ. Res. Public Health.

- Shohet, I. M., Luzi, M., & Tarshish, M. (2018). Optimal allocation of resources in construction safety: Analytical-empirical model. *Safety Science, 104*, 231-238. doi:10.1016/j.ssci.2018.01.005
- Zhang, R. P., Lingard, H., & Oswald, D. (2020). Impact of supervisory safety communication on safety climate and behavior in construction workgroups. *Journal of Construction Engineering and Management, 146*(8), 04020089.
- Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology, 65*(1), 96.