



משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה

תכנית לימודים

שם התכנית: **ניהול תעשייתי**

א

מקצוע: **סטטיסטיקה א**

כיתה: **י"ג**

מעודכן לשנה"ל תשע"ג

התפיסה הרעיונית של התכנית

בעולם העסקים המודרני המתנהל באמצעות מאגרי מידע, מחשוב ותחרות כלל עולמית, הסטטיסטיקה היא כלי יעיל ובעל ערך ניהולי. הבנה כמותית ומיומנות בסיסית בסטטיסטיקה חיוניות לא רק למי שעוסקים במחקר, אלא גם לאנשי טכנולוגיה, מינהל, מדעי הטבע והחברה, הזקוקים לכלים סטטיסטיים לצורך עבודתם או לימודיהם.

הסטטיסטיקה מהווה בסיס לנושאים כמו בקרת איכות, בקרת תהליכים, מחקרי שיווקים וניהול משאבי אנוש.

חשיבה סטטיסטית פירושה יכולת להבין ולנתח נתונים כמותיים ולתקשר בשפה כמותית.

לימוד הסטטיסטיקה מיועד להקנות ללומדים כלים וטכניקות להצגת נתונים כמותיים, ניתוחם ופירושם לצורך פתרון בעיות בסיסיות בעסקים ובניהול. יש לראות בו מקצוע בסיס חיוני למקצועות עתידיים כמו: אבטחת איכות, שיווק, תכנון ופיקוח הייצור ועוד.

מטרות כלליות

1. הכרת חשיבותה של הסטטיסטיקה ככלי בעל ערך ניהולי ותחומי יישומה
2. שימוש בטכניקות מתחום הסטטיסטיקה התיאורית וההסקית לצורך ניתוח, פירוש והצגת נתונים.
3. הקניית כלים כמותיים ומיומנויות ליישום טכניקות סטטיסטיות בפתרון בעיות בסיסיות בעסקים ובניהול.

מטרות אופרטיביות

עם סיום לימודיך, התלמיד:

1. ירכז נתונים ומידע בלוחות סטטיסטיים, ינתחם באמצעות מדדי מרכז ומדדי פיזור ויצגם גרפית באמצעות טכניקות גרפיות מתאימות וכלים ומדדים מתחום הסטטיסטיקה התיאורית), חזרה מתכניות לימוד קודמות.
2. יפרש וינתח את הקשרים הסטטיסטיים המתקבלים מריכוז המידע שלהלן והצגתו הגרפית – חזרה מתכניות לימוד קודמות.
3. יבחן את הקשר הסטטיסטי בין משתנים באמצעות קווי הרגרסיה ומקדם המתאם יחזה משתנה אחד על סמך משתנה אחר, תוך הכרת מגבלות החיזוי – חזרה מתכניות לימוד קודמות.
4. יכיר את התפלגות המשתנים בהסתברות ויזהה את המאפיינים המגוונים שלהם.
5. יבחין בין ההתפלגויות השונות ומאפייניהן, תוך הכרת טכניקות החישוב הספציפיות להן.
6. יכיר וינתח התנהגות משתנים רציפים תוך מתן דגש להתפלגות נורמלית.

דרכי הוראה / למידה מומלצות

בהוראת המקצוע יש לעשות שימוש במגוון שיטות הוראה ועזרי הוראה, יש לשלב דרכי הוראה קונבנציונליות וחלופות ייחודיות התורמות להגברת המוטיבציה של תהליך הלמידה, כגון:

1. ניתוח אירועים ונתונים ממקורות מידע שונים,
2. שימוש בדוחות של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה לצורך בניית תרגילים יישומיים,
3. התנסות ביישומים סטטיסטיים ממוחשבים, עבודות ותרגילים הנשענים על בסיסי נתונים הניתנים לניתוח באמצעות הכלים הסטטיסטיים שנלמדו (רצוי מתחומי ניהול שונים: שיווק, אבטחת איכות, ייצור וכו').

התכנים

שעות	נושאי לימוד
6	1. סטטיסטיקה תאורית – נושאים מרכזיים
6	2. רגרסיה לינארית ככלי יישומי
16	3. מאורעות מקרים, תלויים/בלתי תלויים, זרים/לא זרים
16	4. משתנה מקרי בדיד והתפלגויות: בינומית, פואסונית
16	5. משתנה מקרי רציף והתפלגות נורמלית
60	סה"כ

פירוט התכנים וחלוקת השעות המוצעת

שעות	נושאי לימוד
6	<p>פרק 1 סטטיסטיקה תאורית – נושאים מרכזיים</p> <p>1.1 הקבצת נתונים והצגתם הגרפית</p> <p>1.2 התפלגות</p> <p>1.3 ערכים מרכזיים (שכיח, חציון, ממוצע)</p> <p>1.4 מדדי פיזור (התחום, ממוצע הסטיות המוחלטות, שונות וסטיית תקן)</p> <p>שינויים על רשימת תצפיות והשפעתם על המדדים הנ"ל</p>
6	<p>פרק 2 רגרסיה לינארית ככלי יישומי</p> <p>2.1 קשר סטטיסטי בין משתנים</p> <p>2.2 קשר לינארי בין משתנים</p> <p>2.3 חישוב מקדמי הרגרסיה</p> <p>2.4 מקדם המתאם לפי פירסון</p>
16	<p>פרק 3 מאורעות מקרים, תלויים/בלתי תלויים, זרים/לא זרים</p> <p>3.1 הסתברות בסיסית – נוסחת לפלס</p> <p>3.2 הגדרה קלסית של הסתברות</p> <p>3.3 חיתוך ואיחוד מאורעות כולל הצגה גראפית</p> <p>3.4 הסתברות מותנית</p> <p>3.5 מודל העץ</p> <p>3.6 מאורעות תלויים ובלתי תלויים-שימוש בכלל</p> <p>3.7 המשמש להכרעת תלות בין מאורעות וישומו על פי נתוני התרגיל</p> <p>3.8 כלל השרשרת</p> <p>3.9 חיבור הסתברויות</p> <p>3.10 מאורעות זרים/לא זרים</p> <p>3.11 נוסחת ההסתברות השלמה ונוסחת Bayes</p>

שעות	נושאי לימוד
16	<p data-bbox="1193 320 1295 365">פרק 4</p> <p data-bbox="451 320 1061 409">משתנה מקרי בדיד והתפלגויות: בינומית, פואסונית</p> <p data-bbox="770 432 1185 477">משתנה מקרי חד ממדי 4.1</p> <p data-bbox="427 477 1217 566">הגדרה ותכונות התוחלת, השונות וסטיית התקן של משתנה מקרי בדיד 4.1.1</p> <p data-bbox="810 577 1217 622">התפלגויות ייחודיות: 4.1.2</p> <p data-bbox="962 633 1241 678">בינומית 4.1.2.1</p> <p data-bbox="970 689 1241 734">אחידה 4.1.2.2</p> <p data-bbox="946 745 1241 790">פואסונית 4.1.2.3</p>
16	<p data-bbox="1193 835 1295 880">פרק 5</p> <p data-bbox="491 835 1061 880">משתנה מקרי רציף והתפלגות נורמלית</p> <p data-bbox="818 891 1185 936">משתנה מקרי רציף 5.1</p> <p data-bbox="443 947 1185 992">פונקציית הצפיפות והסתוגרמה של צפיפות יחסית 5.2</p> <p data-bbox="659 1003 1185 1048">תוחלת ושונות של משתנה רציף 5.3</p> <p data-bbox="786 1059 1185 1104">ההתפלגות הנורמלית 5.4</p> <p data-bbox="459 1115 1185 1238">חישובי הסתברויות בהתפלגות נורמלית (מציאת שטחים מעל /מתחת לציון תקן מסויים , כולל עם נעלמים כגון מציאת עשירון עליון ועוד) 5.5</p> <p data-bbox="794 1249 1185 1294">משפט הגבול המרכזי 5.6</p> <p data-bbox="579 1305 1185 1350">הקירוב הנורמלי של התפלגות בינומית 5.7</p>
60	סה"כ

מושגים עיקריים בסטטיסטיקה א

המושג	הסבר
1. אוכלוסייה סטטיסטית (Statistical Population)	אוסף תצפיות שנאספו על המשתנה הנחקר לגבי אוכלוסיית המחקר.
2. אוכלוסיית מחקר (Research Population)	אוסף המקרים אליהם מתייחס המחקר הסטטיסטי.
3. דיאגרמת מעגל (פאי) (Pie Chart)	הצגה גרפית המתאימה למשתנה איכותי - נומינלי, המתבצעת ע"ג מעגל המחולק לגזרות כמספר הקטגוריות, ולפי שכיחותן היחסית.
4. דיאגרמת מקלות (Bar Diagram)	הצגה גרפית המתאימה לתיאור משתנה כמותי – בדיד או משתנה איכותי אורדינלי – באמצעות מקלות המבטאים את שכיחותן של הקטגוריות.
5. דיאגרמת עץ (Tree Diagram)	דיאגרמה המשמשת ככלי עזר לפתרון בעיות בהסתברות, תוך הצגת כל המצבים האפשריים בכל שלב ושלב של האירוע והענפים המייצגים את המצבים האפשריים).
6. דיאגרמת פיזור (Scatter Diagram)	התמונה הגרפית המתקבלת מהצבת מקבץ התצפיות של Y (המשתנה תלוי) ביחס למקבץ התצפיות של X (מספקת תמונה ראשונית ובסיסית לגבי קשר בין שני משתנים וכיוונו ועוצמתו).
7. היסטוגרם (Histogram)	הצגה גרפית המתאימה למשתנה כמותי - רציף, אינטרוואלי או יחס. ההצגה הגרפית מתבצעת באמצעות דיאגרמת מלבנים. (ציר ה-X מציג את ערכי המשתנה הנחקר על ידי קטעים ולפי קנה מידה שנקבע), כאשר אורך כל קטע פרופורציוני לרוחב הקבוצה. גובה המלבן, מבטא את שכיחות או צפיפות המקרים ליחידה אחת של המשתנה הנחקר. ההיסטוגרם מהווה אמצעי גרפי לזיהוי תבניות התנהגותיות של משתנים (התפלגויות).
8. הסקה סטטיסטית (Statistical Inference)	הסקה סטטיסטית עוסקת בשיטות להסקה לגבי האוכלוסייה, מתוצאות של מדגם מהימן ומייצג.

המושג	הסבר
9.	הסתברות (Probability) הסיכוי התיאורטי להתרחשות אירוע (או אי התרחשותו) בעתיד. ניתן לחישוב בצורה מתמטית.
10.	תורת הסתברות (Probability Theory) התיאוריה המתמטית בדבר תהליכים הכרוכים באי ודאות.
11.	התפלגות (Distribution) פיזור הערכים מסביב לממוצע.
12.	התפלגות בינומית (The Binominal Probability Distribution) התפלגות המתאפיינת ב-n ניסויים בלתי תלויים, כאשר בכל ניסוי קיימות שתי תוצאות אפשריות: הצלחה וכשלון.
13.	התפלגות נורמלית (The Normal Distribution) התפלגות שכיחויות רציפה, סימטרית, חד שיאית דמוית פעמון. צורת הפעמון נקבעת לפי הממוצע וסטיית התקן של המשתנה.
14.	התפלגות נורמלית סטנדרטית (The Standard Normal Distribution) התפלגות נורמלית אשר הממוצע שלה הוא 0 וסטיית התקן שלה היא 1 (0,1). טבלת ההתפלגות הנורמלית הסטנדרטית נותנת את השכיחות היחסית המצטברת ולכן מאפשרת לחשב הסתברויות.
15.	חיזוי (Forecasting) ניבוי התנהגות של תופעות שונות בעתיד, שניתן לכמת אותן.
16.	חציון ((Me) Median) החציון הוא ערך משתנה אשר מחצית מערכי ההתפלגות קטנים או שווים לו, ומחצית מערכי ההתפלגות גדולים ממנו. תכונות החציון: – החציון הוא מרכז ההתפלגות. – החציון אינו מושפע מערכים קיצוניים של ההתפלגות.
17.	לוח סטטיסטי (Table of Data) לוח המהווה הצגה מרוכזת של כמות נתונים רבה ומהווה בסיס להמשך העיבודים הסטטיסטיים.
18.	מדגם (Sample) קבוצה הניטלת מכלל האוכלוסייה ואמורה לייצג אותה.
19.	מדד מרכזי (Measure of Location) ערך מספרי יחיד (או מספר ערכים בודדים) המייצג את ערכי המשתנה.
20.	מדד פיזור (Measure of Spread) של ערכי את מידת הפיזור מדד המייצג המשתנה. כל המשפט לא ברור.

המושג	הסבר
21. ממוצע אריתמטי (Arithmetic Mean)	הממוצע האריתמטי הוא סכום הערכים של המשתנים מחולק במספר הערכים. הממוצע משקף את הרמה הכללית של התופעה, אך אין לו בהכרח ייצוג ממשי באוכלוסייה.
22. ממוצע הסטיות המוחלטות (Mean Absolute Deviation – MAD)	מדד המתאר פיזור סביב הממוצע על ידי חישוב ממוצע הסטיות המוחלטות של ערכי ההתפלגות מהממוצע.
23. מצולע השכיחות (Frequency Polygon)	תאור גרפי הנותן תמונה סדירה של מהלך ההתפלגות. כדי לבנות מצולע שכיחויות יש לחבר את אמצעי הבסיסים העליונים של כל שני מלבנים עוקבים בהיסטוגרמה.
24. מקדם ההשתנות (Coefficient of Variation – C.V.)	היחס בין סטיית התקן לממוצע של ערכי ההתפלגות. יחס זה מתאר את הפרופורציה שמהווה סטיית התקן מהממוצע. משמש כמדד לבחינת רמת ההומוגניות.
25. מקדם המתאם ומתאם פירסון (Pearson Correlation Coefficient – r)	מדד המבטא את עוצמת הקשר הלינארי בין שני משתנים אינטרוולים ואת כיוונו.
26. מרחב המדגם (Sample Space – Ω)	אוסף כל התוצאות האפשריות בעת ביצוע ניסוי מקרי.
27. משתנה (Variant)	תכונה נחקרת באוכלוסייה המקבלת ערכים שונים.
28. משתנה אורדינלי (Ordinal Variable)	משתנה אשר ערכיו מדורגים מערך נמוך לערך גבוה כגון: שביעות רצון, דרגות בצבא וכו'.
29. משתנה איכותי (Qualitative Variable)	משתנה אשר ערכיו מובעים לפי סוג איכותי ושמי) וללא ביטוי מספרי. כגון: מין, ארץ מוצא אזור גיאוגרפי וכו'.
30. משתנה אינטרוולי (Interval Variable)	משתנה אשר ערכיו מובעים בעזרת מספרים ויש משמעות לרווחים שבין הערכים. כגון: גובה, משקל.
31. משתנה בדיד (Discrete Variable)	משתנה כמותי אשר כל ערכיו הם מספרים בודדים.
32. משתנה בלתי תלוי (Independent Variable)	משתנה המתואר על ידי משתנים אחרים במחקר - הם המשתנים הבלתי תלויים.

המושג	הסבר
.33	משתנה כמותי (Quantitative Variable)
משתנה אשר ערכיו מציינים כמויות ולכן ערכיו מספריים. כגון: גיל, גובה, משקל.	
.34	משתנה נומינלי (שמי) (Nominal Variable)
משתנה אשר ערכיו מובעים בעזרת שמות, כאשר אין משמעות לסדר ביו הערכים השמיים כגון: מצב משפחתי, ארץ מוצא, מין.	
.35	משתנה רציף (Continuous Variable)
משתנה כמותי אשר ערכיו רציפים (ובין כל שני ערכים של המשתנה, קיימים אינסוף ערכים אפשריים).	
.36	משתנה תלוי (Dependent Variable)
משתנה המתאר את המשתנה התלוי. בדרך כלל לנסח משפט זה מחדש תלויים קיימים במחקר משתנים בלתי אחדים לתיאור אותו משתנה תלוי.	
.37	סטטיסטיקה תיאורית (Descriptive Statistics)
סטטיסטיקה העוסקת באיסוף נתונים, הצגתם באופן גרפי והסקת מסקנות מהנתונים על ידי חישובים מתמטיים.	
.38	סטיית תקן (Standard Deviation – S)
השורש של ממוצע ריבועי הסטיות מהממוצע (שורש השונות). מדד המייצג את מידת פיזור של ערכי המשתנה.	
.39	רגרסיה לינארית (Regression Analysis)
ניתוח סטטיסטי המיישם ומודד קשרים לינאריים בין שני משתנים או יותר, כדי לחזות התנהגות של משתנים בלתי ידועים בעתיד. לדוגמה: קשר בין הכנסה לחיסכון.	
.40	שכיח (Mode ~ X)
ערד המשתנה הנפוץ ביותר (בעל התדירות הגבוהה ביותר).	
.41	שכיחות (הקטגוריה) (Frequency – f)
מספר המקרים הכלולים בקטגוריה מסוימת.	
.42	שכיחות יחסית (של הקטגוריה) (Relative Frequency – P)
זהו היחס בין השכיחות של הקטגוריה לסה"כ השכיחות.	
.43	שכיחות מצטברת (של הקטגוריה) (Cumulative Frequency – F)
סה"כ השכיחות מתחילת ההתפלגות ועד לאותה קטגוריה וכולל אותה).	

המושג	הסבר
.44 תחום (Range – R)	מדד פיזור המתקבל על ידי חישוב ההפרש בין ערך המשתנה הגבוה ביותר לבין ערך המשתנה הנמוך ביותר. ($X_{max} - X_{min}$)
.45 תחום בין רביעוני (Interquartial Range) ($Q3 - Q1$)	ההפרש בין הרביעון העליון לתחתון ($Q3, Q1$). בתחום זה מרוכזים מחצית מערכי ההתפלגות המרכזיים.
.46 שונות (Variance – S2)	השונות היא מדד המתאר פיזור סביב הממוצע, על ידי חישוב ממוצע הסטיות הריבועיות של ערכי ההתפלגות מהממוצע.
.47 תקנון (Standardization) The Z transformation (- Z)	פעולת התקנון (חישוב ציון תקן $Z =$) מאפשרת את זיהוי המיקום היחסי של תצפית בודדת בהתפלגות אליה היא שייכת, בהשוואה לכלל התצפיות של ההתפלגות. ציון התקן מחושב על פי הנוסחה הבאה: $\frac{X - \bar{X}}{S}$ ממוצע - X סטיית תקן

ביבליוגרפיה מומלצת

1. איזנברך רונית, 1999. **סטטיסטיקה ללא סטטיסטיקאים**, הוצאת אקדמון.
2. בשן אביבה, ישראלית שולה, 2002. **מבוא לסטטיסטיקה**. הוצאת מפ"ט עמל.
3. גורן בני, 1996. **סטטיסטיקה והסתברות** ו-3 ו-4 יח"מ. הוצאת המחבר.
4. האוניברסיטה הפתוחה, 1993. **מבוא לסטטיסטיקה לתלמידי מדעי החברה** – א'
(יחידות 1-5).
5. ישראלית שולה, 1999. **סטטיסטיקה הלכה למעשה**, הוצאת לוגיק.
6. **סטטיסטיקה למגמת תעשייה וניהול**, 1997. (לוחות טכניים) - הוצאת אורט ישראל.