

הקדמה לספר למורה

כיתה ז' 2012

תוכן

הספר ”עשר בריבוע“ לכיתה ז' אושר להוראה בבתי הספר על-ידי משרד החינוך. הספר עבר שינוי ושיפור על-פי ההערות של משרד החינוך ועל-סמך משוב שנתקבל מהמורים שהשתתפו בניסוי במשך שלוש שנים. לאחר הצגת מבנה הספר ומבנה כל פרק נמצא הבסיס התאורטי של כתיבת החומרים.

הפרקים

חלק א.

עמודים בספר הלימוד

40 - 1
104 - 41
187 - 105
231 - 188

1. משתנה וביטוי אלגברי
2. חוקי פעולות החשבון
3. מלבן ותיבה
4. ביטויים אלגבריים ושוויונות

חלק ב.

263 - 232
315 - 264
367 - 316
417 - 368

5. משוואות ושאלות מילוליות
6. זוויות
7. מספרים מכוונים, פעולות ומשוואות: חיבור חיסור
8. כפל וחילוק במספרים מכוונים

חלק ג.

468 - 418
528 - 469
565 - 529
608 - 566

9. שטחים
10. פונקציות
11. משוואות ושאלות מילוליות
12. משולשים

הלימוד בספר: הנחות יסוד

הספר “עשר בריבוע” פותח על-פי כמה הנחות יסוד בהתאם להוראות משרד החינוך. הנחות יסוד אלה מובאות לפניכם.

סדר הפרקים נקבע על-פי הבסיס התאורטי (עמוד 12) וכן על-פי הנחות היסוד והאילוצים המפורטים כאן.

כללי

לפי הוראות משרד החינוך ההסברים בספר מהווים כ-40% מהחומר.

- תכנית הלימודים מחולקת לשלושה תחומים בכל אחת משנות הלימוד: תחום מספרי, תחום אלגברי ותחום גאומטרי. התכנית בנויה על בסיס 5 שעות שבועיות.
- לכל נושא מוקצות מספר שעות. למספר שעות ההוראה בנושא יש חשיבות גם לגבי היקף ההוראה וגם לגבי ההספק. בכיתה ז’ מוקצות 68 שעות לתחום האלגברי, 30 שעות לתחום המספרי ו-52 שעות לתחום הגאומטרי כמפורט להלן.

סבב 1

תחום אלגברי	תחום מספרי	תחום גאומטרי
משתנים, ביטויים אלגבריים והכללה של תופעות מספריות (15 שעות)	פעולות החשבון וחוקיהן, חזקות ושורשים ריבועיים (10 שעות)	מלבן, תיבה ניצבות והקבלה (15 שעות)

סבב 2

תחום אלגברי	תחום מספרי	תחום גאומטרי
פתרון משוואות ושאלות מילוליות (15 שעות)	מספרים שליליים, חיוביים ואפס (20 שעות)	שטחים (12 שעות) זוויות (15 שעות)

סבב 3

תחום אלגברי	תחום גאומטרי
פונקציות (18 שעות) משוואות ושאלות מילוליות (20 שעות)	משולש ומנסרה משולשת (10 שעות)

אלגברה

- לפי ההוראות של משרד החינוך ילמדו תלמידי כיתה ז’ בתחילת השנה לפי הספר שייבחר על-ידי המורה. לאחר כשלושה חודשי לימוד ובחינת התלמידים החלשים במיוחד, ילמדו לפי ספר אחר. לפיכך נתבקשו כותבי הספרים לכלול בספר הראשון את התכנים של הסבב הראשון. באלה מופיעים מספרים חיוביים ואפס בלבד.
- לפי המשוב מהניסוי שנערך על ספרי “עשר בריבוע”, מורים מעוניינים ללמד את המשוואות מוקדם ככל האפשר כדי להצדיק את הצורך בביטויים אלגבריים.
- לדעת כותבי ספר זה, יש ללמד את פתרון משוואה דרך תכונות השוויון. (קראו את הבסיס התאורטי של הספר בעמוד 12).

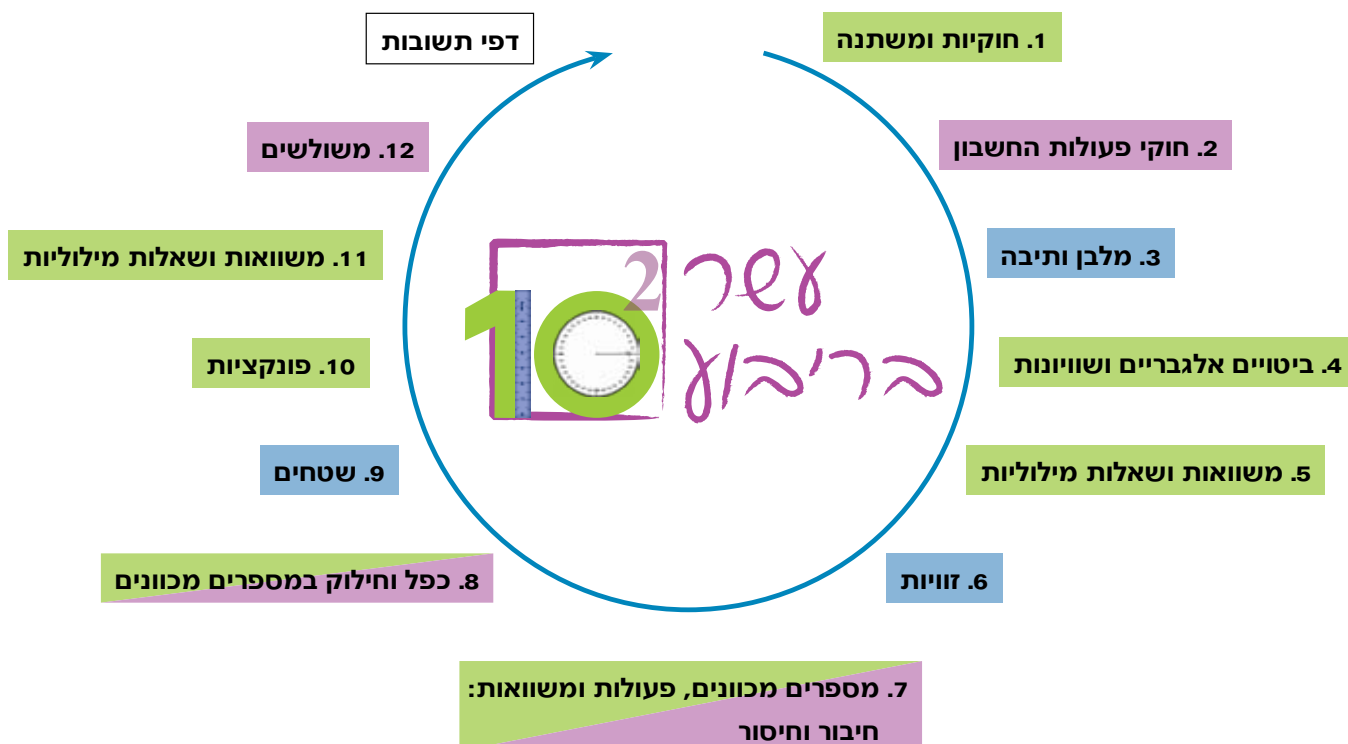
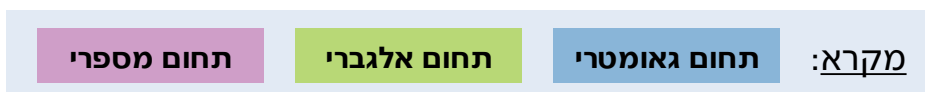
גאומטריה

- ההוראה ברמה הקדם-דדוקטיבית מחייבת את המורים ואת כותבי הספרים להיעזר בכלים חזותיים להקניית הנושאים. לכן מומלץ להרבות בשימוש בחומרים מגוונים, באביזרים שונים, בסרטונים, בציורים וכדומה, כדי לפתח את הראייה המרחבית ואת הכושר החזותי בקרב התלמידים ובכך להשלים את הפערים בידע של התלמידים.
- לתשומת לבכם: בספר הוסכם על סרטונים מסוימים, כך שיהיה ברור מה מסורטט. לדוגמה, אין-סופיות של קו מומחשת על-ידי קווקוו; ישר מומחש בסרטוט מקווקוו בשני צדדים; קרן מקווקוות בצד אחד; שוקי זוויות גם הן מקווקוות בצד אחד כי הן קרניים, וכדומה. רצוי לעודד את התלמידים להשתמש בסימונים של ספר הלימוד כדי ליצור אפשרות לקריאה נכונה של הסרטונים ולשפה משותפת בין תלמידי הכיתה.
- כדי לחסוך בזמן הנדרש להסברים, חשוב להשתמש בכלי הדגמה. לכן מומלץ למורים להצטייד בכלים גאומטריים ללוח הכיתתי, כגון: סרגל, משולש סרטוט, מד-זווית ומחוגה.

מבנה הספר

הספר מורכב מ- 12 פרקים גדולים, ואפשר ללמד במקביל פרקים בתחום אלגברי/ מספרי ופרקים בגאומטריה.

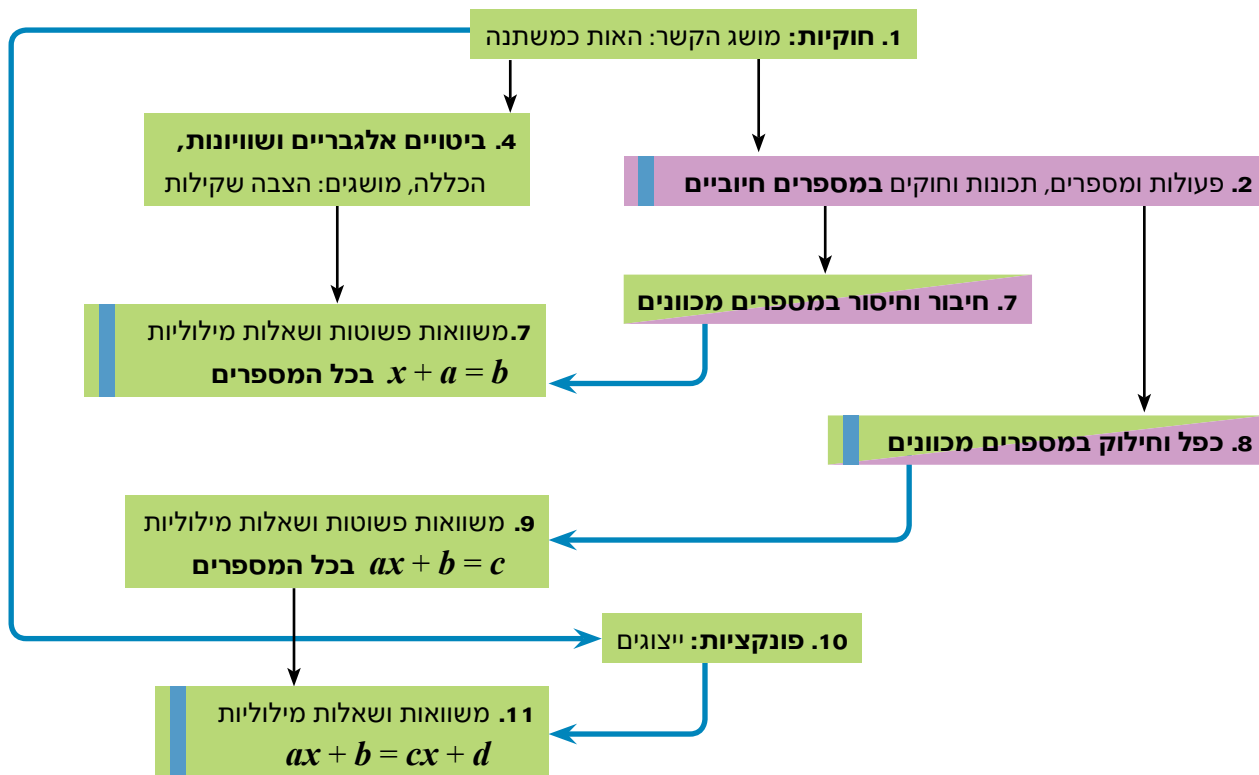
סדר הפרקים ב- עשר בריבוע



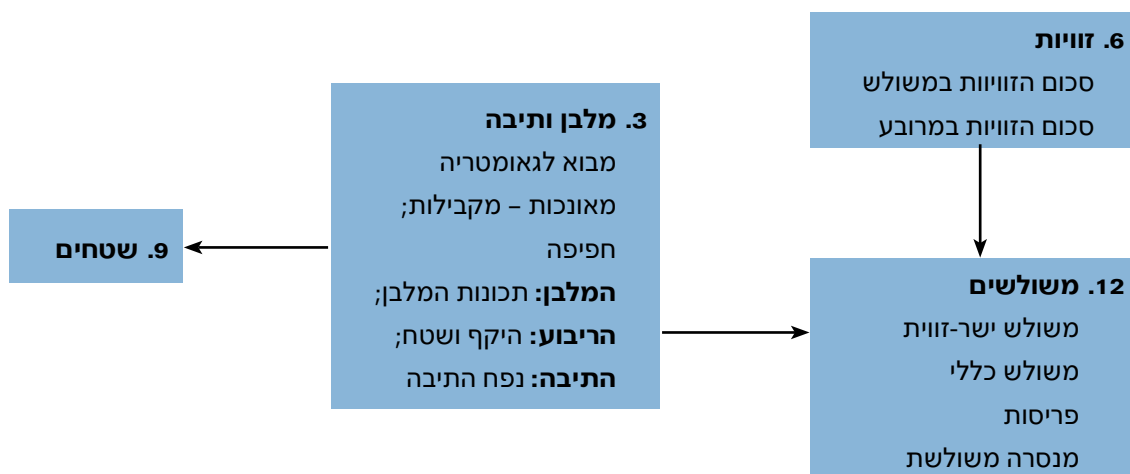
הקשרים בין הפרקים ב- עשר בריבוע

תחום אלגברי/מספרי

פרקים לפני פרק בגאומטריה



גאומטריה



הערה: אין לכתוב בספר, ואין לגזור עמודים מהספר, לכן ההוראה ברמה הקדם-דדוקטיבית מחייבת את התלמידים להשתמש בנספח.

מבנה כל פרק

הקניה

ניתוח המרכיבים המתמטיים, דרישות פדגוגיות, דרישות המורים, וארגון זמן הלמידה – כל אלה הנחו את המחברים לקבוע מבנה אחיד לכל פרק, כך שכל פרק ילווה את התלמיד בתהליך הלמידה שלו.

מדור:

הקניה של נושא כלשהו אינה רק הקניה של המרכיבים שלו, אלא גם הבנת הקשר בין המרכיבים האלה. עם זאת יש צורך ללמד כל מרכיב על ההיבטים השונים שלו ביחידת זמן מוגדרת. לכן החלוקה הראשונה של כל פרק היא לשלושה או ארבעה מדורים גדולים. כל מדור מכיל תת-נושאים או סוגיות. באופן זה נשמר המבנה המתמטי ונשמרים הקשרים בין הנושאים, ונוסף על כך קל למורים לתכנן את הזמן ואת השיעור.

דוגמה

5. משוואות ושאלות מילוליות

מדור א. משוואות וזהויות.

סוגיות א.1. משוואות

א.2. זהויות

א.3. פתרון משוואות

מדור ב. משוואות וזהויות.

סוגיות ב.1. משוואות ושאלות מילוליות

ב.2. התאמת ערכי המשתנים

ב.3. פתרון שאלות מילוליות

ב.4. שאלות סכום והפרש

סוגיה:

כל סוגיה כוללת חומר להוראה של שעה או של שעתיים לפי אורכה. בסוגיות של שעתיים מצורפים שני היבטים דומים מאוד, שאי-אפשר להפריד ביניהם גם מבחינה מתמטית וגם מבחינה פדגוגית.

ההקניה בכל סוגיה כוללת שלושה חלקים: “מגלים”, “לומדים”, “תרגול”.

מגלים – פעילויות גילוי



מובאות באחת משתי צורות בסיסיות:

- משימה אחת ולאחריה סדרה של שאלות;
- מספר משימות קצרות המציגות היבטים שונים של הסוגיה, ולאחריהן השאלות.

פעילויות הגילוי מובנות מאוד, ומטרתן להנחות ולהוביל את התלמיד לגלות את מהות הסוגיה הנלמדת. מטרת הפעילויות אינה שהתלמידים ימציאו את הגלגל מחדש ויגלו את המושג, שהרי המושג המתמטי כבר הומצא, ואף ייתכן שהתלמידים מכירים אותו; אלא שהתלמידים יגלו את נחיצות המושג, את חשיבותו לחיי היום-יום, את שמו ואת שימושו וכן יכירו דרכי פתרון של שאלות ודרכי חישוב. הפעילות תיעשה בתחום הידע והכלים שהתלמידים כבר רכשו.

ארגון ההוראה

כיצד מנהלים את פעילויות הגילוי?

בשלב זה המורה מנחה ובעיקר מתבונן. מומלץ לעבוד בזוגות או בקבוצות.

א הצגת הפעילות

מומלץ לקרוא את המשימה ולוודא שהתלמידים מבינים אותה, על-ידי כמה שאלות מכוונות, כגון:
“מה משמעות המילה _____? מה השאלה?”

ב הביצוע

מבקשים מהתלמידים לחפש תשובות במשך מספר דקות ולדון ביניהם. (רוב המשימות אינן דורשות יותר מ-8 עד 10 דקות, גם כאשר יש בהן הרבה סעיפים.)
התלמידים רושמים את התשובות בקצרה במחברת טיוטה או בלוח מחיק. אם התלמידים עובדים בקבוצות, אחד מהם יכול לכתוב את התשובות. בניהול פעילויות הגילוי המורה משקיף ונותן לכל אחד להתבטא.

ג דיון בתשובות

התלמידים או נציגי הקבוצות מציגים את תשובותיהם. במקרים של אי-הסכמה מומלץ להשתמש בשיטה “סנגור-קטגור” המאפשרת לנמק את העמדות השונות.
למידה בצורה זו מעוררת את המוטיבציה בקרב התלמידים, הואיל והם מרגישים את הצורך בגילוי הספציפי. המוטיבציה לגילוי תגרום להפנמת המושג.
תהליך הלמידה אינו מעורר אצל התלמידים פחד או התנגדות להעז, אלא הוא מניע אותם לנסות וללמוד, כי בפעולת הגילוי נדרש מהם להשתמש בידע שכבר רכשו.
בפעילות כזו משתתפים כל תלמידי הכיתה, בכל רמה.
מיד לאחר ביצוע משימת “מגלים” מומלץ לערוך דיון מסכם.



לומדים – הדיון המסכם (כ-5 דקות)

השיעור מחולק לקטעים. בכל קטע מופיע במסגרת “מה שצריך לדעת” ומיד לאחר מכן דוגמה והסברים. השיעור והדוגמאות מהווים בעיקר אסמכתה כתובה המאפשרת לחזור עליה בזמן התרגול. מן המשוב של הניסוי התברר שבזמן השיעור וגם בבית התלמידים לא כל-כך מתייחסים לקטעי השיעור. מומלץ להדריך את התלמידים לקרוא את קטעי השיעורים (“לומדים”). ישנן דרכים שונות לבצע זאת:

- א** לבקש מהתלמידים לקרוא את קטע השיעור בקול רם;
 - ב** לתת לתלמידים לקרוא את קטע השיעור בבית;
 - ג** להסב את תשומת לבם של התלמידים למסרים החשובים שבקטע השיעור, כגון: ניסוחים חשובים, תכונות, דוגמאות וכדומה. לעתים מומלץ אף לשאול שאלות הקשורות לקטע מסוים של השיעור.
- הערה:** חלקי השיעור הקשורים להוכחות (ולא הכרחיים להבנת הנושא) מפורטים ב“העמקה” בסוף הפרק, כדי לאפשר לכיתות הטרוגניות ללמוד יותר בקלות, ובכל זאת לחשוף את התלמידים המתעניינים לבסיס התאורטי של המתמטיקה.

מומלץ שהמורה יתמקד בפעילויות האלה:

- העשרת השפה המתמטית (אוצר המילים המקובל, הסכמים, מושגים מתמטיים חדשים, צורות כתיבה...);
- תיקון דעות שגויות;
- קישור בין נושאים מתמטיים;
- הכתבה למחברת, במידת הצורך;
- סיכום הנלמד בכתב על-גבי הלוח וכן בעזרת שאלות מנחות.

משימות – תרגול



מומלץ להשתמש ב“לוח מחיק” (דף לבן בתוך ניילונית המאפשר כתיבה בטוש מחיק) לכל הפעילויות של הקניה ותרגול הדורשות כתיבה.

דוגמה להבחנה בין “מה שאומרים” לבין “מה שכותבים”

למשל, $3 \cdot x + 4$: אומרים “3 כפול x ועוד 4”, ואפשר לפרש כך: $3 \cdot (x + 4)$.


שימוש בלוח מחיק מאפשר לבדוק במהירות את תשובות התלמידים.

לנוכח הכמות הגדולה של משימות המופיעות בכל פרק (בין 200 ל-400) **אי-אפשר לבצע את כולן.**

כדי לשמור על רצף הסקרנות בכיתה חשוב לבחור משימות המתאימות לכיתה: כיתה חזקה שמקבלת משימות קלות מדי, תאבד עניין; וכיתה חלשה שמקבלת משימות קשות מדי, תרים ידיים.

לרשות המורים כמה כלים לבחירת המשימות.

א במדריך למורה מובאות עצות, הערות ותשובות המאפשרות לבחור את המשימה לפי רמת הכיתה.

ב סימון הקושי בספר: לפי המשוב של המורים הוחלט לסמן רק את המשימות הקלות מאוד  (בכיתות

מתקדמות אפשר לוותר עליהן) ואת המשימות הדורשות רמה גבוהה של חשיבה  (בכיתות החלשות



אפשר לוותר עליהן). הכול לפי שיקול דעתו של המורה.

- קיימים כמה קריטריונים לדירוג המשימות, וייתכן שהדירוג שנבחר אינו תואם תמיד את הקריטריונים של המורה או את רמות התלמידים. לדוגמה, מורים מדרגים משימות שיש בהן משתנה, כקשות יותר ממשימות שיש בהן שברים, ומורים אחרים בוחרים בסדר הפוך. דוגמה נוספת היא רמת ה“פתיחות” של המשימה. יש מורים הסבורים שמתן בחירה של תשובה מתוך מספר חלופות מעלה את הקושי של המשימה.
- ג** הסימן לדיון  מצייין שכדאי לתכנן את חלוקת הזמן של השיעור ולבחור משימות המיועדות לביצע בכיתה.
- ד** לאחר השיעור מופיעות בספר משימות יישום. בדרך כלל יש כמה שאלות דומות המאפשרות למורים להתאימן לרמת הכיתה, ולדרוש את ביצוען כעבודה בכיתה או כשיעורי בית.
- ה** כדי לאפשר הבניית ידע חדש חשוב לשמר את הידע הקודם. **שימור הידע** נעשה על-ידי חזרות ותרגול בדרכים מגוונות המאפשרות – בנוסף על החזרה – גם יישום ברמות גבוהות יותר. לצד משימות אלה מופיעה, בדרך כלל, מסגרת “זכרו!”.
- ו** תפקיד התרגול אינו רק ליישם את הנלמד באופן מידי, אלא גם לחשוף את התלמידים להיבטים אחרים של הנושא. היבטים אלה הם חלק מתכנית הלימודים, אך אינם מצדיקים שיעור שלם, לכן הם מופיעים בקטעי שיעור קצרים. בדרך כלל לפני קטעים אלה מופיעות משימות עם האיכון “משולש” . המשמעות היא שהמשימה בסיסית ומשמשת הכנה לשיעור הבא. תוכן הקטע מאפיין את המשימות המובאות אחריו.
- ז** בסוף הפרק מוצגות עוד שתי סדרות של משימות: “תרגילים נוספים” ו”ממשיכים בתרגול”.

התרגילים הנוספים חוזרים בחלקם על המשימות שבפרק (לכיתות חלשות), וחלקם מיועדים לשיעורי בית, לחזרות או לבוחנים.



ממשיכים בתרגול



משולבים נושאים אחרים.

המשימות ב”ממשיכים בתרגול” הן בגישה מדעית יותר, ויש להתאימן לרמת התלמידים. מובן שבמגבלת השעות הרשמיות אי-אפשר לבצע את כל המשימות. המשימות כוללות...

- היבטים נוספים של הנושא;
- תוספות לנושא: הוכחות, משפטים;
- קישורים רבים בתוך המתמטיקה;
- קישורים נוספים מחוץ למתמטיקה.

מיומנויות



בכל פרק נבחר נושא שיירכש במיומנות בסיסית על-ידי הסברים ותרגילים פתורים. אפשר לנצל את הדפים האלה בתוך כדי הקניות המושגים או בנפרד.

מוכנים להמשיך?



בעמוד זה מובאים תרגילים שיש לבחור את התשובה הנכונה שלהם מבין תשובות נתונות. יש תרגילים שבהם יש כמה תשובות נכונות ויש תרגילים שבהם רק תשובה אחת נכונה. אפשר להתייחס לדף זה כאל בדיקה עצמית של החומר הנלמד בפרק. סביר להניח שלתלמידים שיענו נכון על כל השאלות, יש ידע מספיק כדי להמשיך בהצלחה בלימוד. לאלה שטועים בפתרון התרגילים מומלץ לחזור על החומר בעמודים הרלוונטיים. עמוד זה משמש גם מדד למורה לבדיקת הידע של התלמידים.

מה למדנו?



כאן מובא סיכום הנלמד בתכנים ובמיומנויות.

העמקה



ברוב הפרקים בעמודים אלה מובאים הוכחות או הסברים נוספים הקשורים למה שנלמד בפרק ברמה גבוהה יותר. התרגילים כוללים משימות יישום או משימות למתקדמים.

היסטוריה



החומר מיועד להרחבת ההשכלה הכללית, למשל חשיפה לדמויות ש”עשו את המתמטיקה”, ולנושאים במדעים הקשורים לפרקים.

מבנה שיעור מומלץ:

להלן שני דגמים מומלצים למבנה השיעור.

דגם א’ – מתאים לשיעורי הקניה

פעילות גילוי	10 דקות
דין	5 דקות
תרגול בסיסי	15 דקות
סיכום על-ידי המורה	5 עד 10 דקות (השיעור שבספר)

דגם ב’ – מתאים לפיתוח מיומנויות וחשיבה על-ידי תרגול וביצוע המשימות

פתיחת השיעור באמצעות תרגיל או משימה במליאה	5 דקות
דין	5 דקות
פתרון תרגילים נוספים המלווה בדיון	15 דקות
עבודה עצמית – פתרון תרגילים נוספים	20 דקות

שימוש במחברת

בכיתות א’-ד’ רוב הכתיבה הייתה בתוך ספר הלימוד. בכיתות ה’ ו-ו’ המורים וגם כותבי ספרי הלימוד התחילו להפנות את התלמידים לכתיבה במחברת לפי צרכים מוגדרים כדי להקנות מיומנויות מסוימות כהכנה של התלמידים לקראת הלימודים בחטיבת הביניים. מכיתה ז’ ואילך המחברת היא חלק בלתי-נפרד משיעורי המתמטיקה. היא משמשת ככלי עזר לעבודה כיתתית של התלמידים בשיעורי מתמטיקה וכן לשיעורי הבית.

כדי שהתלמידים ישתמשו במחברת באופן נכון, מומלץ לקבוע כללים לכתיבה במחברת כבר בתחילת השנה. פעילויות לכתיבה במחברת: ביצוע של פעילויות גילוי, תרגילים, סרטונים, טבלאות וכדומה. כתיבה במחברת היא אחת הדרכים להקנות לתלמידים הרגלי עבודה יעילים שסייעו להם גם במקצועות אחרים. הכתיבה במחברת מסייעת לתלמידים לזכור את החומר בצורה עמוקה יותר ומאפשרת להם לחזור על החומר הנלמד

לפי הצורך. כמו-כן שימוש נבון במחברת יקטין את מספר הדפים לחלוקה ואת כמות הדפים שעל התלמידים לשאת.

להלן ההמלצות לשימוש במחברת.

- 1 מחברת מתמטיקה צריכה להיות מחברת של דפי משבצות.
- 2 מומלץ לסכם במחברת לא רק את התשובות לתרגילים, אלא גם את דרכי הפתרון של פעילויות הגילוי, החקירות והתרגילים וגם את הדיונים שנערכים בכיתה.
- 3 רצוי להשאיר רווח של שורה אחת לפחות בין כל שתי שורות כתובות, גם כשמדובר בטקסט וגם כשמדובר בכתיבת תרגילים.
- 4 כדי לבנות טבלה בצורה נוחה לקריאה יש להתבונן תחילה בנתונים ולפיהם לתכנן את גודל הטבלה כולה ואת הגודל של כל שורה ושל כל עמודה. חוש זה רוכשים בתוך כדי התנסויות רבות. בטבלאות הראשונות ההדרכה של המורה תסייע לתלמידים לרכוש את המיומנות החשובה הזאת. לדוגמה, בטבלה לא גדולה מומלץ להקדיש לכל שורה ולכל טור לפחות שתי משבצות. כמובן, בתכנון טבלה יש לשים לב למספר השורות והטורים ולסרטט את הטבלה לרוחב המחברת או לאורכה בהתאם לתכנון.
- 5 מערכת צירים מומלץ לצייר בעמוד חדש. יש לשקול היכן למקם את הצירים, ויש לבחור את הגודל של קטע היחידה בכל ציר לפי הנתונים.
- 6 כדי לאפשר לתלמידים לעקוב אחר החומר הנלמד למשך תקופה ארוכה, רצוי לכתוב במחברת בתחילת השיעור את נושא השיעור ואת התאריך.
- 7 אפשר למספר את כל השיעורים ברציפות. אם מאמצים רעיון זה, על המורה להצהיר בתחילת השיעור על מספר השיעור (שיעור כפול נחשב לשני שיעורים). מספור השיעורים יעזור למורה לעקוב אחר ההספק ולתלמידים לקבל הרגשה של התקדמות. אפשר לציין את השיעורים ה“עגולים” בפעילות לא-שגרתית.
- 8 **חשוב לשכנע את התלמידים לא למחוק את ההתנסויות שלהם בדרך פתרון של תרגיל, אלא להשאיר אותן גם במקרה שהם סבורים ששגו. רישום זה יעזור למורה לעקוב אחרי החשיבה של התלמידים ולתלמידים עצמם להבין ולהפנים את החומר בצורה עמוקה יותר.**

כדאי לתת לתלמידים חלק מהתרגול הבסיסי  וכן תרגול ב“תרגילים נוספים” ו“ממשיכים בתרגול”. אפשר להשתמש בחלקים שונים מהפרק לשיעורי בית.

- בכל סוגיה אפשר לבחור משימות מתוך “תרגילים נוספים” ו“ממשיכים בתרגול”.
- מומלץ לתת לתלמידים לקרוא בבית את העמוד “מה למדנו?”.
- השימוש בעמוד “מיומנויות” תלוי בנושא הפרק. אם עוסקים במיומנויות פרקטיות, מומלץ לבצע אותן בכיתה עם התלמידים, ואפשר להפנות את התלמידים לקריאת העמוד לפי הצורך.
- מומלץ להקדיש את השעה האחרונה של לימוד הפרק לביצוע תרגילים נבחרים בכיתה.
- משימות האתגר והחיזוקים מיועדות לביצוע בבית. המורים יכולים להפנות את התלמידים לביצוע עמודים אלה לפי הצורך, וכן הם יכולים לבחור לבצע אותם מרצונם.

הבסיס התאורטי של כתיבת עשר בריבוע

דרכי הוראה ב- עשר בריבוע

א רציונל ההוראה של “עשר בריבוע”

עקרונות כתיבת הספר

- עיקרון חברתי: אנו סבורים שתפקיד החינוך הוא, בראש ובראשונה, לתת לתלמידים את מרב האפשרויות ובעיקר למנוע סגירת דלתות בפני התלמיד.
- מה שנכון לתלמידים מצטיינים, נכון לתלמידים מתקשים, גם אם לא מנצלים את כל ההזדמנויות.
- מה שנכון לתלמידים מתקשים, נכון לתלמידים מצטיינים, גם אם הם חושבים שאין להם צורך בכך.
- אי-טיפול בבעיות של התלמידים המתקשים יוצר פערים שקשה לגשר עליהם, ויוצר “נפגעי מתמטיקה”.
- אי-טיפול בבעיות של התלמידים המצטיינים יוצר שעמום ו”הורג” את הסקרנות ואת היצירתיות.
- תלמיד מתקשה אינו מתקשה בכל תחום, תלמיד מצטיין אינו מצטיין בכל תחום.
- כולם צריכים סיפוק אינטלקטואלי ואתגרים.

בכתיבת הספר נקבעו מספר הנחות יסוד וציפיות שחשוב לעורר בקרב התלמידים והמורים. כדי לממש את הציפיות הושקעה מחשבה רבה בדרך של הצגת התכנים ובמבנה הספר.

- הספר יוצר מוטיבציה ללמידה באמצעות הצגה נעימה; נגישות קלה; מתן תשובות לצרכים מגוונים; קרבה לנושאים המעניינים את התלמיד; מתן ביטחון עצמי.
- הספר מותאם לדרישות בתכנית הלימודים.
- כל תלמיד יכול להגיע להישגים המתאימים לפחות לרמה של 3 יחידות.
- בספר ניתנת לכל תלמיד אפשרות להתקדם יותר מהיכולת הנוכחית שלו.

תכנים מתמטיים

- הספר מכיל את כל הנושאים של תכנית הלימודים החדשה.
- ניתן כל הידע הנדרש להבנת כל מושג ומונח.
- העבודה היא בשלושת היבטים של הידע: לדעת, לדעת לעשות (מיומנויות), לדעת לתקשר.
- האלגברה נלמדת דרך היבטים שונים שלה (סדר הפרקים).
- נעשה קשר בין מתמטיקה לתחומים אחרים (מדע ותרבות).

תכנים דידקטיים

- התכנים הדידקטיים מבוססים על מחקרים בהוראת המתמטיקה.
- הספר מכוון לחזק את הידע שנרכש בבית הספר היסודי, מטמיע את הידע ומרחיב אותו.
- הקנייה חדשה מבוססת על גילוי המושג דרך השימוש בו (מגלים).
- ההקנייה והתרגול מפורטים ומיועדים לטפל בקשיים הטמונים בכל נושא מתמטי.
- ב”מה למדנו?” מסכמים ומנסחים את הידע הנדרש בשפה מתמטית.
- המבדקים “מוכנים להמשיך?” מאפשרים הערכה אישית.
- שאלות מילוליות משולבות בכל הפרקים.

תכנים פדגוגיים

- הלימוד הוא מהפרט לכלל. (בשיעור נכללות פעילויות הגילוי).
- הלמידה של כל נושא היא בשלבים: גילוי, הקניה וביסוס, שפה נכונה, שילוב בתחומים מגוונים.
- מבנה ההוראה מעודד דיונים בכל שלב.
- כל תלמיד נחשף לכל החומר: התאמה לרמות שונות על-ידי דירוג התרגילים וחומרי ההעמקה על-פי רמת הקושי.
- מוצעות שיטות שונות של הוראה ושל ניהול הלמידה בכיתה.
- מבנה ההוראה מאפשר למורה לבטא את אישיותו הפדגוגית, את כישוריו ואת ניסיונו.

ב רציונל הלמידה דרך פעילויות הגילוי

כל פעילות גילוי

- 1 מגבירה את המוטיבציה;
 - 2 מקנה למושג משמעות על-ידי חקירתו;
 - 3 מסייעת להעלאת דרכי פתרון ופתרונות שונים;
 - 4 מאפשרת רמות שונות של קצב ורמת לימוד בהתאם ליכולתו של כל תלמיד;
 - 5 מגבירה שימוש בשיח מתמטי.
- המשך השיעור מתבצע בהתאם לבחירת המורה ובהתאם למשך השיעור (שעה או שעתיים).

התלמידים יכולים

- לקרוא את הקטע “לומדים” ולבצע כשלושה תרגילים בסיסיים.
- לקרוא את הקטע “לומדים” הבא אחריו ולבצע את התרגול הקשור לשתי הסוגיות.

נושאי הלימוד בתכנית הלימודים וב-עשר בריבוע

א התחום האלגברי

היבטים שונים של האלגברה

האלגברה תופסת מקום מרכזי בתכנית הלימודים החדשה של כיתה ז’. לאלגברה ארבעה היבטים עיקריים. לכל היבט מתאימה דרך להצגת הנושא.

1 האלגברה ככלי לפתרון שאלות מילוליות

גישה זו היא הגישה המסורתית. התלמידים “מתרגמים” שאלות מילוליות לשפה האלגברית, פותרים אותן, ובכך משתמשים בשפה ובטכניקות האלגבריות. על-פי גישה זו:

- לאות יש תפקיד של נעלם;
- שליטה בטכניקות האלגבריות הכרחית, והיא מובילה להתנסות ראשונית של חשיבה אלגברית;
- יש צורך בשאלות מילוליות המקנות לתלמידים את מיקום הנעלם בשני אגפי השוויון. ידע זה מקנה לתלמידים את הצורך באלגברה;
- התלמידים לומדים סוגי בעיות אבל אינם מודעים לכך שאפשר לכתוב אותו ביטוי גם לתיאור מצבים שונים (כל שאלה נראית כשאלה ייחודית).

2 האלגברה ככלי להכללה

מציגים לתלמידים מצבים שבהם קיים מרכיב קבוע. הם צריכים להפעיל כלים אלגבריים כדי למצוא תכונות, ובתהליך זה להעלות השערות, להצדיק אותן ולבצע הכללות. לימוד החוקיות הוא דוגמה של גישה זו.

על-פי גישה זו

- לאות יש תפקיד של “איבר כללי” (בלי שימוש במונח) המקדים את המושג “האות כמשתנה”;
- התלמידים נותנים משמעות לכתיבה הסימבולית דרך השימוש באות. הנימוק המידי לשימוש באות הוא נוחות (קיצור הכתיבה ותיאור קשרים קבועים, כלומר שימוש בחוקיות), אבל לאחר מכן השימוש באות הוא טכניקה אלגברית.

אחד היתרונות של ההכללה הוא שאפשר ליישם אותה במצבים ובתחומים שונים. דוגמה לכך היא **תכונות השוויון** המאפשרות לפתור משוואות ולהסביר את תכונות החפיפה. לכן לאחר הצגת המושג “משתנה” והביטוי האלגברי (פרק 1) ותכונות הפעולות (פרק 2), מוצגות תכונות השוויון, ומיד פותרים בעזרתן משוואות במספרים חיוביים. הזמן הנוסף הנדרש להוראת תכונות השוויון (כ- 4 שעות) מאפשר ללמד את הפתרון של משוואות במספרים מכוונים בלי להשקיע זמן נוסף מיד לאחר הוראת תכונות המספרים המכוונים.

3 האלגברה ככלי לתיאור תופעות: הפונקציות

גישה זו מבוססת על חקר קשרים בין משתנים. המושג המרכזי הוא “השתנות”.

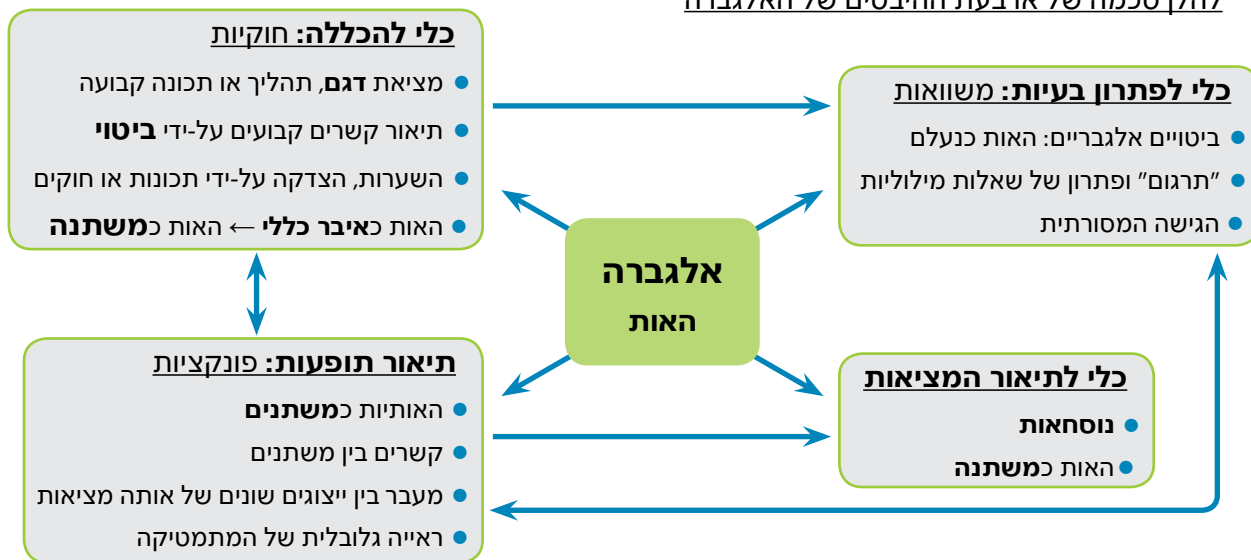
על-פי גישה זו

- האותיות הן משתנים בלתי-תלויים או תלויים;
- התלמידים מתארים קשרים בין משתנים;
- הם נותנים משמעות לכתיבה הסימבולית ומפעילים חשיבה אלגברית דרך מעבר בין ייצוגים שונים של אותה מציאות;
- נדרשת שליטה בטכניקות האלגבריות.

4 האלגברה ככלי לתיאור של המציאות

אחד ממאפייני המתמטיקה הוא שהיא מהווה בסיס תאורטי למדעים אחרים. המושג “נוסחה”, המושגים הקשורים לגודל, הטכניקות האלגבריות והשימוש בכתיבה סימבולית הם הכלים המאפשרים תפקיד זה. בכיתה ז’ התלמידים אינם נחשפים לרובד זה של האלגברה. חשיפה להיבטים שונים של האלגברה כבר בתחילת לימוד התחום, מגבירה את ההבנה של כל היבט ובעיקר נותנת משמעות לכל מרכיב בנפרד בראייה גלובלית של המתמטיקה. לדוגמה, כאשר רואים את $ax = b$ כדגם של סדרת משוואות, מבינים טוב יותר את דרכי פתרון.

להלן סכמה של ארבעת ההיבטים של האלגברה



רבדים בהוראת האלגברה

להוראת האלגברה שני רבדים עיקריים: רובד פורמלי ורובד פונקציונלי.

• הרובד הפורמלי: הכלים

ברובד זה מדגישים את הוראת תהליכי החישוב הבסיסיים (פרוצדורות) – כגון: כינוס איברים, פתיחת סוגריים והסכמי כתיבה (סימן הכפל, שימוש באותיות מסוימות וכדומה) – כדי לפתור משוואות.

• הרובד הפונקציונאלי: היעדים

ברובד זה מדגישים את השימוש באלגברה כמלווה בטכניקות שלה במטרות מוגדרות, כגון: הכללה, פתרון בעיות, הוכחות, תיאור תופעות וכדומה.

בתכנית הלימודים הישנה הודגש בצורה בלעדית הרובד הפורמלי, כלומר ההיבט החישובי של האלגברה. השינוי המרכזי בתכנית הלימודים החדשה הוא שבלי לוותר על הוראת הטכניקות האלגבריות, הדגש הושם על הרובד השימושי, ואף מומלץ להציג בתחילת הוראת הנושא תחומים שונים שבהם משתמשים באלגברה.

מערכת מושגים בסיסית באלגברה (מתוך ההקדמה לתכנית הלימודים החדשה)

בתכנית הלימודים החדשה מוצעת מערכת מושגים המתאימה למטרות התכנית ולחידושים שבה. היא מכוונת להיות פשוטה ונוחה לשימוש. חלק מהמושגים שהוכנסו בתכנית הקודמת אינם מופיעים בתכנית החדשה. להלן רשימת המושגים שחלו לגביהם שינויים.

א המונח *ביטוי אלגברי* מחליף את המונח *תבנית מספר*.

ביטוי אלגברי הוא צירוף של מספרים ושל משתנים הקשורים ביניהם בפעולות מתמטיות. ביטוי זה יכול להכיל משתנים, שכאשר הם מקבלים ערכים מספריים מתאימים, הביטוי כולו מקבל ערך מספרי. ביטוי אלגברי יכול להיות גם מספר ללא משתנים. מספרים וביטויים חשבוניים הם מקרים פרטיים של ביטויים אלגבריים. ביטוי חשבוני הוא צירוף של מספרים הקשורים ביניהם בפעולות מתמטיות. (מתוך תכנית הלימודים)

ב *משוואה* היא ביטוי המורכב משני ביטויים אלגבריים שביניהם סימן שוויון.

ג *אי-שוויון* בנוי משני ביטויים אלגבריים שביניהם סימן אי-שוויון ($>$, $<$, \geq , \leq או \neq).

- ד** פתרון של משוואה או של אי-שוויון הוא מספר שבהצבתו שם או בקביעתו כערך של המשתנה מתקבלת טענה אמיתית. קבוצת הפתרונות נקראת גם “קבוצת אמת”. לא נשתמש במונח “קבוצת השקר”.
- ה** המשפט “המספרים שבהצבתם יתקבל ביטוי בעל משמעות” יחליף את המונח “קבוצת הצבה”.
- ו** המונחים ביטויים שווים או ביטויים שקולים יחליפו את המונח תבניות תואמות.
- ז** הסימון $f(x)$ יכול לשמש לא רק לסימון פונקציה, אלא גם סימון מקוצר לביטוי אלגברי.

ב התחום המספרי

התחום המספרי כולל שני נושאים עיקריים.

1 חוקים של פעולות החשבון, סדר פעולות החשבון, חזקות ושורשים

חוקי פעולות החשבון: חוקי החילוף, חוקי הקיבוץ וחוקי הפילוג.
כללים בסיסיים נוספים: חיסור של סכום, חיסור של הפרש, חילוק במכפלה וחילוק במנה.

2 מספרים מכוונים

הצגת מספרים מכוונים על ישר המספרים, סדר על ישר המספרים, ערך מוחלט, שימושים במספרים מכוונים לתיאור תופעות ומצבים, ארבע פעולות חשבון במספרים מכוונים.
חזקות שהמעריך שלהן טבעי, ובסיס החזקה הוא מספר מכוון.

אחת ממטרות תכנית הלימודים במתמטיקה היא פיתוח מיומנויות חישוביות ותובנה מספרית, כלומר חיזוק הידע של עולם המספרים והרחבה של התובנה המספרית וכן שליטה באלגוריתמים ובמיומנויות חישוב במספרים ובביטויים אלגבריים.

תובנה מספרית מתבטאת בתחושה של קשר בין דברים, ביכולת גיוס ידע, בניסיון קודם כדי לפתח אסטרטגיות פתרון שונות, בהבנת דרכי פתרון שונות ובגילוי פתיחות לדרכים חדשות.
התובנה המתמטית באה לידי ביטוי אצל אנשים שונים בצורות שונות: אנשים שונים פותרים אותה משימה בדרכים שונות. יצירת דרכי פתרון “אינדיווידואליות” נותנת תחושה שהמתמטיקה היא מקצוע בעל היבט רחב בו אפשר לגשת לפתרון משימות בעקבות חשיבה ויצירתיות, והיא לא רק מקצוע נוקשה בעל חוקים חד-משמעיים המחייבים דרך פתרון אחת.

פיתוח דרכי פתרון מקוריות של התלמידים מאפשר להם לשלוט בתהליך למידתם ותורם בכך לביטחונם העצמי – דבר שהוא חשוב ביותר בעת למידת המתמטיקה.

הוראת הנושאים הלימודיים בתחום המספרי מבוססת על המטרות הללו בספר הלימוד “עשר בריבוע”.

אפשר למצוא בו דרכים שונות ומגוונות לפתרון תרגילים רבים.

הנושא הראשון בתחום המספרי בכיתה ז’ הוא חוקי הפעולות וסדר הפעולות. פרק זה בא לחזק את הידע מבית הספר היסודי ולהרחיבו בתוך כדי לימוד האלגברה. חיזוק הידע מבית הספר היסודי מתמקד בעיקר בחישובים של שברים, כי מורים רבים דיווחו על קשיים בתחום זה. בפרק הראשון הכירו התלמידים את השימוש באותיות כדי לבטא כללים.

בשלב זה הוראת “שורש ריבועי” מתייחסת רק למספרים ששורשם הריבועי הוא מספר טבעי.

בהמשך חוזרים על החוקים ומשתמשים בהם בשני פרקים של לימוד המספרים המכוונים. הפרקים מבוססים על העיקרון של הרחבת עולם המספרים ועל עקביות בחישובים ובחוקי הפעולות.

בשני הפרקים מוקדש מדור למשוואות הקשורות לפרק. פעולות החיבור והחיסור במספרים המכוונים הופרדו מפעולות הכפל והחילוק כדי למנוע את הטעויות הנפוצות הנובעות מהכללים השונים בשתי המערכות: התייחסות לגודל היחסי של המחברים בחיבור ובחיסור והתייחסות לסימן שונה/זהה של הגורמים בכפל ובחילוק. נושאים בתחום המספרי – כמו עריכת אומדנים, דרכי חישוב בעל-פה ועוד – משולבים גם בפרקים אחרים. הערה: לפי תכנית הלימודים לצורך הגדרת מספר מכוון משתמשים במונח “גודל” במקום “ערך מוחלט”.

ג התחום הגאומטרי

הוראת הגאומטריה בכיתה ז’ (גאומטריה קדם-דדוקטיבית)

לנוכח מחקרים רבים בדבר הקשיים בלימודי הגאומטריה הדדוקטיבית בקרב התלמידים בחטיבת הביניים ובדבר ההישגים הנמוכים שלהם, הוחלט במשרד החינוך על לימודי הגאומטריה בכיתה ז’ ובתחילת כיתה ח’ ברמה קדם-דדוקטיבית כהמשך ללימודי המקצוע בבית הספר היסודי.

כדי להתחיל ללמוד גאומטריה דדוקטיבית התלמידים צריכים להגיע לרמת חשיבה מסוימת שממנה הם יוכלו להתחיל בלימודי הגאומטריה ברמת חשיבה גבוהה יותר. המטרה העיקרית של לימודי הגאומטריה ברמה קדם-דדוקטיבית היא להוביל את התלמידים לרמת החשיבה הזאת. מבחינת המורה, כדי לבחור את דרך ההוראה המתאימה לרמה של התלמידים, חשוב להכיר את רמות החשיבה שלהם ולבדוק באיזו רמה הם נמצאים כעת.

בהתפתחות רמות החשיבה בגאומטריה מבחינים בין כמה רמות (לפי רמות המדען ההולנדי ואן הילה).

❖ **הכרה** – ברמה זו צורה נתפסת כשלמה ללא מרכיבים, זיהוי והבחנה בין צורות נעשים לפי המראה של הצורות ללא ניתוח תכונות וכדומה. הנימוקים ברמה זו הם כמו “זה מלבן, כי זה נראה כמלבן”.

❖ **אנליזה** – ברמה זו יודעים את תכונות הצורה (מצורה לתכונה), אך יודעים כל תכונה בנפרד, ולא מקשרים בין תכונות שונות. ברמה זו מנתחים את התכונות בצורה לא-פורמלית. לדוגמה, אפשר לראות על-ידי מדידה, כי במלבן האלכסונים שווים ונחצים. ברמה זו התלמידים אינם יכולים לקשור תכונה מסוימת לצורה (מתכונה לצורה). לכן הם אינם יודעים כי אם במרובע שני האלכסונים נחצים ושווים זה לזה, אז המרובע הוא מלבן.

❖ **סידור** – ברמה זו התלמידים מבינים את הסדר הלוגי של הצורות, את היחסים בין צורות ותכונות ואת החשיבות להגדרות מדויקות, והם יודעים להסביר מדוע ריבוע הוא מלבן, אך הם אינם מבינים את המבנה הדדוקטיבי של הגאומטריה כשלמות אחת ואינם יודעים להוכיח תכונות של צורות.

❖ **דדוקציה** – ברמה זו מבינים את משמעות הדדוקציה ואת תפקידי מונחי היסוד, והם מכירים הגדרות, אקסיומות ומשפטים (כחוליות של המבנה הדדוקטיבי). ברמה זו הם יכולים להוכיח משפטים אחרים על-סמך משפטים מוכרים.

❖ **דיוק** – ברמה זו יכולים לגלות משפטים חדשים ולהוכיח אותם.

התלמידים עוברים מרמה לרמה, ורמת החשיבה שבה תלמיד נמצא תלויה בגיל התלמיד וכן בדרכי ההוראה. לדוגמה, מחקרים מראים שכל תלמידי כיתה א’ משיגים רמת חשיבה ראשונה (הכרה) בתום כיתה א’, אם ההוראה עוודדה אותם לכך. כמובן, בבית הספר היסודי אין מדובר ברמת החשיבה מעל לרמה השלישית (סידור).

בכיתות א’ – ג’ התלמידים מפתחים לעצמם את הכושר החזותי, מכירים את הצורות בשלמותן ומוצאים את התכונות של צורות נתונות.

בכיתות ד’ – ו’, נוסף על המשך פיתוח הכישורים, מתחילים לפתח חשיבה לוגית על-ידי עיסוק בנימוקים בצורה לא-פורמלית, חוקרים מבנים גאומטריים, פותרים בעיות שונות וגם מפתחים יכולת סרטוט בתוך כדי ביצוע סרטוטים קלים ומפתחים יכולת שיח מתמטי בתוך הדיונים שנערכים בין התלמידים לבין עצמם ובין התלמידים לבין המורה, וכך הם רוכשים יכולות שכנוע.

כדי לפעול כראוי ברמה הרביעית (דדוקציה), על התלמידים לפתח את רמת החשיבה הקודמת, כלומר הם צריכים להיות ברמת החשיבה של סידור. אם התלמידים נמצאים ברמת חשיבה נמוכה יותר (הכרה או אנליזה), אין סיכוי שהם יצליחו בלימודי הגאומטריה הדדוקטיבית. **אותו תלמיד יכול להיות ברמות חשיבה שונות בנושאים שונים.** לדוגמה, תלמיד מסוים יכול להיות ברמת חשיבה גבוהה יותר בנושאים הקשורים לגאומטריה מישורית, וברמה נמוכה יותר בנושאים של גאומטריה במרחב.

תלמידים שונים עוברים מרמה לרמה בקצב שונה. ישנם תלמידים שתופסים מהר את העניין, ולתלמידים האחרים נדרש יותר זמן לעבור מרמה לרמה אחרת.

בפועל רוב התלמידים הנכנסים לכיתה ז’ אינם שולטים ברמת החשיבה השלישית (סידור) ולכן נכשלים בלימודי הגאומטריה בחטיבת הביניים.

כדי לאפשר לתלמידים להצליח בלימודים, להקנות להם ידע בצורה משמעותית ולמנוע כישלונות אפשריים, נקבע בתכנית הלימודים החדשה כי הגאומטריה תילמד בכיתה ז’ ובתחילת כיתה ח’ ברמה קדם-דדוקטיבית, כלומר ברמת החשיבה השלישית (סידור).

הערה: קיימות כמה תאוריות בנוגע להוראת הגאומטריה (DUVAL, FISCHBEIN), ובספר “עשר בריבוע” גישתו של ואן הילה למרות הביקורת והשאלות הרבות, כי רמות ואן הילה מאפשרות הבחנה מהירה של רמת התלמידים.

הגאומטריה הקדם-דדוקטיבית בספר “עשר בריבוע”

ספר הלימוד “עשר בריבוע” מתאים לדרישות התכנית. כלומר ההוראה ולימוד הגאומטריה נעשים ברמה קדם-דדוקטיבית. נלקחה בחשבון השונות בין התלמידים ברמות החשיבה שלהם, ולכן בספר מגוון פעילויות ומשימות בכל שלוש הרמות הראשונות של ואן הילה.

בחלק התאורטי של השיעורים מסבירים את החומר בצורה לא-פורמלית, בליווי סרטוטים צבעוניים ואיורים רבים. הדברים החשובים (לדוגמה המסקנות) מודגשים. החלק התאורטי בכל שיעור בא כסיכום של פעילויות הגילוי שנעשות על-ידי התלמידים ומובילות את התלמידים למסקנות התאורטיות. לאחר מכן ישנן שאלות לתרגול מידי מן הקל אל הקשה, כמו-כן אפשר לבחור תרגול נוסף בסוף כל פרק.

כדי לשמור על רוח תכנית הלימודים החדשה לא משתמשים בפרקי הגאומטריה של “עשר בריבוע” במונחים כמו “משפט”, “הוכחה”, “נתון” וכדומה. עם זאת, ההנמקות וההסברים שניתנים בשפה בלתי-פורמלית קרובים להוכחות פורמליות עד ככל האפשר.

המטרות העיקריות של הלימודים בפרקי הגאומטריה בספר “עשר בריבוע” הן לעזור לתלמידים לפתח את יכולת הדיבור וההנמקה ברמה לא-פורמלית, לפתח את יכולת פתרון השאלות הקשורות לנושא מסוים, להוביל אותם להבנת קשרים בין אלגברה לבין גאומטריה ולשימוש בכלים אלגבריים בפתרון שאלות הדורשות טכניקות אלגבריות.

למורה תפקיד מרכזי בתהליך הלמידה. על המורה ללוות את התלמידים בפיתוח היכולות הללו ובפיתוח כישורים נוספים. בשיעורי הגאומטריה יש לעודד את התלמידים להבעה בעל-פה, לתת להם הזדמנות להתלבט בעניין, להרבות בפתרון שאלות בעל-פה, לעזור לתלמידים לפתח חשיבה לוגית על-ידי מתן שאלות מהסוג ”מדוע?“. בחלק מן המשימות נדרשת בדיקה אם אובייקט מתמטי עומד בתנאי הגדרה, על-ידי בדיקת כל תנאי ותנאי. יכולת זו תקל את הבנת המבנה הדדוקטיבי של הגאומטריה בהמשך הלימודים. דוגמה למשימה מסוג זה היא בדיקה אם קרן נתונה היא חוצה-זווית. דוגמה נוספת היא השאלה אם שלוש זוויות יכולות להיות זוויות צמודות. כדי לענות על השאלה בצורה נכונה על התלמידים לנתח את ההגדרה ולהבין שבהגדרת זוויות צמודות מדובר בשתי זוויות בלבד, ולכן שלוש זוויות אינן יכולות להיות צמודות, גם אם סכומן הוא זווית שטוחה.

אחת הדרכים לבדוק אם התלמידים מבינים את ההגדרות או את הטענות, היא לבקש מהם להדגים הגדרה מסוימת (טענה) על-ידי דוגמאות המתאימות לה וגם על-ידי דוגמאות שאינן מתאימות לאותה הגדרה. אפשר גם לבקש לבנות או לנמק על-ידי קיפול. מציאת ”אי-דוגמאות“ עשויה להיות קשה לתלמידים, לכן חשוב לנתח דוגמאות שונות מבחינת התאמה להגדרה. דוגמה למשימה כזו היא למצוא מלבנים בסרטוט שיש בו צורות רבות, ולנמק שכל סרטוט פסול אינו מלבן. שימו לב שבגאומטריה דדוקטיבית אין מקום לבדיקות על-ידי קיפול או סרטוט, אלא בודקים כל דבר בדרך הוכחה לוגית המבוססת על אקסיומות, על הגדרות ועל משפטים קודמים.