

**עבודה המוגשת במסגרת קורס
הדפסת תלת מימד בחינוך –
תכנון יחידת לימוד הנתמכת במדפסת תלת
מימד
למדע תשע"ט**

מרצה: לאורה לוי

**מגישים: ארז ד.
ציפי כ.**

תוכן עניינים:

3	..... תיאור קצר של הפעילות
3	..... חיבור לתוכנית הלימודים, כיתה ומקצוע
3	..... סקירה כללית
4	..... מטרות לימודיות
4	..... יחידת הלימוד: פירוט השיעורים ומשך הזמן
7	..... תוצרי תהליך התכנון בטינקרקאד, ההדפסה והפעילות
8	..... הכנות נדרשות / חומרים וציוד
9	..... מיומנויות המתורגלות במהלך היחידה
9	..... הערכה מוצעת
10	..... תכנון הדגם והגדרות הדפסה
10	..... קשיים שנצפו
11	..... שינויים בעקבות הצגת הדגם והמשוב שקבלנו בכיתה
12	..... יתרון השימוש במדפסת תלת מימדית בתכנון היחידה
12	..... מקורות
13	..... נספחים

תיאור קצר של הפעילות :

בחרנו להכין את העבודה בנושא של אור וצל, שילוב של חשיבה מדעית ומתמטית. על התלמידים לעבוד בזוגות, לתכנן ולהדפיס במדפסת תלת מימד שני גופים בעלי גודל זהה (לדוגמא: עץ ובית) שניתן להעמיד אותם בצורה יציבה על השולחן ובעזרת מקור אור קבוע ושינוי המרחקים בין הגופים ליצור דמויות (צל) על הקיר כאשר דמות אחת גדולה פי שלוש מהדמות השנייה.

חיבור לתוכנית הלימודים:

מקצוע : רב תחומי – מדעים, מתמטיקה וטכנולוגיה

כיתה: ו-ז

תחום תוכן: מדעי החומר – כימיה פיסיקה, מתמטיקה – יחס, גאומטריה ודמיון משולשים.

נושא מרכזי: אנרגיה אור וצל וגאומטריה

התנסויות חובה: צל – התלמידים יקרינו אור על חפצים אטומים, יבדקו את התנאים להיווצרות הצל ויסיקו מסקנות.

סקירה כללית:

אחד הנושאים הנלמדים בכיתה ו' הוא "אור וראיה" בו התלמידים לומדים על חשיבות חוש הראיה, תכונות האור, מבנה העין, הקשר בין האור לתהליך הראיה וכמובן גם הקשר הבריאותי. אחד הנושאים הנלמדים הוא תכונות האור ומעבר קרני האור דרך גופים אטומים, שקופים ושקופים למחצה. בעקבות הלמידה התלמידים יכולים להסביר את הקשר בין גופים אטומים החוסמים מעבר קרני אור לבין היווצרות הצל. כמו כן התלמידים לומדים על יחס ובכיתה ז' אף מרחיבים זאת לדמיון משולשים.

החלטנו לשלב בתהליך הלמידה משימה שבה נהפוך את הלמידה למשמעותית יותר עבור הלומדים, למידה תוך כדי עשייה ותוך שימוש במגוון של מיומנויות למידה ועשייה. נשלב במשימה: שאלת חשיבה, חקר, שימוש בטכנולוגיה, יצירה, התנסות עצמית, ארגון זמן ועבודת צוות.

במשימה שבחרנו התלמידים מתכננים גופים להדפסה תלת מימדית לפי כללים נתונים. חוקרים את תופעת הצל, יחסי גודל של הצל תוך כדי שינוי מקום הגופים, מגיעים למסקנה והכללה. מתוך ההתנסות התלמידים מגלים שגודל הצל וצורתו משתנים בהתאם למרחק ומקום מקור האור מהגוף האטום ובעזרת הנתונים שיאספו יסיקו מסקנות מדעיות ומתמטיות.

ניתן להתאים את משימת בניית הדגם בהתאם למיומנות שיש לתלמידים בתכנון ועיצוב תלת מימדית וגם **כחלק ממענה לשונות**. הדגם המוצע הוא פשוט וניתן לשלבו כחלק מהתרגול הבסיסי של תוכנת הטינקרדק. אפשרות נוספת זה לתת הנחיות של שילוב טכניקות בבניית הדגם למשל: מ 2D ל- 3D או ליתופיין.

מטרות לימודיות:

1. התלמיד יגלה ויבין שיש קשר בין המרחק של גוף ממקור האור לגודל הצל שהוא יוצר.
2. התלמיד יבדוק ויגלה באיזה מרחק ממקור האור יש למקם שני גופים זההים בגודלם, כך שהצל שיתקבל מאחד הגופים יהיה גדול פי שלוש מהגוף השני וידע להכליל זאת עבור גדלים שונים.
3. התלמידים מתכננים, מעצבים ומדפיסים 2 גופים שונים בצורתם וזהים בגובהם הכוללים בסיס שיאפשר להניח אותם יציבים על השולחן.
4. התלמידים יתרגלו שימוש בסביבת TINKERCAD, Makerbot Print / עבודה עם מדפסת בית הספר תוך התחשבות בכל כללי הרחיצה.
5. התלמידים יערכו ניסיונות יאספו נתונים וינתחו אותם – יגישו דוח ניסוי.

יחידת הלימוד:

משך הפעילות: 2 שיעורים כפולים של 90 דקות.

שיעור מס' 1: הצגת הנושא, תיאור המשימה ותכנון הגופים להדפסה.

פתיחה: ניתן לפתוח בסרטון המציג הפקת צלליות בצורות שונות ומשם לעבור לדיון אודות הדרכים בהן הצלליות נוצרות.

שאלות מנחות: כיצד נוצרו הצלליות? מה קבע את גודלן? כיצד קרני אור מתפשטות? איך בעזרת הידיים האומן יצר את האפקט של יד תינוק ומבוגר?



מהלך השיעור:

הצגת המשימה לתלמידים – תכנון 2 גופים בעלי צורה שונה, היוצרים צל, בעלי גובה זהה של 4 ס"מ, רוחב מקסימלי של 3 ס"מ ועובי של 3 מ"מ שיכולים לעמוד בצורה יציבה על השולחן.

התלמידים יעבדו בזוגות ויעצבו את הגופים בסביבת Tinkercad וישלחו להדפסה בהתאם למדפסת בבית הספר.

קבוצה שלא סיימה בכיתה תסיים העבודה בבית ותשלח להדפסה ביום למחרת כדי שיהיה זמן לתיקונים במידה ותיווצר בעיה בהדפסה.

סיכום השיעור: חזרה על המטרות והטרמה לניסוי שיערך בשיעור הבא.

הערה חשובה למורה: לפני השיעור הבא מומלץ לבדוק עם התלמידים את תוצרי ההדפסה - האם יצאו טוב ועמדו בכללי העבודה ובכללי ההדפסה.

במידה ויש תקלה ניתן להיעזר במורה, לתקן ולשלוח בשנית להדפסה.

שיעור מספר 2: ביצוע, איסוף נתונים וניתוחם

פתיחה:

בשיעור שעבר תכנתם והדפסתם 2 גופים היוצרים צל בעלי גובה זהה ומימדים דומים. בשיעור נשתמש בגופים כדי לחקור תכונות הצל.

חזרה על המשימה לביצוע: עליכם להעמיד את הגופים בצורה יציבה על השולחן ובעזרת מקור אור הנמצא במקום קבוע ליצור דמויות (צל) על מסך (לוח הקאפה) כאשר דמות אחת גדולה פי שלוש מהדמות השנייה. רצוי להיעזר בלוח המשבצות ולהצמידו ללוח הקאפה כדי לאמוד את גודל הצל.

מהלך השיעור:

שלב א' -

התלמידים יקבלו את תוצרי ההדפסה, לוח קאפה כמסך, פנס ולוח משבצות (נספח). התלמידים יבחנו את התוצרים וינסו לבצע המשימה.

לאחר שהתלמידים גילו שניתן לשנות את מיקום הגופים ביחס למקור האור כדי למלא את המשימה והבינו שיש קשר בין מרחק הגוף ממקור האור לגודל הצל נמשיך לשלב ב'.

חילקנו את התהליך לשני שלבים על מנת שהטבלה לא תרמוז או תגלה להם את התשובה וכך יפסידו את חוויית הגילוי. כך שלכל שלב יש מטרות שונות.

שלב ב' – התלמידים יקבלו לוח משבצות עם ציור של מיקום הפנס שאותו הם צריכים להניח על השולחן ועליו ימקמו את הגופים (נספח 1), טבלה למילוי ושאלות לחשיבה -

טבלה לארגון תוצאות הניסוי:

הקשר בין מיקום הגוף ביחס לפנס לגודל הצל

שם הגוף	מרחק מהפנס	גובה הגוף	גובה הצללית	הערות
				אפשרות 1
				אפשרות 2

כדי למנוע היווצרות תפיסה שגויה נבקש מהתלמידים לחזור על המדידות אך הפעם להחליף בין הגופים (במקום שהונח הבית יניחו את העץ ולהפך) ולבדוק האם התוצאות משתנות.

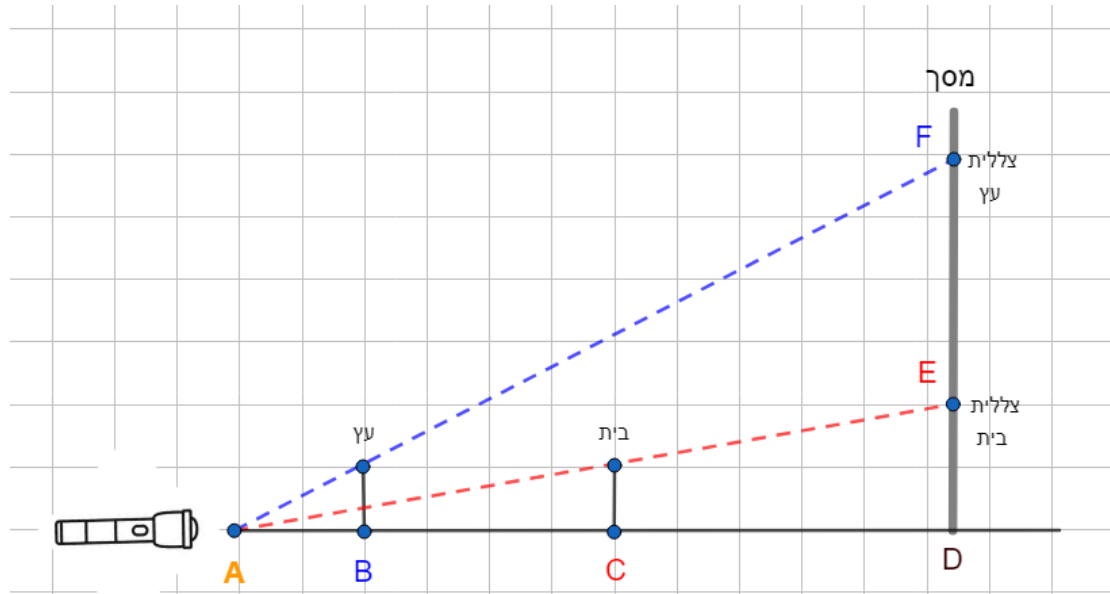
שם הגוף	מרחק מהפנס	גובה הגוף	גובה הצללית	הערות
				אפשרות 1
				אפשרות 2

התלמידים יתמודדו עם השאלות:

- איך משפיע המרחק ממקור האור על גודלה של הצללית שנוצרת?
- איך משפיע המרחק בין הגופים על יחס הגדלים בניהם?
- איך משפיע יחס המרחקים בין כל גוף למקור האור ליחס בין הצלליות?
- כיצד יש לסדר את הדמויות כך שצללית אחת תהיה גדולה פי 3 מהשנייה?
- מה עלינו לשנות אם נרצה שצללית אחת תהייה גדולה מהשנייה פי 2?
- אם נרצה לשחק בתאטרון צלליות – האם ניתן להכין גופים באותו גודל וליצור צלליות בגדלים שונים כמו במציאות? או כמו שנרצה?

סיכום

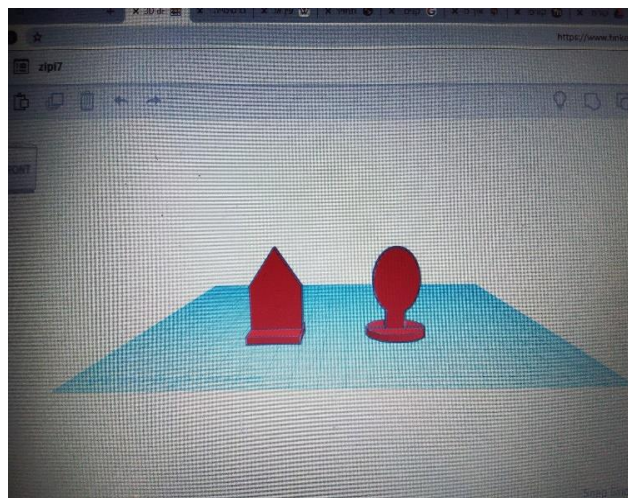
נאסוף את התגליות מהתלמידים ונגיע להכללה. נתאר לתלמידים בעזרת האיור הבא את הסיבה הגאומטרית תוך שילוב ההסבר על מעבר קרני האור.



ניתן לבצע את ההתנסות הזו בכיתה ז' ואז להרחיב לחפיפת משולשים.

תוצרי תהליך תכנון, הדפסה והפעילות:

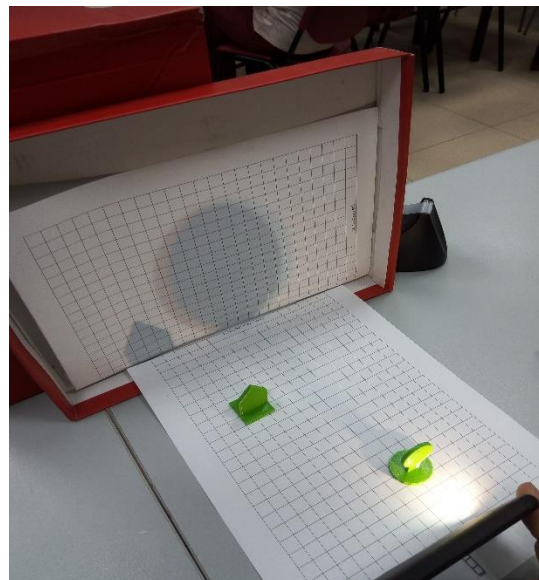
צילום של התכנון בטינקרקד:



צילום התוצר הסופי:



תוצר ההתנסות:



הכנות נדרשות/ חומרים וציוד:

- מדפסת תלת מימד.
- סביבת Tinkercad, מחשבים עם חיבור לאינטרנט.
- תוכנת הדפסה (מייקרבוט או Cura בהתאם למדפסת)
- לוחות קאפה שימשו כמסך פנסים
- 2 דפי משבצות לכל קבוצה
- דף הנחיות שלב א
- דף הנחיות שלב ב' + טבלאות + שאלות לחשיבה.

מיומנויות מתורגלות במהלך היחידה

עיצוב בסביבת טינקרקאד ושליחה להדפסה תוך עמידה בכל כללי "הרחיזה".

בניית דגם

חשיבה יצירתית

מילוי הוראות

ביצוע ניסוי, איסוף נתונים וארגוןם בתוך טבלה.

ניתוח נתונים והסקת מסקנות.

מיומנות של עבודה בצוות

ארגון זמן

הערכה מוצעת

הערכה ע"פ הפרמטרים הבאים:

- תכנון דגמים והדפסתם בהתאם לדרישה.
- ביצוע הניסוי ואיסוף נתונים בצורה מאורגנת בטבלאות.
- ניתוח התוצאות והסקת מסקנות תוך התייחסות לשאלות החשיבה.
- השתתפות בדיון
- עמידה בזמנים.
- רפלקציה על התהליך של בניית הדגם ושילובו בניסוי. קשיים שהתגלו בתהליך וכיצד התמודדו איתם. התייחסות לעבודת צוות – האם וכיצד נעשתה חלוקת העבודה בצוות (על מנת שהתלמידים יחונכו לשיתוף ועזרה הדדית ולא רק לעשייה והצלחה, שכל אחד יבוא לידי ביטוי בנקודות החוזק שלו).

במידה והיחידה משמשת כהערכה חלופית מומלץ ליידע את התלמידים מראש, לתת להם את המחונן ולהסביר להם את הפרמטרים וחלוקת הניקוד.

בעקבות הדפסת הדגם הקשור ליחידת הלימוד:

1. תכנון הדגם:

השתמשנו בטכניקה הבסיסית של בניית גופים בתוכנת טינקרקאד.
הדגם תוכנן ע"י שינוי צורת גופים למבנה והגודל הרצוי, חיבור בין גופים, העתקת גופים.
שינוי מידות גודל הגוף וחלקיו לפי המימדים הרצויים – אורך, רוחב וגובה.
להעלות גוף על גוף לפי הגובה ובמקום המתאים.
יצירת בסיס כדי שהגוף יעמוד עליו לגובה ויהיה יציב.
לבדוק את חוקי הרחיצה.
בניית שני הגופים באותו קובץ שמירה

2. הגדרות הדפסה:

הגדרות ברירת מחדל. עם תמיכה support. 0.3
לא שינינו את הגודל כי הכנו גופים בגודל מוגדר המתאים למשימה.

3. קשיים שנצפו:

הדגם הראשון שתכננו התבסס על יצירת סביבה אפלה לתוכה הכנסנו את הגופים כך שניתן היה להזיז את מיקומם כדי למלא את המשימה, להאיר בפנס מצד אחד ולראות את הדמויות בצד השני על הקיר. יצרנו 2 גופים עם ידית, חרצנו חריצים בצידי הקרטון כדי שניתן יהיה להחזיק ולהזיז את הגופים בתוך קופסת חלב.

הקשיים שהתעוררו בזמן תכנון הדגם:

1. באיזה גודל לבנות את הגופים כך שמצד אחד יהיו מספיק גדולים וברורים, יכנסו לתוך הקופסא, יהיו סמוכים אחד לשני ולא יסתירו אחד את השני. כמו כן איך ניתן יהיה ליצור מרווח בין הגופים כך שתיווצר דמות (צל) אחת הגדולה פי 3 מהשנייה. **פתרון:** ניסוי וטעייה
2. איך לייצב את הגוף בתוך הקופסא? **פתרון:** הוספנו ידית בצד כל גוף, באותו מישור הדפסה. חתכנו את הקרטון לאורכו כך שעם הידית ניתן להזיז את הגוף עד למקום המתאים. לאחר שמוצאים את המקום המתאים לכל גוף, מומלץ לעשות חתך קטן לקיבוע.
3. באיזה גובה מומלץ למקם את הגופים? מומלץ למקום את הגופים בחלק התחתון של הקרטון.
4. צריך 2-3 אנשים לתפעל את המשימה - להחזיק את הגופים והפנס – אפשרי אך מורכב.

בעקבות ההתנסות בדגם הראשון והבנת מורכבותו, החלטנו לוותר על קופסת החלב ולהניח את הדגמים על שולחן, להאיר בפנס, להשתמש במסך שעליו יופיעו הצלליות. שינינו את הדגם, הגדלנו אותו, הסרנו את הידית, הוספנו בסיס לגופים כך שניתן להעמידם בצורה יציבה על השולחן.

שינויים בעקבות הצגת הדגם והמשוב שקבלנו בכיתה

בהצגת הדגם בכיתה קבלנו הארה שלתלמידים תפיסה שגויה בנושא, הם מקשרים בין גודל הגופים במציאות לגודל הצל. לכן הצענו פתרון שנכתב במערך והוא להפוך את גופים בשלב ההתנסות כדי לראות שכשגודל הגופים זהה, הבית (שקטן במציאות) יכול להיות גדול מהעץ (שגדול במציאות). להראות שלא משנה איזה גוף נשים קרוב ואיזה רחוק, מה שישפיע על גודל הצל הוא המרחק שלו ממקור האור.

במחשבה נוספת אנחנו מציעים תהליך הכולל בידוד משתנים כדי למנוע/ לתקן תפיסה שגויה**בנושא.**

א. בשלב התכנון וההדפסה – לתת לחצי מהכיתה לתכנון גוף אחד לפי הכללים שכתבנו במערך ולהכפיל אותו כדי להכין שני גופים זהים. כדי להבדיל בין הגופים נבקש שיוסיפו על אחד את האות א' ועל השני להוסיף את האות ב' בהבלטה או שקיעה (עץ א', עץ ב'). בקבוצה זו יש רק גורם אחד משתנה (המרחק מהאור).
ולחצי השני של הכיתה כמו שכתוב במערך שני גופים באותו גודל (עץ ובית). בקבוצה זו יש שני גורמים משתנים (מרחק מהאור וצורה).
פעילות זו יכולה לתת גם מענה לשונות בכיתה.

כמובן שאפשר לתת לכל התלמידים להכין רק את שני הגופים הדומים או את שלושת הגופים בהתאם לשיקול הדעת של המורה. בהתנסות לתת הנחיות ברורות על שלבי העבודה, מהדמויות השוות בהם יש רק גורם אחד משתנה (המרחק מהאור) ואח"כ לשני הגופים השונים בהם יש שני גורמים משתנים (מרחק מהאור וצורה).

ב. בהמשגה, בשיחה בכיתה לאחר ההתנסות להתחיל עם הצגת התוצאות של הקבוצות שבנו את אותו גוף ובצורה כזו לבדוד משתנים ולהסביר את השפעת מרחק הגוף ממקור האור על גודל הצל, להבין את העיקרון.
לאחר שהבינו העיקרון לעבור לשלב הבא עם שני הגופים השונים בצורתם, כדי שבינו שהעיקרון רלוונטי גם כשהדמויות שונות בצורתן.

בסיכום לנהל דיון על תאטרון צלליות - אם נרצה לשחק בתאטרון צלליות – האם ניתן להכין גופים באותו גודל וליצור צלליות בגדלים שונים כמו במציאות? או כמו שנרצה? היכולת שלהם להסביר ואולי לשחק בתאטרון צלליות עם כל הדמויות שהכינו יכולה לשקף את רמת ההבנה שלהם.

היתרון של שימוש במדפסת תלת מימד בתכנון היחידה:

- ביחידה זו צריך לבנות גופים עם הרבה מגבלות.
- א. גופים יציבים שיכולים לעמוד על השולחן.
 - ב. גופים שניתן לנייד בקלות על השולחן.
 - ג. 2 גופים זהים בדיוק.
 - ד. גובה בסיס אחיד (ליציבות).
 - ה. גופים בצורות שונות, אך מימדים זהים.
 - ו. גופים בעלי גודל זהה – גובה, רוחב מקסימאלי, עובי.
 - ז. כל תלמידי הכיתה צריכים לעמוד בכל הכללים.

הדפסת הגופים במדפסת התלת מימד היא יעילה ונותנת מענה לכל הצרכים גם יחד. קל מאוד להכפיל דמויות, למדוד גדלים, לשנות צורה, להיות יצירתיים וגם קל מאוד לתקן טעויות! הגופים המודפסים קשיחים ויציבים. כל דרך אחרת היא מסורבלת מדי, מצריכה דיוק במדידות ובגזירה, קושי לתקן לאחר ההכנה ועוד.

בחרנו גופים פשוטים ליצירה בשיעור זה. לכן ניתן ללמד את התוכנה בשיעור ולתרגל ע"י בניית גופים. בחלק מהמשימה התלמידים מתבקשים לשנות גודל הגופים בהתאם לנדרש ולהוסיף בסיס ליציבות כדי לצור גופים למשימה, כך שאין צורך לתת שיעורים נפרדים ללמידה על הדפסת תלת מימד אלא ללמוד תוך כדי עשייה על העיצוב וההדפסה, יצירת הגופים ושימוש בתוצרים ללמידה בשיעור מדעים/מתמטיקה.

מקורות מידע

- לוין, ל. (2015-2017). הבלוג על הדפסת תלת מימד בחינוך
- לוין, ל. (2016). מדריך Tinkercard גרסת בטה .
- לוין, ל. (2015). הכנת קבצים להדפסה במייקרבוט דסקטופ.
- תוכנית לימודים במדע וטכנולוגיה / מתמטיקה . משרד החינוך

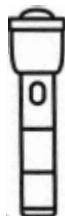
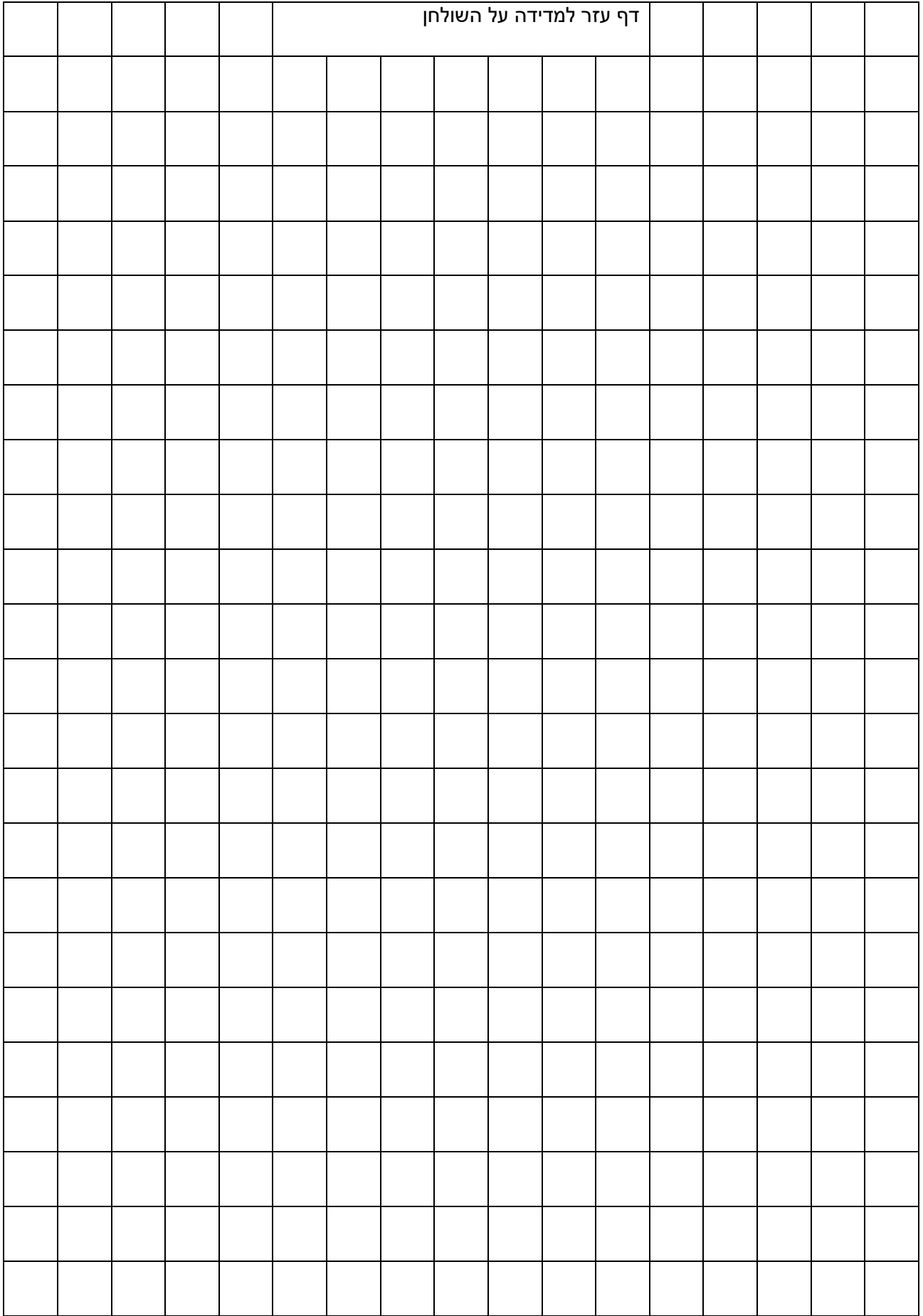
Makerbot. (2015). Makerbot in the classroom, An introduction to 3d printing and design.

Papert,S. (1999). The Eight Big ideas Behind the Constructionist Learning Lab.

<https://inventtolearn.com/around-the-world-with-the-8-big-ideas-of-the-constructionist-learning-lab/#bigideasenglish>

נספחים:

דף עזר למדידה על השולחן



					דף עזר למדידה מסך											