

מורים לגיאומטריה בבתי הספר היסודיים ותפיסותיהם את הגיאומטריה והוראת הגיאומטריה וניסיונם המעשי

וג'יה דאהר ועותמאן ג'אבר

תקציר

מחקר זה בא לבדוק את תפיסות מורי הגיאומטריה לנושא הגיאומטריה, למידתו והוראתו, ושיטות הוראתם בכיתה. יותר ספציפית, מחקר זה בדק את תפיסות מורי המתמטיקה בבית הספר היסודי לנושא הגיאומטריה, איך הם מצדיקים את הצורך של תלמידים ללמוד גיאומטריה בבית הספר היסודי, מהן שיטות הוראתם בכיתה, איזה סיבות הם נותנים להצלחת או כשלון שיטת הוראה זו ואיזה מיומנויות גיאומטריות הם תופסים כנדרשות לתלמיד הגיאומטריה בבית הספר היסודי. המחקר לאורך כל הדרך מבדיל בין מורים לכיתות א'-ב' ומורים לכיתות ג'-ו'. כדי לבדוק תפיסות והפרקטיקה של מורי הגיאומטריה המחקר משתמש בתיאוריה המעוגנת בשדה, וליתר דיוק בשני השלבים הראשונים של תיאוריה זו. ממצאי המחקר מראים שתפיסות המורים לגיאומטריה בשתי קבוצות המורים היו דומות בחלקן ובחלקן שונות. עוד, לשתי קבוצות המורים היו שיטות הוראה שמדגישות דברים דומים כמו חשיבות הכלים להצלחת שיטות הוראתם לגיאומטריה, אבל היו להם גם שיטות שונות, למשל מורי כיתות א'-ב' הדגישו יותר את הקבוצות התלמידים, בעוד מורים לכיתות ג'-ו' הדגישו יותר את המורה ואת חומר הלימוד.

מבוא ורקע תיאורטי:

מחקרים מעטים נעשו בנושא תפיסותיהם של מורים לגיאומטריה, דרך חשיבתם וניסיונם המעשי (Keith, 2000). וזה למרות שאפשר להצביע על מחקרים אחדים שעסקו בתפיסות בנושא הגיאומטריה ואשר עניינו מזה זמן רב חוקרים בתחום המתמטיקה (ראה למשל Vollrath (1976)). אנו מתארים כמה ממחקרים אלה להלן.

וולראת (Vollrath, 1976) זיהה שבע תפיסות שונות של נושא הגיאומטריה, והוא סיפק עבור כל אחת מן התפיסות, קוים מנחים לעצוב תכנית לימודים אישית. שבע תפיסות אלה הינן: (1) הגיאומטריה כאינוונטור של תיאוריות מתמטיות (2) הגיאומטריה כאינוונטור של משפטים לבניית תיאוריות (3) הגיאומטריה כאינוונטור של אסטרטגיות לפתרון בעיות (4) הגיאומטריה כאינוונטור של תיאוריות לפעולה (5) הגיאומטריה כאינוונטור של תיאוריות מרחב (6) הגיאומטריה כתוצאה של פיתרון בעיות (7) הגיאומטריה כאינוונטור של צורות.

לאמפרט (Lampert, 1988) מתארת את השקפתם של המורים לגיאומטריה בנושא חשיבת תלמידיהם בסביבה של תוכנה דינאמית שהיא המשער הגיאומטרי (Geometric Supposer). היא מצאה כי קבוצת המורים שהשתתפו במחקר שינו חלק מהשקפותיהם לגבי הוראת הגיאומטריה, למשל, המורים היו בעלי השקפה משותפת אחרי תחילת העבודה עם תוכנת

המשער הגיאומטרי, והם סברו כי התוכנה היא אמצעי המספק לתלמידים הזדמנות בחשיבתם העצמית. המורים אף סברו כי התוכנה הינה גורם מניע ללמידה. תמריץ זה והיכולת של התלמיד להניח השערות באמצעות מכשיר דינאמי זה, מעודדים את התלמידים לגילויים רבים יותר אשר אינם תמיד קשורים לחומר אתו הם לומדים.

ציינפאן, נאסון ולאוסון (Chinnappan, Nason & Lawson, 1996), כפי שדווח על ידי Keith (2000), עבדו עם סטודנטים להוראה ובחנו את הידע הפדגוגי שלהם והתמצאותם בתוכן וזה לגבי נושאים שונים מתחום הטריגונומטריה וגיאומטריה המישור. הם מדווחים שלסטודנטים היה חסר ידע תוכן וידע תוכן פדגוגי המספיקים כדי ללמד גיאומטריה.

סופורד, ג'ונס ותורטון (Swafford, Jones & Thornton, 1997) בחנו את ההשפעות על הכשרת הסטודנטים להוראה של תוכניות התערבות המיועדות לחזק את הידע של המורים המשתתפים בנושא גיאומטריה והכרתם את המחקרים הנערכים בנושא הקוגניציה של תלמידים בגיאומטריה. החוקרים מדווחים על רווחים משמעותיים בידע התוכן של המורים המשתתפים במחקר והם מצביעים על שינויים בנושאי הלמידה, דרך ההוראה והמאפיינים שהמורים הציגו. המורים קישרו שינויים אלה לעלייה ברמת ידע התוכן בנושא הגיאומטריה והידע המבוסס מחקר על הקוגניציה של התלמידים.

לייקין, ברמן וזאסלווסקי (Leikin, Berman & Zaslavsky, 2000) תיארו את סביבת ה"למידה באמצעות הוראה" אשר בה סטודנטים להוראה פיתחו את הבנתם העצמית בנושא סימטריה קווית דרך הוראה של נושא זה לתלמידים בכיתות ח'.

שאלה חשובה שנשאלת בנושא תפיסות מורים לגיאומטריה היא: מה משפיע על התפיסות והניסיון המעשי של המורים בנושא גיאומטריה?

יש לקחת בחשבון מספר גורמים כאשר מנסים להבין את תפיסות המורים בנושא גיאומטריה והוראת גיאומטריה ולהבין את ניסיונם המעשי. פינימה ואחרים (Fennema et al., 1989) סבורים כי אם אנו מבקשים להבין את התפקיד של המורה, אנו צריכים לבחון את האינטראקציה בין הידע של המורים ואמונותיהם כבסיס להחלטותיהם. בלפורט דא סלוא מורן (Belfort da Silva Moren, 2000) סבור כי מורכבות ההשפעה של ספרי הלימוד וחומר כתוב אחר על ניסיונם המעשי של המורים צריכה להילקח בחשבון גם כן.

שולץ (Scholz, 1996), כפי שמדווח ב-Niess ו-Scholz (2002), בחן את הקשר בין תפיסותיהם של סטודנטים להוראה בנושא הגיאומטריה, תפיסותיהם את הוראת הגיאומטריה וניסיונם המעשי בכיתה. מדגם המחקר היה מורכב מעשרה סטודנטים להוראת מתמטיקה בכיתות בית הספר התיכון. התוצאות של מחקר זה הראו כי הקשר בין הידע של הסטודנטים להוראה

בנושא הגיאומטריה ותפיסותיהם בנושא הוראת הגיאומטריה היה מורכב. הידע של הסטודנטים להוראה בנושא הגיאומטריה השפיע על תפיסותיהם בנושא הוראת הגיאומטריה ועל ניסיונם המעשי בכיתה.

בנוגע לתפיסות של הוראת הגיאומטריה, כמה מן התפיסות שמצא Scholz הינן: חשוב להשתמש בבעיות מן העולם האמיתי על מנת ללמד את התוכן. הגיאומטריה צריכה להיות קשורה לתחומי העניין ולחיייהם של התלמידים. התוכן צריך להיות מוצג בצורה אינדוקטיבית ולערב את התלמידים בתהליך הלמידה. בנוגע ללמידת התלמיד, הסטודנטים להוראה הצהירו שתלמידים אינם צריכים לשנן נוסחאות ואלגוריתמים, אולם לגלות את התוכן בעצמם באמצעות גילויים הזמינים להם. תוצאה חשובה אחרת ממחקרו של Scholz היא שתפיסותיהם של הסטודנטים להוראה את נושא הגיאומטריה ודרך ההוראה של הנושא לא תמיד היו עקביות ביחס לניסיונם המעשי בכיתה של אותם סטודנטים.

תפיסותיהם של מורים למתמטיקה בנושא הוראה:

סוליבן (Sullivan, 1999) סבור כי הוראה היא פעילות מורכבת הקשורה לתהליכים הקוגניטיביים של התלמידים, המוטיבציה והלמידה שלהם. ההוראה קשורה גם כן לתכנון של פעילויות ההוראה על ידי המורים ועיצוב הנורמות בכיתה. סוליבן אף מדגיש כי כאשר מורים מחליטים ובחרים כיצד לתכנן את הפעילויות במהלך השיעור וכאשר הם חושבים על איך לגשת לשאלות קריטיות, הם משתמשים בעקרונות מנחים עיקריים של ההוראה המביאים אותם לעשיית ההחלטות הסופיות. וונג ואחרים (Wang et al., 2008) טוענים כי תפיסות הוראת המתמטיקה פירושו שמורי המתמטיקה מגלים את מחשבותיהם על התוכן והאסטרטגיות הפדגוגיות כאשר הם מלמדים נושאים מתמטיים ספציפיים. הם מוסיפים ואומרים כי מחשבות כאלה מעורבות בשיפוט של המורים למתמטיקה ובבחירותיהם הפדגוגיות. וונג ואחרים מסכמים שתפיסת ההוראה כמטרה וכפעולה מנטאלית מכוונת המבוססת על מגוון סוגי ידע, והיא מותאמת במה שקשור לנושא, לידע של הלומד, ולנסיבות הלמידה ותכני הלמידה.

כמה חוקרים גילו שקשה לשנות את תפיסות ההוראה בנושא המתמטיקה של מורים (Cooney, 1999, Thompson, 1992), משום שהן קשורות לניסיון עצמי קודם בלמידה, הזדהות חברתית או חוסר ביכולות הוראה (Chen, 2002) כפי שדווח על ידי וונג ואחרים (2008). וונג ואחרים (2008) לעומת זאת, מצאו כי מורים חדשים שינו או התאימו את התפיסות שלהם בנושא הוראת המתמטיקה לפי הגורמים הבאים שהשפיעו על שינוי זה: מבנה האישיות והרצון ללמידה, נסיבות ההוראה אשר חלו על הסטודנטים להוראה ומקורות ההוראה בהן הם יכלו לעשות שימוש, כמו גם כישוריהם המקצועיים והיעדים לעתיד.

רציונל המחקר:

Keith (2000) סבור כי מחקרים מעטים ביותר בחנו את ידע המורים בנושא גיאומטריה בעבר. מאז, מצב זה לא השתפר בצורה משביעת רצון. מצב זה גובר למרות שהמחנכים מצביעים על החשיבות של לימוד נושא הגיאומטריה בכל רמות כיתות הלימוד בבית הספר. יש צורך במחקרים נוספים שיבחנו את מצב הוראת הגיאומטריה בכל רמות כיתות הלימוד בבית הספר ומעבר לכך. מחקר זה מנסה לבחון כמה אספקטים בנושא הוראת הגיאומטריה, במיוחד את תפיסותיהם של המורים לגיאומטריה את הנושא והוראתו. מחקר זה יעזור לנו להבין טוב יותר את ניסיונם המעשי של מורים לגיאומטריה בבית הספר היסודי. הוא גם ילמד אותנו כיצד להכין מורים לגיאומטריה להוראת המקצוע.

שאלות המחקר:

1. מהן התפיסות של מורים למתמטיקה בבית הספר היסודי את נושא הגיאומטריה?
2. איך מצדיקים מורים לגיאומטריה את הצורך של התלמידים בלמידת הגיאומטריה בבית הספר היסודי?
3. מהן שיטות ההוראה של הגיאומטריה של מורי בית הספר היסודי המלמדים גיאומטריה?
4. איזה סיבות נותנים מורי הגיאומטריה בבית הספר היסודי להצלחת או כשלון שיטות ההוראה שלהם?
5. איזה מיומנויות גיאומטריות נחוצות לתלמיד בית הספר היסודי לפי התפיסה של מורי הגיאומטריה?
6. מה ההבדל בין מורי כיתות א'-ב' ומורי כיתות ג'-ו' בקשר לתפיסותיהם את נושא הגיאומטריה, הצדקותיהם את הצורך של התלמידים בלמידת הגיאומטריה בבית הספר היסודי, שיטות הוראתם, הסיבות שהם נותנים להצלחת ואי-הצלחת שיטות הוראתם, והמיומנויות הגיאומטריות שהם רואים כנחוצות לתלמיד בית הספר היסודי לפי התפיסה של מורי הגיאומטריה?

שיטות מחקר:

מסגרת המחקר ומדגמו:

מדגם המחקר כלל 62 מורי בית ספר יסודי בשירות פעיל אשר השתתפו בשני קורסי גיאומטריה: קורס מבוא וקורס מתקדם. קורס המבוא כלל את הנושאים הבאים: קטעים וזוויות, משולשים, מרובעים, חפיפה, עיגולים ומעגלים, פאונים וגופים סיבוביים.

הקורס המתקדם כלל: מאפייני הגדרה מתמטית, מצולעים: יחסי הכלה ומדידות, טרנספורמציה, דמיון צורות, עיגולים ומעגלים, פאונים וגופים סיבוביים: יחסי הכלה ומדידות.

המשתתפים באו משני רקעים שונים: אלה אשר הוסמכו בהוראת המתמטיקה ואלה אשר הוסמכו בהוראה לגיל הרך אולם עברו 2-3 קורסים בהוראת מתמטיקה ומתמטיקת כיתות הגיל הרך. 37 משתתפים היו בעלי תואר ראשון בהוראת מתמטיקה בעת ש-25 משתתפים היו בעלי תואר ראשון בהוראה לגיל הרך.

כלי איסוף הנתונים:

התבצע ראיון עם המשתתפים במחקר, במשך 30-45 דקות לכל קבוצת מורים שמנתה 4-5 מורים, בנושא תפיסותיהם בנושא הגיאומטריה והוראת הגיאומטריה, ניסיונם המעשי בכיתת הגיאומטריה, כיצד הם רואים את הצורך בלמידת המתמטיקה בבית הספר היסודי, מה הם חושבים על הצלחת או אי-הצלחת שיטת הוראתם לגיאומטריה וסיבות הצלחה או אי-הצלחה, ומהן המיומנויות הנחוצות לתלמיד הגיאומטריה בבית הספר היסודי. השאלות בראיון היו בנויות למחצה והראיונות הוקלטו ברשמקול ולאחר מכן הועתקו.

כלי ניתוח הנתונים:

נעשה שימוש בגישת התיאוריה המעוגנת בשדה - grounded theory של Strauss and Corbin, 1998), וזה על מנת לזהות את התימות (themes) והקטגוריות (categories) החשובות למחקר (תפיסות המורים בבית הספר היסודי בנושא הגיאומטריה והוראת הגיאומטריה, ניסיונם המעשי בכיתות בהוראת הגיאומטריה, כיצד הם רואים את הצורך בלמידת הגיאומטריה בבית הספר היסודי, למה הם חושבים ששיטת הוראתם מצליחה או לא מצליחה, ואיזה מיומנויות גיאומטריות נחוצות לתלמיד בית הספר היסודי). התיאוריה המעוגנת בשדה הינה בעלת שלושה שלבים שאנו השתמשנו בשני השלבים הראשונים בהם:

- קידוד פתוח: זיהוי התנהגויות נשנות אשר ניתן לאפיין. הדבר נעשה על ידי פירוק של כל סוג של נתון שנאסף לחלקים ובדיקה של חלקים אלה לגבי הקבלה ושוני. בשלב זה, המטרה היא לזהות קטגוריות של התופעה הנחקרת, למשל במקרה שלנו זיהוי תפיסות והתנהגויות, וקטגוריות של ניסיון מעשי בכיתת לימוד מקצוע הגיאומטריה. שלב זה כולל הכללה של תפיסות דומות או ניסיונות מעשיים באותה קטגוריה ואפיון של כל קטגוריה.
- קידוד צירי: לאחר זיהוי של הקטגוריות ואפיון, אנו בודקים את היחסים בין קטגוריות אלה ובין תת קטגוריות שלהן. כאן אנו גם מאפיינים את ההתנהגויות לפי ההקשר שבו הן מתרחשות ובהתאם לתנאים של התרחשותן.

השימוש שנעשה בגישת התיאוריה המעוגנת בשדה על מנת לזהות את התימות והקטגוריות הקשורות בתופעות שהמחקר עוסק בהן נתמך על ידי השימוש בתיאוריה זו על ידי חוקרים אחרים אשר חקרו את התפיסות ההוראתיות והניסיון המעשי בהוראה, לדוגמא, לארסון (Larson, 1997). השתמש בגישת התיאוריה המעוגנת בשדה כדי לחקור את תפיסות המורים של מדעי החברה לנושא הדיון בכיתה וכילי (Kelly, 2000) השתמש באותה גישה כדי לחקור את תפיסות הלמידה של מבוגרים אשר ביקרו במוזיאון אוסטרליה. עוד, וואנג ואחרים (2008) חקרו כיצד מורים חדשים בתיכון בנושא מתמטיקה מפתחים את תפיסותיהם בנושא הוראת המתמטיקה.

ממצאים

נתאר בהתחלה את התפיסות של המשתתפים במחקר לגיאומטריה הממוינים לקטגוריות ותת-קטגוריות וזה לפי ניתוח המשפטים שלהם בריאיון.

הגיאומטריה בעיני מורי בית הספר היסודי:

בטבלה 1 מתוארות התפיסות של גיאומטריה בעיני המשתתפים במחקר ואת אחוזי המשפטים המתארים תפיסות אלו. אנו מבדילים בין מורים לכיתות א'-ב' לבין מורים לכיתות ג'-ו'.

טבלה 1: התפיסות של הגיאומטריה בעיני מורי בית הספר היסודי

משפטים של מורי כיתות ג'-ו' N=136	משפטים של מורי כיתות א'-ב' N=64	תפיסות של גיאומטריה
תפיסות כלליות		
29.41%	29.69%	גיאומטריה מאופיינת לפי התכונה העיקרית
19.12%	17.19%	- נושא חשוב ורחב
2.94%	6.25%	- מסקרן, בעל יופי ודמיון
5.88%	1.56%	- נושא יבש וקשה
1.47%	4.69%	- נושא דינמי ושימושי

13.97%	14.06%	גיאומטריה משרתת את הלומד - היא תורמת להכרה (קוגניציה) של הלומד - היא תורמת לתחושות של הלומד - היא תורמת ללומד באופן כללי
7.35%	1.56%	
6.62%	9.37%	
0%	3.13%	
1.47%	0%	גיאומטריה משרתת את המורה - היא מסייעת למורה ללמד נושאים אחרים - היא גורמת לתלמידים לאהוב את השיעורים שלו
0.74%	0%	
0.74%	0%	
תפיסות מיוחדות		
31.62%	37.5%	גיאומטריה כפי שמצטיירת מהקשרים שלה - היא קשורה לנושאים אחרים - היא קשורה לנושאים ולהליכים שלה (למשל היא מדע שעוסק בצורות גיאומטריות) - היא קשורה לדבר אליו היא שייכת (למשל היא נושא מתמטי)
%13.24	%15.63	
%13.97	%14.06	
%4.41	%7.81	
13.97%	12.5%	גיאומטריה כמתאימה לתחומים אחרים
5.88%	6.25%	גיאומטריה כבעלת מבנה מיוחד
3.68%	0%	גיאומטריה כבעלת תנאים מיוחדים ללמידה

מטבלה 1 רואים שקיים הבדל קטן בין התפיסות של מורים לכיתות הנמוכות של בית הספר היסודי לבין התפיסות של מורים לכיתות הגבוהות יותר של בית הספר היסודי. הבחנה זו נכונה כשמביטים באחוזים הכוללים ובחלק של הפרטים.

הצורך ללמד גיאומטריה בבית הספר היסודי:

בטבלה 2 מתוארות הסיבות שנתנו מורים למתמטיקה בבית ספר יסודי לצורך של התלמידים ללמוד גיאומטריה בבית הספר היסודי. הטבלה כוללת גם את אחוזי המשפטים שהוזכרו על-ידי המשתתפים ומצביעה על כל אחת מהסיבות שניתנו.

טבלה 2: סיבות לצורך ללמוד גיאומטריה בבית הספר היסודי

מספטי של מורי כיתות ג'-ו' N=54	מספטי של מורי כיתות א'-ב' N=43	סיבות לצורך ללמוד גיאומטריה בבית הספר היסודי
62.96% • 22.22% • 14.81% • 7.41% • 24.07% • 16.67%	67.44% • 23.26% • 6.98% • 16.28% • 41.86% • 2.33%	הקשר בין גיאומטריה ללומד - היא מתאימה ללומד: • היא מתאימה ליכולות שלו • היא מתאימה לסביבה שלו - היא משרתת את הלומד מבחינה קוגניטיבית, למשל מלמדת אותו הסקת מסקנות והיגיון. - היא מגבירה את המוטיבציה של הלומד ללמוד מתמטיקה, למשל דרך חיפוש וגילוי קשרים גיאומטריים.
33.33% • 18.52% • 5.55% • 5.55% • 3.70%	32.56% • 20.93% • 4.65% • 4.66% • 2.33%	הקשר של גיאומטריה לנושאים ולתחומים אחרים - היא מהווה בסיס לבית ספר יסודי - היא עשויה להיות קשורה לסביבה של התלמיד - היא קשורה לנושאים אחרים - היא מוצגת ברצף
1.85%	0%	התלמיד מרוויח ממבנה הגיאומטריה
1.85%	0%	גיאומטריה נמצאת בתוכנית הלימודים של בית הספר היסודי

בטבלה 2 רואים שהסיבות שנתנו מורים של הכיתות הנמוכות ושל הכיתות הגבוהות כמעט דומות. מורים בכיתות הגבוהות של בית הספר היסודי הדגישו סיבות לגבי המוטיבציה ללמוד מתמטיקה שנגרמו על-ידי למידת הגיאומטריה, בעוד מורים בכיתות הנמוכות של בית הספר היסודי הדגישו את ההיבט הקוגניטיבי של למידת התלמידים.

שיטות הוראת הגיאומטריה בבית הספר היסודי:

בטבלה 3 מתוארות השיטות להוראת מתמטיקה של מורים בבית ספר יסודי, עליהן דווחו המשתתפים במחקר הנוכחי, ואת אחוז המשפטים המצביעים על שיטות אלו.

טבלה 3: שיטות הוראה של גיאומטריה של מורים בבית ספר יסודי

מורי כיתות ג'-ו' N=120	מורי כיתות א'-ב' N=74	שיטות להוראת גיאומטריה בבית הספר היסודי
40% %21.67 %7.5 10.83%	45.95% %20.27 %16.22 9.46%	כלים במרכז - כלים לייצוג תופעות גיאומטריות - כלים העוזרים להבין תופעות גיאומטריות - כלים העוזרים לבצע יותר מפונקציה אחת
14.17% 14.17%	10.81% 10.81%	המורה במרכז - הרצאה פנים אל פנים
14.17% 6.67% %4.17 %3.33	13.51% %8.11 %2.70 %2.70	התלמיד במרכז - גילוי ומחקר - דיון ודו-שיח - לימוד באמצעות אינדוקציה
8.33% %4.17 %3.33 %0.83	2.70% %0 %2.70 %0	חומרי לימוד במרכז - שימוש בספרים - שימוש בגליונות עבודה מנייר - שימוש בגליונות עבודה אלקטרוניים
11.67% %4.17 %4.17 %0 %3.33	13.51% %0 %5.41 %5.41 %2.70	שיטה להעברת חומר הלימוד במרכז - תרגילים - פעילויות - משחקי למידה - מרכז למידה
5.83% %5.83	9.46% %9.46	הקבוצות התלמידים במרכז - לימוד בקבוצות

5.83%	4.05%	שלב הלימוד במרכז -מתן תרגילים בכיתה -מתן שיעורי בית
%4.17	%2.70	
%1.67	%1.35	

מטבלה 3 רואים שמורים לכיתות א'-ב' שמים לב יותר לכלים ולהקבצות של תלמידים, בעוד מורים לכיתות ג'-ו' שמים לב יותר לחומרי למידה ולתפקיד של המורה בהוראת הגיאומטריה.

סיבות להצלחה או לכישלון של שיטות ההוראה גיאומטריות:

בטבלה 4 מתוארות הסיבות שנתנו המשתתפים במחקר להצלחה של שיטות ההוראה שלהם לגיאומטריה ולאחוז המשפטים שהצביעו על כל סיבה.

טבלה 4: סיבות שנתנו מורי הגיאומטריה בבית הספר היסודי המשתתפים במחקר להצלחה של שיטות ההוראה שלהם

מורי כיתות ג'-ו' N=35	מורי כיתות א'-ב' N=57	סיבות לשיטות הוראה מוצלחות
8.57% %2.86 %5.71	8.78% %8.78 %0	סיבות הקשורות לתלמיד -פעילות ועצמאות התלמיד -אחריות של תלמידים
68.57% %5.71 %5.71 %2.86 25.71% %5.71 %0 %14.29 %2.86 %5.71	57.89% %1.75 %17.54 %0 21.05% %0 %1.75 %7.02 %7.02 %1.75	סיבות הקשורות למורה - שימוש במגוון שיטות הוראה - הקבצת התלמידים - שיטות הוראה מתאימות עבור התלמידים - שמירה על התחושות ועל המוטיבציה של התלמיד - עבודה קשה - טיפול בנושא בכבוד - פישוט חומרי הלימוד - קישור חומרי הלימוד לתחומים אחרים - טיפול ביישומים של חומרי למידה
14.29% %11.43	24.56% %21.05	סיבות הקשורות לכלים - שימוש בחומרים מוחשיים

	%2.86	%3.51	- שימוש במחשב
	8.57%	8.77%	סיבות הקשורות לתוצאות הלמידה
	%5.71	%7.02	- התוצאות של התלמיד מצביעות על כך שהוא רכש בהצלחה את חומרי הלמידה
	%2.86	%0	- התוצאות של בית הספר שלנו עולות על התוצאות של בתי ספר אחרים
	%0	%1.75	- התלמידים עברו לחשוב לעומק

בטבלה 4 רואים שיותר מחצי המורים משתי הקבוצות חושבים ששיטת ההוראה שלהם מוצלחת בגלל סיבות הקשורות בהם.

בטבלה 5 מתוארות הסיבות שנתנו מורים בבית הספר היסודי לכישלון או להצלחה חלקית של שיטות ההוראה שלהם ולאחוז המשפטים שהצביעו על כל סיבה.

טבלה 5: סיבות שניתנו על-ידי מורים לגיאומטריה בבית ספר יסודי שהשתתפו במחקר לכישלון או להצלחה החלקית של שיטות ההוראה שלהם

מורי כיתות ג'-ו' N=55	מורי כיתות א'-ב' N=7	סיבות לכישלון או להצלחה חלקית של שיטות הוראה
38.18%	0%	סיבות הקשורות לתלמיד
%14.55	%0	- הדימוי של המתמטיקה וההוראה והלימוד שלה בעיני התלמידים
9.09%	%0	- שיטת הלימוד של התלמידים
10.92%	%0	- היכולת של התלמידים
%1.82	%0	- שיתוף הפעולה של התלמידים
%1.82	%0	- העבר הלימודי של התלמידים
27.27%	85.71%	סיבות הקשורות למורה
21.82%	85.71%	- חוסר בשיטות הוראה למשל אי-שימוש במשחקים או בכלים
%1.82	0%	- הזנחת שיטות הוראה חלופיות
%3.64	0%	- חוסר יכולת לשנות את שיטת ההוראה

20%	0%	סיבות הקשורות לכלים - חוסר שימוש מספיק בחומרים מוחשיים - אי שימוש בכלים מוחשיים - אי שימוש במחשב
7.27% 7.27% 5.45%	0% 0% 0%	
10.91%	14.29%	סיבות הקשורות לזמן המתוכנן לגיאומטריה - אין מספיק שיעורים להוראת גיאומטריה
10.91%	14.29%	
3.64%	0%	סיבות הקשורות לאופי הגיאומטריה - צריך כישרון מיוחד לגיאומטריה
3.64%	0%	

מטבלה 5 רואים שהמורים של כיתות א'-ב' שונים ממורים לכיתות ג'-ו' בנוגע לסיבות שהם נתנו לאי-הצלחת שיטות ההוראה שלהם את הגיאומטריה. מורים בכיתות א'-ב' חושבים שהם עצמם הם הסיבה העיקרית לחוסר הצלחה בהוראת גיאומטריה, בעוד מורים בכיתות ג'-ו' חושבים שהתלמידים שלהם הם הסיבה העיקרית לחוסר הצלחה של השיטות שלהם.

מיומנויות גיאומטריות חיוניות עבור תלמידים בבית הספר היסודי:

בטבלה 6 מתוארות המיומנויות הגיאומטריות שמורים בבית הספר היסודי ראו כחיוניות עבור התלמידים שלהם ולאחוז המשפטים שהצביעו על כל מיומנות.

טבלה 6: מיומנויות גיאומטריות חיוניות עבור תלמידים בבית הספר היסודי

מורי כיתות ג'-ו' N=198	מורי כיתות א'-ב' N=88	מיומנויות גיאומטריות חיוניות עבור תלמידים בבית הספר היסודי
5.05%	6.82%	מיומנויות כלליות
1.01% 2.02%	4.55% 0%	- טיפול בחומרי הלימוד, למשל איך לקרוא אותם - מיומנויות לשוניות, למשל איך מבטאים באופן מילולי תכונה גיאומטרית
1.01%	0%	- מיומנויות קוגניטיביות, למשל לגרום לתלמיד לחשוב לעומק
1.01%	2.28%	- מיומנויות אפקטיביות, למשל לגרום לתלמיד להיות בטוח בעצמו

37.88%	40.91%	מיומנויות גיאומטריות כלליות -מיומנויות קוגניטיביות, למשל המיומנות לנתח בעיה גיאומטרית או להכליל קשר גיאומטרי -מיומנויות דמיון, למשל לדמיין מצב בחלל
31.31%	35.23%	
%6.57	%5.68	
57.07%	52.27%	מיומנויות גיאומטריות ספציפיות -להכיר הליכים גיאומטריים -להכיר חפצים גיאומטריים -להכיר יחסים גיאומטריים -לדעת איך להשתמש בכלים גיאומטריים
%18.69	%17.05	
%25.25	%26.14	
%10.61	%3.41	
%2.53	%5.68	

מטבלה 6 רואים שמורים לגיאומטריה משתי הקבוצות תומכים במתן מיומנויות גיאומטריות ספציפיות וגם במתן מיומנויות גיאומטריות כלליות לתלמידים, אבל הם מדגישים יותר את המיומנויות הספציפיות.

דיון

תפיסות של גיאומטריה :

מורים בבית הספר היסודי שהשתתפו במחקר תיארו את הגיאומטריה באופן כללי, כגון "חשובה", "רחבה", ו-"מסקרנת". סיבה אפשרית למתן התיאורים הללו היא תיאור המורים לגיאומטריה כמדע הקשור לחיים האמיתיים. עניין זה בגיאומטריה כמדע הקשור לחיים האמיתיים מתאים לדיווח של גרבימייג'ר (Gravemeijer, 1998) שמורים למתמטיקה מעוניינים בהתנסויות היומיומיות של תלמידים ובעיצוב התנסויות אלה, וזה מכיוון שהן יעזרו למחשבה ולהסקת המסקנות של התלמידים בהקשרים שאינם מתמטיים. חלק מהמורים לכיתות הגבוהות יותר תיארו את הגיאומטריה כנושא קשה. סיבה אפשרית אחת לתיאור זה היא שהם לא משתמשים בכלים גיאומטריים במהלך ההוראה, ולכן תלמידים מתקשים להבין חלק מהתכונות והיחסים הגיאומטריים, למשל התכונות של גליל, פירמידה, חרוט וכו'.

כמעט שליש מהמשפטים לגבי תפיסת הגיאומטריה היו קשורים לאספקט הקישורי של הגיאומטריה. חשיבות זו שהמשתתפים במחקר נתנו לקישוריות מוכרת בספרות המקצועית (Gainsburg, 2008; NCTM, 1989, 2000). נושאים חשובים שהופיעו כאן הם קשרים שיש לגיאומטריה עם תחומים אחרים ועם נושאים והליכים של הגיאומטריה עצמה. את החשיבות

של קשרים אלה ניתן להסביר בניסיון קודם של המורים, שבמסגרתו השתמשו בגיאומטריה במגוון תחומים, כולל בחיים האמיתיים. השפעה סבירה זו נתמכת על-ידי Klauswitz (2005) המצביעה על ההשפעה של הניסיון של המורים על ההוראה שלהם. אנו טוענים שהניסיון של מורים משפיע לא רק על ההוראה שלהם אלא גם על התפיסה שלהם את ההוראה עצמה ואת מקצועות ההוראה שלהם.

אם מתבוננים במספר הבדלים בין מורים לכיתות א'-ב' לבין מורים לכיתות ג'-ו' לגבי תפיסת הגיאומטריה מוצאים שמורים לכיתות א'-ב' מסתכלים על הגיאומטריה כנושא מסקרן ודינמי שהוא יפה ומעשי, בעוד מורים לכיתות ג'-ו' מסתכלים על הגיאומטריה כנושא לא ברור וקשה ובעל תנאי לימוד מיוחדים. ניתן להסביר ממצא זה בזה שישנם כלים שונים ומגוונים בהם יכולים להשתמש מורים לכיתות א'-ב'. כלים אלה הופכים את לימוד המתמטיקה לדינמי ולמסקרן. למרות שמורים משתי הקבוצות הדגישו במידה כמעט שווה את השימוש שלהם בכלים בהוראה; עם זאת, שפע הכלים השפיע על האופן בו הם תופסים את הגיאומטריה.

הצורך ללמוד גיאומטריה:

הסיבות שהמשתתפים במחקר זה נתנו לכך שתלמידים צריכים ללמוד גיאומטריה בבית הספר היסודי מתאימות לשתיים מתוך ארבע הסיבות שהזכירו גונזאליס והירבסט (Gonzalez, 2006, & Herbst) לגבי הוראת גיאומטריה: "שגיאומטריה מספקת הזדמנות לתלמידים ללמוד היגיון, שהיא עוזרת לפתח אינטואיציה מתמטית, שהיא מאפשרת לתלמידים חוויות הדומות לפעילות של המתמטיקאי, ושהיא מאפשרת קשרים לעולם האמיתי". שתי הסיבות שלא הזכירו המורים בבית הספר היסודי המשתתפים במחקר הן: הגיאומטריה עוזרת לפתח אינטואיציה מתמטית והגיאומטריה מאפשרת לתלמידים חוויות הדומות לפעילות של המתמטיקאי. סיבה אפשרית אחת להיעדר שתי סיבות אלה באופן ברור היא אי-הידע של מורים מה היא הפעילות של מתמטיקאי ואיך אינטואיציה מתמטית מתפתחת, למשל הם אינם מודעים לכך שחיפוש וגילוי של קשרים מתמטיים הם היבטים חשובים בפעילות של המתמטיקאי ושהם מפתחים במשך תהליך החיפוש והגילוי את האינטואיציה המתמטית של הלומד. סיבה אפשרית נוספת היא שמורים בבית הספר היסודי לא חושבים שמה שעושים תלמידים בבית ספר יסודי יכול להיות דומה למה שמתמטיקאים עושים, בגלל גילם הצעיר.

אם מחפשים הבדלים בין שתי קבוצות המורים מבחינת הסיבות להוראת גיאומטריה בבית הספר היסודי, מגלים שמורים לכיתות א'-ב' הזכירו יותר שגיאומטריה מתאימה לסביבה של התלמיד, בעוד מורים לכיתות ג'-ו' הזכירו יותר שגיאומטריה מתאימה ליכולת של התלמידים. הבדל זה מצביע על החשיבות שמורים לכיתות א'-ב' מייחסים לסביבה של התלמידים מכיוון

שהם משתמשים בסביבה זו בהוראה שלהם. חשיבות הסביבה להוראה וללימוד של גיאומטריה מודגשת בספרות (Cathcart, Pothier & Vance, 2000; Clements & Battista, 1999; Harrell & Fosnaugh, 1997; NCTM, 2000, 1989; Senechal, 1990). מורים לכיתות א'-ב' גם הזכירו יותר שגיאומטריה בבית הספר היסודי משמשת את הלומד מבחינה קוגניטיבית, בעוד מורים לכיתות ג'-ו' הזכירו יותר שגיאומטריה מגבירה את המוטיבציה של התלמיד. נראה שמורים לכיתות ג'-ו' דואגים יותר לגבי המוטיבציה של התלמידים ללמוד מתמטיקה ומחפשים דרכים להגברת מוטיבציה זו. דאגה זו נפוצה בתחומים שונים ולא רק גיאומטריה, וחוקרים דנים בה כאשר הם דנים על הגורמים שמשפיעים על הלמידה של התלמידים (Brophy, 2004; Larson, 2000; Wigfield, 1994).

שיטות הוראת הגיאומטריה בבית הספר היסודי:

שתי הקבוצות של מורים בבית ספר יסודי הדגישו את חשיבות השימוש בכלים בהוראתם לגיאומטריה. הדגשה זו מתאימה לחשיבות שחוקרים ומוסדות חינוך נותנים לכלים (Chassapis, 2006; NCTM, 2000). כפי שניתן להבחין, מורים בכיתות א'-ב' הדגישו קצת יותר את תפקיד הכלים, וכפי שהוזכר לעיל, הם עשו זאת מכיוון שקיים שפע של כלים להוראת גיאומטריה בכיתות א'-ב'. סיבה נוספת להבדל זה היא הצורך של מורים לכיתות א'-ב' בכלים שיגרמו לילדים להבין מושגים גיאומטריים, בעוד שמורים לכיתות ג'-ו' משתמשים יותר בשפה כדי לתאר בפני התלמידים את המושגים הגיאומטריים. אמצעי זה אינו קיים עבור מורים לכיתות א'-ב' מכיוון שתלמידים בכיתות אלו אין להם מספיק מיומנויות בשפה. מורים לכיתות ג'-ו' הדגישו יותר את המורה ואת חומר הלימוד. מצב זה יכול היה להתרחש מכיוון שהם סבורים שחומר הלימוד בספרים בלבד לא עוזר לתלמידים לשלוט בנושאים בגיאומטריה, לכן הם השתמשו בגליונות עבודה מנייר ונתנו לעצמם את התפקיד הראשי בתהליך הלמידה.

סיבות שניתנו לשיטה מוצלחת בהוראת גיאומטריה:

מהתבוננות בסיבות הקשורות להצלחת שיטות ההוראה שנתנו המשתתפים במחקר בשתי הקבוצות רואים שמורים לכיתות א'-ב' מדגישים יותר את השימוש בכלים גיאומטריים ואת ההקבצות של התלמידים כסיבות לשיטת ההוראה המוצלחת שלהם. משמעות הדבר היא שהם העניקו לסביבה החינוכית חלק לא מבוטל בהצלחה של שיטותיהם. בזמן שמורים לכיתות ג'-ו' הדגישו יותר את האחריות שלהם עצמם כסיבה לשיטות ההוראה המוצלחות שלהם. כשמתבוננים באחוזים רואים שהמורים בשתי הקבוצות נתנו לעצמם יותר קרדיט לגבי ההצלחה של השיטות שלהם.

סיבות שניתנו לשיטה לא מוצלחת להוראת גיאומטריה:

מורים לכיתות ג'-ו' הזכירו מגוון סיבות לכך ששיטות הוראת הגיאומטריה שלהם אינן מוצלחות. יותר ממחצית המשפטים שהם אמרו אפשר לייחסם לסיבות חיצוניות, כלומר לא קשורות אליהם, בעוד ניתן לתאר את רוב המשפטים של מורי כיתות א'-ב' לגבי אי-הצלחה של שיטות הוראתם כסיבות פנימיות, כלומר סיבות הקשורות במורים עצמם.

עוד, מורים לכיתות א'-ב' לא הזכירו כלים כאחראיים לאי ההצלחה של שיטות ההוראה שלהם, בעוד חלק מהמורים לכיתות ג'-ו' הזכירו אותם. הסיבה לכך היא שמורים לכיתות א'-ב' השתמשו בדרך כלל בהוראה בכלים, ונראה שהם מרוצים מתוצאות השימוש בהם. שתי התוצאות לגבי התפיסות של המורים המשתתפים במחקר את ההשפעה של כלים על ההצלחה או הכישלון של שיטות ההוראה שלהם מצביעות שוב על החשיבות של כלים בהוראת גיאומטריה. שימוש הולם הינו אחראי להצלחה של שיטת הוראה, בזמן שימוש מועט או חוסר שימוש הינם אחראים לאי ההצלחה של שיטת ההוראה.

מיומנויות גיאומטריות חיוניות עבור תלמידים בבית הספר היסודי:

שתי קבוצות המורים בבית ספר היסודי הדגישו שמיומנויות גיאומטריות ספציפיות הן חשובות עבור התלמידים בבית הספר היסודי. באותו הזמן הם הזכירו את המיומנויות הגיאומטריות הכלליות כחשובות עבור תלמידים בבית הספר היסודי. חשיבות זו שהמורים משתי הקבוצות מייחסים למיומנויות הגיאומטריות הכלליות מתאימות לממצאים של חוקרים אחרים לגבי המיומנויות הנחוצות עבור תלמידי מדעים, כמו למשל Nuangchalerm (2009) שמצא שמורים למדעים תופסים את המיומנויות המדעיות הכלליות כחיוניות ללימוד מדעים. חשיבות זו נתמכת גם באופן בו אנשי חינוך במדעים מסתכלים על הטבע של המדע (Coulter et al., 1981; Lederman et al., 2001).

מסקנות

למורים לגיאומטריה של בית הספר היסודי שהשתתפו במחקר היו תפיסות שונות לגבי גיאומטריה. הם תפסו את הגיאומטריה כמדע המאופיין בתכונות מסוימות, כמדע המועיל ללומד וכמדע בעל קשרים מרובים. מה שהשפיע על התפיסות של המורים היה הניסיון החינוכי וניסיון החיים שלהם, השימוש שלהם בכלים ושפע הכלים בהם הם יכולים להשתמש בהוראתם.

המורים לגיאומטריה בבית הספר היסודי שהשתתפו במחקר חשבו שהוראת גיאומטריה בבית הספר היסודי נחוצה בשל מגוון סיבות. ניתן לקשור את הסיבות האלו להתאמה של

גיאומטריה לסביבה וליכולת של תלמיד בית הספר היסודי לקשר את הפוטנציאל הגיאומטרי למגוון תחומים ולקשר את הפוטנציאל שלה לשרות התלמיד. בנוסף, חלק מהמורים ראו את הגיאומטריה כגורם המניע תלמידים ללמוד מתמטיקה. משמעות הדבר היא שהמורים, המנסים להצדיק את הוראת הגיאומטריה בבית הספר היסודי, הבחינו בשני גורמים: התועלת שהגיאומטריה מביאה ללקוח והתאמתה לו.

שתי הקבוצות של המורים בבית הספר היסודי שהשתתפו במחקר הדגישו את חשיבות הכלים להצלחת שיטות הוראתם לגיאומטריה. בנוסף, מורים לכיתות א'-ב' הדגישו יותר את הקבוצות התלמידים, בעוד מורים לכיתות ג'-ו' הדגישו יותר את המורה ואת חומר הלימוד.

שתי הקבוצות של מורים לגיאומטריה בבית הספר היסודי הדגישו מיומנויות גיאומטריות ספציפיות ומיומנויות גיאומטריות כלליות שתלמידי בית הספר היסודי צריכים לרכוש. הבלטה זו מדגישה שמורים בבית הספר היסודי מודעים לכישורים הגיאומטריים שתלמידים צריכים לרכוש.

בעיני חלק מהמורים משתי הקבוצות הכלים נחשבו אחראיים להצלחה של שיטת ההוראה שלהם וחלק מהמורים לכיתות ג'-ו' ייחסו את הכישלון של שיטות ההוראה שלהם לחוסר שימוש בכלים בהוראתם. לפיכך מורים לכיתות ג'-ו' צריכים לבנות או לחפש כלים מתאימים ללמידת הנושאים הגיאומטריים שהם מלמדים כדי להשתמש בהם בהוראת הגיאומטריה. באותה עת, חוקרים ומעצבי כלים מוזמנים לנסות להגדיל את הרפרטואר של הכלים הזמינים עבור מורים אלה.

- Belfort da Silva Moren, E. (2000). *Categorising Different Ways Secondary Mathematics Teachers Use Written Materials for Classroom Work* - Unpublished PhD. Thesis. London: School of Education, King's College London.
- Brophy, J. E. (2004). *Motivating students to learn* (2nd Ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cathcart, W., Pothier, Y.M. & Vance, J.H. (2000). *Learning mathematics in the elementary and middle schools*. Scarborough, ON: Allyn & Bacon.
- Chassapis, M. (2006). The mediation of tools in the development of formal mathematical concepts: The compass and the circle. *Educational Studies in Mathematics*, 37 (3), 275, 293.
- Chen, S. J. (2002). *The Development of Student Teachers' Conception(s) of Mathematics Teaching: Three Case Studies*. Unpublished master's thesis, National Taiwan Normal University. (In Chinese)
- Chinnappan, M. Nason, R and Lawson, M. (1996). Pre-service teachers' pedagogical and content knowledge about trigonometry and geometry: An initial investigation. In P. C. Clarkson (ed), *Proceedings of the 19th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. Melbourne, MERGA.
- Clements, D.H. & Battista, M.T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420-464). Don Mills, ON: Maxwell Macmillan.
- Cooney, T. (1999). Considering the paradoxes, perils, and purpose of conceptualizing teacher development. *Proceedings of International*

- Conference on Mathematics Teacher Education*, 1-33, Taipei: National Taiwan Normal University.
- Coulter, D. C., Williams, H. & Schulz, H. (1981). Formal operational ability and the teaching of science processes. *School Science and Mathematics*. 81(2): 131-138.
- Fennema, E.; Carpenter, T. & Peterson, P. (1989). Learning Mathematics with Understanding: Cognitively Guided Instruction. In J. Brophy (ed.) *Advances in Research on Teaching*, pp 195-221. Greenwich, CT: JAI Press.
- Gainsburg, J. (2008). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11 (3), 199-219.
- González, G. & Herbst, P.G. (2006). Competing Arguments for the Geometry Course: Why Were American High School Students Supposed to Study Geometry in the Twentieth Century? *The International Journal for the History of Mathematics Education*, 1(1), 7-33. http://journals.tc-library.org/index.php/hist_math_ed/article/viewFile/191/186
- Gravemeijer, K. P. (1998). From Different Perspective: Building on Students' informal knowledge. In R. Lehrer & D. Chazan, *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space*, 45-66. Lawrence Erlbaum Associates.
- Harrell, M.E. & Fosnaugh, L.S. (1997). Allium to zircon: Mathematics and nature. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 2, 380-389.
- Keith, J. (2000). Teacher knowledge and professional development in geometry. *Proceedings of the British society for research into learning mathematics*, 20 (3), 109-114. <http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip20-3/BSRLM-IP-20-3-19.pdf>.

- Kelly, L. (2000). Understanding Conceptions of Learning. in *Change and Choice in the New Century: Is education Y2K compliant? Change in Education Research Group Conference Proceedings*, 115-121.
- Klausewitz, K. (2005). How prior life experiences influence teaching: Multiple case studies of mature-age elementary student teachers. *Electronic Doctoral Dissertations for UMass Amherst*. Paper AAI3179892.
<http://scholarworks.umass.edu/dissertations/AAI3179892>
- Lampert, M.: 1988, *Teachers' Thinking about Students' Thinking about Geometry: The Effects of New Teaching Tools*. Technical Report 88-1, Washington, DC, Office of Educational Research and Improvement.
- Larson, B. (1997). Social studies teachers' conceptions of discussion: A grounded theory study. *Theory and Research in Social Education*, 25(2), 113-136.
- Larson, R. (2000). Toward a psychology of positive youth development. *American Psychologist*, 55(1), 170-183.
- Lederman, N.G., Schwartz, R.S., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R.L. (2001). Pre-service teachers' understanding and teaching of the nature of science: An intervention study. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 1, 135-160.
- Leikin, R., Berman, A. and Zaslavsky. O.: 2000, Learning through teaching: The case of symmetry. *Mathematics Education Research Journal*, 12(1), 18-36.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

- Niess, M. L., Scholz, J. (2002). Incorporating Subject Matter Specific Teaching Strategies into Secondary Science Teacher Preparation. In J. Gess-Newsome, N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge - The Construct and its Implications for Science Education*, (257-276). Kluwer Academic Publishers.
- Nuangchalem, P. (2009). Preservice Teachers Perception about Nature of Science. *The Social Sciences*, 4 (5), 463-467.
http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/44/be/ed.pdf
- Scholz, J. (1996). *Relationships among preservice teachers' conceptions of geometry, conceptions of teaching geometry and classroom practices*. Unpublished doctoral dissertation, Oregon State University, Corvallis.
- Senechal, M. (1990). Shape. In L.A. Steen (Ed.), *On the shoulders of giants: New approaches to numeracy* (pp. 139-181). Washington, DC: National Academy Press.
- Sullivan, P. (1999). Thinking teaching: seeing an action role for mathematics teacher. *Proceedings of International Conference on Mathematics Teacher Education* (pp.194- 204), Taipei: National Taiwan Normal University.
- Swafford, J. O., Jones, G. A. and Thornton, C. A.: 1997, Increased knowledge in geometry and instructional practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(4), 467-483.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In Grouws, A. (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 127-146. New York: Macmillan.

- Vollrath, H. J. (1976). The place of geometry in mathematics teaching: An analysis of recent development, *Educational Studies in Mathematics*, 7, 431-442.
- Wang, C.-Y., Chin, C., Hsu, H.-L., & Lin, F.-C. (2008). How do mathematics teachers develop teaching conceptions: Knowledge, practice and community. In Figueras, O., Cortina, J.L., Alatorre, S., Rojano, T., & Sepúlveda, A. (Eds.) *Proceedings of the 32th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 32)*, Vol. 4 (pp. 393-400), Morelia, Mexico. <http://140.122.140.1/~cchin/PME32.pdf>.
- Wigfield, A. (1994). Expectancy - value theory of achievement motivation: A developmental perspective. *Educational Psychology Review*, 6, 49-78.