

הוראת המורים למתמטיקה: המצב הקיים ומודל התערבות לשינוי

עלי עות'מאן

וג'יה דאהר

תקציר:

במחקר זה אנו בוחנים את מאפייני הוראת המורים למתמטיקה כיום. השתמשנו בראיונות עם מועמדים לסמינר מורים ועם מורים בפועל בבתי ספר במרכז הארץ כדי לבדוק מאפיינים אלה. הממצאים של המחקר מראים שהמצב לא השתנה מהמצב שהיה שורר לפני עשור ויותר, כלומר הוראה פרונטלית שבה עיקר פעילות התלמידים בכיתה הוא פתרון תרגילים, מתן משפטים בלי הוכחתם, אי-עידוד התלמידים לשאול שאלות, ואי-ניסוחים מדויקים של השפה המתמטית שלהם. כדי לשנות את המצב הקיים אנו מציעים מודל תקשורתי להכשרת מורים במקרה של המתכשרים להוראה ולהתערבות במקרה של המורים בפועל. המודל מבוסס על תקשורת עם אוכלוסיות חינוכיות שונות והן: אוכלוסיית החוקרים - דרך המאמרים המדעיים, אוכלוסיית המורים באותו בית הספר, אוכלוסיית המורים בבתי ספר שונים, ואוכלוסיית התלמידים. המודל התקשורתי ניתן לביצוע בסביבה חינוכית מסורתית או אלקטרונית.

הקדמה:

Battista (1999) טען שעבור רוב התלמידים מתמטיקה היא סדרה בלתי סופית של שינון ושכיחת עובדות ותהליכים מתמטיים שאין להם משמעות עבורם. Silver ו-Stein (1996) אמרו ששיטות ההוראה הקיימות אינן מפתחות רמות גבוהות של הבנה קונספטואלית, הצדקה, פתרון בעיות, ומיומנויות תקשורת שהסטודנטים צריכים. כדי להתגבר על מצב זה, ארגון מורי המתמטיקה (ה-NCTM) (2000), ביסוד הלמידה, מציע שהתלמידים צריכים ללמוד את המתמטיקה עם הבנה, מה שיגרום להם לדעת מתי ואיך להשתמש בידע המתמטי שלהם, ומה שיוביל אותם להיות לומדים עצמאיים. האם המצב השתנה אחרי ההצבעה של חוקרים רבים על בעיות הוראת ולמידת המתמטיקה בבית הספר ואחרי ההצעות של גישות שונות להוראת המתמטיקה שמדגישות שהתלמיד צריך להיות עצמי, ואת חשיבות ההבנה הקונספטואלית וההצדקה המתמטית לעובדות המתמטיות?

שאלות המחקר:

- (1) מהם מאפייני שיטות ההוראה של מורי המתמטיקה בחטיבה העליונה?
- (2) מהן דעות המתכשרים להוראה בהתמחות מתמטיקה על שיטות ההוראה של מוריהם בתיכון ועל הוראת המתמטיקה בכלל?
- (3) איך משפיעה שיטת ההוראה של מורי המתמטיקה על למידת תלמידיו ועמדתם כלפיה?

מסגרת המחקר :

אוכלוסיית המחקר :

אוכלוסיית המחקר היא מצד אחד המתכשרים להוראה בשנת לימודם הראשונה, ומצד שני מורי המתמטיקה בבתי הספר התיכוניים הערביים בישראל שניסיונם בהוראה לא עולה על 10 שנים.

המדגם : המשתתפים במחקר :

המשתתפים במחקר שייכים, כמתואר למעלה, לשתי אוכלוסיות : שלושים מתכשרים להוראה בהתמחות מתמטיקה בשנת למידתם הראשונה ועשרה מורים בפועל למתמטיקה שניסיונם בהוראה לא עלה על 10 שנים כך שאפשר לצפות שהם ערים לרוח החדשה הנושבת בחינוך המתמטי.

המתכשרים נבחרו משלוש מכללות חינוך ערביות כך שהם גרים בערים וכפרים בחלקי הארץ השונים, כאשר מכל מכללה נבחרו 10 מתכשרים להוראה. המורים בפועל נבחרו מחמשה בתי ספר : 2 בצפון הארץ, 2 במרכז הארץ, ואחד בדרום הארץ. הוותק של המורים בפועל בהוראת המתמטיקה הוא מארבע שנים עד עשר שנים, ובממוצע 7.1 שנות ותק. המדגם הוא מייצג מבחינת ייצוגו למורים בפועל ומתכשרים מכל חלקי הארץ ומבחינת הוותק של המורים בפועל המשתתפים במחקר.

הכלים :

ראיונות : כדי לבדוק את מצב הוראת המתמטיקה ולמידתה כיום בבתי הספר ערכנו ראיונות עם שתי קבוצות המורים. השאלות לכל קבוצת משתתפים היו שונות . הראיון ארך כשעה וחצי לכל משתתף והיה חצי מובנה.

השאלות בראיון :

שאלות למתכשרים להוראה :

השאלות בראיונות של המתכשרים להוראה היו על ידע מתמטי, על שיטות הוראת מוריהם, על למידתם למתמטיקה בתיכון, ועל דעותיהם בקשר לשיטות הוראת מוריהם. מצאנו שדרך טובה לבדוק את שיטות ההוראה של המורים ושיטות הלמידה של המתכשרים בתיכון היא תוך כדי תשובת המתכשרים על שאלות מתמטיות. דוגמאות על שאלות מתמטיות למתכשרים להוראה : תנו דוגמאות על משוואת? איך פותרים משוואה ריבועית? איך מוכיחים את נוסחת פתרון המשוואה הריבועית? דוגמה על שאלות בקשר ללמידת המתמטיקה שהפנינו למתכשרים להוראה : האם הוכחתם את נוסחת פתרון המשוואה הריבועית? דוגמה על שאלות בקשר לדעות המתכשרים על הוראת מוריהם היא : אם זה חשוב להוכיח משפט שמשמשים בו ולמה?

שאלות למורים בפועל :

השאלות למורים בפועל היו שאלות על ידע התוכן הפדגוגי שלהם. דוגמאות על שאלות אלה הן : איך אתה מתחיל ללמד את נושא האינדוקציה המתמטית? האם אתה לפעמים דורש מהתלמידים להוכיח עובדה מסוימת דרך האינדוקציה ובדרך אחרת? האם חשוב לך להוכיח משפטים שאתה נותן לתלמידך? מהן הסיבות לכך שאתה לא מוכיח את כל המשפטים שאתה דורש מתלמידך להשתמש לשם פתרון תרגילים ובעיות מתמטיות?

ממצאים :

מאפייני שיטות ההוראה של מורי המתמטיקה בתיכון :

הראיונות עם המתכשרים להוראה העלו את הממצאים הבאים בקשר למאפייני שיטות ההוראה של מורי המתמטיקה בתיכון :

- 72% מהמתכשרים להוראה אמרו שמוריהם לא נתנו הוכחות למשפטים שביקשו מהם להשתמש בהם. ארבעה מתכשרים אמרו שלפעמים מוריהם הוכיחו את המשפטים שנתנו להם ושלושה אמרו שתמיד מוריהם הוכיחו את המשפטים שנתנו להם.
- כל המתכשרים להוראה אמרו שלמדו את המתמטיקה דרך פתרון תרגילים אחרי שהמורים הציגו את נושא השיעור, את העובדות והמשפטים השייכים לשיעור, והראו להם איך לפתור תרגילים השייכים לנושא החדש.

הראיונות עם המורים בפועל העלו את הממצאים הבאים בקשר למאפייני שיטות ההוראה של מורי המתמטיקה בתיכון :

- 80% מהמורים אינם מעודדים את תלמידיהם לשאול שאלות על הרעיונות המתמטיים שהם מציגים להם מאחר שזה יכול לגרום לאובדן זמן הוראה יקר. 20% מהמורים אמרו שהם נותנים לתלמידיהם לשאול שאלות אחרי הצגת נושא מתמטי חדש.
- 90% מהמורים לא מוכיחים את רוב המשפטים שהם דורשים מתלמידיהם שישתמשו בהם.
- 70% מהמורים אינם מקפידים על ניסוחים מדויקים של משפטים או הגדרות.
- 90% מהמורים לא מסבירים את הרעיונות המתמטיים שהם מלמדים באופן יסודי, אלא רק מלמדים את הדרוש לפתרון התרגילים והבעיות המתמטיות השייכות לנושא מתמטי מסוים. זה גורם לכך שאין דגש על פיתוח חשיבה מתמטית.

טבלה 1 מתארת את ממצאי מאפייני שיטות ההוראה של מורי המתמטיקה בתיכון בקיצור, וכך היא נותנת תמונה כללית למאפיינים אלה.

טבלה 1: מאפייני שיטת ההוראה של מורי מתמטיקה ואחוז המורים שעובד לפי מאפיין זה

| מאפייני שיטת הוראת מורה המתמטיקה | אחוז המורים שעובד לפי מאפיין זה |
|--|---------------------------------|
| המורה מעודד שאלת שאלות | 20% |
| המורה מוכיח משפטים מתמטיים שהוא משתמש בהם | 10% |
| המורה מקפיד על ניסוחים מתמטיים מדויקים | 30% |
| המורה מסביר לעומק את הרעיונות המתמטיים שהוא מלמד | 10% |

מטבלה 1 אפשר לראות שרוב המורים לא מעודדים למידה לעומק, לא מעודדים למידה עצמאית, ולא דואגים לאספקטים חשובים של המתמטיקה כמו ניסוחים מדויקים והוכחת משפטים.

דעות המתכשרים על הוראת מוריהם בתיכון בפרט ועל הוראת המתמטיקה בכלל :

- 76% מהמתכשרים להוראה אמרו שהמורים לא טועים בדרך כלל ושהם האמינו לכל מה שמוריהם אמרו בלי שום ספיקות. השאר אמרו שמורים לפעמים טועים וצריך לבחון מה הם אומרים.
- רק רבע מהמתכשרים להוראה אמרו שהפריע להם שמוריהם לא הוכיחו את המשפטים שביקשו מהם להשתמש בהם בפתרון בעיות מתמטיות.
- 70% מהמשתתפים אמרו שהדרך היותר טובה להוראת המתמטיקה היא על ידי פתרון תרגילים.
- 70% מהמשתתפים אמרו שטכניקות הן האספקט החשוב ביותר של פתרון בעיות מתמטיות.

טבלה 2 מתארת את דעות המתכשרים על הוראת המתמטיקה בכלל והוראת מוריהם בתיכון:

טבלה 2: דעות המתכשרים על הוראת המתמטיקה ואחוז המורים שנתנו את הדעה

| אחוז המתכשרים שנתנו כל דעה | דעת המתכשרים על הוראת המתמטיקה |
|----------------------------|---|
| 76.67% | מורי המתמטיקה לא טועים בדרך כלל |
| 25% | הפריע לי שמורה המתמטיקה לא הוכיח את המשפטים שהשתמש בהם |
| 70% | הדרך היותר טובה להוראת המתמטיקה היא דרך פתרון תרגילים |
| 70% | האספקט החשוב ביותר של הוראת פתרון בעיות מתמטיות הוא טכניקות הפתרון. |

מטבלה 2 אפשר לראות שדעות המתכשרים בשנת למידתם הראשונה על הוראת המתמטיקה הן דעות קלאסיות שחלקן אופיינו כסיבה לעמדת התלמידים השלילית כלפי המתמטיקה ולא-הבנת התלמידים למושגים הבסיסיים בה.

השפעת שיטת ההוראה של מורה המתמטיקה על למידת תלמידו ועמדתם כלפי למידה ז1 :

- 80% מהמתכשרים להוראה המשתתפים במחקר אמרו שהמטרה המרכזית ללמידתם בכיתת המתמטיקה ובבית היא להצליח בצורה טובה בבחינה. שאר המשתתפים אמרו שלא רק הציון היה חשוב עבורם ואהבו לפתור בעיות מתמטיות גם אלה שלא שייכות לתוכנית הלימודים.
- רק 28% מתכשרים להוראה זכרו במדויק את העובדות והתהליכים המתמטיים ששאלנו אותם עליהם. השאר זכרו את זה במעורפל.
- 70% מהמתכשרים להוראה אמרו ששינון ופתרון תרגילים מהווים דרך יעילה ללמידת המתמטיקה. 20% מהמורים אמרו שמוטב לפעמים ללמד את הנושא המתמטי דרך חקירה, אבל לא כל הזמן.

טבלה 3 מתארת את מאפייני למידת המתכשרים למתמטיקה, עמדתם כלפי למידה זו, ואחוז המתכשרים שציינו את המאפיין או העמדה:

טבלה 3: מאפייני דעות המתכשרים על למידת המתמטיקה ואחוז המתכשרים שנתנו את המאפיין או הדעה

| מאפייני למידת המתמטיקה של המתכשרים ודעותיהם עליה | אחוז המתכשרים שנתנו כל אפיון או דעה |
|--|-------------------------------------|
| פתרתי בעיות מתמטיות כדי להצליח בבחינה | 80% |
| אהבתי לפתור בעיות מתמטיות | 20% |
| למידה שמאופיינת על יד זיכרון עתידי לעובדות ודרכי פתרון | 28% |
| שינון ופתרון תרגילים מהווים דרך יעילה מאוד ללמידת המתמטיקה | 70% |

מטבלה 3 רואים שהמצב לגבי למידת המתמטיקה אינו שונה מהמצב לגבי הוראת המתמטיקה. גם כאן פתרון תרגילים נחשב לדרך יעילה מאוד. לרוב המתכשרים יש סיבה חיצונית ללמידת המתמטיקה והיא הצלחה בבחינה.

דיון:

מאפייני שיטות ההוראה של מורי המתמטיקה בתיכון :

התמונה של עשיית המורים למתמטיקה שמצטיירת מהממצאים במחקר זה היא תמונה עגומה שאינה שונה מהתמונה שהצטיירה במחקרים קודמים לפני עשור או יותר. זוהי תמונה של הוראה פרונטלית שבה עיקר פעילות התלמידים בכיתה הוא פתרון תרגילים, מתן משפטים בלי הוכחתם, אי-עידוד התלמידים לשאול שאלות, ואי-ניסוחים מדויקים של השפה המתמטית שלהם. נראה מתמונה זו של דרך הוראת מורי המתמטיקה ששינוי שיטות ההוראה אינו משימה פשוטה. אחת הסיבות לכך היא שמורים מלמדים בדרך כלל כמו שמוריהם לימדו אותם ולא לפי השיטות החדשות שהכירו בהכנתם המקצועית אם כחלק מתעודת ההוראה שלהם ואם בהשתלמויות השונות. סיבה אחרת היא שהשינוי כרוך בשינוי התנהגות שבעצמו כרוך בין היתר בהכנת השיעורים בדרך שונה מזו שהמורים רגילים אליה, מה שדורש מהמורים מאמץ לא מבוטל, וכנראה עושה את השינוי לבלתי רציו מצדם. Dunn (2004) מצא שדעות מורי המתמטיקה השפיעו על איך הם מסתכלים על השינוי ומיישמים אותו בכיתותיהם. ז"א סיבה אחרת לאי-יישום לשיטות ההוראה החדשות ע"י המורים היא שדעותיהם על הוראת המתמטיקה לא השתנתה כתוצאה מחשיפתם לשיטות הוראה חדשות ואלטרנטיביות למתמטיקה.

דעות המתכשרים על הוראת מוריהם בתיכון :

רוב המתכשרים המשתתפים במחקר חושבים שהדרך היותר טובה להוראת המתמטיקה היא על ידי פתרון תרגילים, ושטכניקות הן האספקט החשוב ביותר של פתרון בעיות מתמטיות. לרוב גם לא מפריע שמוריהם לא הוכיחו את המשפטים שביקשו מהם להשתמש בהם בפתרון בעיות מתמטיות. נראה ששיטות ההוראה של מורי המתכשרים בתיכון השפיעו על דעותיהם כלפי הוראה זו והוראת המתמטיקה בכלל. היסטורית החיים של המורים היא גורם ידוע בהשפעתו על דעות המורים כלפי ההוראה וגם על שיטות הוראתם (Knowles ו-Holt-Reynolds, 1994, Pajak ו-Blasé, 1989, Smith, 2001). אי-התערבות כדי לשנות את דעות המתכשרים או המורים בפועל על הוראת המתמטיקה וכתוצאה מזה את דרך פעולתם בכיתות ייקבע את המצב הקיים שתיארנו אותו קודם ושגורם להישגים נמוכים במתמטיקה. Shuhua (1993) מצאה שדעות המורים משחקים תפקיד חשוב בעיצוב שיטות הוראתם. זה מחזק מה שטענו שצריך להתערב כדי לשנות את הדעות הקיימות של מורי המתמטיקה בתיכון.

השפעת שיטת ההוראה של מורה המתמטיקה על למידת תלמידיו ועמדתם כלפי למידה

ז :

המטרה המרכזית ללמידתם של רוב המתכשרים להוראה המשתתפים במחקר בכיתת המתמטיקה ובבית היא להצליח בצורה טובה בבחינה, רובם זכרו רק במעורפל את העובדות והתהליכים המתמטיים ששאלנו אותם עליהם, ו רובם חשבו ששינון ופתרון תרגילים מהווים דרך יעילה ללמידת המתמטיקה. יוצא מעמדות אלה שהלמידה של המתכשרים שהייתה בתיכון היא למטרה חיצונית, ולכן הם לא זכרו בצורה בהירה את אשר למדו בתיכון. מצב זה של למידה שלא נשאר ממנה הרבה אחרי זמן לא ארוך מחזק את הטענה ששיטת הוראה מסורתית שמתבססת על שינון ופתרון תרגילים לא מובילה להבנת המתמטיקה בצורה עמוקה. מצב זה דורש התערבות כדי לשנותו כך שהתלמידים לא משתמשים רק בפתרון בעיות ללמידת המתמטיקה אלא גם בחקירת נושאים מתמטיים, גם על ידי שימוש בטכנולוגיות שונות. שינוי זה יבוא אם קודם כל המורים ישתכנעו בצורך בשינוי שיטות הוראתם בבית הספר. אנו חושבים שזה יכול להיעשות דרך שינוי בחשיבת המורים. נציע מודל התערבות המבוסס על תקשורת פעילה עם סוכני חינוך שונים. מודל זה יכול להיות מודל הכשרה של מתכשרים להוראה בהתמחות מתמטיקה או מודל התערבות עבור מורי מתמטיקה בפועל. מטרת המודל היא להכשיר את המתכשרים להוראה שונה של המתמטיקה או לשנות את המצב

הקיים אצל המורים בפועל ע"י כך שיערב את העוסקים בהוראת המתמטיקה בתקשורת עם עוסקים שונים בחינוך המתמטי וצרכניו.

מודל הכשרה המוצע לשינוי המצב הקיים:

מודל ההכשרה שאנו מציעים לשינוי המצב הקיים בשטח לגבי הוראת המתמטיקה הוא מודל תקשורתי המבוסס על תקשורת עם אוכלוסיות שונות והן:

1. אוכלוסיית החוקרים: תקשורת עם אוכלוסיית החוקרים נעשית על יד קריאת מאמרים מדעיים העוסקים בחינוך מתמטי ודיון על המאמרים שיכלול איך להשתמש בממצאי המחקר או בפעילויות המוצעות במאמר בכיתות הלימוד.
2. אוכלוסיית המורים בבית הספר: תקשורת זו יכולה להיעשות בדרך מסורתית במפגש מורי המתמטיקה השבועי או באמצעות פורום אלקטרוני. במפגשים או בדיונים אלה דנים ביישום תיאוריות למידה שמדגישים את תפקיד התלמיד ואת הלמידה לשם הבנה כמו הקונסטרוקטיביזם. אפשר גם לדון ביישום העקרונות והסטנדרטים של מוסדות חינוכיים מוכרים כמו ה-NCTM.
3. אוכלוסיית המורים בבתי ספר שונים: תקשורת זו יכולה להיעשות בדרך קלה באמצעות פורום אלקטרוני או אתר שמכיל פורומים אלקטרוניים כמו מופתנט. מטרת תקשורת זו היא לחשוף את המורים לדעות שונות וחשיבה שונה ודרכי עבודה שונות משלהם.
4. אוכלוסיית התלמידים: תקשורת זו יכולה להיעשות דרך תקשורת אלקטרונית או בדרך הרגילה. דרך תקשורת אלקטרונית אפשר לפתוח שני פורומים שונים: פורום לתלמידים שבו ישוחחו, בינם לבין עצמם, על דרכי הוראה שמוצאים חן בעיניהם ודרכי למידה שהם הבינו באמצעותם את המתמטיקה בצורה טובה, ופורום משותף לתלמידים ומורים שבו ישוחחו על אותם נושאים או על נושאים אחרים שכל משתתף בפורום יכול להעלות. השיחה בשני סוגי הפורומים צפויה להיות שונה כי יחסי הכוח והרכבם בכל פורום שונים. התלמידים, כאשר המודל ייושם עבור המורים בפועל, יכולים להיות חלק מתלמידי מורים אלה בכיתות המתמטיקה, ובמקרה של יישום המודל עבור המתכשרים להוראה, יכולים להיות חלק מהתלמידים בבתי הספר שבהם המתכשרים להוראה מתאמנים.

מסקנות והמלצות:

הוראת מורי המתמטיקה המצטיירת במחקר זה היא זו של הוראה פרונטלית שבה עיקר פעילות התלמידים בכיתה הוא פתרון תרגילים, המורים נותנים משפטים בלי הוכחתם, לא מעודדים את התלמידים לשאול שאלות, ולא שומרים על ניסוחים מדויקים של השפה המתמטית שבה עם משתמשים. Stein (2001) אומר שמצב זה יכול

להוביל לתחושה שהמתמטיקה היא מקצוע משעמם, סטטי, וחוזר על עצמו. זה גם יגרום לכך שתלמידים לא יפתחו אסטרטגיות פתרון חדשות. אנו ראינו שהמתכשרים המשתתפים במחקר זה פתחו עמדות כלפי הוראת המתמטיקה המצדדות בהוראה המסורתית של מוריהם, ובאותו זמן למידתם הייתה שטחית כך שלא זכרו בבהירות קונספציות מתמטיות חשובות מהתיכון. לכן המצב המדווח במחקר זה של הוראה המתמטיקה בלי הבנה עמוקה צריך להשתנות. מודל התערבות שאנו מציעים כדי להתגבר על מצב זה ושאפשר לשנות את דעות מורי המתמטיקה בקשר לגורמים שמשפיעים על למידת תלמידיהם הוא מודל תקשורתי שלוקח בחשבון ארבעה מרכיבים של הסביבה החינוכית: חוקרי החינוך המתמטי שצפויים להציע דרכים חדשות ושונות להוראת ולמידת המתמטיקה והערכת הלומדים, המורים בבית ספר מסוים שצריכים להתוות מדיניות מסוימת להוראת המתמטיקה שמתאימה לאוכלוסיית התלמידים של בית הספר, המורים בבתי ספר שונים שמפגש עם דרך חשיבה ודרך הוראה שונות יניע אותם לחשוב בצורה שונה וכתוצאה מזה להשתמש בשיטות הוראה שונות, גם אלה שעלו מקריאת מאמרים מדעיים בחינוך המתמטי, והתלמידים שצריכים לדון בלמידתם ולאחר דיון זה לתקשר עם אוכלוסיית המורים, וכך להשפיע עליהם כדי לשנות את להתאים את שיטות הוראתם לצרכיהם.

מחקר עתידי יכול לחקור את כל האספקטים של הוראה עם הבנה, אם מתקיימים בכיתות המתמטיקה, ובמיוחד אלה המוזכרים ביסודות והסטנדרטים של ה-NCTM, כלומר קישור עם חומר מתמטי קודם, קישור עם חיי היום יום, קישור עם מקצועות אחרים למשל הפיזיקה, שימוש בייצוגים שונים, תקשורת ובין היתר באמצעות השפה הטבעית, שימוש בהצדקות והוכחות, ופתרון בעיות.

References:

1. Battista, M.T. (1999). The Mathematical Miseducation of America's Youth. *Phi Delta Kappan*. 80(6), 424-433.
2. Dunn, T. K. (2004). The Responses of Mathematics Teachers to Educational Change: A Namibian Perspective. *Education*, 124 (3), 494-509.
3. Knowles, J.G. & Holt-Reynolds, D. (1994). An introduction: Personal histories as medium, method, and milieu for gaining insights into teacher development. *Teacher Education Quarterly*, 21(1), 5-12.

4. NCTM (2000). *NCTM Principles and Standards*.
<http://www.nctm.org/standards/principles.htm>.
5. Pajak, E. & Blase, J. (1989). The impact of teachers' personal lives on professional role enactment: A qualitative analysis. *American Educational Research Journal*, 26(2), 283-310.
6. Shuhua, A. (1993). Mathematics Teachers' Beliefs and Their Impact on the Practice of Teaching in China.
http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/16/47/1f.pdf
7. Silver, E.A., & Stein, M.K. (1996). The QUASAR Project: The "revolution of the possible" on mathematics instruction reform in urban middle schools. *Urban Education*. 30, 476-521.
8. Smith, L.C. (2001). Life history as a key factor in understanding teacher collaboration and Classroom practice. *Teacher Education Quarterly*, 28(3), 111-125.
9. Stein, M.K. (2001). Teaching and learning mathematics: How instruction can foster the knowing and understanding of number. In J.E. Brophy (Ed.), *Subject-specific instructional methods and activities* (pp. 111-144). Amsterdam: New York; JAI.

تلخيص:

نفحص في هذا البحث ميزات تعليم الرياضيات اليوم في المدارس الثانوية. استخدمنا المقابلات مع طلاب سنة أولى في كلية إعداد معلمين ومعلمين فاعليين في مدارس في مركز البلاد حتى نفحص هذه الميزات. نتائج البحث تظهر أن وضع تعليم الرياضيات اليوم لا يختلف عنه قبل عقد أو أكثر من الزمان، أي أنه تعليم وجاهي يحل به الطالب تمارين تطبيقية للموضوع الرياضي الذي تعلمه، المعلمون لا يستخدمون لغة رياضية محكمة، لا يبرهنون غالبية النظريات الرياضية التي يدعون طلابهم لاستخدامها، ولا يشجعون طلابهم على سؤال أسئلة. لتغيير هذا الوضع نقترح نموذجاً اتصالياً. هذا النموذج مبني على بناء اتصال فعال بين أربع جهات تتعلق بالتربية الرياضية: باحثو التربية الرياضية – عبر مقالاتهم العلمية، مجموعة المعلمين في مدرسة معينة، مجتمع المعلمين في منطقة دراسية واحدة، وطلاب مدرسة معينة أو مدارس منطقة دراسية معينة.