שם העבודה: *מידול הקשר בין מאפייני התלמידים הישראלים בני ה-15*

לבין ההישגים שלהם במדעים במבחני PISA 2006

העבודה נכתבה ע"י חוה ניומן (havan@cet.ac.il)

ייחודו של המחקר בניסיון להציע הסבר לפערים באוריינות המדעית של התלמידים הישראלים על-ידי מודל מבני של משתנים שיש להם קשר פוטנציאלי להישגים במדעים ובבדיקת טיב ההתאמה שלו ע"י ניתוח משוואות מבניות - SEM . המודל המוצע מתאר את השפעתם של שישה מאפיינים – מגדר, מגזר, מצב סוציואקונומי, עמדות כלפי מדעים, חוללות עצמית מדעית ושאיפות להשכלה ולעבודה בתחום – על רמת האוריינות המדעית של התלמידים בני ה-15, על פי ניתוח תוצאות מבחני PISA 2006. כן נערכה בו השוואה בין בנים לבנות באמצעות ניתוח רב-מדגמי, ונבדקו טיב ההתאמה לנתוני כל קבוצה ובאיזו מידה המודל מצליח להסביר את השונות באוריינות המדעית של התלמידים בקבוצות אלה.

המדגם כלל 4584 תלמידים מכ- 150 בתי"ס המייצגים את כלל בני ה-15 בישראל. המחקר התבסס על נתונים שנאספו על ידי הארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי, ה-OECD, באמצעות שני כלי מחקר: מבחני נייר ועיפרון ושאלוני רקע כלליים.

נמצא כי המודל מתאים לנתוני התלמידים הישראלים, ומסביר כ-27% מן השונות ברמת האוריינות המדעית שלהם. המשתנה בעל ההשפעה הרבה ביותר – ישירה ועקיפה – על האוריינות הוא המצב הסוציואקונומי. האפקט הכולל שלו 0.319 וכיוונו מעיד כי תלמידים למשפחות מבוססות יותר מסוגלים להגיע להישגים גבוהים יותר. גם למגזר אפקט ישיר ועקיף על האוריינות, אף שבעוצמה פחותה מזו של המצב הסוציואקונומי (האפקט הכולל של המגזר – 0.198), וכיוונו מלמד כי הסבירות להגיע לרמה גבוהה יותר של אוריינות מדעית גדולה יותר בקרב דוברי העברית. המגדר, לעומת זאת, משפיע על האוריינות רק בעקיפין, והשפעתו כמעט חסרת משמעות. על-פי המודל, החוללות העצמית והשאיפות להשכלה ולעבודה משפיעות על האוריינות, מתווכות בינה לעמדות כלפי מדעים, והעמדות הן גם המשפיעות ביותר על כל אחד מן המשתנים האלה. ניתוח רב-מדגמי עבור בנים ובנות מלמד שהמשתנים מסבירים אחוז גבוה יותר מן השונות באוריינות המדעית של הבנות.

הממצאים נדונים בהקשר לפערי ההישגים המדווחים בספרות המחקרית, ולהבדלים בין החברה היהודית לחברה הערבית בישראל מבחינת התפקיד השונה שהן מטילות על בני שני המינים.

מבוא

הצגת הבעיה

בתום העשור הראשון של המאה ה-21, אנחנו מצויים בעיצומה של מהפכה מדעית וטכנולוגית. החברה שלנו נשלטת ומונעת על-ידי רעיונות ותוצרים מדעיים וטכנולוגיים ונראה שהשפעתם על חיינו תלך ותגבר בשנים הבאות. הידע המדעי, הכישורים ותוצרי הלוואי פולשים לכל תחום בחיינו; מקום העבודה והמרחב הציבורי תלויים בטכנולוגיות מבוססות וחדשות. כך גם המרחב הפרטי ושעות הפנאי שלנו. חברה מודרנית זקוקה לאנשים בעלי כישורים מדעיים ברמה הגבוהה ביותר. ניתן היה לצפות שהחשיבות הרבה של תחום המדעים בחיינו תלווה בעניין גובר והולך בתחום זה, אלא שזה כנראה אינו המצב במדינות רבות, ובכללן ישראל. העדויות לכך מבוססות בחלקן על נתונים סטטיסטיים בנוגע למקצועות הבחירה בבתי הספר ועל הרישום למוסדות להשכלה גבוהה, ובחלקן על ממצאים ממחקרים השוואתיים כגון PISA ו- TIMSS וממחקרים שנעשו לאחרונה על מגמות בחברה. רבים מן המחקרים שעסקו בהישגים במדעים ובטכנולוגיה מלמדים על גורמים שונים שעשויים להשפיע על תהליך למידת מדעים ועל תוצריו. עמם נמנים משתני הרקע של התלמיד, מגדר ותרבות, עמדות כלפי מדעים, השכלת ההורים, משאבים כלכליים וחינוכיים, שאיפות להשכלה גבוהה ועוד.

מטרות המחקר וחשיבותו

מחקר זה מתמקד בבדיקת הקשר שבין מאפייני התלמיד – מגדר, מגזר, מצב סוציו-אקונומי, עמדות, חוללות עצמית מדעית ושאיפות להשכלה ולעבודה בתחום המדעים – לבין ההישגים שלו אשר משקפים את רמת האוריינות המדעית שלו, כפי שעולה מניתוח תוצאות מבחני הפיזה 2006 בקרב התלמידים בני ה-15 בישראל.

פיזה (PISA - Program for International Student Assessment) הוא מחקר הערכה בינלאומי שנערך על-ידי הארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי, ה-OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), ובודק אוריינות של תלמידים בני 15 בשלושה תחומי דעת: קריאה, מתמטיקה ומדעים. המבחן בודק ידע וכישורים חשובים הנדרשים בחיים הבוגרים ולא שליטה בחומר הלימוד. במחקר ניתן דגש על תהליכים, הבנה של מונחים והיכולת לתפקד במצבים שונים בתחומים שונים. התפיסה הרחבה של הפיזה נובעת מן הרעיון כי שליטה בחומר היא אמנם מרכיב חשוב בלימוד, אך היישום של הידע הזה בחיים הבוגרים תלוי ברכישת רעיונות וכישורים רחבים יותר. במדעים, למשל, ידיעת נושאים ספציפיים כמו שמות צמחים ובעלי חיים היא בעלת ערך פחות מאשר הבנה של נושאים רחבים יותר כמו צריכת אנרגיה או בריאות בהקשר של החברה. במחקר בינלאומי היצמדות לתכנית הלימודים הייתה מאלצת הערכה צרה יותר, כלומר רק הערכה של הנושאים המשותפים לכל המדינות או לרובן (OECD, 2006a).

המחקר נערך אחת לשלוש שנים, מאז שנת 2000 (שבה נערך המחזור הראשון), והוא צפוי להימשך עד שנת 2015. בכל שנה מושם דגש על אוריינות בתחום דעת אחד מבין השלושה. במחזור השלישי, שנערך ב-2006 , ובו נבחנו 57 מדינות וביניהן ישראל, הושם הדגש על אוריינות מדעית ועל הערכת עמדות כלפי מדעים. במבחן זה מוקמה ישראל בתחילת הרבע האחרון במדרג המדינות. (מתוך דוח ראשוני על ממצאי מחקר פיזה 2006 שהתפרסם באתר ראמ"ה – הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך, 2007.)

המחקר הנוכחי נועד להציע מודל להסבר השונות ברמת האוריינות המדעית של התלמידים הישראלים בני ה-15 על-ידי שישה מן המאפיינים שלהם. מבחינה זו מהווה המחקר הזה חידוש על-פני מחקרים קיימים. מרבית המחקרים אשר עוסקים בהישגים לימודיים מתייחסים למידת השליטה של התלמיד בחומר הלימוד שנלמד בכיתה ולא לרמת האוריינות שלו, מעטים מהם עוסקים במקצוע מדעים וכמעט אין מחקרים שעסקו בניתוח מבחני הפיזה. ייחודו של המחקר הנוכחי בניסיון להציע הסבר לפערים באוריינות המדעית של התלמידים על-ידי מודל מבני המבוסס על משתנים שיש להם קשר פוטנציאלי להישגים במדעים ובבדיקת טיב ההתאמה של המודל בעזרת ניתוח משוואות מבניות (Structural equation modeling – SEM). מתוך הסבר הפערים ניתן להפיק מידע חשוב שעשוי לסייע בשיפור היכולת של התלמיד הישראלי להתמודד עם מצבים ולהבין תהליכים ומונחים במדעים, אם הוא יילקח בחשבון בעת בניית תכנית הלימודים, במהלך הוראת המדעים ובעת בחירתן של שיטות הוראה לתלמידים בעלי מאפיינים שונים.

סקירת ספרות

המניע להתעניינות באוריינות מדעית במהלך שנות החמישים המאוחרות של המאה הקודמת קשור כנראה לחשיבות שראתה הקהילה המדעית בתמיכת הציבור האמריקאי בניסיון להתמודד עם שיגור החללית הסובייטית ספוטניק לחלל ובצורך בפיתוח תכנית חינוכית במדעים ובמחקר מדעי. הציבור האמריקאי החל להיות מוטרד בשאלה אם בני הדור הבא יצליחו להתמודד עם התחכום המדעי והטכנולוגי, והדרך להתמודד עם אתגרים אלו הייתה פיתוח רמת האוריינות המדעית. קיימת הסכמה שאוריינות מדעית נחוצה בראש ובראשונה בשל הקשר בין אוריינות מדעית לרווחה הכלכלית של החברה. רק מדינות שיהיו בהן אזרחים בעלי רמה מספקת של אוריינות מדעית יוכלו לספק בעלי מקצוע שיצליחו להתמודד עם התחרות (Laugksch, 2000).

בספרות קיימות הגדרות שונות למונח אוריינות מדעית. בשנת 1993 הגדיר אותו איגוד ה-AAAS (American Association for the Advancement of Science) כיכולת להבין את הקשרים בין הטבע, הטכנולוגיה והמדע וליישם ידע מדעי וכישורים בקבלת החלטות ובניתוח נושאים חברתיים (AAAS, 1993). אלה נחשבים יעדים מרכזיים במערכות החינוך גם במאה ה-21. באותה תקופה הוצעו שתי הגדרות נוספות: "מה הציבור אמור לדעת על מדע?" (Durant, 1993) ו- "אוריינות מדעית מבטאת הערכת המהות, המטרות והמגבלות של המדע עם הבנה של

הרעיונות החשובים" (Jenkins, 1994) . ההגדרות השונות טומנות בחובן משמעויות והנחות שונות שמיוחסות למונח, למשל בשל תפיסות שונות לגבי מה ה"ציבור" אמור לדעת ומיהו הציבור. זו הסיבה לכך שהמונח נחשב דיפוזי וקשה למדידה, ולכן על החוקר להגדיר באופן מדויק מה נחשב בעיניו אוריינות מדעית (Laugksch, 2000).

הקהילה המדעית החינוכית היא אחת מקבוצות בעלי העניין החשובות שעוסקות באוריינות מדעית. במסגרת זו היא עוסקת בכמה נושאים: היעדים של החינוך המדעי (לשם מה ללמד מדעים ומה צריכות לכלול תכניות הלימוד), כיצד כישורים אישיים, עמדות וערכים הנגזרים מהמטרות משולבים בתכניות הלימוד וכיצד אלה מועברות בצורה אפקטיבית על-ידי המורים, אילו משאבים דרושים להשגת היעדים ביעילות (איכות ספרי הלימוד), מהם המדדים להערכת מידת השגת היעדים שהוצבו בחינוך המדעי. כלומר, היא עוסקת בקשר בין החינוך הפורמאלי לבין האוריינות המדעית, ומתמקדת בחינוך התיכוני, אבל בקצב גובר והולך – גם בחינוך היסודי ובחטיבות הביניים.

לפי ה- AAAS, יש לפתח אוריינות מדעית כדי להכין את הפרט לקיום חיים מלאים ואחראיים. אוריינות מדעית אינה כוללת רק עקרונות בפיזיקה, כימיה, ביולוגיה אלא גם מתמטיקה, טכנולוגיה ומדעי החברה. התפיסה היא שפרטים צריכים לדעת לא רק על עצמם כבני אחד המינים הקיימים, אלא גם על החברה האנושית (התנהגות היחיד והקבוצה) וגם על תהליכים של שינוי שהחברה חווה. כדי להצליח בכך, יש לשלב בין התחומים מדעים, מתמטיקה וטכנולוגיה. ה- AAAS מרחיב את היריעה גם במובן שהוא מקשר בין ערכים חברתיים כלליים, עמדות של הפרטים כלפי יכולתם להבין מדע ומיומנויות שאנשים בעלי אוריינות מדעית צריכים לרכוש ולהפגין (כגון כישורי מחשב, תקשורת בין-אישית, ביקורתיות, כושר תגובה ועוד). הראייה הרחבה של ידע ולימוד ככוללים גם חשיבה ומעשה מאפשרת לבעלי אוריינות מדעית להתמודד בתבונה עם בעיות שבדרך כלל מערבות עדויות, שיקולים כמותיים, טיעונים לוגיים וחוסר ודאות, לא רק בנוגע לקבלת החלטות בקשר לחייהם האישיים אלא גם בנושאים שמשפיעים על חברות. כלומר, היא מאפשרת להעריך את השימוש בטכנולוגיה וביישומיה למען הסביבה והתרבות (Laugksch, 2000).

במרבית המחקרים שעוסקים בהישגים במדעים, ההישגים נמדדים בכלי הערכה סטנדרטיים הבודקים ידע, הבנה ויישום של חומר הלימוד ומגולמים בציון הכולל שקיבל התלמיד. לעומתם, פיזה, מחקר ההערכה הבינלאומי שנערך על-ידי הארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי, ה- OECD, בודק אוריינות של תלמידים בני 15 במדעים. הרעיון של הערכת תלמידים בני 15 מתבסס על ההנחה כי ברוב המדינות בעולם מסתיים חינוך החובה בגיל זה, ולכן הערכת תלמידים אלה עשויה לתת מושג לגבי יכולותיהם כאזרחים עתידיים בעולם שבו מדע וטכנולוגיה יהיו חלק בלתי נפרד מחייהם. הייחוד של הפיזה על פני מחקרים השוואתיים אחרים, כמו טימס (Trends In International Mathematics and Science Study – TIMSS) טמון בכך שהוא אינו מתמקד בתוצרים של תכנית הלימודים בלבד אלא ביישום הידע בתחומים שונים לצורך

פתרון בעיות בחיי היומיום. הציונים של הפיזה מייצגים למעשה את הידע והכישורים שיש לנער בן 15 ולא את הידע בנושאים מסוימים מתוך תכנית הלימודים שנלמדה בכיתה מסוימת, משום שתלמידים בני 15 עשויים ללמוד בכיתות שונות.

השימוש במונח אוריינות מדעית (ולא הישגים במדעים) בפיזה נועד להדגיש את החשיבות ביישום הידע המדעי בחיי היומיום, בניגוד לידע המופק בדרך כלל כתוצאה מלימוד מדעים בבית ספר. היישום הזה של הידע דורש יישום תהליכים אופייניים למדע ולמחקר מדעי והוא מכוון על-ידי מידת ההערכה של התלמיד לסוגיות מדעיות, מידת העניין שלו, והפעולות שהוא נוקט בהקשר זה. היכולת של תלמיד להשתמש בכישורים הנ"ל משלבת ידע מדעי (ידע **של** מדע) והבנה של מאפיינים של מדע כדרך לרכישת ידע (ידע **על** מדע). המונח הזה גם טומן בחובו את ההכרה בכך שהנטייה להוציא לפועל את הכישורים האלה תלויה בעמדות כלפי מדעים וברצון של התלמיד להיות מעורב בנושאים הקשורים למדע (OECD, 2006a).

במחקר PISA 2002 בישראל (קרמרסקי ומברך, 2004) נמצא ממוצע ציונים נמוך מאוד בתחום האוריינות המדעית ופערים גדולים בין התלמידים המצטיינים לתלמידים החלשים. הפער בין תלמידי ישראל לתלמידי מדינות ה- OECD בולט במיוחד בקרב העשירון התחתון של התלמידים (התלמידים החלשים), שבו התלמידים הישראלים קיבלו ממוצע ציונים נמוך בהרבה.

כאמור, מחקרים ומבחנים בינלאומיים שעסקו בהישגים במדעים ובטכנולוגיה מלמדים על גורמים שונים שעשויים להשפיע על תהליך למידת מדעים ועל תוצריו. עם הגורמים האלה ניתן למנות את משתני הרקע של התלמיד, המגדר והתרבות שבה צמח, עמדותיו כלפי מדעים, השכלת הוריו, המשאבים הכלכליים והחינוכיים במשפחתו, שאיפותיו להשכלה גבוהה ועוד.

א. מגדר והישגים במדעים

הממצאים העדכניים בנוגע להבדלים בין הישגי בנים ובנות במדעים אינם חד-משמעיים. עם זאת, נראה כי לבנים יש יתרון בכל הקשור לביצועים במדעים. מחקרים מראים שהחל מגיל 14 ההישגים של הבנות במתמטיקה ומדעים נמוכים מאלה של הבנים והפער הזה הולך ומתרחב עם העלייה בגיל (Beller & Gafni, 1997). הפער הזה בולט בעיקר ברמת ההישגים ובהיקף הבחירה שלהם ללמוד את המקצועות האלה ברמה גבוהה (Sjoberg, 2001). במחקר שבדק את הפערים בהישגים בקרב בני ה-15 שנבחנו במבחני הפיזה 2000 (Fuchs & Wobmann, 2004) ב-32 מדינות נמצא כי ההישגים של הבנים עולים על הישגי הבנות במתמטיקה ובמדעים (בקריאה, המגמה הפוכה – קיים פער הישגים ניכר לטובת הבנות). שנתיים לאחר מכן, במבחני הפיזה 2002, מדווחת הספרות המחקרית על ממוצעים זהים במדעים בקרב בני שני המינים במדינות ה-OECD (קרמרסקי ומברך, 2004).

ניתוח ממצאי מחקר טימס 2003 (זוזובסקי, 2005) מראה כי ברוב המדינות שהשתתפו במחקר (46 במספר) פער ההישגים בין בנים לבנות במדעים היה לטובת הבנים. המדינות שבהן פער ההישגים לטובת הבנים היה הגדול ביותר הן גאנה, צ'ילה, הונגריה, בלגיה הפלמית וישראל.

ב-33 מדינות נמצאו פערים מובהקים לטובת הבנים, ב-11 מדינות לא נמצאו פערים מובהקים סטטיסטית בין הבנים לבנות. עם זאת, בניגוד לממצאים במחקר טימס 1999 (זוזובסקי, 2001) שבו לא נמצאו פערי מגדר מובהקים סטטיסטית לטובת הבנות, בשנת 2003 נמצאו פערי הישג מובהקים סטטיסטית לטובת הבנות ב-7 מדינות: מקדוניה ומולדובה, ארמניה והרשות הפלסטינית, ערב הסעודית, בחריין וירדן.

בולטת העובדה שבין השנים 1999 ל- 2003 עלו הישגי הבנות באופן מובהק סטטיסטית ב-14 מדינות, בעוד שהישגי הבנים עלו באופן מובהק סטטיסטית רק ב-7 מדינות. העלייה שחלה בהישגי הבנות ניכרת גם על-פי הממוצע הבינלאומי. העלייה בממוצע הבינלאומי של הישגי הבנות בין שני המועדים הייתה של 7 נקודות ציון, ואילו בהישגי הבנים לא חל שינוי.

בישראל העלייה שחלה בהישגי הבנות בין השנים 1999 – 2003 הייתה נמוכה מזו שנרשמה בהישגי הבנים. הישגי הבנים בישראל עולים על הישגי הבנות בכל התחומים במדעים: במדעי כדור הארץ ובמדעי הסביבה (פער של 21 נקודות), בפיזיקה (פער של 19 נקודות), במדעי החיים (11 נקודות) ובכימיה (7 נקודות). כל הפערים מובהקים סטטיסטית, מלבד הפערים בכימיה (זוזובסקי, 2005).

ניתוח של 40 מחקרים אשר השוו את הישגיהם של התלמידים הישראלים במדעים (Friedler & Tamir, 1990) גילה כי: 1) קיים יתרון קל לבנים מבחינת הישגיהם בפיזיקה; 2) פערים גדולים בין הישגיהם של בנים ובנות בכל תחומי המדעים ניכרים בסוף חטיבת הביניים ורק 34% מן התלמידים שבוחרים להתמקד במקצועות המדעיים בתיכון הם בנות; 3) בקרב התלמידים שבוחרים ללמוד מדעים באופן מורחב בתיכון אין הבדלים בהישגים של שני המינים בביולוגיה ובכימיה אבל בנים מצטיינים בפיזיקה; 4) הפערים הגדולים ביותר בין המינים נתגלו בהשוואה שבין ביולוגיה לפיזיקה (הבנות מצטיינות בביולוגיה לעומת הבנים שמצטיינים בפיזיקה) ובין בוטניקה לזואולוגיה (בנות מצטיינות בבוטניקה ובנים בזואולוגיה); 5) השימוש בחקר ובעבודת מעבדה משפר את הנטייה של בנות למדעים.

הספרות המחקרית מראה גם כי קיימים הבדלים בין המינים בביצוע משימות במיומנויות חשיבה וביכולות קוגניטיביות שונות במדעים: הישגי הבנים גבוהים יותר במדידות נפח וביכולת מרחבית ואין להם יתרון בקריאה של גרפים או שימוש בהם (Hedges & Nowel, 1995). ממצאי מחקר טימס 1999 מראים כי בנים בכיתות ח' מצליחים יותר מבנות בשאלות מורכבות הדורשות ביצוע פרוצדורות של חשיבה ביקורתית (ליברמן, 2001). כמו כן, נראה שדרכי הערכה שונות משפיעות על בני מינים שונים (Frost, Reiss & Frost, 2005). בנים מגיעים להישגים טובים יותר במבחנים "אובייקטיביים" (רב-בררה). לעומתם בנות מגיעות להישגים טובים יותר במבחנים שמכילים שאלות פתוחות כי שם התלמידים נדרשים להפגין ידע, לכתוב אותו בהקשר הנכון וליצור מעין סיפור – כישורים שלבנות יש יתרון לגביהם. לבנים יש גם נטייה "לקחת סיכון" ולנחש את התשובה במבחנים רב-ברתיים. אין ספק שתכונה זו מקנה להם יתרון (Manning, 1998). בנים נוטים להיות אימפולסיביים וליטול סיכונים, ולכן אינם נרתעים מן

הניסיון לפתור בעיות מסובכות. הבנות לעומתם רפלקטיביות יותר, מוותרות ונרתעות מלקיחת סיכונים מיותרים בפתרון בעיות (קרמרסקי ומברך, 2004).

הספרות המחקרית הציעה תאוריות אחדות כדי להסביר את המניעים לפערים אלה. חלק מן התאוריות האלה מתמקדות בגורמים ביולוגיים ורואות בהבדל ההתפתחותי מניע עיקרי להבדלים בין המינים. לפיהן, ההבדלים הגנטיים בין המינים גורמים להבדלים הורמונאליים ועשויים להוביל למבנה מוחי שונה (Beller & Gafni, 1996). על-פי התאוריה הזו, מאחר שההבדלים בין המינים נעוצים בהבדלים התפתחותיים – הם אינם ניתנים לשינוי. אלא שמחקרים מן העשור האחרון מראים שבמדינות מסוימות חלו שינויים ניכרים בפער שבין ההישגים של שני המינים.

את ההבדלים בין ההישגים של בני שני המינים ניתן לייחס אפוא להבדלים חברתיים-סביבתיים. הגישה הסטראוטיפית (של הורים, מורים ותלמידים) שרואה במתמטיקה ובמדעים מקצועות גבריים גורמת לכך שמהבנים מצפים שיבחרו במקצועות אלה ושהישגיהם יהיו גבוהים, בעוד שמבנות מצפים פחות להישגים גבוהים, הן אינן מקבלות מספיק עידוד לשפר את הישגיהן ולבחור ברמות גבוהות של לימוד המקצועות הנ"ל (Philips & Zimmerman, 1990). בגין התפיסה הסטראוטיפית הזו, הציפיות של המורים מהבנים שונות מציפיותיהם מהבנות כבר בבית הספר היסודי. זה מוביל לכך שהם מעריכים יותר את היכולת של הבנים גם כאשר הישגיהם לא גבוהים. הם נוטים להסביר את הכישלון אצל בנות על-ידי יכולת נמוכה ואילו אצל הבנים – על-ידי חוסר מאמץ. בשל כך הם מאפשרים לבנים לבחור דרכים שונות לפתרון בעיות, עונים באופן מעמיק יותר על שאלותיהם ומעודדים אותם להיות מעורבים יותר בלימוד. על הבנות, לעומת זאת, הם כופים יותר את דרך הפתרון ולכן הן נוטות להשתמש בדרכים שמוכרות להן ולא להמציא דרכים חדשות. בכך נפגמות ההזדמנות שלהם להצליח והתפיסה העצמית לגבי היכולות שלהן (Carter & Norwood, 1997).

מעניין לציין את אחד המחקרים שבוצעו לאחרונה באנגליה ואשר בדק את השינויים שחלו בפערי ההישג של בנים ובנות במדינה זו (Machin & McNally, 2006), בעיקר בתום ביה"ס היסודי (גיל 11) ובתום חינוך חובה (גיל 16), מתוך הנחה שלפערים גדולים בין הישגי הבנים והבנות יש השלכות גם על המשך הלימודים והם עלולים לחלחל גם לשוק העבודה. מתברר כי בשנים האחרונות הישגי הבנות באנגליה עולים על הישגי הבנים בכל התחומים ובכל שלבי המפתח של מערכת החינוך (גיל 5-7, 7-11, 11-14, 14-16). בשני השלבים הראשונים חלו השינויים המשמעותיים ביותר לאורך השנים. עוד התברר שפער ההישגים בגיל 16 לטובת הבנות ממשיך להתקיים על אף שהפער שהיה קיים בגיל 11 הצטמצם. זה אומר שלא צריך לבחון רק פתרונות בהקשר לילדים הצעירים. המחברים תולים את צמצום פער ההישגים בין בנים לבנות בגיל 11 באסטרטגיות להוראת כישורי שפה וכישורי חשיבה כמותית שננקטו בביה"ס היסודי והשפיעו יותר על המין שהיה חלש (באופן מסורתי) בתחום, כלומר ללימודי השפה הייתה השפעה חיובית יותר על בנים, וללימודי חשיבה כמותית – על בנות. שיפור ההישגים של הבנים ושל הבנות – כל אחד בתחומו – גרמו לצמצום הפער אצל הילדים בני ה-11, אך מאחר שמדובר על אסטרטגיות

חדשות יחסית, צריך להמתין עד שאלה יגיעו לגיל 16. את פערי ההישגים לטובת הבנות בגיל 16 מקשרים המחברים לעובדה שהם מתלכדים עם שינוי שיטת הבחינות באנגליה לבני ה-16, והם מעריכים שכדי להצליח בהן נדרשים כישורים שהבנות טובות בהם יותר, וכן שקורסי ההכנה לבחינות חשובים להצלחה והבנות כנראה מפיקות מהם יותר.

ב. מגזר והישגים במדעים

בניגוד למדינות שבהן נמצא באותה כיתה בני קבוצות אתניות שונות (כמו בארה"ב, למשל), בישראל ערבים ויהודים לומדים אותן תכניות לימוד בבתי ספר נפרדים לחלוטין. החינוך בחברה הלא יהודית בארץ מהווה גורם מרכזי בהאצת תהליכי ניעות ובידול מעמדי בחברה זו, מחד, ומאידך הוא מדגיש את היקף ועוצמת הפערים שבין החברה הזו ובין החברה היהודית (מזאווי, 1996). החברה הלא יהודית היא ברובה חברה שמרנית ונמצאת בתהליך של מודרניזציה, ומערכת החינוך הפורמאלית בארץ אינה ממלאת את תפקידה בשינוי פני החברה הלא יהודית. מלבד ההבדלים בהקצאת המשאבים (אל-חאג', 1996, וייסבלאי, 2006) וההיצע הנמוך של מקצועות בחירה, לא חלו שינויים משמעותיים בשיטת ההוראה הפרונטלית ושיעורי מעבדה כמעט שאינם מתקיימים במגזר הלא יהודי (אל-חאג', 1996).

ההבדלים בין שתי החברות באים לידי ביטוי גם בפער בהישגים הלימודיים. מהשוואת ממצאי מבחני הטימס 2003 עולה כי פערי ההישג בציון הכולל במדעים בין התלמידים בחינוך העברי לבין התלמידים בחינוך הערבי הם כ- 0.4 סטיית תקן של התפלגות הציונים במבחן המדעים כולו. זהו המצב ברוב תחומי התוכן, למעט בכימיה, שבה הישגי התלמידים בחינוך העברי ובחינוך הערבי זהים. הממצאים האלה מעידים על צמצום פערי ההישג שהיו קיימים ב-1999 שבה היה פער של סטיית תקן שלמה בין החינוך העברי לחינוך הערבי. נראה שפעולות שנעשו בין השנים 1999 ל-2003, שמטרתן הייתה לצמצם את הפערים הללו, נשאו פרי (זוזובסקי, 2005).

במחקר שבדק את ההישגים, העמדות והטעויות האופייניות למגדר ולמגזר במבחן המשוב הארצי במדעים שבוצע בישראל ב-1996 (בכר, 2004), הישגי הבנים במגזר היהודי היו גבוהים באופן מובהק מהישגי הבנות במיומנויות החשיבה והידע. במגזר הלא-יהודי הישגי הבנות היו גבוהים מהישגי הבנים בפתרון בעיות. ממצאים אלה סותרים את הממצאים במחקרה של ליברמן (2001) שהוזכר קודם לכן. כמו כן, בניגוד למצב במגזר היהודי, במגזר הלא-יהודי נמצאו הבדלים מובהקים בין המגדרים רק כאשר הוכנסו למודל הניבוי עמדות התלמידים ביחס למדעים. במגזר זה עמדת הבנות כלפי המקצוע וחשיבותו הייתה חיובית יותר ובאופן מובהק. בכר מסבירה את הממצאים האלה כריאקציה ליחס הנחות שלו זוכות הבנות במגזר זה. בנות ערביות מראות בשנים האחרונות שדרך ההתמודדות שלהן עם הקיפוח שלהן ביחס לבנים היא על-ידי פיתוח כישורים ועמידות שבאים לידי ביטוי בהישגים גבוהים. הן רואות בהשכלה דרך לצאת מהמצב הקשה שבו הן נמצאות והן בוחרות להשקיע בלימודים כדי להפחית מעומס המטלות

המוטלות עליהן בבית, לאחר שעות הלימודים. הן מנתבות את רצונן להתחרות בבנים לאפיק שבו יש להן סיכוי לעלות עליהם – השכלה (Birenbaum & Nasser, 2006).

תוצאות מבחני טימס 2003 מלמדות כי פערי המגדר בחינוך העברי הם לטובת הבנים כאשר הפערים הגדולים הם במדעי כדור הארץ, בפיזיקה ובמדעי הסביבה. בחינוך הערבי, לעומת זאת, הפערים הם לטובת הבנות, ובמיוחד במדעי החיים ובכימיה (זוזובסקי, 2005).

ההבדלים התרבותיים בין החברה היהודית, בעלת הדפוסים של חברה מערבית, לבין החברה הלא-יהודית, שבה קיימים עדיין דפוסי תרבות מסורתיים, הם המקור לשוני המהותי בדרך גידולם של בנים ובנות בשתי החברות. הפערים גדולים יותר בחברה הלא-יהודית. הבנות זוכות ליחס נחות בהשוואה לבנים. בדרך כלל, מצפים מהן שימשיכו למלא את התפקידים המסורתיים של אמהותיהן ושיהיו כפופות לבנים. בנים לא יהודים נהנים מהזדמנויות גדולות יותר, מחירות רבה יותר ומכוח. החברה הערבית משמרת את האופי הפטריארכלי ומעניקה יתרון לערכים הגבריים, לכן ניתן לצפות שההבדלים בין המינים יהיו גדולים יותר מאשר בחברה היהודית, גם בהקשר של עמדות כלפי מקצועות הלימוד (Beatrice, 2000, כמצוטט על-ידי בכר, 2004).

מחקר שנעשה לאחרונה בתחום מספק הסברים אחדים לעלייה שחלה בשנים האחרונות בהישגיהן של הצעירות הערביות בכמה מקצועות, וביניהם – במדעים, ולמוטיבציה הגבוהה שלהן. ראשית, הבנות שואפות לשפר את מעמדן החברתי. אמנם החברה הערבית עברה שינויים רבים בעשורים האחרונים, אבל כאמור היא עודנה נחשבת חברה מסורתית פטריארכלית במובנים רבים, ובייחוד בכל הקשור ליחס לנשים ולתעסוקת נשים. לנוכח המצב החברתי הזה ניכרת מוטיבציה גבוהה בקרב הבנות הצעירות במגזר הערבי לרכוש השכלה בתקווה לשפר את מעמדן החברתי (אבו-עסבה, 2005). שנית, למרות שהחברה הערבית בעלת מאפיינים מסורתיים גם היום, המצב הכלכלי מחייב את כניסתן של הנשים למעגל העבודה ורכישת השכלה נתפסת על ידי החברה כגורם שעשוי לסייע במציאת עבודה. זהו גם אחד הגורמים החשובים בשיקולים הקשורים לנישואין בחברה זו (אבו-עסבה, 2005). גם הגורמים האלה עשויים להשפיע על עמדותיהן של הבנות הערביות.

לעומת זאת, המחקרים מעידים על חוסר מוטיבציה ללימודים בקרב הבנים הערבים אשר נובע בעיקר מהיעדר אופק תעסוקתי. העובדה שאקדמאים ערבים רבים הם מחוסרי עבודה שנים ארוכות מעבירה לבנים הצעירים במגזר זה מסר שאינו מעודד השקעה בלימודים בבית הספר. התמדה והצלחה בלימודים, כך מתברר להם מניסיונם של הסובבים אותם, אינן ערובה להשתלבות בשוק העבודה בישראל וההבנה הזו משליכה ישירות על עמדותיהם (פפרמן, 2008).

ג. מצב סוציואקונומי והישגים במדעים

המצב הסוציואקונומי קשור להישגים בשל שתי סיבות לפחות: ראשית, תלמידים להורים משכילים יותר, בעלי הכנסה גבוהה יותר ומשאבים חינוכיים ותרבותיים רבים יותר מסוגלים

לספק לילדיהם יתרונות חינוכיים בסביבת הלמידה בבית ומחוצה לו (Tamir, 1989). משפחות כאלה מסוגלות לספק לילדיהן התנסויות חינוכיות שישפרו את הלמידה שלהם. שנית, משפחות כאלה יכולות לבחור בין בתי ספר ציבוריים לבין בתי ספר פרטיים שבהם מרבית התלמידים מגיעים ממשפחות מבוססות.

לתלמידים להורים בעלי הכנסה נמוכה יש פחות חוויות חיוביות של למידה והישגים פחות טובים, כולל אינטליגנציה, ציונים, דירוג בכיתה והשתתפות. חלקם של תלמידים אלה באוכלוסייה המוגדרת מועדת לנשירה מבית הספר הוא הגדול ביותר (Caldwell & Ginther, 1996).

הפערים בין הישגים לימודיים של תלמידים בעלי רקע סוציואקונומי שונה אופיינו כתופעה החברתית המתמשכת ביותר (White, 1982). פערים אלה קיימים לא רק במדינות מתועשות אלא גם במדינות מתפתחות (Ishida, Muller & Ridge, 1995). לעתים קרובות, הפערים נשמרים גם לאחר שמביאים בחשבון מאפיינים של התלמיד או של המשפחה, כגון מין, גיל, משפחות חד-הוריות, גודל המשפחה (Schultz, 1993). בקנדה, למשל, 35 – 50 אחוזים מן השונות בהישגים של התלמידים בבתי הספר היסודיים מיוחסת למצב הסוציואקונומי שלהם והוא מנבא משמעותי של ההישגים בקריאה, כתיבה, מתמטיקה ומדעים (Lytton & Pyryt, 1998; Ma & Klinger, 2000).

במחקר שבו נבדקה ההשפעה של הפער הסוציואקונומי בתוך בתי הספר על ההישגים של 16,500 תלמידים בני 13 ב-380 בתי ספר ושל 16,000 תלמידים בני 9 ב-395 בתי ספר בקנדה שנבחנו במבחני טימס במתמטיקה ומדעים (Ma, 2001), יוצג הפער בשני אופנים שונים: באוכלוסייה הראשונה – על-ידי שילוב השכלת ההורים עם הסביבה הלימודית בבית, ובאוכלוסייה השנייה – על-ידי שילוב הסביבה הלימודית עם המספר הכולל של עזרים חינוכיים בבית התלמיד (מחשבים, מילונים וספרים). נמצא כי למבנה המשפחה (חד-הורית או דו-הורית), למצב הסוציואקונומי של התלמיד ולסטטוס ההגירה של ההורים היה אפקט משמעותי על ההישגים במדעים ובמתמטיקה לעומת גודל המשפחה שהיה לו אפקט שולי בלבד. למבנה המשפחה אף היה אפקט חזק גם כאשר המשתנה המייצג את המצב הסוציואקונומי נוטרל. הממצא הזה נוגד את הסברה המקובלת בספרות המחקרית שלפיה למצב הסוציואקונומי יש האפקט החזק ביותר.

מחקרים העידו גם על קשר בין מצב סוציואקונומי להישגים במדעים. ניתוח של 13 מחקרים הצביע על קשר חיובי כזה. תלמידים ממשפחות מבוססות הגיעו לציונים גבוהים יותר במדדים כגון לוגיקה, עמדות ועניין במדעים, חשיבה ביקורתית ועוד (Kremer & Walberg, 1981). עם זאת, יש החולקים על כך וטוענים כי האווירה המשפחתית ולא המצב הסוציואקונומי היא המנבאת את ההישגים הלימודיים (Ma & Kishor, 1997).

ניתוח של תוצאות מבחני הפיזה 2003 בקרב יותר מ- 12,000 תלמידים אוסטרליים העלה כי תלמידים מרקע סוציואקונומי חלש השיגו במבחן במתמטיקה 100 נקודות פחות (סטיית תקן שלמה) מעמיתיהם בעלי רקע סוציואקונומי חזק (McConney & Perry, 2008). באוסטרליה הציון הממוצע במבחני הפיזה 2006 במדעים של תלמידים ברבעון הסוציואקונומי התחתון היה נמוך בכ- 87 נקודות מן הציון הממוצע של התלמידים ברבעון הסוציואקונומי העליון. 23% מן הסטודנטים ברבעון התחתון לא הצליחו להגיע אפילו לרמת הבקיאות 2, לעומת 5% בלבד מן התלמידים ברבעון העליון. רק 6% מן התלמידים ברבעון התחתון הגיעו לרמת בקיאות 5 ומעלה לעומת 21% מן התלמידים ברבעון העליון. כמו כן, כל עלייה ביחידה אחת של ציון האינדקס המבטא את המצב הסוציואקונומי של התלמיד מובילה לעלייה של 43 נקודות בציון במדעים (Thomson & De Bortoli, 2008).

תלמידים ממשפחות מבוססות, במדינות שונות, נוטים להפגין פחות או יותר אותה רמה של אוריינות מדעית, בניגוד לתלמידים ממשפחות מעוטות יכולת. כלומר, ההשפעה של המערכת החינוכית על הישגיו של התלמיד היא הגדולה ביותר עבור תלמידים בעלי רקע סוציואקונומי חלש (Thomson & De Bortoli, 2008).

במחקרים שנעשו בישראל, נמצא כי תלמידים המגיעים מבתים עתירי משאבים חברתיים-כלכליים מיטיבים להמיר את המשאבים הללו בהישגים לימודיים בהשוואה לתלמידים המגיעים מבתים עניים (בן-דוד, 2003). היעילות בהמרת משאבים בהישגים אף עלולה להגדיל את הפערים הקיימים ממילא בין שתי אוכלוסיות התלמידים. כמו כן, נמצא קשר מובהק בין הימצאותם של עזרים חינוכיים בבית התלמיד (מילון, שולחן כתיבה ומחשב) לבין ההישגים הלימודיים שלו במדעים (זוזובסקי, 2001). מחקר אחר אשר הציג מודל של ההישגים במדעים במבחני טימס 2003 הראה כי למשאבים החינוכיים יש השפעה מובהקת, ישירה ועקיפה, על ההישגים של התלמידים היהודים והערבים (עיסא, 2007). במחקר זה השתמשה המחברת במדד אשר פותח על-ידי חוקרי טימס ושכלל את מספר הספרים בבית התלמיד (בין 25 ל-100), הימצאותם של שלושה עזרי לימוד (מילון, שולחן כתיבה ומחשב) והשכלת הורים.

דוח מחקר שנכתב על ידי מרכז המידע והמחקר של הכנסת (וייסבלאי, 2006) דן באפליה של מערכת החינוך במגזר הערבי לעומת מערכת החינוך במגזר היהודי בכל שלבי החינוך. במגזר הערבי קיים מחסור מתמשך בכיתות לימוד, מספר התלמידים הממוצע בכיתה גדול מזה שבמגזר היהודי, מספר השעות הממוצע המוקצה לתלמיד וממוצע השעות השבועיות לכיתה נמוכים יותר, המורים במגזר היהודי משכילים יותר מעמיתיהם במגזר הערבי וההקצאה הכספית לתלמיד במגזר הערבי נמוכה בערך פי שלושה מן ההקצאה לתלמיד במגזר היהודי.

במחקר שפורסם לאחרונה בכתב העת "מגמות" ועוסק במבחני ההישג הבינלאומיים ובגלובליזציה של יעדי החינוך, ביקשו המחברים להוכיח כי חולשתם של תלמידי ישראל במבחנים הבינלאומיים קשורה במידה רבה למאפיינים המקרו-כלכליים והדמוגרפיים של המדינה וכי ניתן לנבא את הדירוג בין המדינות השונות רק באמצעות משתנים מסוג זה (יוגב, לבנה ופניגר, 2009). החוקרים השתמשו בנתוני מבחן פיזה 2002 בהבנת הנקרא, בנתונים של האו"ם ובנתוני הבנק

העולמי ומצאו קשר חזק במיוחד בין הישגי התלמידים במבחן ובין שניים מן המשתנים שנבדקו – התמ״ג (התוצר המקומי הגולמי לנפש) ואחוז האוכלוסייה הצעירה (בגילאי 15 ומטה) במדינה. התמ״ג קשור להישגי התלמידים מפני שמדינות בעלות תמ״ג גבוה יחסית משקיעות בדרך-כלל בחינוך יותר ממדינות שהתמ״ג שלהן נמוך, ואחוז האוכלוסייה הצעירה קשור להישגי התלמידים מכיוון שבמדינות שבהן הוא גבוה מתחלקים משאבי החינוך בין תלמידים רבים יותר מאשר במדינות שבהן הוא נמוך. על-פי מחקר זה, באמצעות שני המשתנים האלה בלבד אפשר לנבא 80% מהשונות בציון הממוצע של תלמידי המדינות שהשתתפו במבחן. החוקרים מסיקים מממצא זה כי מצבן הכלכלי והדמוגרפי של המדינות אכן קובע במידה ניכרת את הצלחת תלמידיהן במבחנים הבינלאומיים.

במחקר הנוכחי נמדד המצב הסוציואקונומי של התלמידים הישראלים בעזרת מדד של פיזה המורכב מרמת ההשכלה הגבוהה ביותר של ההורים, מרמת התעסוקה הגבוהה ביותר של ההורים ומאומדן של ההון המשפחתי, המשאבים החינוכיים והמשאבים התרבותיים בבית התלמיד.

ד. עמדות והישגים במדעים

הדעות והאמונות של תלמידים ביחס למדעים, עד כמה הם אוהבים את המקצוע ומעריכים אותו ובאיזו מידה הם צופים שיבחרו בו בהמשך לימודיהם – כל אחד מאלה מייצג פן שונה לגבי העמדות כלפי מדעים. עמדה היא נטייה פנימית להעריך אובייקט כלשהו במונחים חיוביים או שליליים, המלווה בתגובות אפקטיביות, קוגניטיביות והתנהגותיות (Aiken, 2002).

פסיכולוגים ותיאורטיקנים שעוסקים במוטיבציה מאמינים כי לעמדות החיוביות של התלמיד כלפי למידה ולתפיסה החיובית שלו את היכולת שלו יש השפעה רבה על המוטיבציה שלו – וזו גורמת לשיפור ההישגים האקדמיים שלו (Bandura, 1994). מחקרים אמפיריים רבים בחנו את ההנחות האלה ובדרך כלל הממצאים תומכים בקיום הקשר המעגלי שבין דימוי עצמי או חוללות עצמית, מידת עניין, מוטיבציה והישגים. עם זאת, ישנם גם ממצאים סותרים שלפיהם אמונות התלמידים ביחס לידע פשוט קשורים ביחס הפוך לביטחון עצמי גבוה ולביצועים טובים יותר (Schommer, Crouse & Rhodes, 1992). אין עדויות ברורות באשר לכיוון ההשפעה – האם העמדות כלפי מדעים הן שהובילו להישגים הגבוהים במקצוע או שמא ההישגים הגבוהים בתחום הם המניע לעמדות החיוביות כלפי מדעים.

כאשר בוחנים את המטרות העיקריות בהוראת מדעים, מגלים תמימות דעים לגבי הנחיצות של פיתוח עמדות חיוביות כלפי מדעים כחלק מהקניית אוריינות מדעית (Neathery, 2000). אחת המטרות שבתי הספר אמורים להתמקד בהן, עפ״י ה- NSES (The National Science Education Standards) שנקבעו בארה״ב ב- 1996, היא לגרום לתלמידים לחוות את העושר ואת ההתרגשות שברכישת ידע ובהבנת העולם הסובב אותם. פיתוח עמדות חיוביות הוא קריטי להוראת מדעים ולכן חשוב שתלמידים יפתחו עמדות חיוביות כלפי מדעים בגיל צעיר

וישמרו אותן גם בחטיבה העליונה. כמו כן נמצא שעמדות התלמידים כלפי החשיבות של לימוד מדעים מוסיפות תרומה ייחודית להסבר השונות בהישגים הלימודיים במדעים (לוין, 1988) וכי קיים קשר ברור בין ביצועים מוצלחים ושינוי בעמדות (Willson, Ackerman & Malave, 2000).

במחקר בינלאומי בקרב בני 9 ו-13 בעשרים מדינות נמצא כי עמדות חיוביות כלפי מדעים קשורות להישגים במקצוע זה, וכי הן קשורות לרמה גבוהה של הישגים במדעים בקרב מרבית בני ה- 13 בחמש-עשרה מדינות. קוריאה הייתה אחת המדינות שבלטו בחריגותן – רק רבע מבעלי ההישגים הגבוהים מבין תלמידיה גילו עמדות חיוביות כלפי מדעים. עמדות התלמידים נמדדו במחקר זה עפ"י מידת הסכמתם של התלמידים לארבעה היגדים: 1) חלק גדול ממה שאני לומד במדעים שימושי בחיי היומיום; 2) חשוב לדעת מדעים כדי להשיג עבודה טובה; 3) אני טוב במדעים; 4) הוריי מתעניינים במדעים (Neathery, 2000).

העמדות של התלמידים כלפי מדעים נוטות להשתנות לרעה ככל שהתלמידים מתקדמים בבית הספר. במחקר שדגם יותר מ-700 תלמידים (כ- 15% מאוכלוסיית התלמידים) בבית ספר אחד בארה"ב ובדק בין היתר את הקשר שבין שכבת הגיל לבין העמדות כלפי מדעים, נמצא כי בכיתות היסוד ד'-ו' גילו התלמידים עמדות חיוביות יותר כלפי מדעים מאשר בחטיבת הביניים (במדגם נכללו תלמידים מכיתות ד' – י"א) (Neathery, 2000). במחקר זה העמדות כלפי מדעים יוצגו על-ידי חמישה משתנים: חשוב/לא חשוב, בעל ערך/חסר ערך, מובן/מבלבל, מעניין/משעמם, קל/קשה. התלמידים מוינו לשלוש קבוצות על-פי היכולת הלימודית שלהם (כפי שבאה לידי ביטוי ברמת ה- IQ שלהם, בציוניהם, בחוות דעת המורה ועוד). יכולת לימודית נמצאה קשורה באופן מובהק לארבעה מבין חמשת המשתנים הללו. התלמידים בעלי היכולת הגבוהה העריכו כי לימודי המדעים הם בעלי ערך, מובנים וקלים ואילו התלמידים בעלי היכולת הנמוכה העריכו כי לימודי המדעים הם חשובים. המשתנה "מעניין" לא נמצא קשור ליכולת. בין ההישגים, כפי שבאו לידי ביטוי רק בציוני התלמיד בסוף אותה שנה, לבין כל אחד מחמשת המשתנים שייצגו את העמדות נמצא קשר מובהק.

ניתוח תוצאות מבחני הטימס 2003 (זוזובסקי, 2005) מעיד כי לתחושת הביטחון העצמי יש קשר להישגים לימודיים. מידת הביטחון העצמי כלומדי מדעים נקבעה על-פי ממוצע התגובות של הלומד לארבעה פריטים: 1) בדרך כלל אני מצליח; 2) המקצוע קשה לי יותר מאשר לאחרים; 3) המקצוע אינו ממקצועותיי החזקים; 4) אני לומד דברים השייכים למקצוע במהירות. הישגיהם של תלמידים בישראל שיש להם רמה גבוהה של ביטחון עצמי גבוהים מהישגיהם של תלמידים שביטחונם העצמי נמוך.

ליחס של התלמידים למקצוע המדעים, כפי שהוא משתקף על-פי ממוצע תגובותיהם לשבעה היגדים שיפורטו להלן, היה קשר חלש בלבד להישגים הלימודיים. ההיגדים היו: 1) אני מעוניין ללמוד יותר מדעים; 2) אני נהנה מלימוד המקצוע; 3) אני חושב שהמקצוע יעזור לי בחיי היומיום; 4) לימוד מדעים יעזור לי ללמוד מקצועות נוספים בבית הספר; 5) אני חייב להצליח

במדעים כדי להגיע לאוניברסיטה לפי בחירתי; 6) אני אעדיף בעתיד לעסוק במקצוע שקשור למדעים; 7) אני חייב להצליח במדעים כדי למצוא בעתיד עבודה. נמצאו שיעורים גבוהים של תלמידים ברמה הגבוהה של מדד זה דווקא במדינות שהישגיהן נמוכים. זוזובסקי (2005) מסיקה מכך שמדד זה אינו חזאי טוב של הישגים לימודיים. שיעור התלמידים המביעים הערכה גבוהה ללימודי מקצועות המדע בישראל נמוך מהממוצע הבינלאומי, אבל הוא גבוה בקרב דוברי הערבית יותר מאשר בקרב דוברי העברית.

השינוי שחל ביחס של התלמידים למקצוע מדעים נמדד באמצעות ההיגד "אני נהנה ללמוד מדעים". מעניין לציין כי בישראל שיעור התלמידים המביעים הסכמה מלאה להיגד זה נמוך מהממוצע הבינלאומי. פערי ההישג בישראל בין התלמידים אשר הביעו הסכמה להיגד זה לבין אלה שהביעו אי-הסכמה הם נמוכים. עוד ראוי לציין כי בישראל חלה עלייה בשיעור התלמידים שהעידו כי הם נהנים מלימוד מדעים, ביחס למבחנים שנערכו ב- 1999.

במחקר שנועד לבדוק מודל שיסביר את הקשר בין הישגים במדעים למצב סוציואקונומי, סוג הפעילות בכיתה, עמדות כלפי הצלחה וכישלון, מידת ההנאה והיחס כלפי המקצוע באמצעות ניתוח משוואות מבניות, נותחו תוצאות מבחני טימס 1999 בטורקיה, אשר דורגה ברבע התחתון של הטבלה (טורקיה היא אחת משמונה המדינות היחידות שישראל עולה עליהן באופן מובהק בהישגיה במדעים בשנה זו.) (Ertugrul, 2003). נמצא כי הקשר השני בחשיבותו, אחרי המצב הסוציואקונומי, הוא העמדות לגבי הצלחה וכישלון. כלומר, תלמידים שחושבים שיצליחו מגיעים להישגים גבוהים. המחבר הסביר כי תלמידים אלה גם מגיעים ממשפחות מבוססות יותר וזה מתיישב עם הקשר החזק שנמצא בין המצב הסוציואקונומי להישגים. לפי מודל זה, להנאה מהמקצוע אין כמעט קשר להישגים, ותלמידים יכולים להצליח במדעים גם אם הם לא נהנים מלימוד המקצוע. ההסבר לכך הוא שבטורקיה התלמידים נבחנים בכמה מבחנים עתירי סיכון, קובעים (High stakes), במהלך שהותם במערכת החינוך, שההורים והתלמידים מייחסים להם חשיבות רבה כי הם נתפסים ככלי לניעות חברתית. לתלמידים יש אפוא מוטיבציה להצליח גם אם הם אינם נהנים מלימוד המקצוע. גם פפנסטסיו (Papanastasiou, 2000, 2002) חקר את מבחני הטימס במתמטיקה במדינות קפריסין, ארה"ב ויפן אך לא הצליח לאשש את ההשערה בדבר אפקט ישיר בין האמונות ביחס למתמטיקה לבין ההישגים במתמטיקה במדינות אלה.

תרבות, על-פי הספרות המחקרית, הינה אחד המשתנים התורמים להסבר ההבדלים בין אמונות התלמידים על אודות ידע והאופן שבו הוא נרכש. קבוצות בעלות רקע תרבותי וחברתי שונה נבדלות ביניהן גם באמונות האפיסטמולוגיות. תלמידים אסיאתיים נבדלו מתלמידים מערביים באמונותיהם כלפי ידע. תלמידים שוודיים למשל תופסים ידע כתוצר אישי, לעומת תלמידים נפאליים שתופסים ידע כתוצר חברתי. ההבדל הזה יוחס למאפייני התרבות האוריינית האוראלית-קבוצתית של החברה הנפאלית (Dahlin & Regmi, 2000). כמו כן, הפרשנות שנותן התלמיד לאירועים מן העבר שעליהם הוא לומד מושפעת באופן מהותי מהסביבה שבה הוא גדל, מאופי היחסים שלו עם הוריו, עמיתיו ושאר הבוגרים בסביבתו (Eccles & Wigfield, 2002).

אחד הממצאים המעניינים של ניתוח תוצאות מבחני הטימס הוא ההישגים המצוינים של הונג קונג, יפן, קוריאה, וסינגפור – המשתתפים היחידים ממזרח אסיה. נמצא שהתלמידים במדינות אלה אשר להן תרבות משותפת מגיעים להישגים גבוהים למרות צפיפות האוכלוסייה הגדולה, הכיתות הגדולות, והדימוי העצמי הנמוך כלפי מתמטיקה ומדעים. הדימוי העצמי הנמוך במקצועות המדעיים מוסבר על-ידי התרבות שמדגישה ענווה וצניעות (Leung, 2002). עוד נמצא כי בתוך כל מדינה לתחושת הביטחון העצמי יש קשר להישגים, אולם כאשר משווים בין מדינות, מתברר כי שיעור התלמידים שיש להם ביטחון עצמי אינו קשור בהכרח להישגיה של אותה מדינה. טייוואן, למשל, שהיא מן המדינות המובילות במדעים, רק ל-28% מתלמידיה יש תחושת ביטחון גבוהה כלומדי מדעים. ישראל נמנית עם המדינות המובילות בשיעור התלמידים שיש להם ביטחון עצמי גבוה כלומדי מדעים, ושיעור זה עלה במידה ניכרת ביחס לתוצאות המבחנים ב- 1999. גם ממצאים אלה תומכים בטענה כי תחושת הביטחון משקפת נורמות תרבותיות שונות ממדינה למדינה (זוזובסקי, 2005).

בדרך כלל, כאשר בוחנים את הממצאים בתוך מדינות, מגלים שקיים קשר חיובי בין הישגי התלמיד במתמטיקה ובמדעים לבין הביטחון העצמי שלו במקצועות אלה. לעומת זאת, כאשר בודקים את הקשר הזה בין מדינות, מגלים קשר הפוך – מדינות שבהן נצפו יותר תלמידים בעלי דימוי עצמי גבוה בדרך כלל הגיעו להישגים נמוכים יותר. כמו כן, במדינות שבהן אחוז התלמידים שהעריכו את המקצוע כקל היה גבוה, דווקא הן הגיעו להישגים נמוכים יותר. המגמה הזו תקפה הן לגבי מתמטיקה והן לגבי מדעים, בכיתות ג׳, ד׳, ז׳ ו-ח׳ (Shen & Pedulla , 2000). המחברים פירשו את הממצאים כתוצאה של דרישות אקדמיות גבוהות יותר במדינות שהישגיהן גבוהים יותר – דבר שעשוי לגרום לתלמידים לראות במתמטיקה ובמדעים נושאים קשים ולהרגיש שהם לא חזקים בהם דיים.

יש עדויות בספרות על בני מיעוטים שמביעים עמדות חיוביות מאוד כלפי מדעים למרות הישגיהם הנמוכים. בני נוער אפרו-אמריקנים למשל המביעים עמדות חיוביות מאוד כלפי מדעים, מדווחים כי הם מצפים לשיעורי מדעים וכי הם יהיו שימושיים עבורם למרות הישגיהם הנמוכים במדעים (Neathery, 2000). גם תלמידים קפריסאים בני 13 מגלים עמדות חיוביות יותר כלפי מתמטיקה מתלמידים אמריקאים ויפנים, אך הישגיהם נמוכים יותר (Papanastasiou, 2000, 2002). ההסבר לכך, על-פי החוקר, נעוץ בדרישות הנמוכות של המורים הקפריסאים אשר גורמות לתלמידים להשיג הישגים משביעי רצון ולפתח בעקבות זאת עמדות חיוביות כלפי המקצוע; למרות זאת, בהשוואה למדינות אחרות, ההישגים של התלמידים הקפריסאים נותרים נמוכים.

כאמור, ישראל נמנית עם המדינות המובילות בעולם בשיעור התלמידים שיש להם ביטחון עצמי גבוה כלומדי מדעים (האופן שבו נקבע המדד הזה פורט קודם לכן בסעיף זה) ולתחושת הביטחון העצמי יש קשר להישגים לימודיים אצל כל התלמידים, ללא קשר למגזר שאליו הם משתייכים. בולטת העובדה שרק 5% מן התלמידים דוברי הערבית נמנים עם בעלי הרמה הנמוכה של ביטחון עצמי, לעומת 11% מן התלמידים דוברי העברית. לעומת זאת, פער

ההישגים בין תלמידים המביעים הערכה גבוהה למדעים לבין אלה המביעים הערכה נמוכה (גם אופן קביעת מדד זה פורט בסעיף זה), לטובת הראשונים, גבוה יותר בקרב דוברי העברית (זוזובסקי, 2005). כאמור, השינוי שחל ביחס של התלמידים למקצוע מדעים נמדד באמצעות ההיגד "אני נהנה ללמוד מדעים", ובישראל שיעור התלמידים המביעים הסכמה מלאה להיגד זה נמוך מהממוצע הבינלאומי, אך הוא גבוה יותר באופן משמעותי בקרב דוברי הערבית.

במחקר שבדק את ההישגים, העמדות והטעויות האופייניות למגדר ולמגזר במבחן המשוב הארצי במדעים שבוצע בישראל ב-1996, נמצא מתאם חיובי ומובהק בין הערכת התלמידים היהודים את הקושי בלימוד המקצוע לבין ההישגים. התברר כי עלייה בהערכת המקצוע כקשה ללימוד כרוכה בשיפור בהישגים במבחן. לעומת זאת, לא נמצא קשר בין הכרה בחשיבות המקצוע ואהבת המקצוע לבין הישגים במבחן. בקרב התלמידים הלא יהודים נמצא מתאם חיובי מובהק בין ההישגים במדעים לבין מידת החשיבות המיוחסת למקצוע ואהבת המקצוע. לא נמצא קשר בין ההישגים במבחן לבין הערכת מידת הקושי בלימוד המקצוע (בכר, 2004).

במחקר זה ייבדקו עמדות התלמידים הישראלים כפי שהן משתקפות בממוצע תגובותיהם להיגדים בשלושה ממדים: מידת הביטחון העצמי שלהם כלומדי מדעים, היחס שלהם למקצוע ומידת ההנאה שלהם מלימוד המקצוע.

ה. חוללות עצמית והישגים במדעים

אדם בעל חוללות עצמית גבוהה הוא אדם המאמין ביכולתו להגיע לרמה גבוהה של הישגים במשימה מסוימת (Bandura, 1997).

קיימים ארבעה מקורות אשר תורמים לעיצוב החוללות העצמית: ניסיון קודם, צפייה באחרים, שכנוע מצד אחרים ותגובות פיזיולוגיות חיוביות בעת ביצוע המטלה. ניתן אפוא לשער כי לעמדות הרגשיות כלפי תחום מסוים תהיה השפעה על החוללות העצמית בתחום זה (Lent, Brown & Hacket, 1996). חוללות עצמית יכולה לשמש כמשתנה מתווך בין עמדות כלפי מתמטיקה לבין הישגים במתמטיקה (Randhawa, Beamer & Lundberg, 1993). כמו כן, חוללות עצמית משפיעה על ההישגים באופן ישיר (Zimmerman & Bandura, 1994), ובאופן עקיף – דרך ההשפעה שלה על המטרות שהלומד מציב לעצמו (Bandura & Wood, 1989).

תחושה גבוהה של חוללות עצמית עשויה להשפיע על רצון התלמיד לקחת על עצמו משימות מאתגרות ולהתאמץ ולהתמיד בפיצוחן. זה עשוי להשפיע באופן מכריע על המוטיבציה שלו ועל המחויבות שלו להשיג את האתגרים שהציב לעצמו (Zimmerman, 1989, 1990, Bandura, 1994). החוללות העצמית משפיעה על כמות האתגרים שאדם מציב לעצמו, על המאמץ שהוא מוכן להשקיע ועל כושר ההתמדה שלו נוכח הקשיים. המחקר על תהליך הלמידה הראה שתלמידים צריכים להאמין ביכולות שלהם לפני שהם משקיעים את המאמץ הדרוש

באסטרטגיות למידה שיסייעו להם להגיע להישגים גבוהים יותר. הנתונים מראים שהאמונה העצמית ביכולת מנבאה את היכולת של התלמיד לשלוט בלמידה שלו.

דימוי עצמי נבדל מחוללות עצמית בכך שחוללות עצמית היא הערכה תלויית-הקשר של היכולת לבצע משימה מסוימת במצב מסוים. דימוי עצמי אינו נמדד בכזו רמת מיקוד אלא מעריך באופן כללי את היכולת של הפרט. השאלה "האם אתה תלמיד טוב במדעים?" מעוררת תהליכים קוגניטיביים ואפקטיביים שונים מאלה שמעוררת השאלה "האם אתה מסוגל לפתור את הבעיה הזאת?". מאחר שקיימות דרכים שונות להעריך ביטחון, הן יפעלו אחרת מול הישגים, ולכן חוללות עצמית צריכה להימדד בעזרת משימה ספציפית וקרוב ככל האפשר למועד הביצוע.

בעזרת האמונות של הפרטים ביחס ליכולותיהם אפשר לנבא כיצד יתנהגו בעתיד יותר טוב מאשר בעזרת מה שהצליחו להשיג בפועל, משום שהאמונות מסייעות להגדיר מה הפרטים עושים עם הידע והכישורים שלהם. הישגים קודמים משפיעים על ההתנהגות העתידית דרך השפעתם על חוללות עצמית, וזו יכולה להשפיע על ביצועים, בלי קשר לניסיון העבר (Bandura, 1986, Cooper & Robinson, 1991).

מחקר שבו נעשה שימוש בניתוח נתיבים כדי לבדוק את התפקיד של חוללות עצמית כמתווך והאם היא מנבאת טוב יותר ממשתנים אחרים את הביצועים (Pajares & Miller, 1994), גילה כי ההערכה של התלמידים את יכולתם לפתור בעיות במתמטיקה ניבאה את הישגיהם יותר ממשתנים אחרים שנמצאו אף הם משפיעים על ההישגים במחקרים קודמים. החוללות העצמית תיווכה בין מגדר וביצועים קודמים לבין דימוי עצמי מתמטי והישגים. נמצאו פערי הישגים בין המינים אבל המחקר מראה כי הם תווכו על ידי הבדלים בחוללות העצמית שלהם, משום שרק הנתיב שבין המגדר לחוללות העצמית היה בעל מקדם מובהק. האפקט של המגדר על הדימוי העצמי ועל ההישגים היה עקיף, דרך החוללות העצמית. כלומר, את ההישגים הנמוכים יותר ואת הדימוי העצמי הירוד של הנשים במחקר יש לייחס לשיפוט שלהן את יכולותיהן (Hacket & Betz, 1989, Pajares & Kranzler, 1995).

מחקר פיזה 2006 במדינות ה- OECD הראה כי תלמידים מצליחים לא רק בטוחים ביכולות שלהם. הם גם מאמינים שהשקעה בלמידה יכולה לגרום לשינוי ולעזור להם להתגבר על קשיים, כלומר יש להם תחושה חזקה של החוללות שלהם. לעומת זאת, תלמידים שחסר להם ביטחון ביכולת שלהם ללמוד מה שנחשב בעיניהם חשוב ולהתגבר על קשיים עלולים לא להצליח, לא רק בבית-הספר אלא גם בחייהם כבוגרים. חוללות עצמית היא הרבה מעבר למה שתלמידים טובים חושבים על עצמם בנושאים כמו מדעים. היא עוסקת יותר בסוג הביטחון הדרוש להם כדי להצליח לשלוט במטלות לימודיות מסוימות ולכן היא איננה רק השתקפות של יכולות התלמיד וביצועיו. הקשר שבין החוללות העצמית לבין הישגים בהחלט יכול להיות הדדי. תלמידים בעלי יכולת לימודית טובה יותר בטוחים יותר בעצמם, ורמות גבוהות של ביטחון משפרות את היכולת הלימודית של התלמיד (OECD, 2007). נראה כי במדעים בנות מדווחות על חוללות עצמית גבוהה יותר מאשר בנים (Britner & Pajares, 2006). במחקר פיזה 2006 בנים דיווחו על רמות

גבוהות יותר של חוללות עצמית מדעית רק במדינות יפן, הולנד, איסלנד וקוריאה. בכל מדינות ה-OECD נצפה קשר חיובי בין חוללות עצמית מדעית לבין הישגים והקשר הזה כנראה הדדי (OECD, 2007).

בישראל, מחקרים מראים כי קיים הבדל מובהק בין החוללות העצמית של תלמידים יהודים לזו של תלמידים ערבים (בירנבוים ונאסר, 2003). תלמידים ערבים נטו לדווח על רמות גבוהות יותר של חוללות עצמית. כמו כן, במגזר היהודי נמצא הבדל מובהק לטובת הבנים, ובמגזר הערבי – לטובת הבנות.

במחקר זה תיבדק החוללות העצמית של התלמידים הישראלים כפי שהיא משתקפת בתגובותיהם לשאלה באיזו מידה יוכלו לבצע בקלות ובאופן עצמאי כמה מטלות אשר עוסקות בזיהוי שאלה מדעית, מתן פרשנות למידע, הסבר תופעה או חיזוי השפעתם של שינויים סביבתיים.

ו. שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום המדעים, עמדות והישגים במדעים

שאיפות חינוכיות הן המטרות החינוכיות שהתלמיד מציב לעצמו על-פי ההערכה העצמית שלו את יכולתו בהקשר ללמידה (Bandura, 1994).

חוללות עצמית גבוהה מובילה לציפיות גבוהות בנוגע להשכלה ולתעסוקה עתידית (Bandura, 1997, Locke & Latham, 1990) והיא משמשת מנבא חשוב לבחירה במסלול לימודים (Schulz, 2005). ילדים בעלי חוללות עצמית גבוהה מגיעים להישגים גבוהים והם בעלי שאיפות גבוהות להשכלה בתחום המדעים, חינוך, ספרות ורפואה. לחוללות העצמית של הילדים יש השפעה ישירה רבה על השאיפות שלהם לגבי השכלה ועיסוק עתידי (Bandura, 1997) .

מחקר שבדק את העמדות של 380 תלמידי חטיבות ביניים ממוצאים שונים כלפי מתמטיקה ומדעים גילה כי המקצועות שבהם מוצא הפרט עניין מבטאים את האמונות ואת הציפיות שלו, שהחוללות העצמית שלו משפיעה על הבחירות ועל הפעולות שהוא נוקט בהמשך חייו ושהשאיפות שלו להשכלה ולקריירה משפיעות אף הן על הבחירות והפעולות שהוא נוקט (Fouad & Smith, 1996). גם המשתנים הדמוגרפיים והאישיים כמו מוצא ומין משפיעים על חוויית הלמידה וגם לה יש תפקיד בעיצוב החוללות העצמית והשאיפות. באותו מחקר נבדק מודל שבו יוצגו המשתנים מין וגיל כתנאים מקדימים ללמידה ונמצא כי לחוללות עצמית יש השפעה ישירה על תחומי העניין והשפעה עקיפה על תחומי העניין דרך הציפיות של הפרט. לבסוף, נמצא כי השאיפות של הפרט מושפעות מן החוללות העצמית שלו, מהציפיות שלו ומתחומי העניין שלו. מחקרים אחרים הראו כי ההשפעה של האמונות ביחס למדעים על ההישגים במדעים מתווכת על ידי גורמים נוספים כגון חוללות עצמית ואסטרטגיות למידה (Hofer & Pintrich, 1997, Koller, 2001).

רמת השאיפות של התלמיד מושפעת מעמדותיו כלפי המקצוע (Abu-Hilal, 2000). קיימת השפעה ישירה של עמדות התלמיד על השאיפות שלו להשכלה, והשפעה ישירה של השאיפות שלו על ההישגים הלימודיים שלו בתחום. לעומת זאת, העמדות אינן משפיעות כמעט באופן ישיר על ההישגים. בספרות המחקרית קשה למצוא תשובה חד-משמעית לשאלה האם קיים קשר בין מין התלמיד לבין שאיפותיו כלפי מדעים. בחלק מהמחקרים נמצאו הבדלים בין תפיסותיהם של בנים ובנות כלפי מדעים כבר בבית הספר היסודי (Zerega & Walberg, 1984). בבתי ספר בשיקגו, בנים בחרו במדעים כמקצוע האהוב עליהם יותר מאשר בנות. קריירה במדעים נתפסה אצל הבנים כמהנה וכמעניקה סיפוק אישי יותר מאשר אצל בנות. בנים דיווחו שהם מתייחסים אל תחום המדעים כאל תחום שימושי שאפשר ליישם אותו לפתרון בעיות יותר מאשר בנות. עם זאת גם הבנות האמינו שניתן להשתמש במדעים כדי לפתור בעיות אישיות וכלליות.

מחקרים אחרים, גם הם בארה"ב, הראו שהבנות – בדומה לבנים – בכיתות היסוד התייחסו למדעים כנושא חשוב ושימושי לחיי היומיום והתעניינו בבחירת קריירה במדעים. בחטיבת הביניים, כמחצית מהבנות הביעו עמדה חיובית כלפי לימודי המדעים והתעניינות בקריירה במדעים. בחטיבה העליונה ההתייחסות החיובית של הבנות פחתה. פחות בנות בחרו קורסים במדעים (Kahle, 1996).

ניתוח של 40 מחקרים אשר השוו את הישגיהם של התלמידים הישראלים במדעים (Friedler &Tamir, 1990) ואת עמדותיהם של בנים ובנות כלפי מדעים ולימוד מדעים גילה כי בביה"ס היסודי אין הבדל בין העמדות של בנים ובנות כלפי מקצוע המדעים. בחטיבה העליונה, לעומת זאת, לבנים יש עמדות חיוביות יותר למדע, הבנה טובה יותר והתעניינות רבה יותר בתחום. לבנות לעומתם יש עמדות חיוביות יותר כלפי בית הספר. מחקרים בישראל בעשור האחרון מראים כי השאיפות של בנות ערביות להשכלה ולעבודה גבוהות מאלה של הבנים באופן מובהק וגבוהות יותר מאלה של בנים ובנות יהודים. בקרב היהודים לא נמצא הבדל מובהק בין השאיפות של בנים ובנות (Seginer & Vermulst, 2002). היתרון של הבנות הערביות מוסבר על-ידי המסרים הסותרים המועברים לבנות על-ידי הקהילה והמשפחה. מחד, מודגשים הערכים חופש, עצמאות והשכלה רחבה, ומאידך נדרשת האישה להמשיך ולדבוק בתפקידים המסורתיים בחברה שבה היא חיה.

בהקשר זה, מעניין לציין מחקר שנועד לספק ממצאים אמפיריים בנוגע למחלוקות על סדרי עדיפויות בתכניות הלימודים ועל הדרכים הנכונות להוראת מדעים (SAS – Science And Scientists). במסגרת מחקר זה אספו 40 חוקרים מ-21 מדינות נתונים מכ-10,000 תלמידים בני 13. התלמידים נתבקשו לסמן את הנושאים שעליהם היו רוצים ללמוד יותר מתוך כ-60 נושאים אפשריים. מתברר שתלמידים ממדינות מתפתחות מעוניינים ללמוד כמעט על הכול. זו כנראה תוצאה של העובדה שחינוך עבורם הוא עדיין בגדר מותרות ופריבילגיה והם אינם רואים בו חובה מענה כמו תלמידים במדינות עשירות יותר. חלק מהממצאים תואמים לסטריאוטיפים המקובלים לגבי נושאי עניין "גבריים" ו"נשיים", אלא שהממצא המעניין היה ההבדלים

הקיצוניים ביניהם. למשל, בנורבגיה 76% מהבנים ו-33% מהבנות הביעו רצון ללמוד על עקרון הפעולה של המכונית. ביפן ההבדל היה עוד יותר גדול אם כי המספרים עצמם הרבה יותר קטנים – 36% מהבנים ורק 6% מהבנות התעניינו בנושא זה. בשוודיה שבה נתגלה הפער הגדול ביותר, 83% מהבנים ו-32% מהבנות גילו עניין בנושא (Sjoberg, 2001).

למרות הפערים בין המינים, ישנם נושאים שמעניינים את בני שני המינים ברוב המדינות. למשל, קיומם של חיים מחוץ לכדור הארץ, מחשבים, טלוויזיה ומה אפשר לעשות איתם, מדוע נעלמו הדינוזאורים, רעידות אדמה והרי געש, כלים וקולות מוזיקליים, הירח, השמש והכוכבים. בין הנושאים שעניינו את הבנים והבנות הכי פחות ברוב המדינות (בעיקר העשירות שבהן) – כיצד להגדיל את היבול בגינה ובחווה, כיצד הצמחים צומחים ולמה הם זקוקים, צמחים ובע"ח בשכונה שלי, חומרי ניקיון וסבון – כיצד הם פועלים, חייהם של מדענים מפורסמים. הממצאים האלה מראים שהניסיון להפוך את המדעים ליותר רלוונטיים וידידותיים לתלמידים לא תמיד עולה בקנה אחד עם מה שמעניין את התלמידים. כלומר, ייתכן שכדי לקרב את התחום לתלמידים, יש לדבוק בתכנית לימודים ובתוכני לימוד שלוקחים בחשבון את ההבדלים המגדריים והתרבותיים במקום לאמץ תכנית לימודים אחת, כמעט אוניברסאלית.

במחקר זה תיבדק השאיפה של התלמידים הישראלים להשכלה ולעבודה כפי שהיא משתקפת בתגובותיהם לארבעה היגדים אשר עוסקים ברצונם לעסוק בעתיד במקצוע המשלב מדעים וברצונם להמשיך בלימודי מדעים לאחר התיכון.

ז. מצב סוציואקונומי וחוללות עצמית, שאיפות להשכלה ולעבודה ועמדות

החוללות העצמית היא בעלת הקשר החזק ביותר למצב סוציואקונומי, מבין כל התכונות הקשורות לאמונה עצמית. ממצא זה תקף לגבי כל מדינות ה- OECD, כפי שעולה מניתוח תוצאות מבחני הפיזה 2003 במתמטיקה. לחוללות העצמית של התלמיד יש קשר עקבי עם הרקע הסוציואקונומי שלו (Schulz, 2005). הרקע המשפחתי נחשב בספרות המחקרית כמשתנה חשוב להתפתחות של חוללות עצמית אצל הפרט (Schneewind, 1998). מבין המשתנים המסבירים את השונות בחוללות העצמית למגדר ולמצב הסוציואקונומי יש חשיבות רבה.

השאיפות של התלמידים מושפעות באופן ישיר מהמצב הסוציואקונומי של המשפחה. בהנחה שמפקחים על ההישגים הלימודיים, ככל שהמשפחה אמידה יותר ומשכילה יותר, רמת הציפיות של ההורים מילדיהם גבוהה יותר וזה תורם לפיתוח רמת ציפיות להשכלה גבוהה יותר אצל ילדיהם (Kfir, 1998). כמו כן, תלמידים בעלי שאיפות גבוהות יותר להשכלה ולעבודה הם בעלי דימוי עצמי גבוה יותר והישגים טובים יותר (Young, 1998, Seginer & Vermulst, 2002). הקשרים האלה מתעצמים על-ידי המצב הסוציואקונומי שלהם (Young, 1998).

הספרות המחקרית מראה כי שאיפות לגבי העתיד קשורות מחד לרקע החברתי ולהישגים, ומאידך – לשאיפות ולנורמות של העמיתים שאתם הם באים במגע. השאיפות להשכלה ולתעסוקה הן תהליך שבו מתבגרים שוקלים את שאיפותיהם ואת ציפיותיהם כנגד

הסבירות שיצליחו להגשימן (Gambetta, 1996). שאיפות נחשבות משתנה קריטי בקביעת הזדמנויות בשוק העבודה. מחד, שאיפות לתעסוקה נוטות לשקף את המעמד החברתי ולכן תלמידים בני מיעוטים אתניים או ממעמד הפועלים סביר שיפתחו ציפיות נמוכות יותר מאלה של בני המעמד הגבוה (Ayalon & Yuchtman-Yaar, 1989). מצד שני, השאיפות של תלמידים הם אחד המנבאים הטובים ביותר של השתתפות בשוק העבודה והניידות החברתית של מבוגרים, כלומר יש להן תפקיד חשוב בשימור אי-השוויון החברתי. מחקרים בעשור האחרון מראים שיש קבוצות אתניות שאינן מתנהגות לפי מעגל הקסמים הזה שבו תלמידים בני מיעוטים מפתחים שאיפות וציפיות נמוכות שמובילות לתוצאות סוציואקונומיות עגומות. לפי המחקרים האלה, סטודנטים אמריקניים-אסייתיים ופקיסטניים באנגליה, למשל, הם בעלי שאיפות גבוהות להשכלה ולעבודה למרות נקודת המוצא הנחותה והאפליה שהם חווים בשוק העבודה. אחת הסיבות לשאיפות הגבוהות היא הבידול שלהם בבתי הספר או הבידול האתני שלהם. בידול זה יכול להוביל לשוק עבודה נפרד, שבו ההזדמנויות שלהם משתפרות והם נמנעים מתחרות ישירה עם קבוצות שליטות בשוק העבודה הכללי (Grace & Tienda, 1998).

האוכלוסייה הערבית בארץ מתאימה במיוחד לבחינת הקשר בין בידול לשאיפות של בני מיעוטים לגבי העתיד בשל ההפרדה הברורה, פיזית ומינהלתית, בין מערכות החינוך היהודית והערבית, אף ששתיהן נשלטות על ידי המדינה. בנוסף לכך, בשל גורמים דתיים והיסטוריים, נוצרה הפרדה בתוך מערכת החינוך הערבית (בין בתי ספר מוסלמיים, דרוזיים ונוצריים). במחקר שעסק בשאיפות תלמידי תיכון מ-47 בתי ספר ערבים הממוקמים ב-27 יישובים בארץ נמצא כי בניגוד לבני מיעוטים במקומות אחרים, לתלמידים הערבים יש שאיפות גבוהות מאוד, בלתי-ריאליות כמעט, למרות אי-השוויון החברתי (Khattab, 2002). הבידול בעצם מתפקד כמשמר את חוסר השוויון ובכיוון ההפוך מזה המצופה. תלמידים נוטים להעריך את ביצועיהם בהתאם לסטנדרטים בסביבתם, ומאחר שבבתי ספר פחות איכותיים ציוני התלמידים אינם גבוהים, הם נוטים לפתח הערכה עצמית גבוהה. ככל שבית הספר איכותי יותר, שאיפות התלמידים יהיו נמוכות יותר. בקהילות מבוססות, התלמידים יודעים שכדי להשיג עבודה ראויה, עליהם להשיג השכלה גבוהה יותר גם אם היכולת שלהם אינה מדהימה ביחס לזו של עמיתיהם. עם זאת, הם חשים שאין להם יתרון על פני תלמידים אחרים ולכן שאיפותיהם צנועות יותר.

ח. השימוש בניתוח משוואות מבניות (SEM)

סקירת הספרות מלמדת אפוא כי להבדלים המגדריים, התרבותיים והסוציואקונומיים יש קשר לביצועי התלמיד בכל הקשור למדעים וכן לחוללות העצמית המדעית ולשאיפות להשכלה

ולעבודה בתחום. במחקר זה ייעשה שימוש בניתוח משוואות מבניות (Structural – SEM Equation Modeling) לבדיקת הקשר שבין המאפיינים הללו לרמת האוריינות המדעית של התלמידים הישראלים שנבחנו במבחני הפיזה 2006. זוהי גישה סטטיסטית לניתוח שאלות מחקר מורכבות במדעי החברה וההתנהגות, אשר אומצה בסוף שנות התשעים של המאה הקודמת. עם הסיבות להרחבת השימוש בה ניתן למנות את המורכבות ההולכת וגדלה של שאלות המחקר ואת פיתוחן של תוכנות גמישות וידידותיות למשתמש (כמו AMOS, EQS, ו- LISREL) המפיקות את המודלים המתארים את הקשרים שבין משתני המחקר.

יתרונות השיטה

בניגוד לניתוח הנתיבים המסורתי שכולל משתנים נצפים בלבד, ניתוחים המשתמשים בהליכי SEM כוללים גם משתנים נצפים וגם משתנים לטנטיים, כלומר משתנים שלא ניתן לצפות בהם ישירות ולכן גם לא ניתן למדוד אותם ישירות, ולכן יש לבחור משתנים נצפים שיהוו אינדיקטורים של המשתנה הלטנטי הנחקר. המתודולוגיה מתבססת על גישה מאששת לניתוח נתונים. הודות לדרישה שדפוס הקשרים בין המשתנים יוגדר א-פריורית בגישה הזו, היא מתאימה לניתוח שמטרתו הסקת מסקנות. רוב ההליכים האחרים לניתוח רב-משתני הם תיאוריים באופיים, כמו ניתוח גורמים מגשש למשל. היכולת של השיטה לספק אומדנים לטעויות המדידה היא יתרון נוסף. השיטות האחרות מניחות מהימנות מושלמת של הכלים למדידת המשתנים. ב- SEM אפשר להעריך את המהימנות של כל משתנה במודל. השיטה מאפשרת גם לבחון קשרים פנימיים בקרב המשתנים המנבאים. אפשר לקבוע איזה מבין המודלים המוצעים הוא המתאים ביותר לנתונים ואפשר גם להשוות בין אותו מודל בקבוצות שונות ורבות (Byrne, 2006).

השימוש בשיטה

SEM הוא למעשה שילוב של טכניקות מוכרות כמו רגרסיה מרובה וניתוח גורמים. מחקרים אחדים (Biddle & Marlin, 1987) ביקרו את השימוש השגוי שנעשה בשיטה זו. הבעיות העיקריות שנמנו היו: 1) כאשר בוחנים מודל נתיבי, המסקנה העיקרית צריכה להיות שהוא מנבא דפוס של קשרים נצפים, ואולי זמניים. אי אפשר להסיק דבר על יחסי סיבה-תוצאה בין המשתנים במודל; 2) תיאור גרפי של מודלים כאלה באמצעות תרשימים הוא דרך יעילה לסכם מידע מורכב, אבל בדרך-כלל הם לא כוללים חלק מהאינפורמציה שהקורא עשוי להזדקק לה; 3) רגרסיית ריבועים פחותים דורשת כקלט מטריצה של מתאמים בין המשתנים, וכשמפרשים מטריצה כזו ההנחה היא שכל המשתנים הם אינטרוולים, שהציונים עבור המשתנים התלויים מתפלגים נורמלית ושכל המשתנים קשורים זה לזה לינארית. יש להקפיד שכל ההנחות האלה יתקיימו גם בניתוח משוואות מבניות בשיטת הנראות המקסימלית.

מחקרים אחדים ניסו להגיע למודל נתיבי שיסביר את הקשר שבין מאפיינים הקשורים לתלמיד, למשפחתו ולבית הספר על ההישגים שלו. אתאר בקצרה כמה מהם: המבחן GRE – Graduate Record Examination – משמש בהליכי המיון של גופים רבים בקנדה, בארה"ב ובמדינות נוספות, ובין היתר – בהליכי הקבלה ללימודים גבוהים, והוא בודק יכולת מילולית, כמותית וכישורים אנליטיים. מבחן זה שימש מושא למחקר שבו נבדקו בעזרת SEM הקשרים שבין מאפייני הרקע של תלמידים להישגיהם במבחן. נמצא כי המשתנים השיוכיים מין, מוצא, השכלת הורים, אזור גאוגרפי וגיל היו בעלי הקשרים החלשים ביותר להישגים בבחינה, אבל מבין המשתנים האלה – להשכלת הורים היה הקשר ההדוק ביותר להישגים וגם למין הנבחן היה קשר משמעותי להישגים. המחברים הדגישו את החשיבות שבהכללת משתנים סוציואקונומיים במודל – נושא שהוזנח לדעתם בשנים האחרונות (Striker & Rock, 1995).

במחקר אחר שבדק את הקשרים שבין שאיפות, דימוי עצמי והישגים לימודיים בקרב 3397 תלמידים ב-28 בתי ספר תיכוניים באוסטרליה (חלק ממחקר האורך The Western Australian School Effectiveness Study), נאמדו הקשרים שבין המשתנים בעזרת SEM. בין היתר, נבדקה ההשערה כי המודל הנתיבי שנבנה יעיל באותה מידה לתלמידים עירוניים ולתלמידים כפריים בעזרת ניתוח רב-מדגמי (multi-sample analysis) בתוכנת LISREL. תוצאות המחקר הראו כי השאיפות וההישגים של התלמידים העירוניים עלו בהרבה על אלה של עמיתיהם הכפריים אך הדימוי העצמי שלהם היה זהה. הדימוי העצמי זוהה כמשתנה בעל השפעה ממתנת על השאיפות של התלמיד ועל הישגיו. המודל הנתיבי נמצא יעיל לשתי הקבוצות (Young, 1998). פפנסטסיו בדק את תוצאות מבחני הטימס במתמטיקה בקפריסין, ביפן ובארה"ב ובנה מודל שבו המשתנה בעל ההשפעה הישירה הגדולה ביותר על עמדות התלמיד כלפי מתמטיקה הוא ההוראה בקפריסין וביפן, ומתן תגבור בארה"ב. המודל הצביע על כך שעמדות ואמונות אינן יכולות לשמש לניבוי הישגים במתמטיקה (Papanastasiou, 2000, 2002).

במחקר נוסף נעשה שימוש ב-SEM לבדיקת המשתנים המשפיעים על עיצוב השאיפות לעתיד ובחירת המקצוע של 272 תלמידים. תוצאות המחקר הראו כי המצב הסוציואקונומי של המשפחה קשור לשאיפות התלמיד רק באופן עקיף, דרך השפעתו על החוללות העצמית ועל השאיפות להשכלה של ההורים. החוללות העצמית של התלמידים בתחום הלימודי, החברתי והאישי משפיעה על סוגי העבודות שהם בוחרים ישירות ובעקיפין, דרך השפעתה על השאיפות האקדמיות שלהם. במחקר נבדקו גם הבדלי מגדר שחשפו כי חוללות עצמית תעסוקתית מנבאה הבדלים מסורתיים בבחירת מקצוע (Bandura, Barbaranelli, Caprara & Pastorelli, 2001).

מודל המחקר

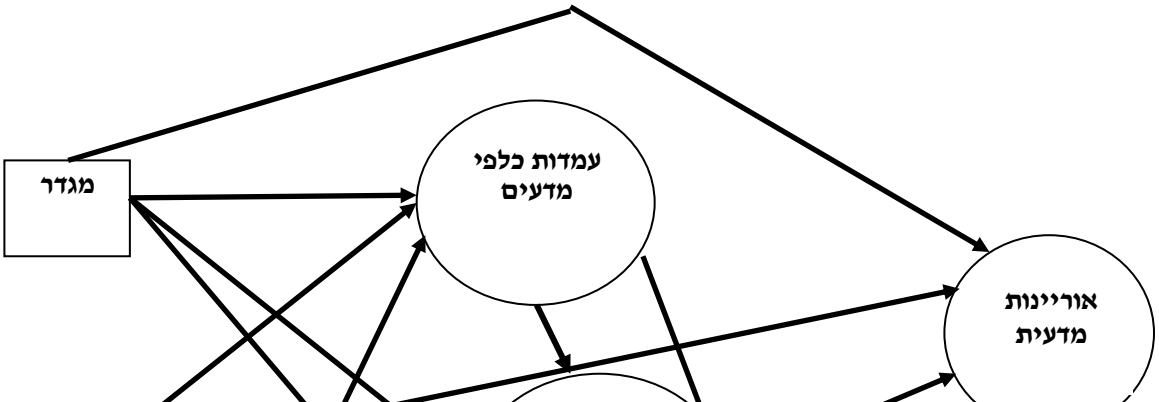
לקראת כתיבת ההצעה, נבדקו באופן מעמיק שלושה מודלים: האחד הסביר את השונות בהישגים במתמטיקה (דוברובנסקי, 2005) של תלמידים ישראלים בכיתות ח' במבחני טימס 1999, השני,

המבוסס עליו, בדק את ההישגים במדעים במבחני הטימס שנערכו בישראל לבני אותה שכבת גיל בשנת 2003 (עיסא, 2007) והשלישי בדק את הקשרים בין השאיפות, הדימוי העצמי וההישגים במדעים ובמתמטיקה של תלמידים עירוניים וכפריים באוסטרליה (Young, 1998).

על-סמך הספרות שנסקרה ושלושת המודלים שצוינו לעיל מוצע המודל המשוער שלהלן (תרשים 1) להסבר השונות ברמת האוריינות המדעית באמצעות משתני הרקע (מגדר, מגזר ומצב סוציואקונומי), העמדות, החוללות העצמית והשאיפות להשכלה ולעבודה. על-פי המודל הזה, כל אחד מן המשתנים הנצפים מגזר ומגדר משפיעים על ההישגים במדעים באופן ישיר (Friedler & Tamir, 1990; Fuchs & Wobmann, 2004; Hedges & Nowel, 1995; Sjoberg, 2001) וגם באופן עקיף, בתיווך העמדות של התלמיד כלפי מדעים (בכר, 2004; זוזובסקי, 2005; Birenbaum & Nasser, 2006).

כך גם המצב הסוציואקונומי של התלמיד (בן דוד, 2003; Ma & Klinger, 2000 ; Lytton & Pyryt, 1998;). לעמדות כלפי תחום מסוים יש השפעה על החוללות העצמית בתחום זה (Lent, Brown & Hacket, 1996), אך העמדות אינן משפיעות כמעט באופן ישיר על ההישגים (Abu-Hilal, 2000, Papanastasiou, 2000, 2002). החוללות העצמית יכולה לשמש כמשתנה מתווך בין עמדות לבין הישגים בתחום (Randhawa, Beamer & Lundberg, 1993). כמו כן, חוללות עצמית משפיעה על ההישגים באופן ישיר (Zimmerman & Bandura, 1994), ובאופן עקיף – דרך ההשפעה שלה על המטרות שהלומד מציב לעצמו והשאיפות שלו (Bandura & Wood, 1989). השאיפות של התלמיד מושפעות מן המגדר (Zerega & Walberg,1984), המגזר והמצב הסוציואקונומי של התלמיד (Kfir, 1998, Young, 1998).

בתרשים 1 מוצג באופן סכמתי המבנה של המודל המשוער המתאר את הקשרים בין המשתנים המשפיעים על האוריינות המדעית של התלמידים, על-פי הספרות המחקרית שנסקרה.



תרשים 1

מודל מבני המתאר את המשתנים המשפיעים על האוריינות המדעית של תלמידי ישראל במבחני PISA

השערות המחקר

1. המודל המוצע מתאים לנתונים של תלמידי ישראל בני ה-15 ומסביר שיעור מובהק של השונות באוריינות המדעית שלהם באמצעות המשתנים מגדר, מגזר, מצב סוציואקונומי, עמדות כלפי מדעים, חוללות עצמית מדעית ושאיפות להשכלה ולעבודה בתחום.
2. למשתנים מגדר, מגזר ומצב סוציואקונומי יש אפקטים ישירים ועקיפים על האוריינות המדעית.
3. המשתנים חוללות עצמית מדעית ושאיפות להשכלה ולעבודה בתחום הם משתנים מתווכים בין העמדות של התלמיד כלפי מדעים ובין האוריינות המדעית שלו.

שיטת המחקר

האוכלוסייה והמדגם

אוכלוסיית המטרה של מחקר פיזה (Program for International Student Assesment–PISA) 2006 היא אוכלוסיית התלמידים בני ה-15 ושלושה חודשים עד 16 וחודשיים. נדגמו תלמידים הלומדים במוסד חינוכי, ללא קשר לכיתה או לסוג המוסד (מקצועי, עיוני) שבהם הם לומדים. בפיזה 2006 השתתפו כ- 400 אלף תלמידים ב- 57 ארצות (30 מהן חברות ב-OECD) (ראמ"ה, 2007).

שיטת הדגימה הבטיחה שמדגם מייצג של אוכלוסיית המטרה ייבחן בכל מדינה. ברוב המדינות ובכללן ישראל נעשתה דגימה משוכבת דו-שלבית. בשלב הראשון נדגמו באופן מקרי בתי ספר שבהם לומדים תלמידים בני 15 – נדגמו לפחות 150 בתי ספר בכל מדינה. תהליך השיכוב של בית הספר כלל קיבוץ בתי הספר על-פי תכונה או משתנה מסוים שעשוי להשפיע על השונות במשתני הקריטריון. בשלב השני נדגמו באופן מקרי 35 תלמידים בני 15 מכל אחד מבתי הספר שעלו במדגם בשלב הראשון, כאשר לכל תלמיד בן 15 בבית הספר יש אותה הסתברות להיבחר בכל מדינה. מרגע שהתלמידים נדגמו – לא ניתן להחליפם בתלמידים אחרים. שיטת הדגימה הזו הובילה למדגם בן 4,500 – 10,000 תלמידים בכל מדינה. המתכננים דרשו שאחוז בתי הספר או התלמידים שיוצאו מן המדגם בשל חוסר התאמה למחקר לא יעלה על 5% ושבבתי הספר שנבחרו יהיו 85% משיבים (OECD, 2006a).

בישראל כללה אוכלוסיית המטרה 109,370 תלמידים בני 15 הרשומים במוסד חינוכי כלשהו (מתוך כלל בני ה-15 שמספרם היה אז 122,626). מתוכם נגרעו מהמדגם על-ידי בתי הספר 1770 תלמידים (מסיבות שונות) שמהווים 1.62% (ישראל עמדה אפוא בדרישות המתכננים לגבי אחוז הגריעות מן המדגם). משרד החינוך העביר לעורכי המבחנים רשימה של כל בתי הספר התיכוניים, והארגון הבינלאומי דגם כך שכל מגזר מיוצג על-פי גודלו באוכלוסייה, כולל הלא-יהודים והחרדים. השיכוב נעשה על-פי המשתנים האלה: אזור לבתי ספר ממלכתיים (מלבד בתי ספר דרוזיים), גודל הקבוצה לבתי ספר ממלכתיים, מין לבתי ספר ממלכתיים-דתיים, מגזר לבתי ספר ערביים, ומדד הטיפוח של בית הספר. בסה"כ היו בישראל 9 שכבות. שיטת הדגימה הובילה לכך שבישראל נטלו חלק במחקר 4584 תלמידים (רובם מכיתות י' ומקצתם מכיתות ט'), 52% מהם בנות ו-48% בנים, מ- 149 בתי ספר המייצגים את כלל בני ה-15 בישראל מכל מגזרי האוכלוסייה. ממוצע הגילאים של כל התלמידים שהשתתפו במחקר היה 15.8. שיעור כיסוי האוכלוסייה היה גבוה ועמד על 97% (ראמ"ה, 2007). מדינת ישראל גם נמנית עם המדינות שענו על הדרישות מבחינת שיעור המשיבים בכל בית ספר. המדגם כלל 3765 (שהם 82%) דוברי עברית, שמתוכם 1809 בנים ו-1956 בנות, ו-819 (שהם 18%) דוברי ערבית, שמתוכם 395 בנים ו- 424 בנות (הפלטים המתארים את המדגם מצורפים בנספח א). בסה"כ נדגמו 123 בתי ספר עבריים ו- 26 בתי ספר ערביים. בלוח 1 מוצגת התפלגות הנחקרים בישראל לפי שפת ההיבחנות, המגדר וכיתת הלימוד.

לוח 1: התפלגות הנחקרים לפי שפת ההיבחנות, מגדר וכיתת לימוד

		דוברי עברית	דוברי ערבית	סה"כ נחקרים
כיתה	כיתה ט'	591 (16%)	43 (5%)	634 (14%)
	כיתה י'	3146 (84%)	773 (95%)	3919 (86%)
מגדר	בנים	1809 (48%)	395 (48%)	2204 (48%)
	בנות	1956 (52%)	424 (52%)	2380 (52%)

כלי המחקר והמשתנים

כלי המחקר

מחקר זה התבסס על נתונים שנאספו באמצעות שני כלים:

1. מבחני נייר ועיפרון שבדקו את רמת האוריינות המדעית של הנחקרים. אוריינות מדעית, שהיוותה את נושא החקירה המרכזי של מחקר פיזה 2006, היא על-פי המתכננים הידע המדעי של הפרט והשימוש בידע הזה כדי לזהות שאלות, לרכוש ידע נוסף, להסביר תופעות מדעיות ולהסיק מסקנות על נושאים הקשורים למדע, לפתח מודעות לאופן שבו מדע וטכנולוגיה מעצבים את הסביבה החומרית, האינטלקטואלית והתרבותית שלנו, ולגלות רצון לקחת חלק בנושאים מדעיים כאזרח מועיל. אוריינות מדעית נמדדה על-פי שלוש יכולות: א) מתן הסבר מדעי לתופעות, כאשר הרעיונות הם אלה המוכרים מכימיה, פיזיקה, ביולוגיה, מדעי החלל והסביבה אבל הם מיושמים בתוכן הפריט; ב) זיהוי סוגיות מדעיות, כלומר היכולת לתאר, להסביר ולחזות תופעה מדעית, להבין מהי חקירה מדעית, לחשוב באופן ביקורתי ולהסיק מסקנות ביחס לסוגיות הקשורות למדע; ג) שימוש בהוכחות מדעיות במצבים או בהקשרים שונים – יישום ידע מדעי ושימוש בתהליכים מדעיים בשלושה תחומים: מדע בחיי היומיום ובבריאות, מדע בחלל ובסביבה ומדע וטכנולוגיה (OECD, 2006b). מתכנני המחקר יחד עם קבוצת מומחים פיתחו סולם בקיאות בעל שש רמות אשר נועד לתיאור מגמות שינוי באוריינות המדעית לאורך זמן. הציונים חושבו על סולם הנע בין 200 ל-800, כאשר ממוצע הציונים במדינות ה- OECD היה 500 וסטיית התקן – 100, כלומר כשני שלישים מן התלמידים הגיעו לתוצאה של 400-600 נקודות. על-פי סולם זה, תלמיד שרמת הביצוע שלו נמוכה במיוחד (רמת בקיאות נמוכה מ-1, ציון 200 – 334.8), נמצא בנחיתות חמורה מבחינת יכולתו להשתלב באופן מלא בחברה ובכלכלה, תלמיד בעל אוריינות מדעית נמוכה (רמת בקיאות 1, ציון 334.9 – 409.4) הוא כזה שזוכר ידע מדעי פשוט ויודע להשתמש בידע הזה רק במצבים מוכרים מעטים. הוא יכול להציג הסברים מדעיים מובנים מאליהם ולעקוב אחר הוכחות נתונות. תלמיד בעל אוריינות מדעית גבוהה (רמת בקיאות 6, ציון 707.9 – 800) מסוגל ליצור ולהשתמש במודלים רעיוניים כדי לחזות ולהסביר, לנתח, לקשור בין נתונים, להעריך הסברים חלופיים לאותה תופעה ולדון במסקנות באופן מדויק. הוא יהיה מסוגל ליישם ידע של המדע וידע על המדע באופן עקבי במגוון של מצבים מורכבים בחיי היומיום (תיאור יכולות התלמידים בכל אחת מרמות הבקיאות מופיע בנספח ב). המבחנים בדקו סדרה של כישורים ומיומנויות אשר משקפים את מידת המוכנות של הצעירים בישראל להתמודד עם אתגרי

העתיד על-ידי מדידת היכולת שלהם לנתח, לנמק ולדון ברעיונותיהם באופן יעיל. כל נושא נבחן באמצעות מדגם רחב של משימות בעלות רמת קושי שונה.

הפריטים אורגנו ביחידות, שכל אחת מהן מבוססת על גריין (קטע קריאה, תרשים, גרף, טבלה או שילוב שלהם) המתאר אירוע מציאותי. כל יחידה בדקה יכולת וידע בעזרת עד ארבעה פריטים. שליש מן הפריטים היו שאלות רב-ברירה פשוטות עם ארבע אפשרויות תשובה, שליש נוסף כלל פריטים שדרשו תשובה קצרה או פריטים שבהם נדרש התלמיד לבחור אחת מבין כמה תשובות אפשריות (נכון/לא נכון, כן/לא), והשליש הנותר – פריטים פתוחים שדרשו מן התלמיד לכתוב תשובה מפורטת ומנומקת או לסרטט תרשים.

בנוסף, כ- 60% מהיחידות במדעים כללו פריט אחד או שניים שנועדו להעריך היבטים שונים של עמדות כלפי מדעים, לצד הפריטים הקוגניטיביים. מה שהנחה את המתכננים בשיקוליהם לשלב בין הפריטים הקוגניטיביים לפריטי העמדה היה שבדיקת העניין שמעוררים אצל התלמיד הנושאים השונים שהוא נבחן עליהם מחזקת את הערכת העמדות והמאפיינים המוטיבציוניים שיהיו חשובים למידת העיסוק שלו במדעים בעתיד. כל פריט עמדה דרש מן התלמיד להביע את מידת הסכמתו בסולם ליקרט עם ארבע אפשרויות, כלל 2-3 היגדים שמביעים עניין או תמיכה במדעים ועוצב בצורה שונה מן הפריטים הקוגניטיביים (רקע אפור). בסה"כ נבנו 37 יחידות במדעים ובהם 108 פריטים קוגניטיביים ו-31 פריטי עמדה שמייצגים בסה"כ כ-210 דקות מבחן. 22 מתוך הפריטים הקוגניטיביים זהים לאלה שניתנו במחקר פיזה 2003 ויתר 86 הפריטים נלקחו מתוך מאגר של פריטים חדשים ונבדקו במחקר חלוץ כשנה לפני הבחינה עצמה. מהימנות הציונים על הפריטים הקוגניטיביים חושבה לגבי מדינות ה- OECD וערכה 0.92. (OECD, 2006b). (בנספח ג מצורפות דוגמאות לפריטי המבחן).

בפיזה, כמו במחקרים בינלאומיים אחרים, יש צורך לאמוד באופן בר-השוואה את ההישגים של תלמידים שעונים על מקבצים שונים של שאלות ולכן נעשה שימוש בציוני סבירות. אלו הם אומדני היכולת של התלמידים המתבססים על תגובותיהם למטלות שעברו כיול ורמת הקושי שלהם ידועה ולנתוני הרקע שלהם. לכל תלמיד חושבו חמישה אומדני יכולת נפרדים והממוצע המשוקלל של האומדנים האלה מהווה את האומדן הטוב ביותר של היכולת שהייתה מנובאת לתלמיד אילו היה עונה על כל הפריטים של הסולם שהופיעו בכל חוברות המבחן. לגבי כל אחד משלושת התחומים שנבדקו חושבו חמישה ציוני סבירות.

2. שאלון רקע כללי לתלמיד הכולל שאלות על המגדר שאליו הוא משתייך, השפה המדוברת בבית, הרקע המשפחתי של התלמיד, מידת העניין שלו במדעים, מידת התמיכה שלו במחקר מדעי והאחריות שלו לסביבה. (בנספח ד מצורף שאלון הרקע לתלמיד, באנגלית).

הגדרת המשתנים

המשתנים שהתייחסתי אליהם במחקר זה הם:

משתנים חיצוניים

1. מגדר התלמיד: משתנה דיכוטומי המקבל את הערך 1 עבור בנים ו-0 עבור בנות.
2. המגזר שאליו משתייך התלמיד: משתנה דיכוטומי אשר מיוצג על-ידי שפת השאלון ומקבל את הערך 1 עבור דוברי עברית ו-0 עבור דוברי ערבית.
3. המצב הסוציואקונומי של התלמיד: ציון אינדקס שפותח על-ידי חוקרי פיזה וכולל את המשתנים האלה: האינדקס הסוציואקונומי הבינלאומי של מצב התעסוקה (ISEI), השכלת ההורים (לצורך החישוב, משתמשים במספר שנות הלימוד של ההורה שרכש השכלה רחבה יותר, במקרה שהמשפחה כוללת שני הורים), האינדקס של פיזה להון המשפחתי, האינדקס של פיזה למשאבים חינוכיים בבית התלמיד, והאינדקס של פיזה למשאבים תרבותיים בבית התלמיד. הערכים של האינדקס הזה תוקננו כך שהממוצע יהיה 0 וסטיית התקן תהיה 1 לכל מדינות ה-OECD. במדגם הישראלי הערכים נעים בין 3.84- ל- 2.69.

משתנים פנימיים

1. העמדות של התלמיד כלפי מדעים

הגדרה נומינלית: הנטייה הפנימית של התלמיד להעריך את המקצוע מדעים במונחים חיוביים או שליליים, המלווה בתגובות אפקטיביות, קוגניטיביות והתנהגותיות.

הגדרה אופרציונלית: התגובות של התלמיד כלפי המקצוע מדעים, כפי שהן משתקפות בתשובותיו בשאלון לתלמיד בכל אחד משלושת הממדים האלה: מידת הביטחון העצמי שלו כלומד מדעים, היחס שלו למקצוע ומידת ההנאה שלו מלימוד המקצוע. הציון בכל אחד מן הממדים נקבע על-פי ממוצע התגובות של התלמיד לכמה פריטים, שבכל אחד מהם ארבע תגובות אפשריות בסולם ליקרט: 1- מסכים מאוד, 2- מסכים, 3- לא מסכים, 4- לא מסכים כלל.

להלן תיאור קצר של כל ממד: בפריטים העוסקים ב**מידת הביטחון העצמי** נשאל התלמיד על מידת הקושי של הנושאים הנלמדים במדעים עבורו ועל היכולת שלו להבין את הרעיונות החדשים. ממוצע התגובות של התלמיד על הפריטים האלה מסמל את מידת הביטחון העצמי שלו כלומד מדעים, כך ש-1 מסמל ביטחון עצמי רב ו-4 מסמל חוסר ביטחון עצמי. בפריטים העוסקים ב**יחס למקצוע** נשאל התלמיד על החשיבות בלימוד מדעים בביה"ס ועל האפשרויות שהמקצוע הזה עשוי לפתוח בפניו בעתיד. ממוצע התגובות של התלמיד על הפריטים האלה מסמל את היחס שלו למקצוע מדעים, כך ש-1 מסמל הערכה רבה למקצוע מדעים ו-4 מסמל חוסר הערכה. בפריטים שעוסקים ב**מידת ההנאה מהמקצוע** נשאל התלמיד עד כמה הוא נהנה ללמוד מדעים, לפתור בעיות ולקרוא על מדעים. ממוצע התגובות של התלמיד על הפריטים האלה מסמל את מידת ההנאה שלו כלומד מדעים, כך ש-1 מסמל הנאה רבה ו-4 מסמל חוסר הנאה.

2. החוללות העצמית של התלמיד בתחום המדעים

הגדרה נומינלית: האמונה של התלמיד ביכולתו להגיע להישגים במשימה מסוימת בתחום המדעים.

הגדרה אופרציונלית: התגובות של התלמיד כלפי מדעים, כפי שהן משתקפות בתשובותיו לשאלה באיזו מידה יוכל לבצע בקלות ובאופן עצמאי שמונה מטלות. המטלות עוסקות בזיהוי שאלה מדעית בתוך כתבה שעוסקת בבריאות או בסילוק אשפה, מתן הסבר להתרחשותן של רעידות אדמה באזורים מסוימים יותר מאשר באזורים אחרים, תיאור תפקידי האנטיביוטיקה, פירוש המידע המצוי על גבי אריזות מזון, דיון בעדויות על קיומם של חיים במאדים, וחיזוי השפעתם של שינויים סביבתיים על הישרדותם של מינים שונים. הציון של התלמיד נקבע על-פי ממוצע התגובות שלו על הפריטים, שבכל אחד מהם ארבע תגובות אפשריות בסולם ליקרט: 1- אני יכול לעשות זאת בקלות, 2 - אני יכול לעשות זאת עם קצת מאמץ, 3 - אצטרך להשקיע מאמץ כדי לעשות זאת בעצמי, 4 - לא אוכל לעשות זאת. ממוצע התגובות של התלמיד על הפריטים מסמל את מידת החוללות העצמית המדעית שלו, כך ש-1 מסמל חוללות עצמית גבוהה ו-4 מסמל חוללות עצמית נמוכה.

3. השאיפות של התלמיד להשכלה ולעבודה בתחום המדעים

הגדרה נומינלית: הציפיות של התלמיד בנוגע להשכלה ולתעסוקה עתידית בתחום המדעים.

הגדרה אופרציונלית: התגובות של התלמיד כפי שהן משתקפות בתשובותיו בשאלון לתלמיד לארבעה פריטים אשר עוסקים ברצונו לעבוד במקצוע המשלב מדעים, ללמוד מדעים לאחר התיכון, לעסוק בתחום מתקדם במדעים במהלך חייו או לעבוד כמבוגר על פרויקטים מדעיים. הציון של התלמיד נקבע על-פי ממוצע התגובות שלו על הפריטים, שבכל אחד מהם ארבע תגובות אפשריות בסולם ליקרט: 1- מסכים מאוד, 2- מסכים, 3- לא מסכים, 4- לא מסכים כלל. ממוצע התגובות של התלמיד על הפריטים מסמל עד כמה הוא שואף ללמוד ולעסוק בתחום המדעים, כך ש-1 מסמל את היותו בעל שאיפה כזו ו-4 מסמל שאין לו כל שאיפה כזו.

4. רמת האוריינות המדעית של התלמיד

הגדרה נומינלית: הביצוע של התלמיד במדעים במבחן פיזה.

הגדרה אופרציונלית: הציון של התלמיד במדעים המיוצג על-ידי הממוצע של חמשת ציוני הסבירות שלו בסולם 200-800.

מיפוי השאלון לתלמיד לפי המשתנים מצורף בנספח ה.

לוח 2: שיטות ניתוח הנתונים

השערת המחקר	המשתנים	שיטת הניתוח

1. המודל המוצע מתאים לנתונים של תלמידי ישראל בני ה-15 ומסביר שיעור מובהק של השונות באוריינות המדעית שלהם באמצעות המשתנים מגדר, מגזר, מצב סוציואקונומי, עמדות כלפי מדעים, חוללות עצמית מדעית ושאיפות להשכלה ולעבודה בתחום.	אוריינות מדעית 1. מגדר 2. מגזר 3. מצב סוציואקונומי 4. עמדות (שלושת הממדים) 5. חוללות עצמית 6. שאיפות להשכלה ולעבודה	ניתוח משוואות מבניות (SEM)
2. למשתנים מגדר, מגזר ומצב סוציואקונומי יש אפקטים ישירים ועקיפים על האוריינות המדעית.	אוריינות מדעית 1. מגדר 2. מגזר 3. מצב סוציואקונומי	ניתוח משוואות מבניות (SEM), ניתוח רב-מדגמי - Multiple Group Analysis
3. המשתנים חוללות עצמית ושאיפות להשכלה ולעבודה הם משתנים מתווכים בין העמדות של התלמיד כלפי מדעים ובין האוריינות המדעית שלו.	אוריינות מדעית 1. עמדות 2. חוללות עצמית 3. שאיפות להשכלה ולעבודה	ניתוח משוואות מבניות (SEM)

הליך המחקר

פריטי המבחן תורגמו משפת המקור לשפות השונות, ובכללן – לעברית ולערבית – בהליך קפדני, מקביל ובלתי תלוי שאת כלליו קבעו מארגני מחקר הפיזה כדי לוודא שתוכני הפריטים, אורכם, מורכבותם, משלב השפה ועוד נשמרים גם לאחר התרגום לשפות השונות. גם השאלון לתלמיד תורגם ולעתים נדרשה התאמה למערכת החינוך הקיימת במדינה. כל התאמה כזו קיבלה אישור. כל הפריטים הועברו באופן ניסיוני לשם בדיקתם במחקר חלוץ שאחריו הוצאו מן המחקר פריטים בעייתיים ברמה הבינלאומית ותוקנו פריטים בעייתיים ברמה הלאומית. גם השאלונים עברו מחקר חלוץ בכמה מדינות ובכמה שפות שכלל גם ראיונות עם תלמידים לאחר שמילאו את השאלון.

הפריטים (בשלושת התחומים – קריאה, מתמטיקה ומדעים) שנבחרו חולקו ל-13 גרסאות של חוברות מבחן כדי לכסות מגוון גדול ככל האפשר של נושאים (ישנה חפיפה חלקית בין הגרסאות). בכל גרסה – 15 פריטים. כל תלמיד ענה על גרסה אחת, שנבחרה באקראי, במשך 120 דקות. כל גרסה ניתנה למספר גדול דיו של תלמידים שיאפשר להעריך את ההישגים בכל הפריטים של התלמידים בכל מדינה ובתתי הקבוצות בה (על-פי מגדר, מגזר, מדד טיפוח...). פריטי השאלון שהועבר לתלמידים לאחר הבחינה – גם הם חולקו לארבעה נוסחים, כל תלמיד ענה על גרסה אחת, שנבחרה באקראי, במשך 30 דקות. הבחינה נערכה בכל המדינות בתוך פרק זמן של 42 יום, בין 1.3 ל- 31.8, וחל איסור לקיימה בששת השבועות הראשונים של שנת הלימודים.

חשיבות המבחנים הובהרה לתלמידים באמצעות מכתב שנשלח אליהם על-ידי מנהלי בתי הספר. התלמידים נדרשו לרשום את שמותיהם על חוברת הבחינה כדי שירגישו אחראים לעבודתם. המבחנים חסויים ורק התלמידים המשתתפים במחקר רשאים לעיין בהם. מספר דוגמאות של פריטים שוחררו על-ידי מארגני פיזה לאחר כל בחינה ופורסמו באתר ה- OECD.

ממצאים

<u>שלב 1 – ניתוח פריטים</u>

תחילה בוצע ניתוח פריטים של המשתנים עמדות, חוללות עצמית ושאיפות להשכלה ולעבודה, שכלל את חישוב השכיחויות עבור כל פריט, הממוצעים, סטיות התקן וטווח הערכים של כל אחד מהם וכן חישוב ממדי ההטיה מנורמליות והגבנוניות (skewness ו-kurtosis) וסטיות התקן שלהם ובדיקת הקורלציות בין כל המשתנים. פלטי ניתוחי הפריטים מצורפים בנספח א.

ניתוח הפריטים עבור שלושת ממדי העמדות הראה כי הממוצעים בממד ביטחון עצמי נמוכים מעט ביחס לאמצע תחום הציונים האפשרי, וכך גם חלק מן הפריטים במידת ההנאה מהמקצוע (דבר המעיד על נטייה לביטחון עצמי רב ולהנאה רבה ממדעים בקרב התלמידים הישראלים). ערכי ההטיה מנורמליות והגבנוניות עבור כל הפריטים מלמדים שאין חריגה משמעותית מן ההתפלגות הנורמלית. כשמבחינים בין אוכלוסיית דוברי העברית לאוכלוסיית דוברי הערבית מגלים כי הממוצעים של הפריטים בממד מידת ההנאה מהמקצוע נמוכים יותר בקרב דוברי הערבית (כלומר, הם מעידים על הנאה רבה יותר מלימוד מדעים), הממוצעים של הפריטים בממד היחס כלפי המקצוע גבוהים יותר בקרב דוברי הערבית (כלומר, הם רוחשים פחות הערכה למקצוע מדעים מעמיתיהם דוברי העברית) וממוצעי הפריטים בממד מידת הביטחון העצמי נמוכים בהרבה בקרב דוברי הערבית (כלומר, הם מעידים על ביטחון עצמי רב כלומדי מדעים). ממוצעי התגובות לפריטים וסטיות התקן מפורטים בלוח 3.

ניתוח הפריטים שבודקים חוללות עצמית מדעית העלה כי ממוצעי התגובות לפריטים נמצאים באמצע תחום הציונים האפשרי בערך. החוללות העצמית הגבוהה ביותר התקבלה לגבי הפריט שעוסק בזיהוי שאלה מדעית בכתבה עיתונאית על בריאות, והחוללות הנמוכה ביותר התקבלה לגבי הפריטים שעסקו בתובנות באשר לאפשרות קיומם של חיים במאדים ובבחירת ההסבר העדיף על היווצרות גשם חומצי. ערכי ההטיה מנורמליות והגבנוניות עבור כל הפריטים מלמדים שאין חריגה משמעותית מן ההתפלגות הנורמלית. במרבית הפריטים החוללות העצמית של הבנים גבוהה יותר מזו של הבנות, מלבד הפריט שעוסק באיתור השאלה המדעית הקשורה בסילוק אשפה והפריט העוסק בפירוש המידע שעל אריזות מוצרי מזון. כשמבחינים בין אוכלוסיית דוברי העברית לאוכלוסיית דוברי הערבית מגלים כי דוברי הערבית, בנים ובנות, מגלים חוללות עצמית קצת יותר גבוהה מזו של דוברי העברית.

גם ניתוח הפריטים במשתנה שאיפות להשכלה ולעבודה במדעים העלה כי ממוצעי הפריטים נמצאים באמצע תחום הציונים האפשרי בערך. כ- 20% מן התלמידים מצהירים כי ירצו לעבוד במקצוע המשלב מדעים, רק 15% רוצים ללמוד מדעים אחרי התיכון וכ-30% אינם רוצים

לעסוק בעתיד בתחום מתקדם במדעים או בפרויקטים מדעיים. ערכי ההטיה מנורמליות והגבנוניות של כל הפריטים מלמדים שהתפלגות הנתונים קרובה לנורמלית. השאיפות של הבנים להשכלה ולעבודה בתחום גבוהות יותר מאלה של הבנות. אותה תמונה מתגלה גם בקרב אוכלוסיית דוברי העברית וגם בקרב אוכלוסיית דוברי הערבית אבל השאיפות של אוכלוסיית דוברי הערבית, בנים ובנות, גבוהות מאלה של עמיתיהם דוברי העברית.

כדי לוודא שהמבנה הגורמי של שלושת המשתנים – עמדות, חוללות עצמית ושאיפות להשכלה ולעבודה – בשאלון המקורי נשמר גם בשאלונים המותאמים לדוברי העברית והערבית, בוצע ניתוח גורמים מגשש (Exploratory Factor Analysis). חילוץ הגורמים נעשה בשיטה Principal Axis Factoring וקביעת מספר הגורמים נעשתה באמצעות Eigenvalues גדולים מ-1 ו- scree plot, וסוג הרוטציה שנבחר הוא direct oblimin. אותו מבנה גורמי נמצא הן עבור השאלון בעברית והן עבור השאלון בערבית בכל שלושת המשתנים: עמדות, חוללות עצמית ושאיפות להשכלה ולעבודה.

המבנה התלת-ממדי של המשתנה עמדות נשמר. בשאלון בעברית מידת הביטחון העצמי הסבירה 49% מהשונות בנתונים, היחס למקצוע הסביר קרוב ל- 13% מהשונות בנתונים ומידת ההנאה הסבירה כ-9% מהשונות בנתונים. שלושת הגורמים יחד הסבירו כ- 71% מהשונות בנתונים. בשאלון בערבית הגורם שהסביר את מרבית השונות היה מידת ההנאה מהמקצוע (הסביר 32% מהשונות), הבא אחריו היה היחס למקצוע שהסביר כ-16% מהשונות, ולבסוף – מידת הביטחון העצמי הסבירה כ- 10% מהשונות. בסה"כ הסבירו שלושת הגורמים כ-58% מהשונות בנתונים. כדי לבדוק את העקיבות הפנימית של הציונים על פריטים השייכים לעולם תוכן משותף חושבה המהימנות מסוג Cronbach's Alpha, ואלו הממצאים: המהימנות הכוללת עבור הפריטים בממד מידת ההנאה מהמקצוע היא 0.936, המהימנות הכוללת עבור הפריטים בממד היחס כלפי המקצוע היא 0.916, והמהימנות הכוללת עבור הפריטים של הממד מידת הביטחון העצמי היא 0.924. ערכי מקדמי האבחנה של כל הפריטים גבוהים בהרבה מ-0.3.

גם המבנה החד-ממדי של המשתנה חוללות עצמית נשמר. בשאלון בעברית חולץ גורם אחד שהסביר 48% מהשונות בנתונים, ובשאלון בערבית חולץ גם כן גורם אחד שהסביר 41% מהשונות בנתונים. המהימנות מסוג Cronbach's Alpha עבור הפריטים המודדים את המשתנה הזה היא 0.842. המהימנות עבור הפריטים בשאלון בעברית גבוהה יותר מזו שבשאלון בערבית (0.847 לעומת 0.796).

גם המבנה החד-ממדי של המשתנה שאיפות להשכלה ולעבודה נשמר. בשאלון בעברית חולץ גורם אחד שהסביר 84% מהשונות בנתונים, ובשאלון בערבית חולץ גם כן גורם אחד שהסביר 68% מהשונות בנתונים. עבור הפריטים המרכיבים את המשתנה הזה, המהימנות מסוג Cronbach's Alpha היא 0.928. המהימנות עבור הפריטים בשאלון בעברית גבוהה יותר מזו שבשאלון בערבית (0.938 לעומת 0.838). בלוח 3 מוצגים ממוצעי התגובות לפריטים, סטיות התקן שלהן ותוצאות ניתוחי הגורמים עבור דוברי העברית ודוברי הערבית. ראוי להזכיר כי ערך מספרי

נמוך של ממוצעי התגובות לפריטים מציין רמה גבוהה. פלטי ניתוחי הגורמים וחישובי המהימנות מצורפים בנספח א.

לוח 3: ממוצעי התגובות לפריטים, סטיות התקן, מקדמי הטעינה, אחוזי השונות המוסברת על ידי כל גורם ומקדמי המהימנות עבור דוברי העברית ודוברי הערבית

גורמים	פריטים	ממוצע וסטיית תקן		מקדם טעינה גורמי		אחוז שונות מוסברת		מקדם מהימנות לכל גורם	
		עברית	ערבית	עברית	ערבית	עברית	ערבית	עברית	ערבית
מידת ההנאה מהמקצוע מדעים	1. אני בד"כ נהנה כשאני לומד נושאים במדעים.	2.46 (0.97)	1.92 (0.86)	0.84	0.81	9.5%	31.9%	0.936	0.904
	2. אני אוהב לקרוא על מדעים.	2.6 (0.95)	2.08 (0.87)	0.89	0.87				
	3. אני שמח לפתור בעיות במדעים.	2.75 (0.93)	2.20 (0.92)	0.79	0.76				
	4. אני נהנה ללמוד דברים חדשים במדעים.	2.30 (0.97)	1.83 (0.89)	0.91	0.84				
	5. אני מעוניין ללמוד דברים חדשים במדעים.	2.44 (1.01)	1.90 (0.93)	0.88	0.78				
היחס למקצוע מדעים	1.כדאי לי להשקיע מאמץ בלימודי מדעים כי זה יעזור לי בעבודה שאבחר.	2.54 (1.04)	2.70 (1.07)	0.84	0.81	12.7%	16.2%	0.922	0.882
	2. הנושאים שאני לומד במדעים חשובים לי כי הם יעזרו לי במה שאלמד בהמשך.	2.56 (0.98)	2.91 (0.92)	0.88	0.84				
	3. אני לומד מדעים כי אני יודע שזה שימושי בשבילי.	2.62 (0.99)	2.95 (0.95)	0.76	0.82				
	4. כדאי לי ללמוד מדעים בביה"ס כי מה שאלמד ישפר את האפשרויות שלי בנוגע לקריירה.	2.66 (0.99)	2.99 (0.94)	0.85	0.73				

המשך לוח 3...

גורמים	פריטים	ממוצע וסטיית תקן		מקדם טעינה גורמי		אחוז שונות מוסברת		מקדם מהימנות לכל גורם	
		עברית	ערבית	עברית	ערבית	עברית	ערבית	עברית	ערבית
	5. בביה"ס אני אלמד הרבה נושאים במדעים שיעזרו לי להשיג עבודה.	2.53 (0.99)	2.94 (1.00)	0.84	0.69				
מידת הביטחון העצמי כלומד מדעים	1.קל לי ללמוד נושאים מתקדמים במדעים.	2.42 (0.90)	1.80 (0.73)	0.69	0.55	49.2%	10.2%	0.930	0.846
	2. אני בד"כ נותן תשובות טובות במבחנים על נושאים במדעים.	2.19 (0.86)	1.84 (0.71)	0.78	0.73				
	3. אני לומד נושאים במדעים במהירות.	2.36 (0.91)	1.98 (0.82)	0.89	0.77				
	4. הנושאים במדעים בביה"ס קלים לי.	2.45 (0.90)	2.06 (0.86)	0.91	0.67				
	5.כשמלמדים אותי מדעים בביה"ס אני מסוגל להבין את הרעיונות היטב.	2.21 (0.88)	1.91 (0.77)	0.82	0.71				
	6. אני יכול להבין בקלות רעיונות חדשים במדעים בביה"ס.	2.28 (0.89)	1.91 (0.81)	0.84	0.71				
חוללות עצמית מדעית	באיזו מידה תוכל לבצע בקלות ובאופן עצמאי את המטלות הבאות: 1.לזהות את השאלה המדעית החבויה בכתבה עיתונאית בנושא בריאות	1.98 (0.81)	1.83 (0.71)	0.60	0.51	48.36%	41.38%	0.847	0.796
	2. להסביר מדוע מתרחשות רעידות אדמה בתדירות גבוהה יותר באזורים מסוימים.	2.19 (0.89)	2.11 (0.83)	0.64	0.59				
	3. לתאר את תפקיד האנטיביוטיקה בטיפול במחלה.	2.35 (0.94)	2.18 (0.93)	0.66	0.68				
	4. לאתר את השאלה המדעית הקשורה בסילוק אשפה.	2.23 (0.94)	1.99 (0.94)	0.66	0.51				
	5. לצפות כיצד שינויים בסביבה ישפיעו על הישרדותם של מינים	2.28	2.07	0.66	0.56				

המשך לוח 3...

גורמים	פריטים	ממוצע וסטיית תקן		מקדם טעינה גורמי		אחוז שונות מוסברת		מקדם מהימנות לכל גורם	
		עברית	ערבית	עברית	ערבית	עברית	ערבית	עברית	ערבית
	מסוימים.	(0.93)	(0.86)						
	6. לפרש את המידע המדעי המצוי על גבי האריזות של פריטי מזון.	2.18 (0.93)	1.91 (0.85)	0.61	0.52				
	7. לדון באופן שבו עדות חדשה יכולה להוביל אותך לתובנות באשר לאפשרות קיומם של חיים במאדים.	2.47 (0.98)	2.16 (0.96)	0.66	0.58				
	8. לזהות את ההסבר העדיף מבין שני הסברים על היווצרות גשם חומצי.	2.56 (1.00)	2.35 (0.97)	0.62	0.61				
שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום המדעים	**1. ארצה לעבוד במקצוע המשלב מדעים.**	2.67 (1.05)	1.96 (1.02)	0.91	0.65	84.42%	67.79%	0.938	0.838
	2. ארצה ללמוד מדעים לאחר התיכון.	2.72 (1.02)	2.15 (0.98)	0.92	0.89				
	3. ארצה לעסוק במהלך חיי בתחום מתקדם במדעים.	2.77 (1.00)	2.26 (1.02)	0.88	0.75				
	4. כמבוגר, ארצה לעבוד על פרויקטים מדעיים.	2.84 (0.98)	2.23 (1.11)	0.84	0.72				

בלוח 4 שלהלן מוצגים הממוצעים וסטיות התקן של כל המשתנים עבור כל מגדר ועבור כל מגזר.

כמו כן, מוצגות בו תוצאות מבחני t למדגמים בלתי תלויים.

לוח 4: ממוצעים, סטיות תקן, ערכי *t* וגודל האפקט

משתני המחקר	קבוצה	*N*	*M*	*SD*	*df*	*t*	*d*
אוריינות מדעית כללית	כל המדגם	4584	455.6	107.85			

המשך לוח 4...

משתני המחקר	קבוצה	*N*	*M*	*SD*	*df*	*t*	*d*
	בנים	2204	457.4	100.67	4389	-1.05	0.03
	בנות	2380	454.0	115.10			
	דוברי עברית	3765	467.5	107.7	1370	18.36*	0.67
	דוברי ערבית	819	401.1	90.62			
מידת ההנאה מהמקצוע מדעים	כל המדגם	4341	2.42	0.87			
	בנים	2060	2.42	0.88	4339	-0.66	-0.01
	בנות	2281	2.43	0.87			
	דוברי עברית	3559	2.52	0.86	1258	17.79*	0.67
	דוברי ערבית	782	1.97	0.76			
היחס למקצוע מדעים	כל המדגם	3966	2.63	0.87			
	בנים	1898	2.57	0.87	3964	-3.69*	-0.12
	בנות	2066	2.68	0.86			
	דוברי עברית	3277	2.58	0.87	3964	-7.17*	-0.32
	דוברי ערבית	689	2.84	0.83			
מידת הביטחון העצמי כלומד מדעים	כל המדגם	4066	2.26	0.76			
	בנים	1944	2.19	0.75	4064	-4.83*	-0.16
	בנות	2122	2.31	0.76			
	דוברי עברית	3349	2.32	0.76	1274	15.88*	0.60
	דוברי ערבית	717	1.91	0.59			
מצב סוציואקונומי	כל המדגם	4344	0.23	0.86			

*p< 0.001

המשך לוח 4...

משתני המחקר	קבוצה	N	M	SD	df	t	d
	בנים	2060	0.28	0.85	4342	4.21*	0.12
	בנות	2284	0.17	0.86			
	דוברי עברית	3560	0.32	0.81	1063	13.9*	0.57
	דוברי ערבית	784	-0.18	0.92			
חוללות עצמית מדעית	כל המדגם	4276	2.24	0.63			
	בנים	2035	2.20	0.64	4274	-3.98*	-0.12
	בנות	2241	2.28	0.62			
	דוברי עברית	3515	2.28	0.64	1222	8.93*	0.35
	דוברי ערבית	761	2.07	0.56			
שאיפות להשכלה ולעבודה במדעים	כל המדגם	4142	2.64	0.94			
	בנים	1975	2.57	0.93	4140	-4.73*	-0.15
	בנות	2167	2.71	0.94			
	דוברי עברית	3430	2.74	0.93	1101	16.79*	0.66
	דוברי ערבית	712	2.15	0.84			

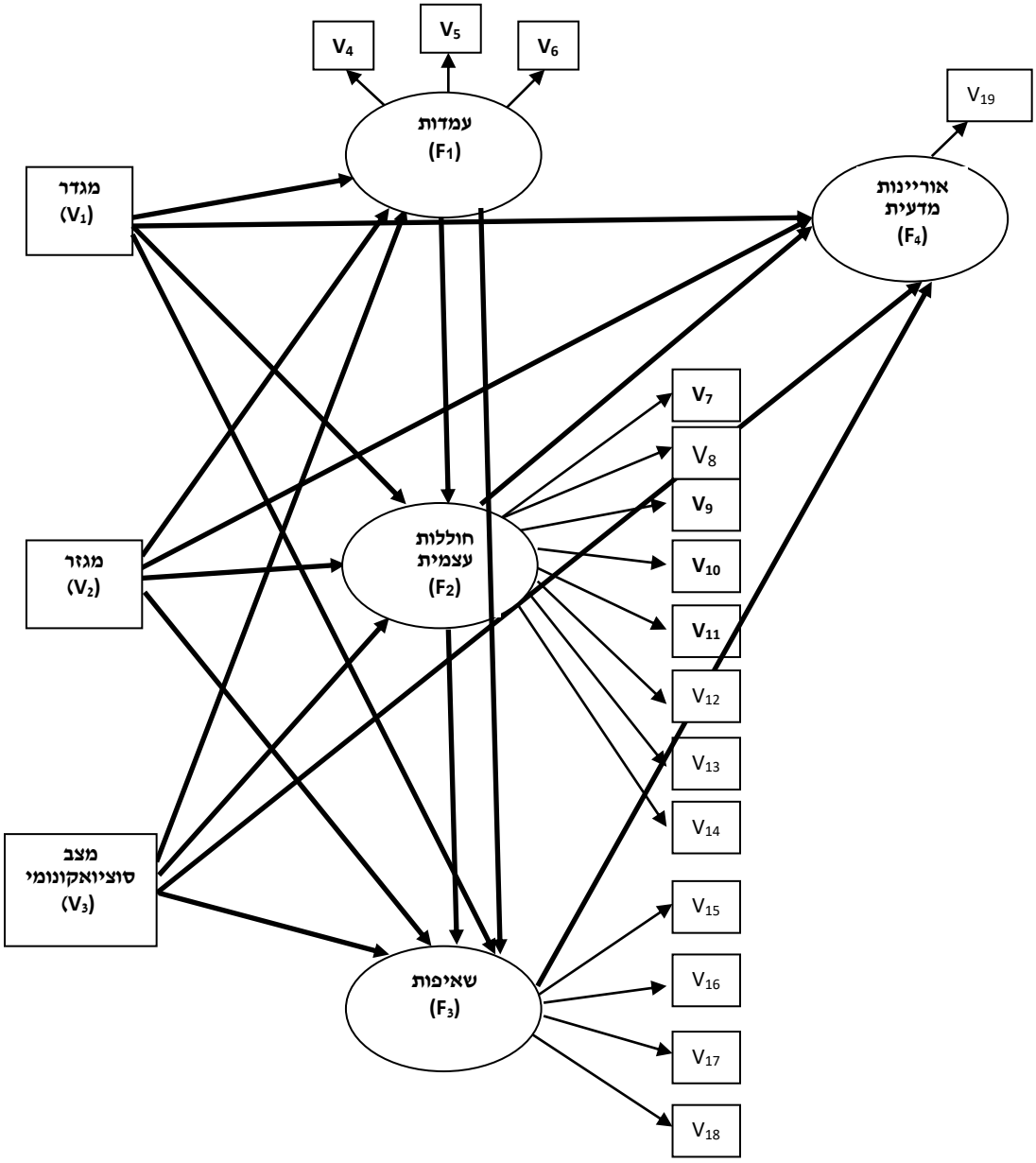
*p< 0.001

ניתן לסכם ולומר כי עבור כל המשתנים הכלולים במודל קיים הבדל מובהק בין הממוצעים של דוברי העברית ודוברי הערבית. בכל המשתנים – מלבד המשתנים אוריינות מדעית ומידת ההנאה ממדעים – קיים הבדל מובהק בין הממוצעים של הבנים והבנות. האוריינות המדעית של דוברי העברית גבוהה מזו של דוברי הערבית בכשני שליש סטיית תקן (כ- 7% מן השונות באוריינות מוסברת על ידי המגזר), מידת ההנאה של דוברי הערבית מלימוד מדעים גבוהה יותר מזו של דוברי העברית (בכשני שליש סטיית תקן), כך גם לגבי מידת הביטחון העצמי שלהם כלומדי מדעים (בכשני שליש סטיית תקן), החוללות העצמית המדעית שלהם (בכשליש סטיית תקן) והשאיפות שלהם להשכלה ולעבודה בתחום (בכשני שליש סטיית תקן). לעומת זאת דוברי העברית רוחשים הערכה רבה יותר למדעים (בכשליש סטיית תקן). כמו כן, המצב הסוציואקונומי של דוברי העברית טוב יותר (בכשני שליש סטיית תקן). בכל הקשור להבדלים בין המינים, הבנים עולים על הבנות מבחינת היחס שלהם למקצוע (בכעשירית סטיית תקן), מידת הביטחון העצמי שלהם (בכחמישית סטיית תקן), החוללות המדעית שלהם (בכעשירית סטיית תקן) והשאיפות

שלהם להשכלה ולעבודה (בכחמישית סטיית תקן). לבנים יש יתרון גם מבחינת המצב הסוציואקונומי שלהם (גבוה בכעשירית סטיית תקן מזה של הבנות).

<u>שלב 2 – בדיקת המודל וחישוב האפקטים</u>

תוצאות הניתוח מוצגות בצורה גרפית על ידי המודל המבני שלהלן (תרשים 2).



תרשים 2 מודל מבני המתאר את הקשרים בין המשתנים המשפיעים על האוריינות המדעית של התלמידים הישראלים במבחני PISA (למען נוחות הקריאה של התרשים, טעויות המדידה שנלקחו בחשבון בניתוח אינן מצוינות בו).

על סמך המודל המבני נבנו משוואות מבניות המייצגות את הקשרים בין המשתנים הלטנטיים השונים ובינם לבין המשתנים הנצפים. ניתוח המשוואות המבניות נעשה בעזרת תוכנת EQS, גרסה 6.1 ©, 1985-2005 (B87), והוא מתבסס על השוואה בין שתי מטריצות השונויות המשותפות של המשתנים – זו הנצפית מתוך נתוני המדגם (S) וזו הנאמדת על-פי המודל המשוער ($\sum_k$). ההפרש בין שתי המטריצות הוא המפתח להערכת טיב ההתאמה של המודל לנתונים ($S - \sum_k$). מבחן חי בריבוע מספק מבחן סטטיסטי לבחינת ההפרש הזה. הוא מיוצג מתמטית על ידי המשוואה שלהלן:

$$\chi^2 = (N-1)(S-\sum_k)$$

כאשר N הוא גודל המדגם.

גם אם ההפרש בין מטריצות השונות המשותפת נשאר קבוע, ערכו של חי בריבוע יעלה ככל שהמדגם גדל. באותו אופן, המטריצה הנאמדת מושפעת ממספר הפרמטרים החופשיים שיש לאמוד במודל (k במשוואה לעיל). לכן, מבחן טיב ההתאמה חי בריבוע מושפע גם ממספר דרגות החופש. אלה מחושבות בעזרת המשוואה שלהלן:

$$df = ½((p)(p+1)) - k$$

שבה p מציין את מספר המשתנים הנצפים ו- k מציין את מספר הפרמטרים החופשיים שיש לאמוד.

השערת האפס שנבדקת בניתוח הזה היא ששתי מטריצות השונויות המשותפות (הנצפית והנאמדת) הן זהות. אישוש ההשערה הזו יעיד על התאמה מלאה של המודל לנתונים. הערך של חי בריבוע יעלה ככל שההתאמה פחות מלאה. השאיפה היא שהערך שיתקבל לא יהיה מובהק, כי אז השערת האפס לא תידחה ונוכל להסיק כי שתי המטריצות זהות. מאחר שכאמור המדד הזה רגיש מאוד לגודל המדגם (ובמחקר הזה מדובר על מדגם גדול) ולמספר דרגות החופש, ייתכן שיתקבל ערך מובהק גם כאשר המודל מתאים. לכן יש להתייחס אליו כאל מדד תיאורי ולא להסתפק בו. כדי להעריך את טיב ההתאמה של המודל לנתונים הוחלט אפוא להתמקד בכמה סוגים של מדדים: היחס בין χ^2 ל- df , כאשר יחס הקטן מ- 3 ייחשב ערך המעיד על התאמה טובה, המדדים המוחלטים GFI, SRMR, RMSEA והמדדים היחסיים NFI ו- CFI. הסבר על כל אחד מן המדדים האלה, בציון הערכים המעידים על טיב ההתאמה, על-פי המקובל בספרות (Byrne, 2006; Hair, Black, Babin, Anderson & Tatham, 2005), מובא בלוח 5.

יצוין כי המודל המתואר כאן הוא מודל מעודכן ומשופר ביחס למודל המשוער שהוצג. לאחר הערכת טיב ההתאמה של המודל המשוער, בוצעו ניתוחים נוספים במטרה לשפר את טיב ההתאמה של המודל. כדי לאתר את השינויים המשמעותיים והמובהקים סטטיסטית, נבדקו המדדים הרלוונטיים (Modification Indices) ושוחררו הנתיבים שסביר היה שישפרו את טיב ההתאמה, אם היה בכך היגיון תאורטי. כתוצאה מכך נבדק המודל ללא המשתנים הנצפים שהאפקטים שלהם על חלק מהמשתנים הלטנטיים התבררו כלא מובהקים. כאלה היו המשתנים

מגדר על המשתנה הלטנטי עמדות, מגזר ומצב סוציואקונומי על המשתנה הלטנטי שאיפות להשכלה ולעבודה ומגדר על האוריינות המדעית. בכל פעם הורץ המודל מחדש ללא אחד המשתנים הנצפים שלעיל ונבדקו טיב ההתאמה שלו ומובהקות האפקטים השונים. המודל שמדדיו מפורטים להלן הוא המודל המשופר בעל מדדי טיב ההתאמה הגבוהים ביותר וכל הנתיבים בו מובהקים.

לוח 5: מדדי טיב ההתאמה שבהם נעשה שימוש בניתוח

מדדי טיב ההתאמה	הסבר	תחום הערכים
χ^2/ df	χ^2 הוא מדד סטטיסטי לחוסר התאמה והוא משמש לבחינת ההפרש שבין מטרצות השונויות המשותפות – הנצפית והנאמדת. הוא רגיש לגודל האוכלוסייה ולמספר דרגות החופש.	יחס df /χ^2 קטן מ-3 מעיד על התאמה טובה.
מוחלטים		
GFI	מתאר עד כמה הצליח המודל להסביר את הקשרים בין הנתונים. אינו תלוי בגודל המדגם.	בין 0 ל- 1. ההתאמה משתפרת ככל שהערך מתקרב ל-1. ערך גבוה מ-0.90 מעיד על התאמה טובה.
SRMR	מבוסס על השאריות (הטעויות באומדן כל שונות משותפת) המתוקננות ולכן הוא שימושי להשוואת טיב ההתאמה של מודלים שונים.	בין 0 ל-1. ההתאמה משתפרת ככל שהערך מתקרב ל-0. ערך קטן או שווה ל-0.08 מעיד על התאמה טובה.
RMSEA	משקף עד כמה הפרמטרים במודל מצליחים לשחזר את השונויות המשותפות באוכלוסייה.	בין 0 ל-1. ההתאמה משתפרת ככל שהערך מתקרב ל-0. ערך קטן או שווה ל-0.08 מעיד על התאמה טובה.
יחסיים		
NFI	מבטא את היחס בין ההפרש בין ערך χ^2 של המודל המשוער לזה של מודל בסיסי המניח שאין קשרים בין המשתנים הנצפים ובין ערך χ^2 של המודל הבסיסי.	בין 0 ל-1. ההתאמה משתפרת ככל שהערך מתקרב ל-1. ערך גבוה מ-0.90 מעיד על התאמה טובה.
CFI	מבוסס על ה-NFI ושימושי מאוד הודות לחוסר הרגישות שלו לסיבוכיות המודל ולגודל המדגם.	בין 0 ל-1. ההתאמה משתפרת ככל שהערך מתקרב ל-1. ערך גבוה מ-0.90 מעיד על התאמה טובה.

ממצאים עבור המדגם הכולל

בדיקת התפלגות הציונים לכל המשתנים התלויים במודל העלתה כי כולם מתפלגים נורמלית, כאשר ערכי ה- skewness נמצאים בתחום שבין 0.298- ל- 0.655 וערכי ה- kurtosis נמצאים בתחום שבין 1.2749- ל- 0.223. מקדם ה- Mardia הוא 46.09. הניתוח בשיטת הנראות המקסימלית (ML) היה תקין, המודל התכנס לאחר 200 איטרציות ולא נצפו בעיות סטטיסטיות מיוחדות.

לאחר השמטת הנחקרים שלגביהם נתגלו ערכים חסרים בחלק מהמשתנים, כלל המדגם 3538 נחקרים. דטרמיננטת מטריצת הנתונים חיובית וערכה 0.118890D-01. התבוננות במטריצת השאריות והשאריות המתוקננות מעלה כי הערך הממוצע שהתקבל הוא 0.026 וההתפלגות של השאריות המתוקננות קרובה לסימטרית ומרוכזת סביב האפס. הערך שהתקבל לאחר ביצוע מבחן χ^2 הוא 1803.95 עם 141 דרגות חופש, והיחס בין χ^2 ל- df הוא 12.8 ומובהקות המבחן היא 0.000. פירוש הדבר כי המבחן מובהק. עם זאת, מדדי טיב ההתאמה האחרים שנבדקו (כפי שיפורט להלן) מעידים על התאמה טובה מאוד של המודל לנתוני המדגם הכולל: GFI = 0.947 , SRMR = 0.037, RMSEA = 0.058 עם רווח סמך של 0.055 – 0.060 NFI = 0.969, CFI = 0.971.

בלוח 6 מוצגת מטריצת השונויות המשותפות של המשתנים במחקר.

לוח 6: מטריצת השונויות המשותפות של המשתנים במחקר (מקרא מפורט לפריטים V4 - V19 מובא בנספח ה)

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	V_{16}	V_{17}	V_{18}	V_{19}
V_1- מגדר	0.25																		
V_2- מגזר	0.00	0.14																	
V_3- מצב סוציואקונומי	0.02	0.07	0.71																
V_4- מידת הביטחון העצמי כלומד מדעים	-0.03	0.06	-0.05	0.57															
V_5- היחס למקצוע מדעים	-0.02	-0.04	0.00	-0.27	0.75														
V_6- מידת ההנאה מהמקצוע מדעים	-0.00	0.07	0.00	0.37	0.34	0.75													
V_7- זיהוי שאלה מדעית בכתבה על בריאות	-0.02	0.01	-0.09	0.22	-0.13	0.22	0.61												
V_8- הסבר הסיבות להתרחשות רעידות אדמה	-0.04	0.00	-0.07	0.24	-0.13	0.26	0.28	0.76											
V_9 - תיאור תפקיד האנטיביוטיקה	-0.00	0.02	-0.08	0.25	-0.16	0.27	0.28	0.38	0.87										
V_{10}- איתור שאלה מדעית הקשורה בסילוק אשפה	0.00	0.03	-0.04	0.23	-0.15	0.25	0.28	0.32	0.38	0.88									
V_{11}- חיזוי ההשפעה של שינויים בסביבה על הישרדותם של מינים מסוימים	-0.02	0.03	-0.06	0.22	-0.13	0.26	0.25	0.33	0.36	0.39	0.84								
V_{12}- פירוש המידע המדעי שעל גבי אריזות של פריטי מזון	0.02	0.04	-0.06	0.23	-0.15	0.25	0.27	0.26	0.30	0.35	0.33	0.85							
V_{13}- דיון באופן שבו אפשר להסיק מתוך עדות חדשה על קיום חיים במאדים	-0.04	0.04	-0.07	0.26	-0.14	0.24	0.27	0.34	0.35	0.32	0.37	0.37	0.95						
V_{14}- זיהוי ההסבר העדיף על היווצרות גשם חומצי	-0.05	0.03	-0.05	0.24	-0.12	0.23	0.26	0.32	0.37	0.33	0.35	0.34	0.49	0.99					
V_{15}- רצון לעבוד במקצוע המשלב מדעים	-0.04	0.09	0.00	0.40	-0.44	0.48	0.19	0.19	0.27	0.22	0.23	0.18	0.25	0.24	1.17				
V_{16} - רצון ללמוד מדעים אחרי התיכון	-0.01	0.08	-0.02	0.39	-0.44	0.49	0.19	0.21	0.28	0.23	0.23	0.18	0.25	0.24	0.96	1.08			
V_{17}- רצון לעסוק בתחום מתקדם במדעים	-0.03	0.07	0.00	0.37	-0.38	0.44	0.18	0.20	0.25	0.21	0.23	0.19	0.23	0.24	0.83	0.82	1.05		
V_{18}- רצון לעבוד על פרויקטים מדעיים	-0.04	0.08	0.00	0.38	-0.38	0.44	0.19	0.20	0.26	0.20	0.24	0.18	0.26	0.25	0.79	0.79	0.82	1.07	
V_{19}- אוריינות מדעית	2.03	10.19	30.95	-22.14	20.76	-24.18	-19.06	-22.63	-21.26	-14.69	-13.67	-11.83	-8.89	-11.72	-14.23	-18.68	-15.43	-13.35	10987.25

בלוח 7 מוצגים ערכי מקדמי הטעינה של כל המשתנים הנצפים על המשתנים הלטנטיים במודל. ערכי כל המקדמים מובהקים סטטיסטית בר״מ $P < 0.05$.

לוח 7: מקדמי הטעינה על המשתנים עמדות כלפי מדעים, חוללות עצמית מדעית, שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום ואוריינות מדעית (מקרא מפורט לפריטים V4 - V19 מובא בנספח ה)

המשתנה הלטנטי	המשתנה הנצפה	מקדם הטעינה
עמדות	V_4- מידת הביטחון העצמי כלומד מדעים	0.741
	V_5- היחס למקצוע מדעים	-0.578
	V_6- מידת ההנאה מהמקצוע מדעים	0.755
חוללות עצמית	V_7- זיהוי שאלה מדעית בכתבה על בריאות	0.602
	V_8- הסבר הסיבות להתרחשות רעידות אדמה	0.645
	V_9- תיאור תפקיד האנטיביוטיקה	0.662
	V_{10}- איתור שאלה מדעית הקשורה בסילוק אשפה	0.630
	V_{11}- חיזוי ההשפעה של שינויים בסביבה על הישרדותם של מינים מסוימים	0.639
	V_{12}- פירוש המידע המדעי שעל גבי אריזות של פריטי מזון	0.592
	V_{13}- דיון באופן שבו אפשר להסיק מתוך עדות חדשה על קיום חיים במאדים	0.631
	V_{14}- זיהוי ההסבר העדיף על היווצרות גשם חומצי	0.608
שאיפות להשכלה ולעבודה	V_{15}- רצון לעבוד במקצוע המשלב מדעים	0.899
	V_{16} - רצון ללמוד מדעים אחרי התיכון	0.926
	V_{17}- רצון לעסוק בתחום מתקדם במדעים	0.848
	V_{18}- רצון לעבוד על פרויקטים מדעיים	0.818
אוריינות מדעית	V_{19}- ממוצע חמשת ציוני הסבירות במדעים	0.957

כפי שאפשר לראות מלוח 7, מקדמי הטעינה על הגורם שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום המדעים גבוהים ממקדמי הטעינה על יתר הגורמים, כאשר מקדם הטעינה של הפריט ״ארצה ללמוד מדעים לאחר התיכון״ הוא הגבוה ביותר (0.926), ומקדם הטעינה של הפריט ״כמבוגר, ארצה לעבוד על פרויקטים מדעיים״ הוא הנמוך ביותר (0.818). מקדמי הטעינה על הגורם עמדות נבדלו ביניהם מבחינת הגודל. מקדם הטעינה על הממד יחס כלפי מדעים נמצא נמוך יותר ממקדמי הטעינה על הממדים ביטחון עצמי כלפי מדעים והנאה ממדעים. הממצא הזה חזר על עצמו גם בניתוחים לפי מגדר ולפי מגזר.

בלוח 8 מוצגים האפקטים הכוללים, הישירים והעקיפים של מאפייני התלמיד על האוריינות המדעית שלו. כל המקדמים מובהקים סטטיסטית בר״מ $P < 0.05$. בתרשים 3 שאחריו מצוינים ערכי האפקטים המבניים שהתקבלו (על-גבי הנתיבים) במודל ומקדם הטעות עבור כל גורם.

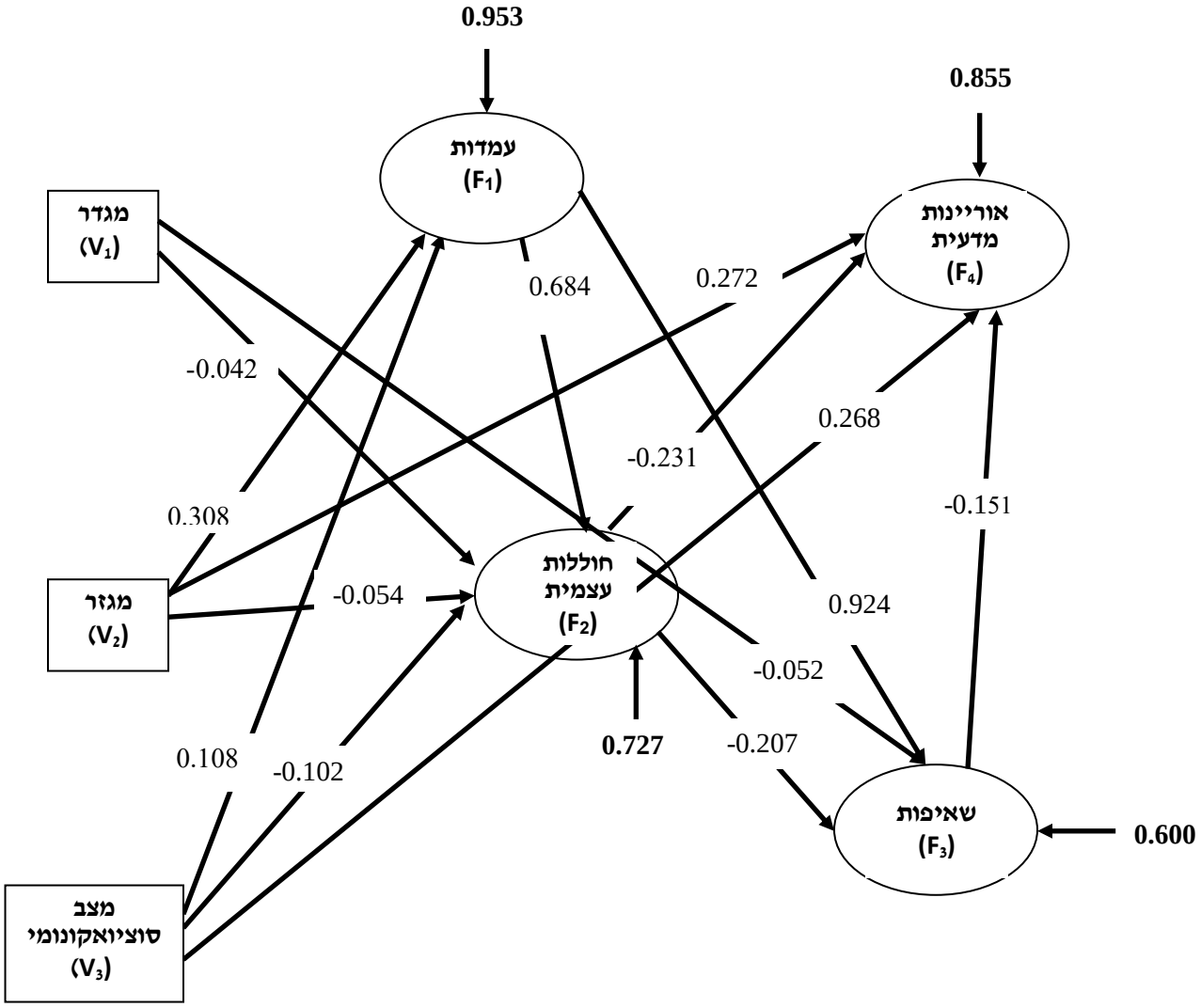
לוח 8: אפקטים כוללים, ישירים ועקיפים של מאפייני התלמיד על האוריינות המדעית שלו עבור המדגם הכולל (N= 3538)

	אפקטים כוללים			אפקטים עקיפים			אפקטים ישירים		
	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי
מגדר	3.251	0.839	0.016	3.251	0.839	0.016			
מגזר	52.844	4.427	0.198	-19.868	1.870	-0.074	72.712	4.370	0.272
מצב סוציואקונומי	37.826	1.966	0.319	5.960	0.750	0.050	31.866	1.910	0.268
עמדות	-49.565	2.825	-0.276	-49.565	2.825	-0.276			
חוללות עצמית	-42.434	4.673	-0.199	6.666	1.185	0.031	-49.101	4.229	-0.231
שאיפות להשכלה ולעבודה	-15.567	1.892	-0.151				-15.567	1.892	-0.151

כפי שאפשר לראות מלוח 8 ומתרשים 3 שבעמוד הבא, המשתנה בעל ההשפעה הרבה ביותר על רמת האוריינות המדעית של התלמידים הישראלים הוא המצב הסוציואקונומי. האפקט הישיר שלו על האוריינות המדעית הוא 0.268, האפקט העקיף שלו על האוריינות המדעית הוא 0.05 והאפקט הכולל שלו על אוריינות מדעית הוא אפוא 0.319. כלומר, תלמידים למשפחות מבוססות יותר מסוגלים להגיע לרמה גבוהה יותר של אוריינות מדעית מזו של תלמידים מרקע סוציואקונומי חלש יותר.

המשתנה הבא מבחינת השפעתו הכוללת על האוריינות המדעית הוא המשתנה מגזר. האפקט הישיר שלו על האוריינות המדעית הוא 0.272, והאפקט העקיף שלו על אוריינות מדעית הוא 0.074-, כך שהאפקט הכולל שלו הוא 0.198 . הכיוון החיובי של האפקט הישיר ושל האפקט הכולל של המגזר על האוריינות המדעית מעיד כי הסבירות להגיע לרמה גבוהה יותר של אוריינות מדעית גדולה יותר בקרב דוברי העברית. לעומת זאת, ההשפעה העקיפה של המגזר, דרך החוללות העצמית, על האוריינות המדעית היא הפוכה – לטובת דוברי הערבית, אם כי עוצמת האפקט הזה היא נמוכה מאוד. כלומר, ההשפעה של המגזר על החוללות העצמית גדולה יותר בקרב דוברי הערבית, אך ההשפעה הזו עדיין נמוכה מכדי לשפר את רמת האוריינות המדעית שלהם.

המשתנה מגדר, לעומת זאת, משפיע על האוריינות המדעית רק באופן עקיף (הנתיב ממנו אל האוריינות המדעית אינו מסומן בתרשים משום שנמצא כלא מובהק סטטיסטית) והשפעתו הכוללת כמעט חסרת משמעות הואיל והמקדם המבני הסטנדרטי שלו הוא 0.016 . כלומר, השייכות של התלמיד למגדר מסוים אינה משפיעה על הישגיו במדעים.



תרשים 3 ערכי האפקטים המבניים (הסטנדרטיים) ומקדם הטעות עבור כל משתנה במודל

המשתנים הכלולים במודל מסבירים 26.9% מן השונות באוריינות המדעית (מקדם הטעות עבור משתנה זה הוא 0.855); 64% מן השונות בשאיפות להשכלה ולעבודה בתחום (מקדם הטעות עבור משתנה זה הוא 0.600); 47.1% מן השונות בחוללות העצמית (מקדם הטעות עבור המשתנה הזה הוא 0.727; ו-9.1% מן השונות בעמדות (מקדם הטעות עבור משתנה זה הוא 0.855).

כמו כן, ניתן לראות מתרשים 3 ומלוח 8 כי המשתנים חוללות עצמית מדעית ושאיפות להשכלה ולעבודה בתחום הם משתנים מתווכים בין המשתנה עמדות כלפי מדעים ובין האוריינות המדעית. על-פי המודל, העמדות של התלמיד ביחס למדעים אינן משפיעות באופן ישיר על ההישגים אך הן משפיעות במידה רבה מאוד על השאיפות שלו להשכלה ולעבודה בתחום (האפקט הישיר של העמדות על השאיפות הוא 0.924) ובמידה פחותה יותר – על החוללות העצמית המדעית שלו (האפקט הישיר של העמדות על החוללות הוא 0.684). כלומר, תלמידים שעמדותיהם הרגשיות כלפי מדעים חיוביות יותר, ישאפו יותר מעמיתיהם להמשיך ללמוד ולעסוק בתחום. וכן, תלמידים שעמדותיהם כלפי מדעים חיוביות יותר יפתחו חוללות עצמית גבוהה יותר. ראוי לציין כי בדיקת הקשרים הקורלטיביים בין שלושת המשתנים האלה העלתה כי החפיפה המרבית ביניהם אינה עולה על 0.55.

שני המשתנים חוללות עצמית ושאיפות משפיעים על האוריינות המדעית, אך ההשפעה של החוללות העצמית גדולה מזו של השאיפות לעבודה ולהשכלה בתחום (עוצמת האפקט הישיר של החוללות על האוריינות גדולה מזו של האפקט הישיר של השאיפות על האוריינות) . הווי אומר, ככל שהחוללות העצמית של התלמיד עולה, כך משתפרת האוריינות המדעית שלו, וכך הדבר גם לבי השאיפות העתידיות שלו אם כי בעוצמה פחותה.

על פי המודל, האפקט הישיר של המשתנה חוללות עצמית מדעית על המשתנה שאיפות להשכלה ולעבודה הוא שלילי וערכו 0.207. פירוש הדבר כי ככל שהחוללות העצמית עולה, השאיפות להשכלה ולעבודה בתחום הולכות ופוחתות.

ממצאים עבור כל מגזר בנפרד

מאחר שהאפקט של המגזר על האוריינות המדעית מובהק סטטיסטית על פי הניתוח שבוצע על נתוני המדגם הכולל, נבדק המודל עבור כל מגזר בנפרד.

<u>דוברי העברית</u>

בדיקת התפלגות הציונים לכל המשתנים התלויים במודל העלתה כי כולם מתפלגים נורמלית, כאשר ערכי ה- skewness נמצאים בתחום שבין 0.876- ל- 0.655 וערכי ה- kurtosis נמצאים בתחום שבין 1.178- ל- 0.239-. מקדם ה- Mardia הוא 42.65. הניתוח בשיטת הנראות המקסימלית (ML) היה תקין, המודל התכנס לאחר 200 איטרציות ולא נצפו בעיות סטטיסטיות מיוחדות.

לאחר השמטת הנחקרים שלגביהם נתגלו ערכים חסרים בחלק מהמשתנים כלל המדגם 2939 דוברי עברית. דטרמיננטת מטריצת הנתונים חיובית וערכה 0.44523D-01. התבוננות במטריצת השאריות והשאריות המתוקננות מעלה כי הערך הממוצע שהתקבל הוא 0.028 וההתפלגות של השאריות המתוקננות קרובה לסימטרית ומרוכזת סביב האפס. הערך שהתקבל לאחר ביצוע מבחן χ^2 הוא 1628.59 עם 126 דרגות חופש, והיחס בין χ^2 ל- df הוא 12.9

ומובהקות המבחן היא $p < 0.001$. פירוש הדבר כי המבחן מובהק. עם זאת, מדדי טיב ההתאמה האחרים שנבדקו (כפי שיפורט להלן) מעידים על התאמה טובה מאוד של המודל לנתוני דוברי העברית: GFI = 0.939 , SRMR = 0.040, RMSEA = 0.064 עם רווח סמך של 0.061 – 0.066, NFI = 0.966, CFI = 0.969.

המשתנים הכלולים במודל מסבירים 24.4% מן השונות באוריינות המדעית (מקדם הטעות עבור המשתנה הזה הוא 0.869); 66.3% מן השונות בשאיפות להשכלה ולעבודה בתחום (מקדם הטעות הוא 0.580); 47.3% מן השונות בחוללות העצמית (מקדם הטעות הוא 0.726); 1.5% מן השונות בעמדות (מקדם הטעות הוא 0.993);

<u>דוברי הערבית</u>

גם במקרה זה, העלתה בדיקת התפלגות הציונים לכל המשתנים התלויים במודל כי כולם מתפלגים נורמלית, כאשר ערכי ה- skewness נמצאים בתחום שבין 0.424- ל- 0.881 וערכי ה- kurtosis נמצאים בתחום שבין 1.196- ל- 0.535. מקדם ה- Mardia הוא 32.21. הניתוח בשיטת הנראות המקסימלית (ML) היה תקין, המודל התכנס לאחר 200 איטרציות ולא נצפו בעיות סטטיסטיות מיוחדות.

מדגם דוברי הערבית כלל 599 נחקרים, לאחר השמטת המקרים שנתגלו בהם ערכים חסרים בחלק מהמשתנים. דטרמיננטת מטריצת הנתונים חיובית וערכה 0.30908D-00. הערך הממוצע שהתקבל במטריצת השאריות והשאריות המתוקננות היה 0.033 וההתפלגות של השאריות המתוקננות קרובה לסימטרית ומרוכזת סביב האפס. הערך שהתקבל לאחר ביצוע מבחן χ^2 הוא 351.80 עם 127 דרגות חופש, והיחס בין χ^2 ל- df הוא 2.7 ומובהקות המבחן היא 0.000. פירוש הדבר כי המבחן מובהק. עם זאת, מדדי טיב ההתאמה האחרים שנבדקו (כפי שיפורט להלן) מעידים על התאמה טובה של המודל לנתוני דוברי הערבית: GFI = 0.932 , SRMR = 0.051, RMSEA = 0.054 עם רווח סמך של 0.048 - 0.061 , NFI = 0.940 , CFI = 0.961.

המשתנים הכלולים במודל מסבירים 6.3% מן השונות באוריינות המדעית בלבד (מקדם הטעות עבור המשתנה הזה הוא 0.968); 41.6% מן השונות בשאיפות להשכלה ולעבודה בתחום (מקדם הטעות הוא 0.764); 37.4% מן השונות בחוללות העצמית (מקדם הטעות הוא 0.791); 3.4% מן השונות בעמדות (מקדם הטעות הוא 0.983).

בלוח 9 מוצגים ערכי מקדמי הטעינה של כל המשתנים הנצפים על המשתנים הלטנטיים במודל לדוברי העברית ולדוברי הערבית. כל המקדמים מובהקים סטטיסטית בר"מ $P < 0.05$. כפי שאפשר לראות בלוח, מקדמי הטעינה של דוברי העברית גבוהים במקצת מאלה של דוברי הערבית, מלבד מקדם הטעינה של הפריט "באיזו מידה תוכל לתאר בקלות ובאופן עצמאי את תפקיד האנטיביוטיקה בטיפול במחלה" (V9) על החוללות העצמית, שהיה גבוה יותר בקרב

דוברי הערבית. ראוי לציין גם כי מקדמי הטעינה של ארבעת הפריטים על השאיפות להשכלה ועבודה גבוהים באופן ניכר בקרב דוברי העברית.

לוח 9: מקדמי הטעינה על המשתנים עמדות כלפי מדעים, חוללות עצמית מדעית, שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום ואוריינות מדעית, לדוברי העברית ולדוברי הערבית

המשתנה הלטנטי	המשתנה הנצפה	מקדם הטעינה של דוברי העברית	מקדם הטעינה של דוברי הערבית
עמדות	V_4- מידת הביטחון העצמי כלומד מדעים	0.733	0.672
	V_5- היחס למקצוע מדעים	-0.629	-0.251
	V_6- מידת ההנאה מהמקצוע מדעים	0.746	0.631
חוללות עצמית	V_7- זיהוי שאלה מדעית בכתבה על בריאות	0.612	0.530
	V_8- הסבר הסיבות להתרחשות רעידות אדמה	0.658	0.607
	V_9- תיאור תפקיד האנטיביוטיקה	0.661	0.684
	V_{10}- איתור שאלה מדעית הקשורה בסילוק אשפה	0.641	0.532
	V_{11}- חיזוי ההשפעה של שינויים בסביבה על הישרדותם של מינים מסוימים	0.648	0.567
	V_{12}- פירוש המידע המדעי שעל גבי אריזות של פריטי מזון	0.593	0.534
	V_{13}- דיון באופן שבו אפשר להסיק מתוך עדות חדשה על קיום חיים במאדים	0.637	0.568
	V_{14}- זיהוי ההסבר העדיף על היווצרות גשם חומצי	0.607	0.596
שאיפות להשכלה ולעבודה	V_{15}- רצון לעבוד במקצוע המשלב מדעים	0.926	0.703
	V_{16} - רצון ללמוד מדעים אחרי התיכון	0.932	0.889
	V_{17}- רצון לעסוק בתחום מתקדם במדעים	0.863	0.733
	V_{18}- רצון לעבוד על פרויקטים מדעיים	0.830	0.719
אוריינות מדעית	V_{19}- ממוצע חמשת ציוני הסבירות במדעים	0.956	0.937

בלוח 10 מוצגים האפקטים הכוללים, הישירים והעקיפים של מאפייני התלמיד על האוריינות המדעית שלו עבור דוברי העברית ועבור דוברי הערבית. כל המקדמים המופיעים בלוח מובהקים סטטיסטית בר״מ $P < 0.05$.

כפי שאפשר לראות בו, בשני המגזרים הגורם המשפיע ביותר על האוריינות המדעית הוא המצב הסוציואקונומי, אבל עוצמת השפעתו גדולה יותר בקרב דוברי העברית. כלומר, שיפור המצב הסוציואקונומי יוביל בשתי האוכלוסיות לשיפור האוריינות המדעית, אך השיפור יהיה

משמעותי יותר בקרב דוברי העברית. בשני המגזרים יש לגורם הזה השפעה ישירה והשפעה עקיפה על האוריינות.

בקרב דוברי העברית, האפקט השני בחשיבותו הוא זה של העמדות (עמדות חיוביות ביחס למדעים יניבו אוריינות מדעית טובה יותר), ואילו בקרב דוברי הערבית – האפקט השני בחשיבותו הוא החוללות העצמית (חוללות עצמית גבוהה יותר תניב רמה גבוהה יותר של אוריינות מדעית). ההשפעה של העמדות על האוריינות המדעית של דוברי הערבית הייתה זניחה. למעשה, המשתנה המוטיבציוני היחיד בעל ההשפעה בקרב דוברי הערבית היה החוללות העצמית, כפי שאפשר לראות בתרשים 5.

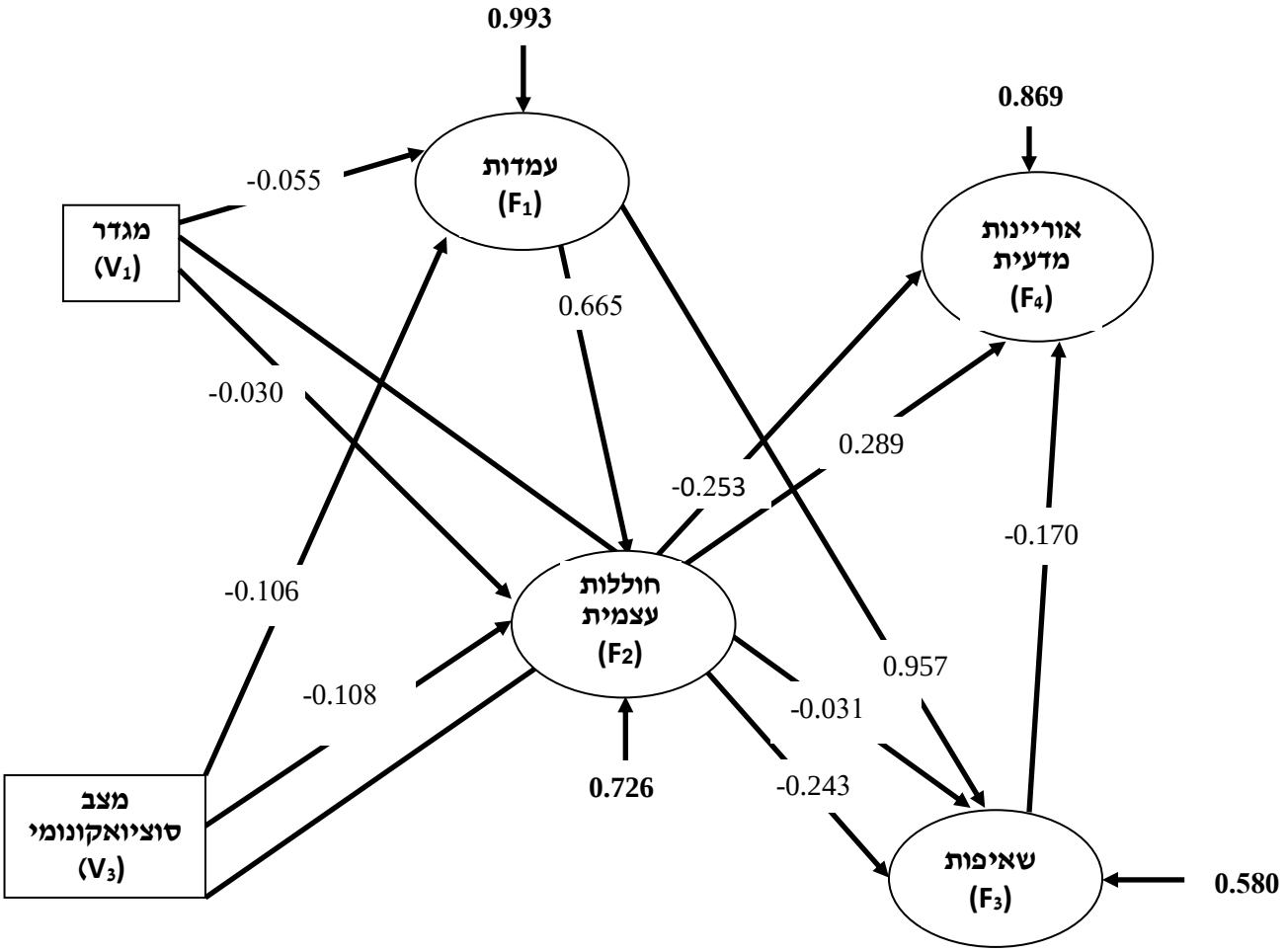
בקרב דוברי העברית, גם לשאיפות להשכלה ולעבודה בתחום יש השפעה חיובית על האוריינות. לעומת זאת, אצלם האפקט של המגדר על האוריינות נמוך מאוד וכמעט חסר משמעות.

לוח 10: אפקטים כוללים, ישירים ועקיפים של מאפייני התלמיד על האוריינות המדעית שלו עבור דוברי העברית (N=2939) ועבור דוברי הערבית (N=599)

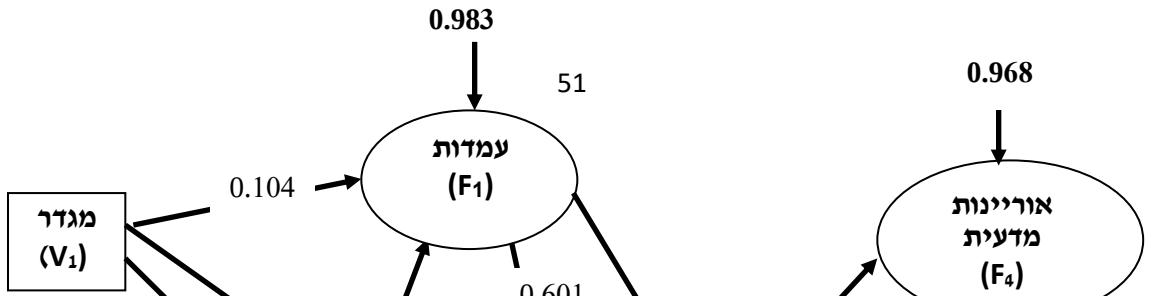
	אפקטים כוללים			אפקטים עקיפים			אפקטים ישירים		
	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי
דוברי עברית									
מגדר	5.651	1.389	0.028	5.651	1.389	0.028			
מצב סוציואקונומי	42.724	2.258	0.344	6.831	0.928	0.055	35.893	2.173	0.289
עמדות	-53.762	3.083	-0.303	-53.762	3.083	-0.303			
חוללות עצמית	-43.164	5.045	-0.212	0.836	1.425	0.041	-51.533	4.498	-0.253
שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום	-17.172	2.005	-0.170				-17.172	2.005	-0.170
דוברי ערבית									
מצב סוציואקונומי	19.572	3.760	0.222	0.984	0.504	0.011	18.587	3.773	0.211
עמדות	-14.093	5.960	-0.069	-14.093	5.960	-0.069			
חוללות עצמית	-25.047	10.447	-0.115				-25.047	10.447	-0.115

בתרשימים 4 ו-5 מופיעים ערכי האפקטים המבניים הסטנדרטיים ומקדם הטעות עבור כל משתנה במודל לדוברי העברית ולדוברי הערבית. המודל המוצג עבור דוברי הערבית אינו כולל את

הנתיבים הבלתי מובהקים (ממצב סוציואקונומי לחוללות, מחוללות עצמית לשאיפות ומשאיפות לאוריינות מדעית).



תרשים 4 ערכי האפקטים המבניים ומקדם הטעות של כל משתנה במודל עבור התלמידים דוברי העברית



תרשים 5 ערכי האפקטים המבניים ומקדם הטעות של כל משתנה במודל עבור התלמידים דוברי הערבית

ממצאים עבור כל אחד משני המינים

מאחר שהאפקט של המגדר על האוריינות המדעית אינו מובהק סטטיסטית על פי הניתוח, נבדק המודל עבור שני המינים בו-זמנית באמצעות ניתוח רב-מדגמי (Multiple Group Analysis), תוך הצבת אילוצי שוויון לגבי כל ההשפעות במודל. בלוח 11 מפורטים כל אילוצי השוויון שהוצבו ולצדם – מדדי טיב ההתאמה של המודל המשותף ואחוזי השונות המוסברת. שלושה מאילוצי השוויון התבררו כבלתי לגיטימיים ושוחררו (זה אחר זה). כפי שאפשר לראות בלוח 11, למרות שחרור כל האילוצים האלה – התקבל מודל כמעט זהה מבחינת מדדי טיב התאמה.

לוח 11: תוצאות הניתוח הרב-מדגמי לשני המינים לאחר הצבת אילוצי שוויון (מקרא לאילוצי השוויון מובא בתחתית הלוח)

מס'	אילוצי השוויון	R^2	χ^2	χ^2/df	NFI	RMSEA	SRMR

מודל							
1	בין המשתנים: (V5, F1), (V6, F1), (V9, F2), (V8, F2), (V10, F2), (V11, F2), (V13, F2), (V12, F2), (V16, F3), (V14, F2), (V17, F3), (V18, F3), (F2, V1), (F2, F1), (F3, V1), (F3, F1), (F4, V3), (F4, F2)	בנים: 22.8% בנות: 30.6%	1846.18	1846.18/275 = 6.71	0.968	0.057	0.042
4	לאחר שחרור אילוצי השוויון: (V5, F1), (F1, V2), (V14, F2)	בנים: 23.2% בנות: 30.1%	1829.32	1829.32/272 = 6.72	0.968	0.057	0.040

מקרא:

(V5, F1) – אפקט העמדות על היחס למדעים; (V6, F1) – אפקט העמדות על מידת ההנאה ממדעים; (V8, F2) – אפקט החוללות על "באיזו מידה תוכל להסביר בקלות ובאופן עצמאי מדוע מתרחשות רעידות אדמה בתדירות גבוהה יותר באזורים מסוימים"; (V9, F2) – אפקט החוללות על "באיזו מידה תוכל לתאר בקלות ובאופן עצמאי את תפקיד האנטיביוטיקה בטיפול במחלה"; (V10, F2) – אפקט החוללות על "באיזו מידה תוכל לאתר בקלות ובאופן עצמאי את השאלה המדעית הקשורה בסילוק אשפה"; (V11, F2) – אפקט החוללות על "באיזו מידה תוכל לצפות בקלות ובאופן עצמאי כיצד שינויים בסביבה ישפיעו על הישרדותם של מינים מסוימים"; (V12 , F2) – אפקט החוללות על "באיזו מידה תוכל לפרש בקלות ובאופן עצמאי את המידע המדעי המצוי על גבי האריזות של פריטי מזון"; (V13, F2) – אפקט החוללות על "באיזו מידה תוכל לדון בקלות ובאופן עצמאי באופן שבו עדות חדשה יכולה להוביל אותך לתובנות באשר לאפשרות קיומם של חיים במאדים"; (V14, F2) – אפקט החוללות על "באיזו מידה תוכל לזהות בקלות ובאופן עצמאי את ההסבר העדיף מבין שני הסברים על היווצרות גשם חומצי"; (V16, F3) – אפקט השאיפות על "ארצה ללמוד מדעים לאחר התיכון"; (V17, F3) – אפקט השאיפות על "ארצה לעסוק במהלך חיי בתחום מתקדם במדעים"; (V18, F3) – אפקט השאיפות על "כמבוגר ארצה לעבוד על פרויקטים מדעיים"; (F2, F1) – אפקט העמדות על החוללות; (F2, V1) – אפקט המגדר על העמדות; (F3, F1) – אפקט העמדות על השאיפות; (F3, V1) – אפקט המגדר על השאיפות; (F4, F2) – אפקט החוללות על האוריינות המדעית; (F4, V3) – אפקט המצב הסוציואקונומי על האוריינות המדעית

בלוח 12 מוצגים ערכי מקדמי הטעינה של כל המשתנים הנצפים במודל לבנים ולבנות. כל המקדמים מובהקים סטטיסטית בר"מ $P < 0.05$. כפי שאפשר לראות בלוח, מקדמי הטעינה של הבנות גבוהים מאלה של הבנים, מלבד מקדם הטעינה של הפריט "באיזו מידה תוכל לתאר

בקלות ובאופן עצמאי את ההסבר העדיף מבין שני הסברים על היווצרות גשם חומצי״ (V14) על החוללות העצמית, ומקדם הטעינה על האוריינות המדעית (V19) שהיו גבוהים יותר בקרב הבנים.

לוח 12: מקדמי הטעינה על המשתנים עמדות כלפי מדעים, חוללות עצמית מדעית, שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום ואוריינות מדעית, לבנים ולבנות (מקרא מפורט לפריטים V4 - V19 מובא בנספח ה).

המשתנה הלטנטי	המשתנה הנצפה	מקדם הטעינה של הבנים	מקדם הטעינה של הבנות
עמדות	V_4- מידת הביטחון העצמי כלומד מדעים	0.711	0.767
	V_5- היחס למקצוע מדעים	-0.498	-0.650
	V_6- מידת ההנאה מהמקצוע מדעים	0.704	0.803
חוללות עצמית	V_7- זיהוי שאלה מדעית בכתבה על בריאות	0.590	0.609
	V_8- הסבר הסיבות להתרחשות רעידות אדמה	0.638	0.645
	V_9- תיאור תפקיד האנטיביוטיקה	0.655	0.671
	V_{10}- איתור שאלה מדעית הקשורה בסילוק אשפה	0.618	0.649
	V_{11}- חיזוי ההשפעה של שינויים בסביבה על הישרדותם של מינים מסוימים	0.628	0.648
	V_{12}- פירוש המידע המדעי שעל גבי אריזות של פריטי מזון	0.596	0.601
	V_{13}- דיון באופן שבו אפשר להסיק מתוך עדות חדשה על קיום חיים במאדים	0.623	0.635
	V_{14}- זיהוי ההסבר העדיף על היווצרות גשם חומצי	0.617	0.595
שאיפות להשכלה ולעבודה	V_{15}- רצון לעבוד במקצוע המשלב מדעים	0.878	0.918
	V_{16} - רצון ללמוד מדעים אחרי התיכון	0.914	0.940
	V_{17}- רצון לעסוק בתחום מתקדם במדעים	0.830	0.860
	V_{18}- רצון לעבוד על פרויקטים מדעיים	0.790	0.839
אוריינות מדעית	V_{19}- ממוצע חמשת ציוני הסבירות במדעים	0.961	0.952

בלוח 13 מוצגים האפקטים הכוללים, הישירים והעקיפים של מאפייני הבנים והבנות על האוריינות המדעית שלהם. כל המקדמים המופיעים בלוח מובהקים סטטיסטית בר״מ $P < 0.05$.

כפי שאפשר לראות בו, בקרב בני שני המינים המשתנה המשפיע ביותר על האוריינות המדעית הוא המצב הסוציואקונומי, אבל בקרב הבנות השפעתו מתעצמת (אצל הבנים, האפקט הכולל שלו על האוריינות הוא 0.300, ואילו אצל הבנות – 0.340). כלומר, רקע סוציואקונומי חזק יותר יביא לשיפור משמעותי יותר בהישגיהן של הבנות.

המשתנה בעל האפקט השני בחשיבותו על האוריינות, בקרב בני שני המינים, הוא העמדות, אף שהאפקט עקיף בלבד. גם עוצמתו של האפקט הזה גדולה יותר בקרב הבנות (0.307 לעומת 0.246 בקרב הבנים). כיוון האפקטים זהה – עמדות חיוביות כלפי מדעים יובילו לשיפור הישגיהם של בני שני המינים.

החוללות העצמית היא המשתנה השלישי בחשיבותו אצל הבנות. אצל הבנים, לעומת זאת, יש לחוללות העצמית ולמגזר אותו אפקט – מבחינת העוצמה – על האוריינות המדעית (שערכו 0.188). בקרב בני שני המינים, פיתוח החוללות העצמית יוביל לשיפור רמת האוריינות המדעית, אבל במידה רבה יותר אצל הבנות.

בהקשר זה ראוי לציין כי בקרב דוברי העברית החוללות העצמית של הבנים גבוהה באופן מובהק מזו של הבנות, אך בקרב דוברי הערבית אין הבדל מובהק בין החוללות העצמית של הבנים והבנות.

המגזר הוא המשתנה הרביעי בחשיבותו אצל הבנות ועוצמתו גדולה יותר אצל הבנות. פירוש הדבר כי הכושר של המגזר לנבא את האוריינות המדעית גדול יותר אצל הבנות. גם ההשפעה של המגזר על העמדות גדולה יותר אצל הבנות, כך שהבנות הערביות מפגינות עמדות חיוביות יותר כלפי מדעים לא רק ביחס לבנים הערבים אלא גם ביחס לבנות היהודיות.

המשתנה בעל האפקט הקטן ביותר בעוצמתו הן אצל הבנות והן אצל הבנים הוא השאיפות להשכלה ולעבודה בתחום. בקרב בני שני המינים יש למשתנה זה אפקט ישיר בלבד על האוריינות המדעית, ואף שעוצמתו בקרב הבנות גדולה יותר – הכיוון זהה: קיומן של שאיפות עתידיות ללמוד מדעים ולעסוק בתחום משפיע על השגת הישגים גבוהים יותר.

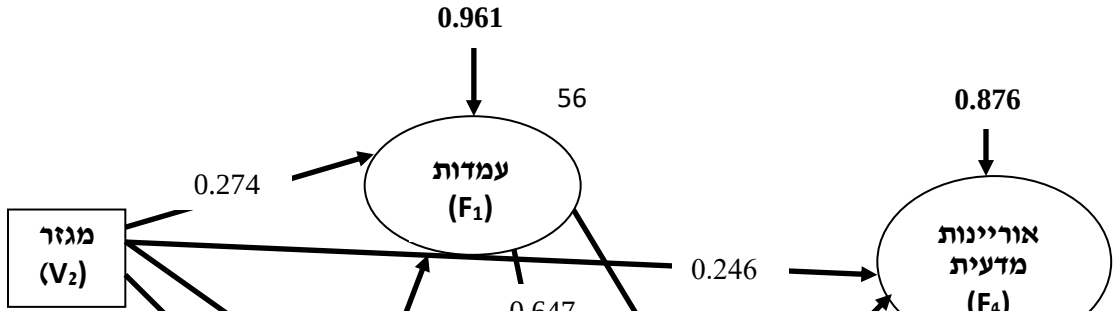
בתרשימים 6 ו-7 מופיעים ערכי האפקטים המבניים הסטנדרטיים ומקדם הטעות עבור כל גורם במודל לבנים ולבנות.

בקרב הבנים, המשתנים הכלולים במודל מסבירים 23.2% מן השונות באוריינות המדעית (מקדם הטעות עבור המשתנה הזה הוא 0.876); 59.2% מן השונות בשאיפות להשכלה ולעבודה בתחום (מקדם הטעות הוא 0.639); 42.4% מן השונות בחוללות העצמית (מקדם הטעות הוא 0.759); 7.6% מן השונות בעמדות (מקדם הטעות הוא 0.961).

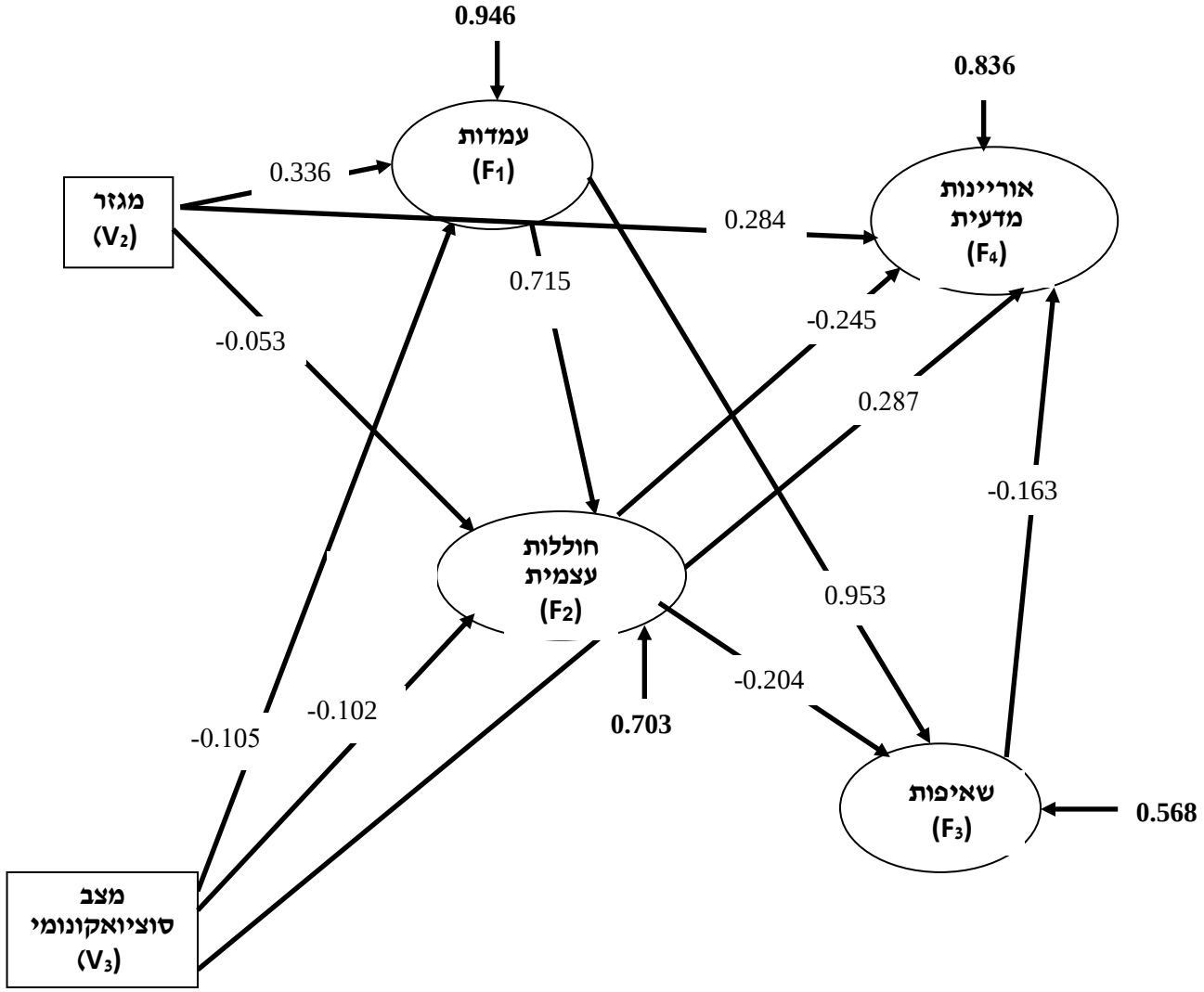
בקרב הבנות, המשתנים הכלולים במודל מסבירים 30.1% מן השונות באוריינות המדעית (מקדם הטעות עבור המשתנה הזה הוא 0.836); 67.7% מן השונות בשאיפות להשכלה ולעבודה בתחום (מקדם הטעות הוא 0.568); 50.6% מן השונות בחוללות העצמית (מקדם הטעות הוא 0.703); 10.6% מן השונות בעמדות (מקדם הטעות הוא 0.946).

לוח 13: אפקטים כוללים, ישירים ועקיפים, של מאפייני הבנים (N=1683) והבנות (N=1855) על האוריינות המדעית שלהם

	אפקטים כוללים			אפקטים עקיפים			אפקטים ישירים		
	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי	מקדם מבני גולמי	טעות התקן	מקדם מבני סטנדרטי
בנים									
מגזר	54.003	4.581	0.188	-16.479	2.191	-0.057	70.483	4.332	0.246
מצב סוציואקונומי	37.913	2.006	0.300	5.976	0.747	0.047	31.937	1.894	0.253
עמדות	-49.520	1.952	- 0.246	-49.520	2.792	-0.246			
חוללות עצמית	-42.497	4.652	-0.188	6.657	1.171	0.029	-49.154	4.212	- 0.217
שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום	-15.560	1.875	- 0.140				-15.560	1.875	- 0.140
בנות									
מגזר	47.645	4.570	0 .192	-22.838	2.333	-0.092	70.483	4.332	0.284
מצב סוציואקונומי	37.913	1.952	0.340	5.976	0.747	0.054	31.937	1.894	0.287
עמדות	-49.520	2.792	-0.307	-49.520	2.792	-0.307			
חוללות עצמית	-42.497	4.652	-0.212	6.657	1.171	0.033	-49.154	4.212	- 0.245
שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום	-15.560	1.875	-0.163				-15.560	1.875	-0.163



תרשים 6 ערכי האפקטים המבניים ומקדם הטעות של כל משתנה במודל עבור הבנים



תרשים 7 ערכי האפקטים המבניים ומקדם הטעות של כל משתנה במודל עבור הבנות

סיכום ודיון

מחקר זה נועד לבדוק שלוש השערות בדבר ההשפעה של מאפייני התלמידים הישראלים בני ה-15 על רמת האוריינות המדעית שלהם, אשר באה לידי ביטוי בתוצאות מבחני הפיזה, 2006.

כדי לבדוק את ההשערות האלה, הוצע מודל מבני ונבדקה התאמתו לנתוני התלמידים הישראלים. על-פי המודל הזה, כל אחד מן המשתנים הנצפים מגזר, מגדר ומצב סוציואקונומי

משפיעים על האוריינות המדעית באופן ישיר, וגם באופן עקיף, בתיווך העמדות של התלמיד כלפי מדעים. כמו כן, לעמדות הרגשיות כלפי מדעים יש השפעה על החוללות העצמית המדעית, וזו יכולה לשמש כמשתנה מתווך בין עמדות לבין הישגים בתחום. החוללות העצמית המדעית משפיעה על ההישגים באופן ישיר, ובאופן עקיף – דרך ההשפעה שלה על המטרות שהלומד מציב לעצמו ועל השאיפות שלו.

ניתוח משוואות מבניות (SEM) נבחר כשיטה הטובה ביותר לבדוק את השערות המחקר הודות ליתרונות שלה בהשוואה לניתוחי רגרסיה. עם היתרונות האלה ניתן למנות את ההתאמה של השיטה הזו לניתוח אשר כולל הן משתנים לטנטיים והן משתנים נצפים כאינדיקטורים שלהם; את העובדה שהמתודולוגיה הזו מתבססת על גישה מאששת לניתוח נתונים, והיא מתאימה לניתוח שמטרתו הסקת מסקנות הודות לדרישה שדפוס הקשרים בין המשתנים יוגדר א-פריורית; את היכולת של השיטה לספק אומדנים לטעויות המדידה ולהעריך את המהימנות של כל משתנה במודל, בניגוד לשיטות האחרות אשר מניחות מהימנות מושלמת של הכלים למדידת המשתנים; את האפשרות לבחון קשרים פנימיים בקרב המשתנים המנבאים; את היכולת לקבוע איזה מבין כמה מודלים חלופיים הוא המתאים ביותר לנתונים; ולבסוף, את היכולת להשוות בין טיב ההתאמה של אותו מודל לנתוניהן של כמה קבוצות שונות, בעת ובעונה אחת.

הניתוח נעשה באמצעות תוכנת EQS, גרסה 6.1 ©, 1985-2005 (B87). הדיון בממצאים ייערך על פי סדר השערות המחקר. יצוין כי המודל המתואר כאן הוא מודל מעודכן ומשופר ביחס למודל המשוער שהוצג. הערכת טיב ההתאמה של המודל המשוער הובילה לניתוחים נוספים במטרה לשפר את טיב ההתאמה של המודל. כדי לאתר את השינויים המשמעותיים והמובהקים סטטיסטית נבדקו המדדים הרלוונטיים ושוחררו הנתיבים שסביר היה שישפרו את טיב ההתאמה אם היה בכך היגיון תאורטי. כתוצאה מכך נבדק המודל ללא המשתנים הנצפים שהמקדמים שלהם על חלק מהמשתנים הלטנטיים התבררו כלא מובהקים. בכל פעם הורץ המודל מחדש ללא אחד המשתנים הנצפים שלעיל ונבדקו טיב ההתאמה שלו ומובהקות האפקטים השונים. המודל שמדדיו מפורטים להלן הוא המודל המשופר בעל מדדי טיב ההתאמה הגבוהים ביותר וכל מקדמי הנתיבים בו מובהקים.

השערת המחקר הראשונה עוסקת במידת ההתאמה של המודל המוצע לנתוניהם של כלל תלמידי ישראל וביכולתו להסביר שיעור מובהק של השונות באוריינות המדעית שלהם באמצעות המשתנים הכלולים בו. מדדי טיב ההתאמה מעידים כי המודל מתאים לנתוני התלמידים הישראלים והוא תורם במידה ניכרת להבנת ההשפעות של המשתנים הכלולים בו. המשתנים הכלולים במודל מסבירים כ-27% מן השונות במשתנה התלוי (אוריינות מדעית). הווי אומר, ההשערה שלפיה המודל יימצא מתאים לנתוניהם של תלמידי ישראל בני ה-15 במבחן פיזה 2006 אוששה.

השערת המחקר השנייה עוסקת בקיומם של אפקטים ישירים ועקיפים של המשתנים מגדר, מגזר ומצב סוציואקונומי על האוריינות המדעית.

הניתוח הראה כי המשתנה בעל ההשפעה הרבה ביותר על האוריינות המדעית הוא המצב הסוציואקונומי. למשתנה זה יש השפעה ישירה והשפעה עקיפה על האוריינות המדעית, אבל עוצמת ההשפעה הישירה גדולה בהרבה. הכיוון החיובי של האפקטים מעיד כי תלמידים למשפחות מבוססות מגיעים להישגים גבוהים יותר במדעים. הממצא הזה עולה בקנה אחד עם הממצאים ממחקרים קודמים, גם כאלה שעסקו אף הם במבחני הפיזה.

ניתוח מבחני הפיזה 2003 בקרב התלמידים האוסטרליים, למשל, העלה כי תלמידים מרקע סוציואקונומי חלש השיגו במבחן במדעים תוצאות נמוכות באופן משמעותי מעמיתיהם בעלי רקע סוציואקונומי חזק (Thomson & De Bortoli, 2000 ,McConney & Perry, 2008). בקנדה, 35 – 50 אחוזים מן השונות בהישגים של התלמידים בבתי הספר היסודיים מיוחסת למצב הסוציואקונומי שלהם והוא מנבא משמעותי של ההישגים בקריאה, כתיבה, מתמטיקה ומדעים (Lytton & Pyryt, 1998; Ma & Klinger, 2000).

מחקרים שנעשו בישראל הראו כי תלמידים מבתים עתירי משאבים חברתיים-כלכליים מצליחים להמיר את המשאבים הללו בהישגים לימודיים יותר מתלמידים המגיעים מבתים עניים (בן-דוד, 2003). כמו כן, נמצא קשר מובהק בין הימצאות עזרים חינוכיים בבית התלמיד לבין ההישגים הלימודיים שלו במדעים (זוזובסקי, 2001). מחקר אחר אשר הציג מודל של ההישגים במדעים במבחני טימס 2003 הראה כי למשאבים החינוכיים יש השפעה מובהקת, ישירה ועקיפה, על ההישגים של התלמידים היהודים והערבים (עיסא, 2007).

המשתנה השני מבחינת השפעתו הכוללת על האוריינות המדעית הוא המגזר. גם למשתנה זה יש השפעה ניכרת על האוריינות המדעית, אם כי פחותה בהרבה מהשפעתו של המצב הסוציו אקונומי. הכנסת שני המשתנים, מגזר ומצב סוציואקונומי, יחד למודל ממתנת כנראה את ההשפעה של המגזר על האוריינות המדעית בנוכחותו של המצב הסוציואקונומי. גם למגזר יש אפקט ישיר ועקיף על האוריינות, כך שעוצמת האפקט הישיר גדולה בהרבה מזו של האפקט העקיף. האפקט הישיר של המגזר אף עולה על זה של המצב הסוציואקונומי. הכיוון החיובי של האפקט הישיר תואם את הממצא כי דוברי העברית הגיעו להישגים גבוהים יותר מאלה של דוברי הערבית ותואם ממצאים מן הספרות המחקרית הדנה בהבדלים בין שתי החברות. לדוגמה, השוואת הישגי התלמידים במדעים בשני המגזרים, במבחני הטימס 2003 ובמבחני הפיזה 2002, העלתה כי קיימים פערים משמעותיים בהישגים בין התלמידים בחינוך העברי לבין התלמידים בחינוך הערבי (זוזובסקי, 2005, קרמרסקי ומברך, 2004). החינוך בחברה הלא יהודית בארץ הוא אחד הגורמים המרכזיים בהאצת תהליכי הבידול המעמדיים בחברה הזו מחד גיסא, ומאידך גיסא – הוא מדגיש את עוצמת הפערים שבינה ובין החברה היהודית. נראה כי מערכת החינוך הפורמאלית בארץ אינה ממלאת תפקיד משמעותי בשינוי פני החברה הלא-יהודית (מזאווי, 1996, אל-חאג',1996).

מעניין לציין כי כיוון האפקט העקיף של המגזר, דרך המשתנה חוללות עצמית מדעית, מתהפך והופך שלילי, לטובת דוברי הערבית. אמנם, עוצמת האפקט העקיף קטנה מאוד וכמעט חסרת משמעות, אבל ייתכן שיש לו קשר לעדויות בספרות על בני מיעוטים שמביעים עמדות

חיוביות מאוד כלפי מדעים אף שהישגיהם נמוכים מאוד (Neathery, 2000). בארץ ערבים ויהודים לומדים אותן תכניות בבתי ספר נפרדים לחלוטין. מבחינה זו אפשר להתייחס להשוואה בין מערכת החינוך העברית והערבית בארץ כאל השוואה בין מדינות, וייתכן שהאפקט השלילי שנמצא בין מגזר לאוריינות מדעית, כשהיא מתווכת על ידי חוללות עצמית, תומך בקשר ההפוך שזוהה בין מדינות (בניגוד לקשר בתוך מדינות) בספרות, ולפיו מדינות שבהן נצפו יותר תלמידים בעלי דימוי עצמי גבוה הגיעו להישגים נמוכים יותר. המגמה הזו תקפה לגבי מתמטיקה ולגבי מדעים (Shen & Pedulla, 2000). הממצאים האלה נובעים, לדעת המחברים, מדרישות אקדמיות גבוהות יותר במדינות שהישגיהן גבוהים יותר, אשר גורמות לתלמידים לראות במדעים נושאים קשים שהם לא מספיק חזקים בהם.

מדדי טיב ההתאמה, בניתוח נפרד לכל מגזר, העידו כי המודל מתאים לשתי הקבוצות (עם יתרון לדוברי העברית), אך נמצא הבדל מהותי באחוז השונות המוסברת על ידי ששת המשתנים במודל. מתברר כי המשתנים האלה תורמים להסבר השונות באוריינות המדעית של דוברי העברית הרבה יותר מאשר להסבר השונות באוריינות המדעית של דוברי הערבית. הניתוח מלמד גם כי בשני המגזרים האפקט של המצב הסוציואקונומי הוא החשוב ביותר, אבל הוא בעל עוצמה גדולה יותר בקרב דוברי העברית.

המשתנה השני בחשיבותו מבחינת עוצמת השפעתו על האוריינות המדעית אינו זהה בשני המגזרים. בקרב דוברי העברית אלו הן העמדות אם כי השפעתן על האוריינות המדעית היא השפעה עקיפה בלבד – עמדות חיוביות כלפי מדעים מניבות רמה גבוהה יותר של אוריינות מדעית. הממצא הזה עולה בקנה אחד עם ממצאים קודמים בדבר ההשפעה של האמונות ביחס למדעים על ההישגים במדעים אשר מתווכת על ידי גורמים נוספים כגון חוללות עצמית ואסטרטגיות למידה (Hofer & Pintrich, 1997, Koller, 2001). העמדות אינן משפיעות כמעט באופן ישיר על ההישגים (Abu-Hilal, 2000). הממצא הזה תומך בממצאים של פפנסטסיו (Papanastasiou, 2000, 2002) אשר חקר את מבחני הטימס במתמטיקה במדינות קפריסין, ארה"ב ויפן אך לא הצליח לאשש את ההשערה בדבר אפקט ישיר בין האמונות על מתמטיקה לבין ההישגים במתמטיקה במדינות אלה.

אצל דוברי הערבית, לעומת זאת, המשתנה השני בחשיבותו הוא החוללות העצמית המדעית. נמצא כי דוברי הערבית מדווחים על חוללות עצמית גבוהה יותר מזו של דוברי העברית. הממצא הזה מתיישב עם ממצאים המדווחים בספרות המחקרית על הבדלים מובהקים בין החוללות העצמית של תלמידים יהודים ובין זו של תלמידים ערבים (בירנבוים ונאסר, 2003). דוברי הערבית נוטים לדווח על רמות גבוהות יותר של חוללות עצמית בתחומי המדעים. כאמור, תלמידים נוטים להעריך את ביצועיהם בהתאם לסטנדרטים בסביבתם, ומאחר שבבתי ספר פחות איכותיים ציוני התלמידים אינם גבוהים, הם נוטים לפתח הערכה עצמית גבוהה (Khattab, 2002).

כמו כן, אצלם הנתיב בין המצב הסוציואקונומי ובין החוללות העצמית, הנתיב בין החוללות העצמית ובין השאיפות והנתיב בין השאיפות ובין האוריינות המדעית אינם מובהקים. כלומר, אצל דוברי הערבית החוללות העצמית מתווכת באופן בלעדי בין העמדות כלפי מדעים לאוריינות המדעית. על החשיבות של החוללות העצמית כמנבאת את הביצועים עמדו רבים מן החוקרים ובראשם בנדורה (Bandura, 1986). אופן ההתנהגות בעתיד של הפרטים ניתן לניבוי בעזרת האמונות שלהם על יכולותיהם יותר מאשר בעזרת מה שהצליחו להשיג בפועל, משום שהאמונות מסייעות להגדיר מה הפרטים עושים עם הידע והכישורים שלהם. ניסיון העבר משפיע על ההתנהגות העתידית דרך השפעתו על החוללות העצמית, וזו יכולה להשפיע על הביצועים, בלי קשר להישגים הקודמים (Bandura, 1986, Cooper & Robinson, 1991). חוללות מתווכת בין האפקט של משתנים אחרים שמשפיעים על ביצועים, כמו מגדר וביצועים קודמים. כלומר, כשמפקחים על המשתנים האחרים, החוללות העצמית מנבאה טוב יותר לא רק את הביצועים של הפרט אלא גם מנגנונים נוספים כמו חרדה, דימוי עצמי...היא מאפשרת להסיק עד כמה הפרט מצליח להתמודד עם איומים וכמה חשש הוא חווה.

המשתנה השלישי בחשיבותו אצל דוברי העברית הוא החוללות העצמית המדעית. היא משפיעה על ההישגים באופן ישיר (Zimmerman, Bandura, 1994), ובאופן עקיף – דרך ההשפעה שלה על המטרות שהלומד מציב לעצמו (Bandura & Wood, 1989). המחקר על תהליך הלמידה הראה שתלמידים צריכים להאמין ביכולות שלהם לפני שהם משקיעים את המאמץ הדרוש באסטרטגיות למידה שיסייעו להם להגיע להישגים גבוהים יותר. הנתונים מראים שהאמונה העצמית ביכולת מנבאה את היכולת של התלמיד לשלוט בלמידה שלו.

אצל דוברי העברית האפקט הרביעי מבחינת עוצמתו הוא זה של המשתנה שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום. ככל שהשאיפות שלהם ללמוד ולעסוק במדעים הולכות וגדלות, כך משתפרת האוריינות המדעית שלהם. אצל דוברי הערבית, לעומת זאת, הנתיב בין השאיפות לאוריינות המדעית אינו מובהק. במחקר עתידי כדאי יהיה לבדוק אם מודל שבו האוריינות המדעית היא המשפיעה על השאיפות להשכלה ולעבודה בתחום מתאים יותר לדוברי הערבית. הממצא הזה במחקרי מתווסף לעדויות הסותרות לגבי כיוון ההשפעה – האם ההישגים הם המובילים לציפיות הגבוהות או ההפך. תלמידים בעלי רקע חלש מתקשים בלימודים, מגיעים להישגים נמוכים ולכן נוטים לפתח שאיפות צנועות. האיכות הירודה של בתי הספר מעצימה את ההשפעה הזו (Ayalon & Yuchtman- Yaar, 1989). קיים יסוד סביר להניח אפוא כי מודל אשר כולל משתנים הקשורים במאפייני בתי הספר והמורים היה עשוי להסביר טוב יותר את השונות בנתונים לגבי דוברי הערבית.

אצל דוברי העברית, המשתנים הכלולים במודל מסבירים יותר מ-65% מן השונות בשאיפות להשכלה ולעבודה בתחום. אצל דוברי הערבית, לעומת זאת, הם מסבירים רק כ-40% מן השונות במשתנה הזה. הספרות המחקרית מלמדת כי השאיפות של בני מיעוטים מושפעות מכמה תהליכים בקהילה שבה הם חיים. מחד, פערים במצב הסוציואקונומי באזורים שונים

גורמים לשאיפות שונות לגבי העתיד ומבחינה זו השאיפות הן מדד לחוסר שוויון חברתי. במקביל, למצב הסוציואקונומי יש השפעה שלילית שמגדילה את ההומוגניות בתוך הקהילה. האפקט הכפול הזה מתאפשר הודות להפרדה בין הערבים ליהודים ולהפרדה בתוך המיעוט הערבי עצמו, והודות לקיומו של שוק עבודה מקומי כחלופה לשוק העבודה הכללי. כלומר כדי להבין איך מתפתחות השאיפות שלהם לגבי העתיד, לא מספיק להתמקד בהבדלים בין הפרטים או במאפיינים של המיעוט. כשהמיעוט מופרד מהקבוצה השלטת וכשהמיעוט עצמו הטרוגני מבחינה אתנית או דתית, הניתוח מורכב יותר (Khattab, 2002).

בשני המגזרים המגדר אינו משפיע ישירות על האוריינות המדעית, וגם ההשפעה העקיפה שלו היא שולית וחסרת משמעות. ראוי לציין שההשפעה של המגדר על האוריינות המדעית בשני המגזרים מתווכת על ידי העמדות ועל ידי החוללות העצמית. כיוון ההשפעה של המגדר על העמדות אינו זהה בשני המגזרים: בקרב דוברי העברית, הבנים מפגינים עמדות חיוביות יותר כלפי מדעים, ובקרב דוברי הערבית – הבנות הן אלה המפגינות עמדות חיוביות יותר. ניתן להסביר את ההבדל הזה בעזרת העלייה המדווחת בספרות בהישגי הבנות הערביות במבחני הפיזה במדעים (בין יתר המקצועות) בין שנת 2002 לשנת 2006, והירידה הקלה בהישגי הבנים הערבים בין השנים האלה (ראמ"ה, 2007). מחקרים בתחום מספקים כמה הסברים למוטיבציה הגבוהה בקרב הבנות הערביות. עם העיקריים שבהם נמנים ההסברים האלה:

1. השאיפה של הבנות לשפר את מעמדן החברתי. אמנם החברה הערבית עברה שינויים רבים בעשורים האחרונים, אבל היא עודנה נחשבת חברה מסורתית פטריארכלית במובנים רבים, כגון היחס לנשים ולתעסוקת נשים. לנוכח המצב החברתי הזה ניכרת מוטיבציה גבוהה בקרב הבנות הצעירות במגזר הערבי לרכוש השכלה בתקווה לשפר את מעמדן החברתי (אבו-עסבה, 2005).
2. פיתוח הכישורים של הבנות הערביות בשנים האחרונות הוא למעשה דרך ההתמודדות שלהן עם הקיפוח שלהן ביחס לבנים. הן רואות בהשכלה דרך לצאת מהמצב הקשה שבו הן נמצאות והן בוחרות להשקיע בלימודים כדי להפחית מעומס המטלות המוטלות עליהן בבית, לאחר שעות הלימודים. הן מנתבות את רצונן להתחרות בבנים לאפיק שבו יש להן סיכוי לעלות עליהם – השכלה (Birenbaum & Nasser, 2006). למרות היותה של החברה הערבית בעלת מאפיינים מסורתיים גם היום, המצב הכלכלי מחייב את כניסתן של הנשים למעגל העבודה, והחברה רואה בחיוב רכישת השכלה כגורם שעשוי לסייע במציאת עבודה. זהו גם גורם חשוב בשיקולים הקשורים לנישואין בחברה זו (אבו-עסבה, 2005). גם הגורמים האלה עשויים להשפיע על עמדותיהן של הבנות הערביות.

מנגד מצביעים חוקרים על חוסר מוטיבציה ללימודים בקרב הבנים הערבים הנובע בעיקר מהיעדר אופק תעסוקתי ומכך שהתמדה והצלחה בלימודים אינן ערובה להשתלבות בשוק העבודה בישראל. העובדה שאקדמאים ערבים רבים הם מחוסרי עבודה שנים ארוכות מעבירה לבנים צעירים במגזר זה מסר שאינו מעודד השקעה בלימודים בבית הספר, ומשליך ישירות על עמדותיהם (פפרמן, 2008).

כיוון ההשפעה של המגדר על החוללות העצמית זהה: הבנים מפגינים חוללות רבה יותר הן בקרב דוברי העברית והן בקרב דוברי הערבית. כמו כן, הן בקרב דוברי העברית והן בקרב דוברי הערבית, המצב הסוציואקונומי של התלמיד משפיע על העמדות שלו כלפי מדעים – ככל שהמצב הכלכלי משתפר, העמדות חיוביות יותר. ההשפעה הזו מתעצמת אצל דוברי הערבית. לעומת זאת, אצל דוברי העברית נמצא קשר בין המצב הסוציואקונומי ובין החוללות העצמית. מבחינה זו דומים התלמידים הישראלים, במגזר העברי, לתלמידים ביתר מדינות ה- OECD שבהן נמצא כי לחוללות העצמית של התלמיד יש קשר חזק ועקבי עם הרקע הסוציואקונומי שלו (Schulz, 2005). יתר על כן, החוללות העצמית היא בעלת הקשר החזק ביותר למצב הסוציואקונומי, מבין כל התכונות הקשורות לאמונה עצמית. ממצא זה תקף לגבי כל מדינות ה-OECD.

לגבי המדגם הכולל, המשתנה השלישי – מגדר – השפיע על האוריינות המדעית רק באופן עקיף, והשפעתו הייתה כמעט חסרת משמעות. ואכן הממצאים העדכניים בנוגע להבדלים בין הישגי הבנים והבנות במדעים אינם חד-משמעיים. לבנים באופן מסורתי יש כנראה יתרון (Sjoberg, 2001), אלא שבשנים האחרונות התפרסמו כמה וכמה מחקרים המעידים על מגמה של צמצום הפערים בין המינים ועל ממוצעים זהים במדעים בקרב בני שני המינים במבחני הפיזה 2002, במדינות ה- OECD (קרמרסקי ומברך, 2004). הממצא במחקרי מצביע על מגמה דומה בישראל ארבע שנים לאחר מכן הן לגבי דוברי העברית והן לגבי דוברי הערבית. ההשערה השנייה אוששה אפוא רק לגבי שניים מבין שלושת המשתנים.

הניתוח הרב-מדגמי לשתי קבוצות המגדר העלה כי המשתנים במודל מצליחים להסביר אחוז גבוה יותר מן השונות באוריינות המדעית של הבנות. בקרב בני שני המינים המשתנה המשפיע ביותר על האוריינות המדעית הוא המצב הסוציואקונומי, אבל אצל הבנות השפעתו על האוריינות מתעצמת. הבנות במדגם זה מגיעות מרקע סוציואקונומי חלש יותר מזה של הבנים במדגם. סביר אפוא כי ההשפעה של המערכת החינוכית על הישגיהן תהיה גדולה יותר בשל הרקע הסוציואקונומי שלהן (Thomson & De Bortoli, 2008).

המשתנה בעל האפקט השני בחשיבותו, אצל הבנים ואצל הבנות, הוא העמדות (רק אפקט עקיף), אבל אצל הבנות עוצמתו גדולה יותר. הממצא הזה והעובדה כי הבנות הצליחו לסגור את הפער באוריינות המדעית בינן ובין הבנים (בניגוד למצב במבחני הטימס, למשל) יכולים ללמד על מחויבותן הרבה יותר של בנות למבחנים מן הסוג של מבחני הפיזה, כלומר מבחנים הכוללים שאלות פתוחות, כי בהן הן נדרשות להפגין ידע, לכתוב אותו בהקשר הנכון וליצור מעין סיפור – תכונות שמאפיינות בנות יותר מאשר בנים (Frost, Reiss & Frost, 2005). הן רפלקטיביות יותר ונרתעות מלקיחת סיכונים מיותרים, בניגוד לבנים (קרמרסקי ומברך, 2004), והשימוש בחקר שמאפיין את השאלות במבחני הפיזה אף הוא משפר כנראה את הנטייה של הבנות למדעים (Friedler & Tamir, 1990).

חוללות עצמית היא המשתנה בעל האפקט השלישי בחשיבותו אצל הבנות. אצל הבנים – לחוללות העצמית ולמגזר אותו אפקט על האוריינות המדעית. לגבי שתי הקבוצות, חוללות גבוהה יותר מובילה להישגים טובים יותר. נמצא כי בקרב דוברי העברית החוללות העצמית של הבנים גבוהה באופן מובהק מזו של הבנות, אך בקרב דוברי הערבית אין הבדל מובהק בין החוללות העצמית של הבנים והבנות. הממצא הזה סותר את העדויות המחקריות של השנים האחרונות בדבר חוללות עצמית מדעית גבוהה יותר של בנות (Britner &Pajares, 2006). במחקר פיזה 2006 בנים דיווחו על רמות גבוהות יותר של חוללות עצמית מדעית רק במדינות יפן, הולנד, איסלנד וקוריאה (OECD, 2007) ומתברר כי דוברי העברית בישראל מדווחים אף הם על רמות גבוהות יותר של חוללות עצמית. כמו כן, מצאתי במחקרי תימוכין לכך שבמגזר העברי קיים הבדל מובהק בחוללות העצמית המדעית לטובת הבנים, אך לא מצאתי תימוכין לכך שבמגזר הערבי הבנות הן אלה המדווחות על חוללות עצמית גבוהה יותר (בירנבוים ונאסר, 2003). המחקר שלי מוכיח כי ההשפעה של החוללות העצמית על האוריינות המדעית מתעצמת אצל הבנות.

המגזר הוא המשתנה בעל האפקט הרביעי בחשיבותו אצל הבנות ועוצמתו גדולה יותר אצל הבנות, כך שהכושר של המגזר לנבא את האוריינות המדעית גדול יותר אצל הבנות. גם ההשפעה של המגזר על העמדות גדולה יותר אצל הבנות, כך שהבנות הערביות מפגינות עמדות חיוביות יותר כלפי מדעים לא רק ביחס לבנים הערבים, אלא גם ביחס לבנות היהודיות. גם הממצאים האלה מחזקים את ההסבר שניתן קודם לכן לסגירת הפערים בהישגים של בני שני המינים במדעים. כלומר, אצל הבנות חיזוק העמדות החיוביות יוביל לשיפור משמעותי יותר בהישגים במדעים.

המשתנה בעל האפקט הקטן ביותר, הן לגבי בנים והן לגבי בנות, הוא השאיפות להשכלה ולעבודה בתחום. אצל הבנות עוצמתו גדולה יותר אבל הכיוון זהה – שאיפות גבוהות מובילות לאוריינות מדעית טובה יותר (Abu-Hilal, 2000).

למעשה, עוצמת האפקטים (הכוללים והישירים) של כל המשתנים במודל גדולה יותר אצל הבנות. דירוג עוצמת האפקטים זהה בשתי הקבוצות, פרט לעובדה שלאפקטים של המגזר ושל החוללות העצמית אצל הבנים יש אותה עוצמה. נראה אפוא כי בנות מצליחות פחות מבנים לבודד את מאפייני הרקע שלהן – מגזר ומצב סוציואקונומי – וכן כי מודלים שכוללים כמה משתנים פסיכולוגיים-חברתיים (כמו המודל שהצגתי במחקר זה) יעילים יותר להסבר השונות באוריינות המדעית של בנות. זה מחזק את הסברה שכדי לקרב את התחום לתלמידים, יש לדבוק בתכנית לימודים ובתוכני לימוד שלוקחים בחשבון את ההבדלים המגדריים והתרבותיים במקום לאמץ תכנית לימודים אחת, כמעט אוניברסאלית (Sjoberg, 2001).

ההשערה השלישית עוסקת בתיווך של המשתנים חוללות עצמית מדעית ושאיפות להשכלה ולעבודה בתחום בין העמדות הרגשיות של התלמיד ובין האוריינות המדעית שלו.

על-פי המודל, החוללות העצמית והשאיפות להשכלה ולעבודה משפיעות על ההישגים במדעים. ההשפעה של החוללות העצמית גדולה יותר מהשפעתן של השאיפות להשכלה ולעבודה בתחום ויש

לה השפעה ישירה והשפעה עקיפה, אבל כיוון האפקטים זהה: ככל שהחוללות העצמית המדעית עולה, האוריינות המדעית משתפרת. כך הדבר גם לגבי השאיפות אם כי בעוצמה פחותה יותר.

על-פי המודל, המשתנה בעל ההשפעה הרבה ביותר על החוללות העצמית המדעית של התלמיד הוא העמדות הרגשיות שלו. הממצא הזה עולה בקנה אחד עם ממצאים קודמים שלפיהם העמדות של התלמיד מהוות אחד מארבעת המקורות התורמים לעיצוב החוללות ולכן לעמדות הרגשיות שלו כלפי תחום מסוים תהיה השפעה על החוללות העצמית בתחום זה (Lent, Brown & Hacket, 1996). עוד נמצא כי חוללות עצמית יכולה לשמש כמשתנה מתווך בין עמדות כלפי מתמטיקה לבין הישגים במתמטיקה (Hofer & Pintrich, 1997 , Koller, 2001, Randhawa, Beamer & Lundberg, 1993). היא משפיעה על ההישגים באופן ישיר (Zimmerman & Bandura, 1994), ובאופן עקיף – דרך ההשפעה שלה על המטרות שהלומד מציב לעצמו (Bandura & Wood, 1989).

מעניין לציין כי על-פי המודל קיים קשר שלילי מובהק בין החוללות העצמית ובין השאיפות להשכלה ולעבודה בתחום. כלומר, ככל שהחוללות העצמית עולה, השאיפות להשכלה ולעבודה בתחום הולכות ופוחתות. הממצא הזה סותר את הממצאים בספרות המחקרית שלפיהם חוללות עצמית גבוהה מובילה לציפיות גבוהות בנוגע להשכלה ולתעסוקה עתידית (Bandura, 1997, Locke & Latham, 1990) והיא משמשת מנבא חשוב לבחירה במסלול לימודים (Schulz, 2005). הסבר אפשרי לכך ניתן לראות בעובדה שהחוללות העצמית המדעית בשאלון לתלמיד נמדדה על ידי תגובותיו לשאלה באיזו מידה יוכל לבצע בקלות ובאופן עצמאי כמה מטלות ספציפיות (זיהוי/תיאור/הסבר של תופעה מדעית או פרשנות של מידע או של עדויות מדעיות). הפריט בעל מקדם הטעינה הגבוה ביותר מבין פריטי החוללות העצמית היה "תיאור תפקיד האנטיביוטיקה בטיפול במחלה". פריטים מסוג זה (שעוסקים בנושאים מוכרים) זכו ודאי לתגובות חיוביות גם מצד תלמידים שהקשר שלהם למדעים רופף. לכן, ספק אם אפשר להכליל את הממצאים מעבר למטלות הספציפיות שעליהן נשאלו התלמידים. לעומת זאת, המשתנה שאיפות להשכלה ולעבודה בתחום נמדד על ידי תגובות התלמיד לארבע שאלות כלליות מאוד (הפריט בעל מקדם הטעינה הגבוה ביותר היה "ארצה ללמוד מדעים אחרי התיכון").

העמדות, לעומת זאת, הן המשתנה בעל ההשפעה הרבה ביותר על השאיפות. הממצא הזה תואם אף הוא ממצאים ממחקרים אחרים שהראו כי רמת השאיפות של התלמיד מושפעת מעמדותיו כלפי המקצוע וכי לעמדות החיוביות של התלמיד כלפי למידה ולתפיסה החיובית שלו את יכולתו יש השפעה רבה על המוטיבציה שלו, וזו גורמת לשיפור הישגיו (Abu-Hilal, 2000, Bandura, 1994). קיימת השפעה ישירה של עמדות התלמיד על השאיפות שלו להשכלה, והשפעה ישירה של השאיפות שלו על ההישגים הלימודיים שלו בתחום. עם זאת, העמדות אינן משפיעות כמעט באופן ישיר על ההישגים. מידת הביטחון העצמי של התלמידים הישראלים ומידת ההנאה מלימוד מדעים טעונים חזק על המשתנה עמדות כלפי מדעים, בניגוד ליחס כלפי מדעים. הממצא

הזה תומך בממצאיה של זוזובסקי (2005) מתוך ניתוח מבחני הטימס 2003 ולפיהם ליחס של התלמידים הישראלים למקצוע מדעים יש קשר חלש בלבד להישגים הלימודיים והוא אינו חזאי טוב של הישגים לימודיים.

הממצאים האלה תומכים בהיותם של המשתנים חוללות עצמית ושאיפות משתנים מתווכים בין עמדות ביחס למדעים ובין ההישגים במדעים.

לסיכום, למרות הקושי להבטיח תקפות מלאה של התוצאות בשל היעדר מוטיבציה של חלק מהתלמידים להשיב על שאלונים ובחינות שאינם קובעים לגביהם באופן אישי, מן הראוי שמערכת החינוך שלנו תשכיל להתייחס בצורה רצינית יותר לשכבת הגיל הזו ולחפש לה פתרונות כי בה מתמקדות עיקר הבעיות. התנאי לשיפור מיקומה של ישראל בדירוג המדינות הוא חיזוק המוטיבציה של התלמידים להשקיע במבחנים, גיבוש תכניות הכנה למבחנים ושיתוף המורים ובתי הספר בתכניות שייבנו. מורים וחוקרים צריכים להתייחס אל אמונות התלמידים על יכולותיהם כמתווכים חשובים ומנבאים של ביצועים. לא לי לומר באילו דרכים ניתן לשפר את החוללות העצמית ואת ההישגים, אך להערכה העצמית של התלמידים יש להקדיש מחשבה, בדיוק כפי שנעשה לגבי ההישגים ולהשקיע מאמץ כדי לזהות, להבין ולפוגג הערכה ירודה. חשוב להתחיל בהערכת החוללות העצמית בגיל צעיר כדי למנוע בעיות בהמשך.

במחקר זה דווח על הערכת יתר של הביצועים אצל התלמידים הערבים. אין בכך כל פסול, היא מספקת ביטחון והתמדה. אבל דווח גם על תלמידים שממעיטים בערכם וזה לא רצוי. תלמידים אלה לא יהיו מוכנים להתמודד עם משימות שבהם הכישורים האלה נחוצים והם ישקיעו פחות מאמץ במקרה של קושי. הרבה פעמים, תפיסה עצמית ירודה, ולא הכנה גרועה או חוסר כישרון, הם המובילים להימנעות מבחירה בקורסים או במקצועות מדעיים בהמשך.

אני מקווה שהממצאים של מחקר זה מוסיפים נדבך להבנת התהליך שהתרחש, ומוסיף להתרחש, בכל הקשור להישגי התלמידים הישראלים במדעים. נראה שזהו מקצוע הלימוד הראשון בארץ שבו ניתן לדבר על סגירת הפער בהישגים של בני שני המינים. לאור זאת, ולאור החשיבות וההשפעה של תחום זה על חיינו, מן הראוי לשים אותו במוקד ההתעניינות והמחקר החינוכי ולנצל את היתרונות שנמצאו בכל פלח של האוכלוסייה הישראלית על ידי שילובם ללמידה משותפת לטובת שיפור ההישגים של התלמידים ככלל.

מגבלות המחקר

מחקר זה מבוסס על ניתוח נתונים שניוני (secondary data analysis). פירוש הדבר כי הנתונים שבהם השתמשתי נאספו למטרות שונות מאלה של המחקר הנוכחי. כמו כן, נעשה בו שימוש בכלי המדידה המקוריים שנבנו על-ידי מארגני הפיזה ולא נבנו כלים ייחודיים למחקר זה. עם זאת,

המדגם הגדול של נחקרים מאפשר להשתמש בבסיס נתונים גדול, ולהסיק מסקנות שתקפותן ומידת ההכללה שלהן גבוהות יותר.

המחקר הסתמך רק על ניתוחים כמותיים. שילוב של שני סוגי המחקרים, כמותי ואיכותני, בעיקר כשדנים בעמדות, בחוללות עצמית ובשאיפות לעתיד, ודאי עשוי לתרום לתקפות הממצאים.

בשל האופי הקורלטיבי שבין המשתנים, יש להיזהר מהסקנת מסקנות נחרצות על כיוון הסיבתיות, גם אם נעשה שימוש בניתוח משוואות מבניות. כדי להסיק מסקנות מסוג זה דרוש מחקר ארוך-טווח.

לבסוף, מחקר זה לא עסק כלל במאפיינים הבית-ספריים (כגון אקלים בית-ספרי, טיב ההוראה, מדד הטיפוח של בית הספר, איכות המורים). אין ספק שיש להם קשר לפיתוח המשתנים הפסיכולוגיים-החברתיים שנדונו בו.

ביבליוגרפיה

אל חאג', מ' (1996). **חינוך בקרב הערבים בישראל: שליטה ושינוי חברתי**. הוצאת י"ל מאגנס, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

בירנבוים, מ' ונאסר, פ' (2003). חוללות עצמית במתמטיקה והתנהגות בחינה של תלמידים יהודים וערבים והשתמעויות לעבודות. **היועץ החינוכי, 26**, 68-78.

בכר, א' (2004). **הקשר בין משתני הרקע של התלמיד ועמדותיו ביחס למקצוע המדעים לבין ההישגים ואיכות הביצוע במבחן הישגים במדעים וטכנולוגיה**. עבודת תזה, אוניברסיטת תל אביב, ביה"ס לחינוך.

בן-דוד, ד' (2003). מערכת החינוך של ישראל בראי כלכלי-חברתי בעידן הגלובליזציה. **רבעון לכלכלה, מרץ 2003**, 47-72.

דוברובנסקי, א' (2005). **השפעת מגזר, מגדר ומשאבים חינוכיים בבית התלמיד על אמונות כלפי מתמטיקה והישגים במבחן TIMSS-R בקרב תלמידי ישראל.** עבודת גמר לקראת תואר מוסמך במדעי הרוח, אוניברסיטת תל-אביב.

וייסבלאי, א' (2006). נתונים על שוויון הזדמנויות בחינוך מגיל הגן ועד לאוניברסיטה. מרכז המידע והמחקר של הכנסת. מן האתר .http://www.knesset.gov.il

זוזובסקי , ר' (2001). **התוצר הלימודי והקשר החינוכי של לימודי המתמטיקה והמדעים בישראל. ממצאי המחקר הבינלאומי השלישי TIMSS-1999**. הוצאת רמות, אוניברסיטת תל-אביב.

זוזובסקי, ר' (2005). **הישגיהם הלימודיים של תלמידי כיתות ח' במתמטיקה ובמדעים, וההקשר החינוכי של הוראתם בישראל. ממצאי המחקר הבינלאומי השלישי TIMSS-2003**. הוצאת רמות, אוניברסיטת תל-אביב.

אבו-עסבה, ח' (2005). ההישגים הלימודיים של התלמידות הערביות בישראל כגורם לכניסתן למעגל התעסוקה והזדמנות לשינוי במעמדן החברתי. בתוך: א' פלדי (עורך). **החינוך במבחן הזמן 2**, 627-646, תל-אביב, הוצאת רכס – פרויקטים חינוכיים.

יוגב, א', לבנה, ע' ופניגר י' (2009). סינגפור במקום כרכור? מבחני הישג בינלאומיים והגלובליזציה של יעדי החינוך. **מגמות 46**, 337-355.

לוין, ת' (1988). תהליכי למידה, הוראה והישגים לימודיים במדעי הטבע בכיתות ט'. בתוך: פ' תמיר, ת' לוין, א' לוי, ד' חן, ר' זוזובסקי (עורכים). **הוראת מדעי הטבע בישראל בשנות השמונים: הוראה ולמידה הישגים ועמדות**, 53-101. ירושלים, המרכז הישראלי להוראת המדעים ע"ש עמוס דה שליט.

ליברמן, י' (2001). **ערכים של פרחי הוראה במכללת אורנים**. מכללת אורנים, היחידה למחקר והערכה.

מזאווי, א' (1996). חינוך בחברה הערבית בישראל, בתוך מ' קשתי (עורך). **לקסיקון החינוך וההוראה**, 171-173. הוצאת רמות, אוניברסיטת תל-אביב.

עיסא, א' (2007). **מידול ההישגים במדעים במבחן TIMSS-R של תלמידי כיתות ח' בישראל, האפקטים של מאפייני הרקע והמאפיינים הפסיכו-חברתיים של התלמיד.** עבודת גמר לקראת תואר מוסמך במדעי הרוח, אוניברסיטת תל-אביב.

פפרמן, ב' (2008). עיסוקיהם של בני נוער ערבים. בתוך : א' רכס וא' רודניצקי (עורכים). **נוער ערבי בישראל: בין סיכוי לסיכון**, 39-44, אוניברסיטת תל-אביב, תכנית קונרד אדנאואר לשיתוף פעולה יהודי-ערבי.

קרמרסקי, ב' ומברך, ז' (2004). אוריינות קריאה, מתמטיקה ומדעים : מחקר PISA 2002 , דוח מסכם מדעי. אוניברסיטת בר-אילן.

ראמ"ה – הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2007). **פיזה 2006 – נתוני ישראל – ממצאים ראשוניים**. פורסם באתר האינטרנט http//:rama.education.gov.il.

AAAS – American Association for the Advancement of science, (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York. NY: Oxford University Press.

Abu-Hilal, M. (2000). A structural model of attitudes toward school subjects, academic aspiration and achievement. *Journal of Educational Psychology, 20*(1), 75-84.

Aiken, L. R., (2002). *Attitudes and related psychosocial constructs: Theory, assessment, and research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Ayalon, H., Yuchtman-Yaar, E. (1989). Educational opportunities and occupational aspirations: A two-dimensional approach. *Sociology of Education, 61*, 191-210.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Bandura, A. (1994). Self-Efficacy, in: V. S. Ramachandran (Eds.) *Encyclopedia of Human Behavior*, *Vol. 4*, 71-81, New-York: Academic Press.

Bandura, A., Wood, R. E. (1989). The perceived controllability and performance standards on self regulation of complex decision-making. *Journal of Personality and Social Psychology*, *56*, 805-814.

Bandura, A., (1997). *Self-Efficacy: The exercise of control*. NY: Freeman.

Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara G. V, & Pastorelli, C. (2001). Self-efficacy beliefs as Shapers of children's aspirations and career trajectories. *Child Development, January/February 2001, 72, 1,* 187-206.

Beatrice, Y. (2000). *The Palestinian Women in Israel, Reality and Challenges. An empirical study*. Ako: Dar Alaswar. (Arabic).

Beller, M., Gafni, N. (1996). 1991 International Assessment of Educational Progress in mathematics and sciences: the gender differences perspective. *Journal of Educational Psychology*. *88*(2). 365-377.

Beller M., Gafni, N. (1997). Evidence from the 1991 international Assessment of Educational Progress in mathematics and science study. In: *Gender differences in learning achievement: evidence from cross-national surveys*. UNESCO, Paris, 41-86.

Biddle, B. J., & Marlin, M. M. (1987). Causality, Confirmation, Credulity, and Structural Equation Modeling. *Child Development*, *58*, 4-17.

Birenbaum, M., Nasser, F. (2006). Ethnic and gender differences in mathematics achievement and in dispositions towards the study of mathematics. In: *Learning and Instruction 16*, 26-40.

Britner, S., Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(5), 485-499.

Byrne, B. M. (2006). *Structural Equation Modeling with EQS: basic concepts, applications and programming. Multivariate applications book series*. Second edition. Routledge, Taylor & Francis Group.

Carter, G. Norwood, K. S. (1997). The relationships between teacher and student beliefs about mathematics. *School Science and Mathematics*, *97(2)*, 62-67.

Cooper, S. E., & Robinson, D. A. G. (1991) The relationship of mathematics self-efficacy beliefs to mathematics anxiety and performance. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, *24*(April), 4-11.

Dahlin, B., Regmi, P. M. (2000). Ontology's of knowledge, east and west: a comparison of the views of Swedish and Nepalese students. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, *13*(1), 43-61.

Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? In Durant, J. R., & Gregory, J. (Eds.) *Science and culture in Europe*, 129-137. Science Museum, London.

Eccles, S. J., Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values and goals. *Annual Review of Psychology*, *53*(1), 109-132.

Ertugrul, O. (2003*). Modeling of the factors affecting science achievement of eight grade Turkish students based on the third international mathematics and science study – repeat (TIMSS-R) data*. A Thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of the middle east technical university.

Fouad, N. A., Smith, P. L. (1996). A test of a social cognitive model for middle school students: Math and science. *Journal of Counseling Psychology*. *Vol 43*(3), 338-346.

Friedler, Y., Tamir, P. (1990). Sex differences in Science education in Israel: an analysis of 15 years of research. In: *Research in Science & Technological Education, Vol 8, 1*, 21-34.

Frost, S., Reiss, M., & Frost, J. (2005). Count me in! Gender and minority ethnic attainment in school science. *School Science Review*, March 2005, 86(316).

Fuchs, T., Wobmann, L. (2004). *What accounts for International differences in student performance? A re-examination using PISA data*. Ifo Institute for Economic Research of the University of Munich, Germany.

Jenkins, E. W. (1994). Scientific Literacy. In: Husen, T. & Postlewaite, T. N. (Eds.) *The International Enciclopedia of Education, Vol 9*, 2nded, 5345-5350, Pergament Press.

Hackett, G., Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education, 20*, 261-273.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2005). *Multivariate Data Analysis*. 705-768. Sixth Edition. Pearson, Prentice Hall.

Hedges, l. V., Nowel, A. (1995). Sex differences in mental test scores, variability, and numbers of high scoring individuals. *Science, 269*, 41-45.

Hofer, K. B., & Pintrich, R. P. (1997). The Development of epistemological theories; beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of educational Research, 67(1)*, 88-140.

Ishida, H., Muller, W., & Ridge, J. M. (1995). Class origin, class destination, and education: A cross-national study of ten industrial nations. *American journal of Sociology, 101*, 145-193.

Gambetta, D. (1996). *Were they pushed or did they jump? Individual decision mechanisms in education*. Boulder: Westview.

Grace, K., Tienda, M. (1998). Educational aspirations of minority youth. *American Journal of Education, 106*: 84 - 150.

Kahle, j. B. (1996). Opportunities and obstacles Science education in the schools. In C. S. Davis, A. B. Ginorio, C. S. Hollenshead, B. B. Lazarus, & P. M. Rayman (Eds.), *The equity equation*, 37-95. San Francisco: Jossey Bass.

Khattab, N. (2002). *Segregation, ethnic labor market and the occupational expectations of Palestinian students in Israel.* Paper for presentation. Available at http://www.nuffield.ox.ac.uk/rc28/papers/Khattab.pdf.

Kfir, D. (1988). Achievement and aspirations among boys and girls in high school: A comparison of two Israeli ethnic groups. *American Educational Research Journal, 25*(2). 213-236.

Koller, O. (2001). Mathematical worldviews and achievement in advanced mathematics in Germany: findings from TIMSS population 3. *Studies in Educational Evaluation. 27*(1), 65-78.

Kremer, B. K. & Walberg, H. J. (1981). A synthesis of social and psychological influence on science learning. *Science Education, 65*, 11-23.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. School of education. University of Cape Town, South Africa. John Wilet & Sons, Inc. *Science Education, 84*, 71-94, 2000.

Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1996). Career development from a social cognitive perspective. In D. Brown & L. Brooks (Eds.), *Career choice and development*, 373-422. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Leung, F. K. (2002). Behind the high achievement of east Asian students. *Educational Research and Evaluation, 8*, 87-108.

Locke, E. A., & Laatham, G. P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Englewood Cliffs, Nj: Prentice-Hall.

Lytton, H., & Pyryt, M. (1998). Predictors of achievement in basic skills: A canadian effective schools study. *Candian Journal of Education, 23.* 281-301.

Ma, X. (2001). Stability of socio-economic gaps in mathematics and science achievement among Canadian schools. *Canadian Journal of Education 26, 1* (2001), 97-118.

Ma, X & Kishor, N. (1997). Attitude toward self, social factors and achievement in mathematics: A meta-analytic review. *Educational Psychology Review, 9*, 89-113.

Ma, X. & Klinger, D.A. (2000). Hierarchical linear modeling of student and school effects on academic achievement. *Canadian Journal of Education 25*, 41-55.

Machin, S., McNally, S. (2006). *Gender and student achievement in English schools*. Center for the Economics of Education, London school of Economics.

Manning, M. L. (1998). Gender differences in young adolescents and science achievement. *childhood education* . *Vol 74, 3* , 71- 168.

McConney, A., Perry, L. B. (2008). *Secondary analysis of large-scale international datasets in the service of national education policy evaluation: The case of PISA Australia*. Paper presentation, International Conference of The Australian Evaluation Society, Perth, September 2008.

McLanahan, S. E. (1997). Parent absence or poverty: Which matters more? In G. J. Duncan & J. Brooks-Gunn (Eds.), *Consequences of growing up poor*, 35-48. New-York: Russell Sage Foundation.

Neathery, F. (2000). Elementary and secondary students' perceptions toward science: correlations with gender, ethnicity, ability, grade and science achievement. *Electronic Journal of Structural Engineering (EJSE), Vol 2, 1.*

OECD, 2006a. *Assessing scientific, Reading and mathematical literacy, A Framework for PISA 2006*. Available At http://www.pisa.oecd.org.

OECD, 2006b. *PISA 2006 Technical Report*. Available at http://www.pisa.oecd.org.

OECD, 2007. *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world*. Available At http://www.pisa.oecd.org

Pajares, F., Kranzler, J. (1995). Self-efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem-solving. *Contemporary Educational Psychology, 20*, 426-443.

Pajares, F., Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology, 86, 2*, 193-203.

Papanastasiou, C. (2000). Effects of attitudes and beliefs on mathematics achievement. *Studies in Educational Research*, *26*(1), 27-4.

Papanastasiou, C. (2002a): School, teaching and family influence on student attitudes toward Science: Based on TIMSS data for Cyprus. *Studies in Educational Evaluation, 28*, 71-86.

Papanastasiou, C. (2002b): Effects of background and school factors on mathematics achievement. *Educational Research and Evaluation, 8*(1), 55-70.

Phillips, D. A., Zimmerman, M. (1990). The developmental course of perceived competence and incompetence among competent children. In R. J. Stemberg & J. Kolligian, Jr. (Eds.*), Competence considered*, 41-66. New Haven, CT: Yale University Press.

Randhawa, B., Beamer, J. & Lundberg, I. (1993). Role of mathematics self-efficacy in the structural model of mathematics achievement. *Journal of Educational Psychology, 85*(1), 41-48.

Schneewind, K. A. & Ruppert, S. (1998). *Personality and Family Development*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Schommer, M., Crouse, A., & Rhodes, N. (1992). Epistemological beliefs and mathematical text comprehension: believing it is simple does not make it so. *Journal of Educational Psychology, 84*, 435-443.

Schultz, G. F. (1993). Socioeconomic advantage and achievement motivation: Important mediators of academic performance in minority children in urban schools. *Urban Review, 25*, 221-232.

Schulz, W. (2005). *Mathematics self-efficacy and student expectations*. *Results from PISA 2003*. Paper prepared for the annual meetings of the American Educational Research Association in Montreal, April 2005.

Seginer, R.,Vermulst, A. (2002). Family Environment, Educational Aspirations, and Academic Achievement in Two Cultural Settings, *Journal of Cross-Cultural Psychology, 33*(6), 540-558.

Shen, C., Pedulla, J. J. (2000). The relationship between students' achievement and their self-perceptions of competence and rigour of mathematics and science: a cross-national analysis. *Assessment in education: principles. Policy & practice, Vol 7, 2*, 237-253.

Sjoberg, S. (2001). Science and Technology education current challenges and possible solutions. In E. Jenkins, (Eds.), *Innovations in Science and Technology Education, Vol VIII*, Paris, UNESCO.

Stricker, L. J. & Rock, D. A. (1995). Examinee Background Characteristics and Gre General Test Performance. *Intelligence, 21*, 49-67.

Tamir, P. (1989). Home and school effects on science achievement of high school students in Israel. *Journl of Educational Research, 83*, 30-39.

Thomson, S. & De Bortoli, L. (2008). *Exploring scientific literacy: how Australia measures up. The PISA 2006 survey of students' scientific, reading and mathematical literacy skills*. Australia Council for Educational Research.

Willson, V. l., Ackermann, C. & Malave, C. (2000). Cross Time Attitudes, Concept Formation and Achievement in College Freshman Physics. *Journal Research in Science Teaching*. *37(10),* 1112-1120.

White, K. R. (1982). The relation between socioeconomic status and academic achievement. *Psychological Bulletin*, 913, 451-481.

Young, D. j., (1998). Ambition, self-concept, and achievement: a structural equation model for comparing rural and urban students. *Journal of Research in Rural Education, Spring, 1998, Vol 14, No. 1*, 34-44.

Zerega, M. E., Walberg, H. J. (1984). School Science and femininity. In M. W. Steinkamp & M. L. Maehr (Eds.), *Advances in motivation and achievement. A research annual: Women in Science*, 37 – 50. London: Jai Press Inc.

Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated learning: Which are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology, 16*, 307-313.

Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulating academic learning and achievement: The emergence of a social cognitive perspective. *Educational Psychology Review, 2*, 173-201.

Zimmerman, B. J., Bandura, A. (1994). Impact of self-regulatory influences on writing course attainment. *American Educational Research Journal, 31*(4), 845-862.