

פרק 4

סביבות מועשרות והמוח

מושגי מפתח

- כיצד העשרה משפיעה על המוח?
- שני תנאים להעשרה: אתגר ומשוב
- התפקיד שממלאים שפה, פעילות מוטורית, מוסיקה ואמנויות
- מה באמת בונה מוחות טובים יותר?

האדם נולד חסר-ישע יותר מכל יונק אחר. לעובדה זו יש יתרונות וחסרונות: הפעוט האנושי אמנם אינו מסוגל לטפל בעצמו כראוי, אך הוא יכול להתאים את מוחו המתפתח לעולם שהוא פוגש. "התאמה עצבית" זו יכולה להתבצע בשממה של גירויים מקריים, או בקרקע פורייה של מסרים חושיים מכוונים.

"בעבר חשבנו שחיווטו של המוח הוא קשיח, ושהוא איננו משתנה... [אלא ש] בפועל, סביבות חיוביות עשויות להפיק שינויים פיזיים במוח המתפתח" – כך אומר פרדריק גודווין (Frederick Goodwin), מנהלו לשעבר של המוסד הארצי לבריאות הנפש (National Institute of Mental Health) (in Kotulak 1996, p. 46). פרק זה מתמקד בחשיבותה של העשרה.

אנו יודעים מספיק כדי לומר שהסביבה צריכה להיות עשירה. אך מהם, באופן מעשי, הרכיבים הספציפיים של סביבה "עשירה"?

השפעה סביבתית

במהלך 100 השנים האחרונות נעה המטוטלת בין שני קצוות. במשך כמה עשורים, אלה שהאמינו כי אופי ואינטליגנציה נקבעים בעיקר על ידי הגנים ("טבע" או "תורשה") שלטו בשיח הציבורי. הם ציטטו מחקרים שהתייחסו ל"גן האיות", ל"גן המוסיקה" ואפילו ל"גן המתמטיקה". אולם, במשך הזמן, אלה שהיו משוכנעים בהשפעות הסביבה ("חינוך" או "טיפול") הרימו את קולם מספיק כדי להסב את תשומת-הלב הציבורית לעניינם.

כיום, הקונצנזוס הוא שתורשה קובעת בין 30 ל-60 אחוזים מן החיווט של מוחנו, ואילו 40 עד 70 אחוזים מושפעים על ידי הסביבה. מה מקור הטווח הרחב הזה? הדבר תלוי בתכונה או בהתנהגות המסוימת שבוחנים. נטייה לקרחת אצל גברים מצויה על כרומוזום X, שמגיע מן האם. אם התכונה מופגנת בעוצמה אצל הורייך ואצל הורי-הורייך, סיכויך לרשת אותה ולהפגינה קרובים ל-100 אחוז. לעומת זאת, אם את אישה ואימך היתה מנהיגה חזקה, הרי סיכויך להיות מנהיגה חזקה בעצמך קרובים יותר ל-30 אחוז. שיעור נמוך זה משקף את המשתנים הסביבתיים המורכבים של נסיבות, הזדמנויות ומיומנויות שנרכשו במהלך חייו של אדם.

כחינוכאים, ביכולתנו להשפיע בעיקר על היבט ה"טיפול" אצל תלמידינו. פרק זה מתמקד במה שמעשיר את המוח, אך בודק גם את איכותה הכללית של הסביבה הלימודית. כיוון שכך, עלינו למלא אחר כלל יסודי הנוגע להתגובתו של המוח להשפעות מסוימות: התחילו בסילוק אימים מן הסביבה הלימודית. גם אם הרעיון של הוספת רכיבים חיוביים לסביבה מלהיב אתכם מאוד, עליכם לעבוד תחילה על סילוק הרכיבים השליליים. אלה כוללים גרימת מבוכה, האשמה, מועדי הגשה דרקוניים, הכרחת ילדים להישאר בבית הספר לאחר שעות הלימוד, השפלה, עוקצנות, היעדר משאבים או הפחדה. אין כל ראייה לכך שאימים מהווים דרך יעילה להשגת

מטרות אקדמיות ארוכות-טווח. לאחר סילוקם של האיומים, אפשר להתחיל לעבוד על תהליך ההעשרה.

מוחנו הניתן לעיצוב

מריאן דיימונד – חלוצה בחקר המוח, שעסקה באנטומיה עצבית באוניברסיטת קליפורניה בברקלי – גילתה ב-1967 שניתן להשפיע על המוח בקלות מדהימה (Diamond 1967). מחקריה, ומחקרים נוספים שנערכו על ידי עשרות מעמיתיה, שינו את הדרך שבה אנו חושבים על מוחנו. המוח, כך מתברר, מסוגל לגדל קשרים חדשים כתוצאה מגירוי סביבתי. לדברי דיימונד, "כשהעשרנו את הסביבה, קיבלנו מוחות עם קליפה עבה יותר, הסתעפות דנדריטית רבה יותר, עוקצי גדילה רבים יותר וגופי תא גדולים יותר" (Healy 1990, p. 47). משמעות הדבר היא שתאי המוח מנהלים תקשורת טובה יותר זה עם זה. בנוסף, ישנם גם יותר תאי תמיכה. התופעה יכולה להתרחש בתוך 48 שעות לאחר הגירוי. מחקרים מאוחרים יותר תומכים במסקנה שלפיה מדובר בהשפעות מובהקות ביותר הניתנות לחיזוי מראש.

מה שחשוב הוא **תהליך** יצירתם של קשרים. דבר זה מרמז על גורם אפשרי ליכולת הלמידה המשופרת שרבים מדווחים עליה – גירוי עצבי מוגבר. סביר להניח שלאנשים חכמים יותר יש מספר גדול יותר של רשתות עצביות, ושאלה שזורות זו בזו באופן סבוך יותר. שינויים אלה תואמים את השינויים שהושגו כתוצאה מהתנסויות מורכבות, בעיקר עם למידה וזיכרון (Black et al. 1990). על פי תפיסה זו, החיווט של המוח מושפע מהסביבה באותה המידה שהוא מושפע מחוויותיו הממשיות של האדם.

קל היה לגלות הסתעפות דנדריטית, אך רק לאחרונה נחשפו ראיות בדבר גמישותן של הסינפסות. כיום, אנו יודעים כיצד המוח משנה את עצמו מבחינה מבנית: הדבר תלוי בסוג ובמידת השימוש שנעשה בו (Healy 1990; Green,). (Greenough and Schlumpf 1983). הגידול הסינפטי משתנה בהתאם לסוג הפעילות. למשל, לצורך למידה מוטורית חדשה נוצרות סינפסות חדשות בקליפת המוח הקטן. לעומת זאת, בתרגול (למידה מוטורית חוזרת) המוח

מפתח צפיפות גדולה יותר של כלי דם בשכבה המולקולרית (Black et al. 1990). חוקרים אחדים מצאו שאזור מסוים במוח התיכון הקשור בעיבוד קשב – הקוליקולוס העליון (the superior colliculus) גדל ב-5-6 אחוזים יותר בסביבה מועשרת (Fuchs, Montemayor, and Greenough 1990). חוקרים באוניברסיטת פנסילבניה השתמשו בטכנולוגיה של הדמיית תהודה מגנטית פונקציונלית (fMRI), ומצאו אזורים במוחנו שמגורים רק על ידי אותיות, אך לא על ידי מילים או סמלים (Lasley 1997). הדבר מצביע על כך שחוויות חדשות (כמו קריאה) יכולות להתחווט אל תוך המוח, הניתן לעיצוב. במילים אחרות, ככל שתשתנה הסביבה, כך ישנה המוח את אופן התפתחותו.

אולם, הדבר אינו פשוט כל כך. חסך חושי מוקדם של תלמיד יכול אף הוא לשחק תפקיד. "אם חווים חוויה רעה, הסינפסות הלא נכונות מסולקות, והמערכת מתפקד באופן לקוי" – כך טוען ויליאם גרינאו (William Greenough), חוקר מוח מאוניברסיטת אילינוי (1997). שמירה על סינפסות עודפות עלולה גם היא להזיק, כמו במקרה של פיגור שכלי הנובע מתסמונת ה-X השבור. בתי ספר מתעניינים כיום יותר מאי-פעם ביצירת סביבות מועשרות מן הסוג הנכון, והם עושים זאת מסיבה טובה. את אחד הטעונוים המשכנעים ביותר מביא פרדריק גודווין, מנהלו לשעבר של מוסד לבריאות נפש: "יש כיום הבנה גוברת שהסביבה יכולה להשפיע עליך...; אינך יכול להפוך בן אדם עם איי-קיו 70 לאדם עם איי-קיו 150, אבל אתה יכול לשנות את מנת המשכל שלו בדרכים שונות, לעתים עד כדי 20 נקודות כלפי מעלה או מטה, תוך שימוש בסביבה" (Kotulak 1996). מדובר בטווח של 40 נקודות! אך באיזו מידה בדיוק יכול בית הספר להשפיע על המוח? חוקר המוח בוב ג'ייקובס (Bob Jacobs) מאשר שמחקרים בהעשרת המוח שנערכו בבעלי חיים ניתנים ליישום ישיר על המוח האנושי. הוא מצא שבנתיחות שלאחר המוות שבוצעו בסטודנטים לתארים מתקדמים נמצאו עד 40 אחוז יותר קשרים עצביים מאשר במוחותיהם של תלמידים שנשרו מבית הספר התיכון. סטודנטים שעסקו בפעילויות מאתגרות הפגינו "התפתחות מוחית" בשיעור הגדול בלמעלה מ-25 אחוז מקבוצת הביקורת. אולם, חינוך לבדו

איננו מספיק. התנסויות לימודיות חדשות, תכופות ומאתגרות הן חיוניות להתפתחות המוח. במוחותיהם של סטודנטים לתארים מתקדמים שלא נדרשו להשקיע מאמץ בבית הספר נמצאו פחות קשרים מאשר אצל אלה שאיתגרו את עצמם מדי יום (Jacobs, Schall, and Scheibel 1993). גירוי חושי מאתגר הושווה בצדק ל"חומר מזין" למוח. תרשים 4.1 מדגים את ההבדל בין נוירונים עניים לנוירונים מועשרים.

תרשים 4.1

כיצד העשרה משנה את המבנה של תאי המוח



הארלד צ'וגאני (Harold Chugani), נוירוביולוג מאוניברסיטת ויין סטייט, מזכיר שהמוח בגיל בית הספר כמעט "זוהר" מרוב צריכת אנרגיה, וצורך רמות גלוקוזה גבוהות ב-125 אחוזים מאלה שנצרכות על ידי מבוגרים. המוח לומד במהירות הגדולה ובקלות הרבה ביותר במהלך שנות בית הספר הראשונות. הוא כמעט "מתפוצץ" מרוב התפתחות בשעה שהוא מתאים את עצמו בדיוק מהמם לעולם שסביבו. גירוי, חזרה וחידוש הם חיוניים בתקופה זו להנחת היסודות ללמידה מאוחרת יותר. העולם שמסביב הוא מזונו

האמיתי של המוח המתפתח; הוא קולט את הריחות, הצלילים, המראות, הטעמים והתחושות, ומרכיב מהם איך-ספור קשרים עצביים. תוך שהוא מתחיל להבין את העולם, יוצר המוח חווה עצבית.

העשרה למי?

במשך שנים שלט המיתוס שלפיו רק תלמידים מסוימים, "מחוננים ומוכשרים", יפיקו תועלת מירבית מתכניות העשרה. אין דבר רחוק יותר מן האמת. המוח האנושי נולד עם יותר (הרבה יותר) מטריליון קשרים. סינפסות חדשות רבות נוצרות עם ההתפתחות החושית המוקדמת, אך סינפסות מיותרות מסולקות מאוחר יותר. גרינווא (Greenough), חלוץ במחקרי העשרה, אומר שהניסיון קובע אילו סינפסות מסולקות, ומה שחשוב יותר – אילו נשמרות. תהליך זה יוצר את "תרשים החיווט", שעל גביו נבנית כל התפתחות נוספת (Begley 1996, p. 56). למוחנו יש "קו התחלה" של קישוריות עצבית, וההעשרה מוסיפה לו. תלמידים יכולים לסיים את בית הספר כשהם מצויים ב"קו ההתחלה", או עם "מוח מועשר". האם באמת אנו יכולים להרשות לעצמנו לגזול מכל אותם תלמידים "בלתי-מוכשרים" את ייעודם הביולוגי לפתח מוח מועשר?

פאולה טלאל מאוניברסיטת רטגרס מדברת על הזדמנות הלמידה הקריטית הזו שכולם צריכים לקבל: "אל תחכו. לא תקבלו עוד חלון הזדמנויות שכזה" (in Kotulak 1996, p. 33). הרבה יותר קל, למשל, ללמוד לנגן בכלי נגינה או לדבר שפה זרה לפני גיל 10 מאשר בכל זמן אחר. אך רק אוכלוסיות של בתי ספר אליטיסטיים ותלמידים מחוננים ומוכשרים מקבלים סוג כזה של חשיפה. קל להבין מדוע הורים רוצים שילדיהם יתווגו כ"מחוננים". החמצת ההזדמנות הזו עלולה להמיט על ילדיהם "שממה עצבית".

מה הם הדברים שמהווים העשרה?

אין-ספור ניסויים נערכו בבעלי חיים ובבני אדם במטרה לגלות את התנאים המדויקים שבינו מוח טוב יותר. ויליאם גרינואו, שחקר את השפעותיהן של סביבות מועשרות במשך יותר מ-20 שנה, אומר ששני דברים חשובים במיוחד להתפתחותו של מוח טוב יותר. הרכיב החיוני הראשון לכל תכנית ייעודית להעשרת מוחו של הלומד הוא למידה מאתגר, עם מידע חדש או חוויות חדשות. לעתים חידוש יספיק, אך עליו להיות מאתגר. הרכיב השני הוא שתהיה דרך כלשהי ללמוד מן ההתנסות משוב אינטראקטיבי.

אתגר הוא מרכיב חשוב: תלמידים יתייאשו מאתגר גדול מדי, וישתעממו מאתגר קטן מדי. ניתן להפיק אתגר שכלי מחומר חדש, מהוספה של רמות קושי או באמצעות הגבלה של משאבים. ניתן, למשל, לשנות את מגבלות הזמן, החומרים, הגישה, הציפיות או התמיכה בתהליך הלמידה. החידוש חשוב אף הוא. חשוב לשנות את התפאורה על קירות הכיתה אחת לשבועיים או לחודש; עדיף לתת לתלמידים עצמם לשנותה, וכך להשיג את ההעשרה הטובה ביותר. רצוי גם להחליף אסטרטגיות הוראה לעתים קרובות: להשתמש במחשבים, בקבוצות, בסיורים, במרצים אורחים, בעבודה בזוגות, במשחקים, בהרצאות תלמידים, בכתיבה ביומנים או בפרויקטים שמשלבים בין בני-גילים שונים (תרשים 4.2).

תרשים 4.2

פיתוח מירבי של המוח

משוב	+	אתגר
ספציפי		פתרון בעיות
מגוון		חשיבה ביקורתית
בעיתי המתאים		פרויקטים רלוונטיים
נשלט על ידי הלומד		פעילויות מורכבות

שנית, יש להגדיל למקסימום את המשוב שהלומד מקבל. כיוון שהמשוב מפחית אי-ודאות, הוא מגדיל את יכולת ההתמודדות ומקטין את תגובות הלחץ הקשורות בבלוטת יותרת המוח ובבלוטת יותרת הכליה. המשוב הוא משמעותי, אפילו כשאין ללומד שליטה עליו (Hennessy, King, McClure, and Levine 1977). המוח עצמו מתוכנן באופן נפלא להשתמש במשוב פנימי וחיצוני כאחד (Harth 1995). מה שמתקבל בכל רמה של המוח תלוי במה שמתרחש בנוסף לכך באותה רמה, ואילו מה שנשלח לרמה הבאה תלוי בדברים שכבר מתרחשים באותה רמה. במילים אחרות, מוחנו הוא מכונה המתייחסת אל עצמה. הוא מחליט על הצעד הבא בהתבסס על המצב הנוכחי. ללא מערכת המשוב הנפלאה שלנו לא היינו מסוגלים ללמוד. למשל, לאחר שתלמיד כותב משהו, תהליך עריכה שמתבצע על ידי חבריו לכיתה מהווה דרך מצויינת להשגת משוב לעבודתו.

כמובן, לומדים אחרים עשויים להיות הנכס הגדול ביותר בסביבה הלימודית. עם זאת, סביבות מסורתיות רבות עדיין אינן מאורגנות כראוי כדי לנצל הזדמנות זו. הקבוצות הטובות ביותר עשויות להיות קבוצות שמורכבות מתלמידים בני גילאים שונים או מרקע חברתי שונה (Caine and Caine 1994). אמנם, אין הרבה "מחקר ביולוגי אמיתי" ביחס לערכן של קבוצות שיתופיות, אך ברור שיש להן שתי השפעות. ראשית, כשאנו מרגישים שמעריכים אותנו ודואגים לנו, מוחנו משחרר נוירורנסמיטרים של תענוג: אנדורפינים ודופמין. דבר זה מסייע לנו ליהנות יותר מעבודתנו. עניין חיובי שני טמון בכך שקבוצות מספקות כלי מעולה למשוב חברתי ואקדמי. כשתלמידים משוחחים זה עם זה, הם מקבלים משוב מדויק ביחס לרעיונותיהם וגם ביחס להתנהגותם.

כמה תנאים הופכים את המשוב לאפקטיבי יותר. על התגובה להיות ספציפית, ולא כללית. משחקי וידיאו ומחשב מספקים משוב ספציפי, וכך גם עריכה על ידי חברים לכיתה של סיפור שכותב תלמיד. אינטראקציה קבוצתית מספקת משוב משום שהיא נותנת ראיות דרמטיות רבות כל כך לא רק במילים, אלא גם במחוות. בנייה של מודל בכיתה או שימוש במשחק

לימודי מספקים משוב אינטראקטיבי. המשוב יעיל במיוחד בעבור הלומדים כאשר הוא מידי, אם כי לומד לחוץ או מאוים יעדיף לעתים לקבל משוב דחוי. לדברי גרינאו, במשוב האידיאלי יש אפשרות בחירה; ניתן להפיק ולשנותו בהתאם לרצונו של התלמיד. המוח איננו לומד במהירות אם קשה לו להשיג את המשוב, או אם הביצוע כבר לא ישתנה בעקבות המשוב. משוב מידי שניתן להפיקו עצמאית עשוי להגיע מכמה מקורות: פרסום קריטריונים לביצועים, בחינת הביצוע כנגד מטרות אישיות, שימוש במחשב או בדיקה עם הורה או עם מורה משכבת גיל אחרת.

מה צריך להיות תוכנה של ההעשרה? למרבה המזל, קיימים לכך אין-ספור מקורות. נטפל כאן רק בחמישה מהם: קריאה ושפה, גירוי מוטורי, חשיבה ופתרון בעיות, אמנויות והסביבה.

העשרה באמצעות קריאה ושפה

ילד שלא ייחשף למילים חדשות, לעולם לא יפתח את התאים בקליפת השמע שיאפשרו לו להבחין כראוי בין צלילים. הורים צריכים להקריא לילדיהם כבר בגיל חצי שנה, ולא לחכות עד שיהיו בני 4 או 5. לפני גיל הבגרות המינית, רוב הילדים מסוגלים ללמוד כל שפה ללא "מבטא זר". היצע התאים והקשרים במוח מוכן וזמין לשימוש לצורך זה. יש מספיק מהם כדי שנוכל ללמוד אפילו את הבדלי ההגייה העדינים ביותר.

אולם, לאחר גיל הבגרות המינית הקשרים דועכים והתאים הפוטנציאליים לשפה כבר תפוסים על ידי תאים אחרים, נמרצים יותר, המשמשים לתפקודים אחרים. בתי הספר צריכים לחשוף ילדים לשפות זרות ולאוצר מילים גדול ומאתגר יותר עד גיל 12. כתוצאה מאיבוד של נוירונים ומ"גיוזום" של סינפסות, רכישתן של שפות נוספות הופכת לקשה יותר עם כל שנה שחולפת.

אוצר המילים שישמש את הילד בחייו יגדל בהתאם לרוחב אוצר המילים שישפוג ממוריו. דרך קלה להשיג אוצר מילים גדול יותר היא באמצעות

הדגמה של מורים, המצפים מן התלמידים לרוכשו והופכים אותו לחלק מן הלמידה. קריאה היא דרך מצוינת נוספת לפתח אוצר מילים, אך לא כדאי לכפותה על תלמידים בשלב מוקדם. למוחותיהם של חלק מן הלומדים, הגיל ה"נורמלי" לקריאה הוא 3 או 4. אצל אחרים הגיל ה"נורמלי" הוא 8. למעשה, בין מוחות מתפתחים שהם תקינים לחלוטין עשויים להתגלות פערים של כמה חודשים עד 5 שנים במועד המוכנות לקריאה. ילד בן 6 שאיננו קורא אינו בהכרח "מעוכב מבחינה התפתחותית". במדינות רבות, כולל שבדיה, דנמרק, נורבגיה וניו-זילנד (שבכולן שיעורי אוריינות גבוהים), לימוד פורמלי של קריאה מתחיל רק בגיל 7 או 8 (Hannaford 1995).

קריאה מועילה לגירוי המוח המתפתח, ואילו כתיבה היא דרך נוספת לפתח את אוצר המילים. בדרך כלל, אנו מלמדים ילדים לכתוב באותיות דפוס לפני שמלמדים אותם את הכתב המחובר (בלועזית, כמובן). בשיטה זו אין היגיון רב, משום שהמוח הטיפוסי עדיין אינו מפותח דיו כדי לעשות את האבחנות החזותיות והמוטוריות הדרושות. ילדים עדיין מתקשים להבחין בין האותיות הקטנות d ו-b, וכן בין A, N, H ו-E. יש סיבה לתסכולם של הילדים: מוחם עדיין אינו מוכן לכך. הכתב המחובר פשוט יותר, ועדיף ללמד אותו תחילה*. ממילא, עם התקדמות הטכנולוגיה, ובאופן ספציפי בהתחשב בקיומן של מקלדות מחשב, הדפוס חשוב היום פחות משהיה לפני שנה.

לילדים עם ליקויי שפה יש מוחות מאוזנים מדי. לטענת פאולה טלאל, זה איננו מצב טוב. כששני צדי המוח שווים, ההמיספרה השמאלית סובלת מנחיתות; הצד השמאלי צריך להיות גדול יותר מן הצד הימני ופעיל יותר ממנו. מוח שמאלי גדול ומהיר יותר מסוגל לעשות את האבחנות הדקות בין הצלילים הנשמעים. כתוצאה מכך, המילים מובחנות, ואינן נשמעות כמו זרם שוצף של רעש מימי. זה מה שדיסלקטים רבים שומעים – מילים מחוברות.

* בעברית, כמובן, המצב שונה. הילדים לומדים תחילה את אותיות הדפוס כדי שיוכלו לקרוא ורק מאמצע-סוף כיתה א' הם לומדים את אותיות הכתב.

טלאל מספרת שתוכנות חדשות, המותחות את המילים עד שהמוח לומד להבדיל ביניהן, נוחלות כ-80 אחוזי הצלחה באימון המוח מחדש (in Begley 1996, p. 62).

העשרה באמצעות גירוי מוטורי

האם פעילות גופנית או תנועה מועילים למוח? יש לזכור, שחזרה על תנועה או על תרגיל כרוכים בעצם בעשייה של משהו שאנו כבר יודעים לעשותו. העשרה שמטרתה גירוי המוח דורשת משהו חדש. לייל פלמר (Lyelle Palmer) מאוניברסיטת וינונה סטייט עסק שנים רבות בתיעוד ההשפעות המועילות שיש לגירוי מוטורי מוקדם על הלמידה. הוא השתמש במטלות שדרשו קואורדינציה של יד-עין, וכן פעילויות של סחרור, נפילה, נדנוד, הצבעה, ספירה, קפיצה וזריקת כדור; כל זאת, במטרה לגרות את יצירת הדפוסים המוקדמת של ההתפתחות העצבית. פלמר ניהל פרויקט שנקרא "הזדמנות ללמוד" ("Chance to Learn") בבית הספר היסודי שינגל קריק (Shingle Creek) במיניאפוליס. לפרויקט היו השפעות חיוביות על תלמידים, כפי שהתברר באמצעות "מבחן המוכנות העירוני" (Metropolitan Readiness Test), "מבחן התפיסה החזותית" ו"מבחן האינטליגנציה של קבוצת אוטיס" (Palmer Otis Group, 1980). במחקרים דומים, נמצא שקבוצות המחקר הפגינו באופן עקיב ביצועים טובים יותר מקבוצות הביקורת.

יתרונותיו של גירוי מוטורי מוקדם אינם מסתיימים בבית הספר היסודי. לגירויים מוטוריים חדשים יש ערך עצום גם בתיכון וגם בהמשך החיים (Brink 1995). בתי ספר צריכים לתכנן תכניות לגירוי מוטורי ספציפי, ולהופכן לחובה בגן חובה ובכיתה א', אך עליהם גם לשלב פעילות גופנית לרוחב תכנית הלימודים כולה. במהלך העיסוק בספורט אנו מצפים שלומדים ישתמשו במוחם כדי לספור, לתכנן, לחשוב ולפתור בעיות. כל ספורטאי עסוק מאוד בתפקודים קוגניטיביים. מאחר שכך, אך הגיוני שנדרוש מתלמידים להשתמש בגופם לצורכי למידה תנועתית בשיעורים הרגילים (תרשים 4.3).

תרשים 4.3

גורמים מרכזיים המשפיעים על ההתפתחות המוקדמת של המוח ועל הישגים לימודיים



העשרה באמצעות חשיבה ופתרון בעיות

הדרך הטובה ביותר לגדל מוח טוב יותר היא באמצעות עיסוק בפתרון בעיות מאתגרות. פעילות כזו יוצרת קשרים דנדריטיים חדשים, המאפשרים את יצירתם של קשרים חדשים נוספים. המוח מוכן לפתרון בעיות פשוטות וקונקרטיות כבר בגיל שנה או שנתיים. הסוג המסובך יותר של בעיות צריך על פי רוב לחכות. בין הגילים 4 ל-7 מתרחש פרץ של הסתעפות דנדריטית בהמיספירה הימנית. בהמיספירה השמאלית מתרחש פרץ דומה בין הגילים 9 ל-12 (Hannaford 1995). שני הצדדים מפותחים במלואם ומוכנים בדרך

כלל להפשטות מורכבות בין הגילים 11 ל-13, כאשר כפיס המוח – הגשר העיקרי בין ההמיספרה השמאלית לימנית – בשל לחלוטין. כפיס המוח נושא בשלב זה ארבעה מיליארד הודעות בשנייה לרוחב 200-300 מיליון סיבי העצב שלו, והוא מוכן לפיכך לאתגרים נוספים. הבשלה מסוימת נוספת של המוח נמשכת אל תוך אמצע שנות העשרים של אדם.

ילדים צריכים לפתור בעיות מורכבות ומאתגרות. אולם, פתרון בעיות איננו מוגבל לאזור מסוים במוח. ניתן לפתור בעיה על נייר, עם מודל, באמצעות דימוי או מטפורה, במהלך דיון, עם סטטיסטיקות, באמצעות עבודת אמנות, במהלך הדגמה ועוד. כתוצאה מכך, כשם שרבות הדרכים לפתירת בעיה, כן רבים הנתיבים העצביים שעלינו לפתח במוחם של ילדים. משמעות הדבר היא שחיוני לחשוף תלמידים למגוון גישות לפתרון בעיות (Gardner 1993). כשתלמידים מרגישים שיכולתם לפתור בעיות גדולה יותר, מחשבותיהם משנות את הכימיה של גופם. אלברט בנדורה (Albert Bandura) מאוניברסיטת סטנפורד מצא שכאשר תחושת היכולת גוברת, הנבדקים משחררים פחות קטכולומינים (catacholomines) – התגובה הכימית הטבעית של הגוף ללחץ.

באופן מפתיע, אין זה משנה למוח האם הצליח למצוא תשובה לבעיה. ההתפתחות העצבית מתרחשת כתוצאה מן התהליך, ולא כתוצאה מן הפתרון. תלמיד יכול ללמוד בבית הספר במשך 12 שנים ולצאת עם מוח מפותח היטב, למרות שמצא את התשובה הנכונה רק לעתים נדירות. למשל, אצל לומדים הבוחרים להתמודד עם בעיות קשות יותר ויותר, עשוי הדבר לעורר את שחרורו של נוראדרנלין וכן ליצור גידול דנדריטי. לדברי ריצ'ארד האייר (Richard Haier), איש המרכז להדמיית המוח באוניברסיטת קליפורניה שבאירוויין, "ככל שמשחק הווידאו הוא חדש וקשה יותר, כך הפעילות העצבית רבה יותר" (in Marquis 1996, p. B-2). אנשים אינטליגנטים יותר מעבירים את מוחם קשה יותר בתחילה, ואחר כך ממשיכים ללא מאמץ. מוחות בעלי מנת משכל גבוהה שנתקלים בגירויים חדשים יורים בתחילה באמצעות נירונים רבים יותר, וכך מפעילים יותר

משאבים (Howard 1994). כשלומדים משחק חדש, מתרחשת צריכה גבוהה יותר של גלוקוזה לעומת מצב שבו השחקן שולט במשחק ומשיג סוף-סוף ניקוד גבוה. ברמת ה"שליטה" המוח איננו מתאמן.

כל החידות הטיפוסיות, משחקי המילים, הבעיות ההיפותטיות והאמיתיות – כולם מועילים למוח. אך נדרשת גם סבלנות: היכולת להצליח בסוג אחד של חידה אינה מעידה בהכרח על יכולת להצליח גם בסוגים אחרים. לפיכך, אדם יכול להצטיין בתשבצים אך לא בפאזלים, או להצליח ב"שבץ-נא" ובמשחקי ידע כללי, אך להיות חלש בדומינו או בקלפים. הנתיבים העצביים שמסייעים לנו להצטיין במיומנויות חשיבה הם כה ספציפיים, עד שלא ברור כלל מה משמעותו של המושג "חכם" או "מחונן ומוכשר" (Gardner 1983). רצוי לעודד צעירים לבצע כל פעילות הכרוכה בפתרון בעיות; ככל שהן קשורות יותר לחיים, כך טוב יותר. גם ניסויים מדעיים ופרויקטים של בנייה הם מועילים. למרבה הצער, רק 5 אחוז מכל בני ה-11 פיתחו מיומנויות פורמליות של חשיבה הגיונית. עד גיל 14, מדובר ב-25 אחוז, ואפילו בקרב האוכלוסייה הבוגרת מדובר ב-50 אחוזים בלבד (Epstein 1986).

העשרה באמצעות אמנויות

לאורך רוב המאה העשרים, תכניות אמנות רציניות נועדו לגדל ילדים מודעים מבחינה תרבותית. אולם הידע הביולוגי המצוי ברשותנו כיום מצביע על כך שאמנויות יכולות לסייע גם בהנחת הבסיס להצלחה אקדמית ומקצועית מאוחרת יותר. בסיס אמנותי חזק מפתח יצירתיות, ריכוז, יכולת לפתור בעיות, תחושת יכולת עצמית וקואורדינציה, ומחזק את יכולת הקשב ואת המשמעת העצמית.

המוח המוסיקלי. כולנו שמענו על ערכה של המוסיקה כרכיב בלמידה מועשרת. בתי ספר רבים מציעים חינוך מוסיקלי במה שמכונה תכניות למחוננים. אולם, אילו ראיות יש לכך שחינוך מוסיקלי יום-יומי צריך להיות אוניברסלי, לכל תלמיד ותלמיד? האם מדובר רק בראיות אנקדוטיות, או

שמה ישנו מחקר חדש על המוח שתומך בכך? על קצה המזלג, ישנן ראיות משכנעות לכך ש: (1) מוחנו עשוי להיות מתוכנן למוסיקה ולאמנויות; (2) לחינוך למוסיקה ולאמנויות ישנם יתרונות אקדמיים וחברתיים חיוביים, מדידים ובני-קיימא. למעשה, קיימות ראיות משמעותיות המצביעות על כך שרצוי שחינוך מוסיקלי ואמנותי רחב יינתן לכל תלמיד במדינה.

מוסיקה איננה "מותרות של המוח הימני". רוברט זאטורה (Robert Zatorre), נוירופסיכולוג במכון הנוירולוגי של מונטריאול, אומר: "אין לי ספק כמעט, שכאשר אתה מאזין ליצירה מוסיקלית אמיתית, אתה מעסיק את המוח כולו" (in Shreeve 1996, p. 96). כדבריה של ז'אסטיין סרג'נט (Justine Sergent) ז"ל, מן המכון הנוירולוגי של מונטריאול, קריאת מוסיקה מערבת את שני צדי המוח. לאחר שלומדים כיצד לקרוא, להלחין או לנגן מוסיקה, המוח השמאלי הופך לפעיל מאוד. כיצד משתלבת המוסיקה ברעיון ההעשרה? ניתן לחשוב עליה כעל מכשיר המשמש בשלוש קטגוריות לפחות: המוסיקה מעוררת, היא נושאת מילים והיא מכינה את המוח. עירור פירוש שהמוסיקה מגדילה או מפחיתה את כמות הנוירוטנסמיטרים הקשורים בקשב. דוגמה למוסיקה מעוררת עשויה להיות שיר הנושא מן הסרט "רוקי". רחש של מפל מים או נעימת פסנתר שקטה עשויים להיכלל בקטגוריה של מוסיקה מרגיעה. סוג כזה של מוסיקה עשוי להשפיע משמעותית על מצבם של הלומדים, וכתוצאה מכך, מובן שגם על למידתם. מחקר שנערך על תלמידי כיתות ח' ו-ט' ושפורסם בכתב העת *Principal* הראה שהבנת הנקרא של התלמידים השתפרה באופן ניכר כשלמדו עם מוסיקת רקע (Giles 1991).

שימוש שני של מוסיקה הוא נשיאה של מילים. במקרה זה, הלחן משמש כלי למילים עצמן. ייתכן ששמתם לב לאופן המהיר שבו תלמידים לומדים את המילים לשירים חדשים; הלחן הוא שמסייע להם בכך. כיצד למדתם אתם את האלף-בית? קרוב לוודאי שבאמצעות שיר האלף-בית. שמעתם את השיר שוב ושוב כפעוטות, וכשהגיעה השעה ללמוד את האותיות, פשוט

"הדבקתם" את האותיות לתווים של המנגינה. התוצאה היתה למידה מהירה של האלף-בית.

למוסיקה יש גם שימוש שלישי ורב-עוצמה. היא יכולה באופן ממש להביא את המסלולים העצביים של המוח למצב של מוכנות מיטבית. נורונים תמיד יורים ללא הפסקה, אך מה שמבחין בין "קשקוש עצבי" לחשיבה בהירה הם המהירות, הרצף והעוצמה של הקשרים ביניהם. קטעי מוסיקה מסוימים יכולים להכין את הקרקע לדפוס מיטבי של ירי עצבי. לדוגמה, האם אי-פעם שמעתם מוסיקה כדי שתעזור לכם בביצוע מטלה כלשהי, כמו ניקוי הבית או המחסן?

נורמן ויינברגר (Norman Weinberger) הוא חוקר מוח באוניברסיטת קליפורניה שבאירווין, ומומחה לקליפת השמע ולתגובתה למוסיקה. לדבריו, "יותר ויותר ממצאי מחקר תומכים בתיאוריה שלפיה המוח עשוי במיוחד לאבני הבניין של המוסיקה" (Weinberger 1995, p. 6). מחקרים רבים מצביעים על כך שקליפת השמע מגיבה לגובה הצליל ולצליל עצמו, ולא רק לתדירויות צליל גולמיות, וכן שתאי מוח מסוימים מעבדים גוונים מלוויים. למעשה, ייתכן שהמוסיקה חיונית לפעילויות קוגניטיביות מאוחרות יותר.

למב וגרגורי (Lanb and Gregory, 1993) מצאו מתאם גבוה בין היכולת להבחין בגבהי צליל שונים לבין מיומנויות קריאה. מוהאנטי והג'מאדי (Mohanty and Hejmadi, 1992) גילו שאימונים בריקוד מעלים את הציונים במבחן היצירתיות של טוראנס (Torrance Test of Creativity). מה גורם למתאם זה? הדבר קשור בתדירות ובדפוסים שבהם תאי המוח יורים. לדברי פרנסס ראושר (Frances Rauscher), "אנו יודעים שדפוס הירייה של תאי המוח הם זהים בבסיסם, גם בהבנת מוסיקה וגם בחשיבה מופשטת" (in Mandelblatt 1993, p. 13). במחקר המפורסם על "אפקט מוצארט" שנערך באוניברסיטת קליפורניה שבאירווין נקבעו שלוש סביבות האזנה. באחת הושמעה מוסיקה מרגיעה. בסביבת הביקורת לא הושמעה כל מוסיקה. בסביבה השלישית הושמעה יצירתו של מוצארט, "סונטה לשני פסנתרים ברה מז'ור". ראושר, שו, לויין, קיי ורייט (Rauscher, Shaw, Levine, Ky,

and Wright 1993) גילו אצל נבדקים שיפור זמני ביכולת החשיבה הזמנית מרחבית (spatial temporal reasoning) לאחר 10 דקות בלבד של הקשבה באוזניות לקטע של מוצארט. ראושר מדגישה שמדובר בקשר סיבתי ולא במתאם. מחקר זה היה הראשון אי-פעם שהראה קשר סיבתי בין האזנה למוסיקה לבין אינטליגנציה מרחבית משופרת. מחקרים אחרים הראו רק שמוסיקה היוותה גורם תורם, או שהיו לה מתאמים בלתי-ישירים. האזנה למוצארט לפני בחינה היא רבת-ערך; לעומת זאת, האזנה במהלך בחינה תגרום לתחרות עצבית, משום שתפריע לדפוסי הירייה העצביים.

כמה מחקרים מצביעים על כך שמוסיקה משחקת תפקיד משמעותי בשיפור מגוון רחב של מיומנויות אקדמיות וחברתיות. לדוגמה, היא מפעילה זיכרון נוהלי של הגוף, ולפיכך זוהי למידה המוטמעת בנו לזמן רב (Dowling 1993). בנוסף, ג'יימס הנשומאכר (James Hanshumacher) סקר 36 מחקרים, 5 מהם פורסמו והשאר היו תיזות לדוקטורט שלא פורסמו. מסקנותיו היו שחינוך לאמנויות מסייע להתפתחות השפה, משפר את היצירתיות, מגביר את המוכנות לקריאה, עוזר להתפתחות החברתית, מסייע להישגים אינטלקטואליים כלליים ומעודד גישות חיוביות כלפי בית הספר (Hanshumacher 1980). יש לזכור שמוסיקה היא שפה שיכולה לשפר את יכולותיהם של ילדים שאינם מצטיינים בביטוייה של חשיבה מילולית.

האם ישנן ראיות התומכות בערכה של שירה? חוקר המוסיקה מ' קלמר (Kalmar) מצא מתאמים חיוביים רבים בין מוסיקה לבין הפעילות בבית הספר. בין שתי קבוצות, רק אצל קבוצת הניסוי נמצאה חשיבה מושגית מופשטת טובה יותר, התפתחות מוטורית חזקה יותר, וכן קואורדינציה, יצירתיות ויכולות מילוליות טובות יותר. מחקר נוסף (Hurwitz, Wolff, Bortnick, and Kokas 1975) הסיק שמקהלות (שאומנו רק בשירי עם) "השיגו ציוני קריאה גבוהים משמעותית מקבוצת הביקורת, ודורגו באחוזון ה-88 לעומת האחוזון ה-72". שירה היא גירוי טוב למורח, "אמצעי לשיפור היכולת המוסיקלית וגם לקידום התפתחות מלאה" (Weinberger 1996).

העשרה אמנותית. היכן עומד המחקר על אמנות? החינוך לאמנות קיבל דחיפה עצומה כתוצאה מתגליות בחקר המוח. על פי הפרדיגמה הישנה, מיומנויות חשיבה "מסדר גבוה" שוכנות במוח השמאלי, ואילו פעילויות של המוח הימני הן בגדר מותרות. פרדיגמה זו שגויה לחלוטין. מחקר עדכני מגלה לנו שחלק גדול מן הלמידה מתבצע באמצעות שני צדי המוח. מוסיקאים מעבדים בדרך כלל מנגינות בהמיספרה השמאלית שלהם. סריקות PET של פותרי בעיות מראות פעילות לא רק בחלק השמאלי של האונה הקדמית, אלא גם באזורים אחרים, המשמשים לאחסון של מוסיקה, אמנות ותנועה (Kearney 1996). רבים מן החושבים המדעיים הגדולים ביותר שלנו, למשל איינשטיין, דיברו על שילוב של הדמיון עם העיסוק המדעי.

מודל התרפיה האמנותית הנוירופסיכולוגי (NAT) (Parente and Anderson-Parente 1991, McGraw 1989) נחל הצלחה עולמית. השימוש שנעשה באמנות – לא רק להפקה, אלא גם לצורך הוראת חשיבה ובנייה של הבעה רגשית עמוקה וזיכרון – מהווה הדגמה מופלאה לגמישותו של המוח. באמצעות לימוד אמנות ועיסוק בה, המוח האנושי מחווט את עצמו מחדש ויוצר קשרים נוספים וחזקים יותר. חוקרים למדו זאת כשהשתמשו באמנות כתרפיה לפגועי מוח (Kolb and Whishaw 1990). לדברי ג'ין יוסטון (Jean Houston), האמנות מגרה את המודעות הגופנית, את היצירתיות ואת תחושת העצמי. למעשה, היא אומרת, "ילד שאין לו גישה לאמנויות מנותק באופן שיטתי מרוב הדרכים שבהן הוא יכול לחוות את העולם" (in Williams 1977).

קובעי מדיניות וחינוכאים מחפשים לעתים קרובות נתונים שיתמכו בתפקידן של האמנויות. בקולומבוס, אוהיו, התוצאות היו בהחלט מדידות – אתם יכולים לשאול את המנהל ג'יימס גארדל (James Gardell) בבית הספר היסודי דגלאס. בית ספר זה מתמקד בעיקר בלימוד אמנויות, וציוני ההישגים שלו נמצאים 20 נקודות מעל הנורמה במחוז ב-5 מתוך 6 תחומי לימוד. לתכנית שמציע בית הספר יש ביקוש גדול: יותר מ-100 ילדים נמצאים ברשימת ההמתנה. האם הדגש האמנותי משנה משהו? לדברי גארדל (1997), "ישנו קשר ברור". בתי ספר אחרים באזור כמו דאקסברי

(Duxbury), קלינטון ופייר אווניו (Fair Avenue) חווים הצלחות אקדמיות דומות באמצעות הדגשת האמנויות.

נורמן ויינברגר טוען נחרצות, כי לטיעון שלפיו אמנויות ומוסיקה הן בגדר מותרות "אין תמיכה אובייקטיבית כלשהי". הוא מסכם: "יש לעודד מורים להביא לכיתה מוסיקה או להגביר את השימוש בה" (Weinberger 1996). האם עליהם להיות מומחים או מורים למוסיקה? מומחים למוסיקה עדיפים, אך בהיעדרו של מומחה, משהו עדיף מלא-כלום.

העשרה באמצעות הסביבה

מורים אוהבים לשחק אחרים ב"כיתות המועשרות" שלהם. הם מראים בגאווה את כל המופיילים, הכרזות, הצבעים והתמונות על הקירות כסמלים להעשרה. אך האם אמצעים חזותיים על הקירות באמת מסייעים לעורר את הלמידה? כדאי לזכור שהעשרה באה כתוצאה מאתגר ומשוב, ולא מערך אמנותי או מהנאה אסתטית. ברור שהמונח "העשרה" משמש בהקשר זה באופן חופשי למדי.

האם המשמעות היא שעלינו לעודד כיתות עם קירות חשופים? ודאי שלא! ניתן להתווכח על ערכן ההעשרתי של כיתות מקושטות ועמוסות, אך אין ספק שהן משרתות מטרות רבות-ערך אחרות. הן עשויות לשמש כמקור להשראה, לאישור ולתוכן; הן יכולות לסייע ללומדים לחוש עצמם בטוחים ונינוחים, וכן לסייע להם לעמוד בקצב הלימוד (Debes 1974). האם לדעתכם יש חשיבות לדברים שאנו מסתכלים עליהם? מחקר מבוקר שנערך בבתי חולים מצא שמטופלים בחדר עם נוף החלימו במהירות גדולה יותר ממי שנאלצו לצפות בקיר לבנים. מתברר שהגירוי לא רק משפיע על התחושה הטובה, אלא גם מזין את המוח (Urich 1984). סביבה כיתתית עשירה, שופעת כרזות, מוביילים, מפות, תמונות ולוחות שנה, "תיספג" ברמה כלשהי על ידי רוב התלמידים.

הצעות מעשיות

הגענו למסקנה, ששני הרכיבים המהותיים בהעשרה הם אתגר ומשוב. לא כל מה שמאתגר תלמיד אחד יאתגר גם את חברו, ולפיכך ברור שחשוב לתת אפשרויות בחירה בתהליך הלימודי, כולל הכתבת הקצב על ידי התלמיד, וכן מגוון רחב יותר של אסטרטגיות שאמורות לעזור את התעניינותם של לומדים. ניתן, למשל, לתת לתלמיד לבחור את סוג הפרויקט או את מידת מורכבותו. בנוסף, אפשרות הבחירה עשויה לכלול החלטות של תלמידים ביחס למחשבים, לווידיאו, לשותפים ללמידה, לסדרי ישיבה ולפורמט הסופי של התוצאה המצופה. כמו כן, גיוון משמעו שללא קשר לבחירתם של התלמידים, חובתו של החינוכאי לחשוף אותם למגוון רחב של מתודולוגיות. הכוונה היא לשימוש לסירוגין בלמידה אינדיבידואלית ובלמידה קבוצתית, וכן לשילובם של דרמה, מוסיקה, מצגות תלמידים, עבודה עצמית, מחשבים, מרצים אורחים ואתרי לימוד שונים (גם אם מדובר רק בלעבור לכיתה אחרת בבית הספר).

כדי להגביר את ההעשרה, הגיע הזמן לאשר מחדש את שילובן של האמנויות והפעילות הגופנית אל תוך תכנית הלימודים. ההצהרה הארצית בדבר "יעדי 2000" (Goals 2000) ציינה את האמנויות אך בקושי; אין בכך היגיון רב, בהתחשב בערכן ארוך-הטווח. אמנויות ופעילות גופנית הן לעתים קרובות צורות מעולות של הצבת אתגר ושל מתן משוב. נורמן ויינברגר קורא ל"ניסויים חינוכיים נרחבים" בחינוך לאמנויות ולמוסיקה. בדומה לאופן שבו תרופה חדשה נבדקת במחקרים מבוקרים תחת עינו הפקוחה של משרד הבריאות, כך על בתי ספר לנהל ניסויים שיטתיים ומתועדים היטב בחינוך לאמנות ולתנועה.

כדי לעשות זאת, ביכולתנו:

- ♦ ליצור שותפויות טובות יותר בין בתי ספר לאוניברסיטאות, במטרה ליזום מחקרים טובים יותר ולעקוב אחר תוצאותיהם.
- ♦ להגביר את השימוש במוסיקה (כולל שירה), האזנה למוסיקה ונגינה בכלים.

♦ להגביר את העושר והגיוון של אפשרויות התלמיד בסביבת הלמידה, באמצעים כגון סדרי ישיבה, תאורה ועזרים אחרים.

שני כללים מגיעים מתחום חקר המוח והעשרתו. הראשון הוא לסלק איומים, והשני הוא להעשיר, להעשיר, להעשיר! לפני שנים, כשלא היינו מודעים להשפעה המצטברת של סביבה מועשרת, ניתן היה אולי להצדיק מינימליזם בכיתת הלימוד. אך הימים שבהם מורים יכלו להסתפק בכיתות שוממות ובשימוש בלעדי בהרצאות פרונטליות חלפו זה מכבר. כיום, ישנן ראיות חותכות לכך שסביבות מועשרות אכן מצמיחות מוחות טובים יותר. בנוסף, המוח הצעיר מתפתח במהירות הרבה ביותר, ולפיכך הוא המוכן ביותר לשינוי. את ההזדמנות הזו חייבים לנצל.

הטיעונים בעד העשרה הם חזקים, אך מה יקרה אם לא נעשיר? אצל חולדות "מתבגרות", השפעתה המדללת של סביבה משעממת על קליפת המוח היתה חזקה יותר מהשפעתה המעבה של סביבה מועשרת (Diamond 1998, p. 31). שעמום אינו רק עניין מעצבן לבני-נוער – הוא עלול לדלל את מוחותיהם! למרבה המזל, מחקרים מראים שניתן להפוך את השפעת ההצטמקות בכ-4 ימים בלבד (שם).

בהתחשב בכך שבתי ספר מעסיקים את התלמיד כ-6 שעות ביום, 180 יום בשנה, למשך 13 שנים, הרי מדובר בחשיפה פוטנציאלית של מעל 14,000 שעות. לפיכך, לחינוכאים יש אחריות מוסרית ואתית חשובה להרחבתו או לצמצומו של פוטנציאל החיים של תלמידיהם. האם השעות הללו ינוצלו לטיפוחו של מוח טוב יותר, או שמא יצרו הלכה למעשה את גבולותיו של פוטנציאל מוחי זה? התשובה היא פשוטה: בואו נעשיר ללא הרף.