מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים

מטמון



תקשורת מדעית-טכנולוגית
אוגדן למורה

אורנית ספקטור - לוי
זהבה שרץ

המחלקה להוראת המדעים
מכון ויצמן למדע

צוות פיתוח:
ד"ר זהבה שרץ
אורנית ספקטור - לוי
ענת אכר -שהם

ייעוץ מדעי:
פרופ' בת שבע אלון

הדפסה ועיצוב:
אורנית ספקטור-לוי

עיצוב כריכה:
עמרם פרת

הפקה:
אגי בוקשפן

תיאום הפקה:
ורדה שילה

ברצוננו להודות:

למר משה פאר, מנהל המחלקה להשכלה טכנולוגית, המינהל למדע וטכנולוגיה - משרד החינוך התרבות והספורט, על תרומתו לביסוס ההיבטים הטכנולוגיים בחוברת.

תודה מיוחדת למירי אורן על הערותיה ותרומתה לפעילויות השונות.

לכל המורים שהפעילו את התוכנית, ולמורים בהשתלמויות, על הערותיהם והצעותיהם המועילות.

לכל העמיתים ובמיוחד לצוות הטכני במחלקה להוראת המדעים, על העזרה לכל אורך הדרך.

ספר זה הוא אחד מסדרת ספרי **תכנית מטמו"ן** - מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים.
התכנית מפותחת בראשותה של **פרופ' בת שבע אלון** במחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבחוברת זו. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בחוברת זו אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמו"ל.

©

כל הזכויות שמורות

מכון ויצמן למדע ומשרד החינוך

נדפס בישראל, אב תשס"א,

אוגוסט 2001

דפוס "מאירי" בע"מ

הרצות ופלטות "גרפאור" בע"מ

פתח דבר

היחידה "תקשורת מדעית - טכנולוגית" עוסקת בהוראת מיומנויות למידה בתחומי המדע והטכנולוגיה ואמורה להשתלב ביחידות תכניות שונות במהלך לימודי המקצוע "מדע וטכנולוגיה" לכל אורך חטיבת הביניים מכתה ז' ועד סוף כתה ט'.
יחידה זו נלמדה עד כה בחטיבות ביניים רבות ברחבי הארץ ובהשתלמויות מורים.
האוגדן למורה מלווה את החוברת לתלמיד וכולל התייחסות לכל מבנית של היחידה: בתחילת כל מבנית מופיע חומר רקע המתאים למיומנויות הנלמדות במבנית ובהמשך, הנחיות להעברת הפעילויות השונות לתלמידים, הערות דידקטיות, טיפים והמלצות.
הפעילויות לתלמיד, מופיעות בחוברת "תקשורת מדעית - טכנולוגית **לתלמיד**".
על המורה לעבוד במקביל עם האוגדן למורה ועם החוברת לתלמיד.

"תקשורת מדעית - טכנולוגית" הינה תוכנית לימודים מודולרית המאפשרת למורה עצמאות בקביעת הרצף, הזמן והמסגרת התכנית שבה תשולב פעילות זו או אחרת.
בנוסף לשילוב פעילויות "תקשורת מדעית - טכנולוגית" עם יחידות תכניות שונות, אנו רואים בפעילויות אלה תנאי מוקדם לתהליכי חקר. לפיכך אנו ממליצים לשלב פעילויות אלה גם עם האוגדנים "תחקירנות במדע וטכנולוגיה" ו - "למידה באמצעות פרויקטים" מתכנית מטמו"ן וכן עם סביבת ההנחיה הממוחשבת "דרך המלך" בהוצאת העמותה לקידום החינוך המדעי במיג"ל ומטמו"ן.

בחלק ב' של החוברת, מצורף קובץ מאמרים וקטעי מידע המתאימים לשילוב בהוראת נושאים מרכזיים של הסילבוס ל"מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים". מטרת הקובץ היא לספק למורה מדגם מאמרים וקטעים המתאימים להוראת מיומנויות של קריאת מאמר מדעי פופולארי או ייצוג חזותי ומילולי של קטעי מידע - על פי מבניות ה' - ו' בחוברת לתלמיד ובאוגדן למורה.

להלן הערה המתייחסת לשימוש בפעילויות שבחוברות למורה ולתלמיד:
אנו מעודדים מורים לאמץ ולהתאים את הפעילויות שבחוברת לדרכי ההוראה / למידה בכיתותיהם. יחד עם זאת, כפי שמקובל בקהילה המדעית, במידה ונעשים שכפולים של פעילויות מתוך החוברות, יש להקפיד על רישום נאות של המקור ממנו נלקחה הפעילות.
גם אם נעשה עבוד של החומר, יש לתת קרדיט למקור ממנו נלקחה פעילות:
ספקטור-לוי, א., שרץ, ז., (1999), *"תקשורת מדעית - טכנולוגית"*, רחובות: המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

תודה לכל המורים אשר הפעילו את התוכנית, על הערותיהם, הארותיהם והצעותיהם המועילות.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



תוכן עניינים:

מבוא ל"תקשורת מדעית - טכנולוגית" 7

חלק א'

מבנית א' - שיעור פתיחה 15

התפתחות מאגרי מידע לאורך ההיסטוריה 16

מבנית ב' - הכרת הספריה 31

הכר את הספריה 32
סידור ספרי העיון בספריה 33
מיפוי המדף המדעי והטכנולוגי 36
תרגיל ציוני דרך בספריה 36
העיון הראשוני בספר מדעי -
קביעת התאמת הספר למטרת הקורא 39
עריכת ספר עיון 40
התמצאות ואיתור מידע בספר עיון 42
מיון רשימה ביבליוגרפית על פי התאמה לנושא 44

מבנית ג' - הכרת כתבי עת 45

הכרת כתב עת ושיווקו 48
הכרת מפתחות של כתבי עת 51
שימוש במפתחות של כתבי עת 52
תרגיל רישום ביבליוגרפיה 53

מבנית ד' - איחזור מידע ממאגרי מידע ממוחשבים 55

איחזור מידע ממאגר ממוחשב - האינטרנט 60
מחפשים את המטמון הוירטואלי - באינטרנט 62
הערכה ביקורתית של אתר ברשת 63

מבנית ה' - קריאת מאמר מדעי 65

שאלון התבוננות ראשונה במאמר מדעי 70
הדגמת שאלון התבוננות שנייה במאמר מדעי 72
שאלון התבוננות שנייה במאמר מדעי 72
גולת הכותרת 73

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ו' - ייצוג ידע **75**

ייצוג של קטע במדע וטכנולוגיה 89
סיפור בסמלים וסימנים 91
איפיון וייצוג של קטע במדע וטכנולוגי 91
שרטוט חתכים כדרך לייצוג חזותי 93
שרטוט "על קצה המזלג" 94
לימוד מעמיק של קטעים במדע וטכנולוגיה 96

מבנית ז' - צפייה והקשבה **97**

לפני ואחרי - הקשבה להרצאה 99
סיכום במהלך הרצאה 100
ששת הכובעים 100
הדגמת צפייה מודרכת בסרט - "על האש" 102
במחשבה שנייה - צפייה מודרכת בסרט 102

מבנית ח' - הצגת ידע **103**

הרצאה 105
הרצאה - הערכת עמיתים 107
פוסטר מדעי 108
פוסטר מדעי - מהו? 111
תקציר 112
התנסות ראשונית בהכנת תקציר 113
הצגת ידע באמצעות תקציר 114
כתיבת עבודה מחקרית במדע וטכנולוגיה 115
התנסות זוטא בכתיבה מדעית 117
סימני דרך - תהליך הכתיבה במדע וטכנולוגיה 118
המצאה ובקשה לרישום פטנט 119
מצגת ממוחשבת / שקפים 120

חלק ב' - ממשקים לנושאי לימוד ב"מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים" **121**

לקריאה נוספת **189**

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבוא ל"תקשורת מדעית - טכנולוגית"

א. רקע

מעשה הלמידה של מדע וטכנולוגיה כולל שני מרכיבים עיקריים: ידע ומיומנויות-על. הידע הוא מכלול של תכנים, עובדות, עקרונות ותאוריות הקשורות לנושא הנלמד. המיומנויות הן הכישורים ללמוד ולעשות מדע בצורה טובה ויעילה. המושגים "מיומנויות" ו"מיומנויות-על" בהקשר זה אינם מתייחסים לתחום של שליטה בביצוע טכני גרידא, אלא לכישורי חשיבה, מיומנויות חקר ופתרון בעיות במדע וטכנולוגיה וליכולת להתמודד עם משימות לימודיות שונות (ראה תרשים מס' 1: המיומנויות כחלק מהלמידה במדע וטכנולוגיה).

בעולם גדוש מידע, בו ספרים מאבדים את הבלעדיות על ה"ידע המדעי" ופרסומים מדעיים יוצאים לאור בשטף, אנו מוצפים במידע המגיע אלינו במהירות דרך רשתות להעברת מידע. הידע, בעיקר בתחומי המדע והטכנולוגיה משתנה בתדירות גבוהה, ועל כן על הלומד להסתגל לשינוי דפוסי הלימוד המסורתיים, לרכוש כלים לאיתור ולניווט בעולם המידע לצורך רכישת ידע באופן עצמאי וליצירת ידע חדש.

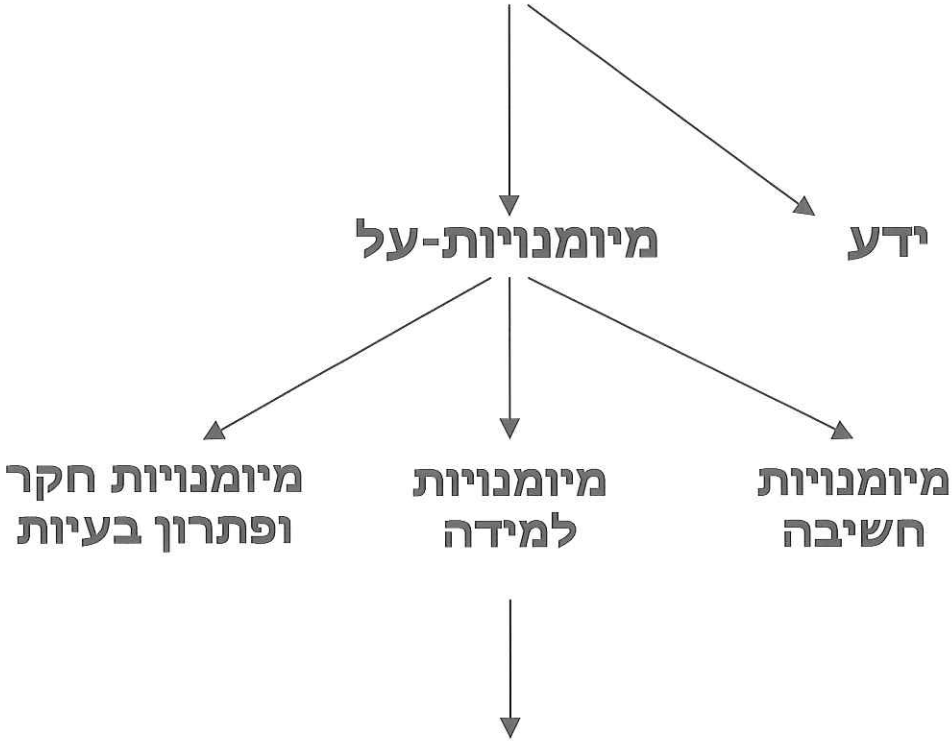
"תקשורת מדעית - טכנולוגית" מתייחסת למיומנויות למידה בלימודי מדע וטכנולוגיה הכוללות בין השאר: איתור, איחזור והתמצאות במידע קיים, עיבודו וייצוגו במטרה להגיע לתוצר חדש.
על מנת להגיע לתוצר מדעי חדש על הלומד לרכוש מיומנויות של איתור מידע בספריה ובמאגרים ממוחשבים, קריאה מדעית סלקטיבית, הקשבה וצפייה בהרצאות ומיצגים מדעיים שונים, מיומנויות של עיבוד מידע, כתיבה מדעית, הרצאה ודיון מדעיים, כל זאת תוך שימוש בשיטות ייצוג והצגה מגוונות הכוללות שימוש במודלים ובאמצעים טכנולוגיים.

ייצוג ***(representation)*** = עיבוד נתונים ומידע והצגתם בצורות שונות כמו טבלה, גרף, תרשים ועוד.

הצגה ***(presentation)*** = העברת מכלול של ידע בדרך של הרצאה, מאמר, דרייה, דיון, מודל, סרט ועוד.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

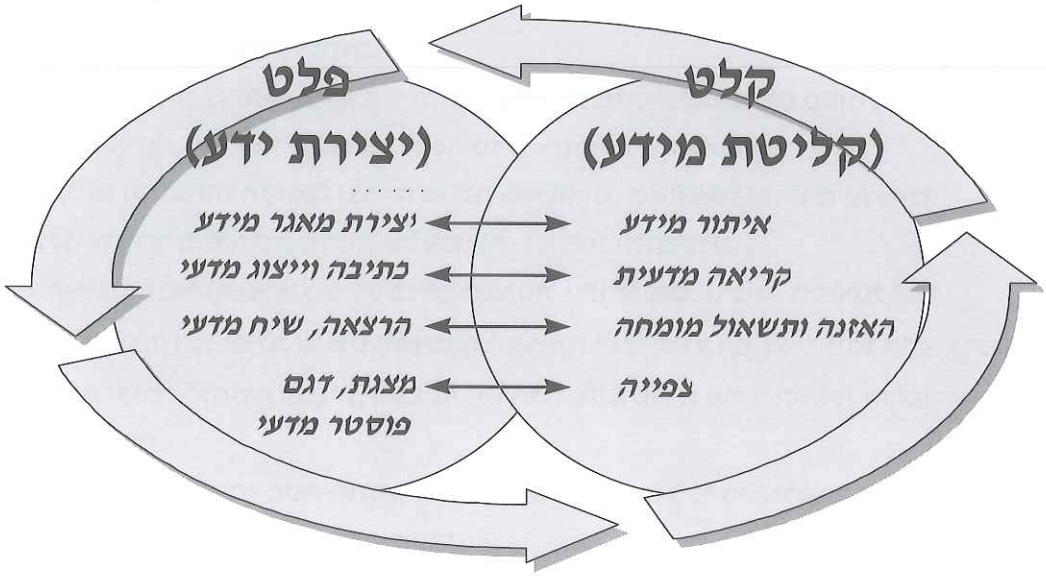
לימודי מדע וטכנולוגיה



תרשים מס' 1 : המיומנויות כחלק מהלמידה במדע וטכנולוגיה

מבוסס על תרשים המיומנויות המוצג בחוברת הסילבוס ל"מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים" 1996, עמ' 16.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



תרשים מס' 2 : יחסי הגומלין בין מיומנויות הקשורות בעבודה על ידע קיים לבין מיומנויות הקשורות בייצוג והצגת ידע חדש.

ניתן להתייחס למיומנויות שהוזכרו לעיל בצורה דיכוטומית כאל מיומנויות הקשורות בעבודה על ידע קיים (צד ימין של תרשים מס' 2) וכאל מיומנויות הקשורות ליצירת ידע חדש, ייצוגו והצגתו (צד שמאל של תרשים מס' 2). בכל מקרה, גם בעבודה על ידע קיים, אין הכוונה לדרכי עבודה פסיביות. הרעיון המנחה בכל אחד מהשלבים שתוארו לעיל הוא להביא את הלומד ללמידה פעילה האמורה להוביל ללמידה משמעותית. מבחינה זו ניתן להתייחס אל הקריאה הפעילה כאל רצף המוביל לכתיבה מדעית ואל ההאזנה פעילה להרצאה כאל שלב מכין בתכנון הרצאה.

פן נוסף של מיומנויות-על במדע וטכנולוגיה מתייחס למיומנויות החקר - שהן מהותה של העשייה המדעית והטכנולוגית. מיומנויות החקר כוללות שלבים של הגדרת בעיה, תכנון מחקר מדעי או פיתוח טכנולוגי, ביצוע, עיבוד הממצאים והסקת המסקנות. התוכנית "תקשורת מדעית – טכנולוגית" איננה מתייחסת ישירות להוראה/למידה של מיומנויות חקר. כל תהליך של חקר מדעי שזור כמובן גם במיומנויות של איתור, עיבוד, ייצוג והצגת ידע וממצאים. כך מתקשר תהליך החקר למיומנויות "תקשורת מדעית - טכנולוגית" בהן עוסק מדריך זה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

ב. מטרות

* חשיפה למקורות מידע מגוונים.
* הקניית שיטות לאיתור מידע תוך שימוש בספריה מדעית ובמאגרים ממוחשבים.
* לימוד שיטות לקריאה יעילה של חומר מדעי - ספרי עיון ומאמרים.
* הקניית מיומנויות הקשבה וצפייה פעילה בשיעורים, בהרצאות וסרטים מדעיים.
* הקניית דרכים לכתיבה מדעית של עבודות, דו"חות ותקצירים.
* הקניית מיומנויות של ייצוג ידע בדרכים שונות - תרשימים, גרפים, טבלאות ועוד.
* פיתוח לומד בעל יכולת שיפוט וחשיבה ביקורתית לגבי מידע המוצג לו וידע חדש שרכש.
* פיתוח יכולת ללמידה עצמית, העמקה והרחבה של נושאים מתוך תוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה.
* פיתוח יכולת חשיבה מטה-קוגניטיבית של הלומד על תהליכי הלמידה של עצמו.
* תרגול ופיתוח מיומנויות עבודה בצוות.
* פיתוח מודעות ללמידה בעולם המהווה "כפר גלובלי מרושת" (קבוצות עניין ארציות ובינלאומיות, ביצוע פרוייקטים משותפים).

ג. הגישה הפדגוגית - דידקטית

להלן מספר הערות המתייחסות לצד הדידקטי והפדגוגי:

קיימות מספר גישות להוראת מיומנויות "תקשורת מדעית - טכנולוגית":

א) "גישת היישום הישיר" - בגישה זו מיומנויות "תקשורת מדעית – טכנולוגית" אינן נלמדות במרוכז ובמכוון. לא מתרחשת הקנייה אלא רק דרישה ליישום מיומנויות במסגרת לימוד התכנים בשעורי "מדע וטכנולוגיה". לדוגמא: תלמיד מתבקש לקרוא מאמר במסגרת לימוד נושא מדעי מסוים, מבלי שניתנת לו הדרכה שיטתית כיצד יש לקרוא מאמר מדעי.
גישה זו אינה רצויה, מאחר ויישום טוב יותר של מיומנויות יתרחש לאחר הקניית המיומנויות באופן ישיר ומכוון.

ב) "גישה אוטונומית" - הוראה כתת מקצוע במסגרת "מדע וטכנולוגיה": הוראת מיומנויות "תקשורת מדעית - טכנולוגית" ללא זיקה ישירה לנושאי הלימוד. גישה זו מכוונת להקניית מיומנויות למידה כשהתכנים נלקחים מתחומים שונים של מדע וטכנולוגיה שאינם בהכרח קשורים לחומר התכני הנלמד באופן שוטף. בצורת לימוד זו התכנים משמשים כאמצעי לרכישת המיומנויות המהוות מטרה בפני עצמה. פעילות זו מזמנת פתיחת צוהרים לנושאים חדשים ולנושאים הנמצאים בחזית המחקר.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



ג) "גישת המיזוג" - שיטה זו משלבת הקנייה מכוונת של מיומנויות "תקשורת מדעית - טכנולוגית" ויישומן המיידי בתכנים הנלמדים. גישה זו מומלצת ע"י כותבי התוכנית. דהיינו, הרעיון הוא לפרוש את הוראת מיומנויות "תקשורת מדעית – טכנולוגית" על פני נושאי לימוד שונים ומשתנים בתוכנית הלימודים. במסגרת הוראת נושא, יוקדש זמן להקניית מיומנויות מסוימות ובהמשך, התלמידים יידרשו ליישם את המיומנויות שנרכשו בתחום התוכן הנלמד, בתחומי תוכן אחרים וברמות עולות של מורכבות (שיטה ספיראלית).

התנסות פעילה - על מנת ליצור לימוד משמעותי של מיומנויות חייבים הלומדים להתנסות בצורה פעילה. על מנת שההתנסות תהיה משמעותית, אנו ממליצים להפגיש את התלמידים עם משימות המחייבות הפעלה נכונה של המיומנויות הנרכשות. זאת, על מנת לשכנעם בחשיבות של יישום המיומנויות, באתגר שברכישתן וברלוונטיות שלהן. בהתאם, כל מיומנות תלמד כפעילות מאתגרת, אשר תוך כדי ביצועה והדיון בה ירכשו המרכיבים הדרושים להפעלתה הנכונה.

משוב מיידי - תוצרי הפעילויות של התלמידים יעברו הערכה מיידית על ידי המורה או על ידי עמיתים ויהוו חומר למידה להבנה והפנמה של המיומנות והתוכן שנרכשו. לדוגמא: במהלך הקניית דרכים לייצוג ידע, על התלמידים לעבד ולייצג קטעים מדעיים הקשורים לתוכן הנלמד. עליהם להציג את ייצוג הידע על גבי שקף, בפני הכיתה. התלמידים יחשפו לייצוגים השונים, תוך כדי חשיפה גם למידע חדש ויוכלו להעריך את עבודת עמיתיהם.

התאמת התוכנית לאוכלוסיה הטרוגנית - הפעילויות המוצעות בחוברת זו, מגוונות ומתאימות להפעלה בכיתות ז' - ט'. חלק מהפעילויות מתאימות לקבוצות חלשות הזקוקות לפירוט ההוראות של דפי המשימה ולהנחייה צמודה. פעילויות אחרות, הן הפעלות פתוחות היכולות להתבצע בדרגות קושי שונות תוך הגדרת קריטריונים מתאימים להערכה. כמו כן, מוצעות פעילויות אתגר המיועדות לתלמידים המסוגלים להתמודד עם משימות ברמת מורכבות גבוהה.

הפעלה ספיראלית - התוכנית מורכבת ממבניות הניתנות להפעלה ספיראלית מדורגת בכיתות ז' - ט'. ניתן להתחיל עם כיתות ז' במבנית הפתיחה - הכרת התפתחות מאגרי מידע, ולהמשיך בדרכים לאיתור מידע ואיחזורו. בכיתה ח' ניתן לתגבר את המיומנויות של איחזור ידע ממאגרים ממוחשבים והעמקת הקריאה של מאמרים מדעיים (התבוננות ראשונה ושנייה וניתוח קטעים מדעיים). ניתן לחזק מיומנויות של הצגת ידע בעל פה באמצעות הרצאות מדעיות, מצגות, שיג ושיח וביסוס מיומנויות של כתיבה מדעית.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

בכיתה ט' המיומנויות לעיל אמורות להיות חלק אינטגרלי מהלמידה במדע וטכנולוגיה וניתן להעמיק ולפתח מיומנויות של ייצוג והצגה מדעית שיבואו לידי ביטוי באירוע שבו יציגו התלמידים עבודות או פרויקטים מדעיים תוך שימוש בדרכי ייצוג והצגה שנלמדו.
הנחה נוספת בהפעלה ספיראלית היא שתלמידים יעסקו בביצוע המיומנויות שנרכשו - מספר פעמים, בתכנים שונים וברמות מורכבות עולות במהלך הלימודים בחטיבת הביניים.
ההפעלה הספיראלית היא בגדר המלצה ומחייבת הערכות תלת שנתית.

הפעילויות בחוברת לתלמיד מהוות בסיס ומודל הפעלה להוראת המיומנויות השונות- המדריך למורה כולל מידע למורה טיפים והנחיות כיצד לערוך בכיתה את הפעילויות המתוארות בחוברת לתלמיד. המורים יכולים ליישם בכיתה את ההפעלות כפי שהן, או, לערוך על פי הדוגמאות, הפעלות דומות הקשורות לחומר הנלמד ולהתאימן לצורכי הכיתה ולרמת קושי המתאימה לתלמידים. ההנחה היא שכל מורה יתאים את הפעילויות לתכנים הרלוונטיים לתלמידיו. הואיל ואנו ממליצים על גישת המיזוג, יש לשלב את העברת המיומנויות של "תקשורת מדעית - טכנולוגית" עם תוכנית הלימודים הרלוונטית לכל שכבת גיל. לדוגמא, בעת הקניית מיומנויות של קריאת מאמר מדעי, המורה יאתר וישלב בפעילות מאמרים הקשורים לנושא הנלמד בכיתה באותה עת.

שילוב עם פעילויות חקר במדע וטכנולוגיה - הפעילויות של "תקשורת מדעית טכנולוגית", מהוות בסיס וחלק בלתי נפרד מתהליך החקר המדעי וכרוכות בשלבי הכנת פרויקט מדעי טכנולוגי.

הערכת תלמידים- חשוב מאוד לבדוק האם התלמידים אכן רכשו את המיומנויות שנלמדו במהלך הפעילויות השונות של "תקשורת מדעית - טכנולוגית". הבדיקה יכולה להיעשות בסמוך לרכישת המיומנויות (ראה הצעות בגוף החוברת) וגם במסגרת של מטלה לימודית המזמנת יישום של מיומנויות שנרכשו כמו ייצוג קטע מדעי, הצגת נושא בכיתה, קריאת מאמר, עבודת חקר, תחקירנות במדע וטכנולוגיה וכדומה.
בכל מצב בו מתבצעת הערכת תלמידים ב"מדע וטכנולוגיה", חשוב ומומלץ לכלול גם הערכה של יכולת התלמידים ביישום מיומנויות שנלמדו בנוסף להערכת התכנים. ההערכה צריכה להתבסס על יישום בפועל של המיומנויות שנרכשו והתכנים שנלמדו ואינה יכולה להישען על בחינה ברמת השינון והתיאור בלבד.

עבודה בצוות – פעילויות רבות המוצגות בחוברת "תקשורת מדעית – טכנולוגית" לתלמיד מיועדות לעבודה בצוותים. העבודה והלמידה בצוות מפתחת אצל התלמיד מיומנויות

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



השתלבות בצוות אנשים, חלוקת תפקידים, חלוקת סמכויות, תרומה של הפרט לקבוצה ופיתוח תחושת אחריות ומחויבות לצוות. הערכת התלמיד צריכה להתייחס גם לחלקו בעבודת הצוות.

ד. התשתית הנדרשת להפעלת היוזמה

הקצאת זמן לימוד- הסילבוס החדש ל"מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים" קורא לשלב הקניית מיומנויות חשיבה ולמידה, מיומנויות חקר ופתרון בעיות כחלק מתכני הלימוד. מחבריו, מצאו לנכון להקדיש פרק שלם לנושא מידע ותקשורת ובכך להנחות לתכנון הוראה המקנה מיומנויות אלו כחלק מהכשרת הלומד.
במהלך ההערכות להפעלת מבניות "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מומלץ להקצות זמן להוראה המשלבת פעילויות "תקשורת מדעית – טכנולוגית" עם הלימוד התכני, על מנת לאפשר הוראת מיומנויות כחלק ממכלול ההוראה במדע וטכנולוגיה ולשזור את יישום המיומנויות ברצף הלמידה התלת שנתי.

הערכות צוות ההוראה – מומלץ שצוות המורים המלמד נושא זה יעבור השתלמות, במהלכה יתנסה בהפעלת "תקשורת מדעית - טכנולוגית". הצוות המשתלם ילמד להקנות את המיומנויות ויערך לתכנון הפעילויות בהתאם לתחומי הדעת השונים ולרצף התלת שנתי של ההוראה.

תשתית אופטימלית - על מנת להפעיל את התוכנית רצוי שתהיה לבית הספר גישה ל:
1. ספריה המכילה מגוון ספרי עיון בנושאי מדע וטכנולוגיה וכתבי עת. הספריה אמורה לאפשר פעילות של קבוצות תלמידים בתוכה. מומלץ שבספריה זו יהיו קטלוגים של ספרי עיון ומפתחות של כתבי עת, מגוון של כתבי עת במדע פופולארי ובתחומים אחרים – בעברית, ברמת תיכון וחט"ב.
2. מאגרי מידע ממוחשבים: מאגרים סגורים - תקליטורים העוסקים בנושאי מדע וטכנולוגיה, אנציקלופדיות ממוחשבות, מאמרים מתוך כתבי עת כמו "טבע הדברים", וכדומה, ומאגרים פתוחים - כמו האינטרנט.
3. אפשרות נוחה לעבודה במחשב.
4. אפשרות להקרנה מסודרת של סרטי וידאו.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

ה. קישורים לסילבוס

הסילבוס החדש למדע וטכנולוגיה בחט"ב מייחד פרק שלם (פרק ב') המתייחס להקניית מיומנויות בלימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים. בפרק זה, מדגישים כותבי הסילבוס את חשיבות תהליכי הקניית מיומנויות ורואים בתהליכים אלו - עמוד תווך בהוראת המקצוע מדע וטכנולוגיה. כותביו מוצאים לנכון לחייב תכנון הוראה המקפיד על "הקניית המיומנויות הקשורות הן להכשרתו של הלומד (מיומנויות למידה) והן לאופי המקצוע (חקר ופתרון בעיות)". "הוראה, המתמקדת בהכשרתו של הלומד, תכלול תכנון פעילויות אשר נועדו להקנות את המיומנויות הרלוונטיות בתחום התקשורתי (של קליטת מידע, העברתו והצגתו) ואת האסטרטגיות וסגנונות החשיבה המהווים את המרכיב ההכרתי בתהליכי הלמידה בכלל ובשלבי עיבוד המידע בפרט".

כותבי הסילבוס מתייחסים ישירות לחשיבות ההקנייה של "תהליכים הנוגעים לגישה מבוקרת של קליטת מידע (קריאה, אמצעי איתור ואיסוף מידע), העברתו, ייצוגו והצגתו תוך שימוש בכלים ממוחשבים ואחרים". הקניות אלו הן בסיס התוכנית "תקשורת מדעית - טכנולוגית".

כותבי הסילבוס לא הסתפקו בהמלצות להקניית מיומנויות, אלא מצאו לנכון לייחד לכך מקום בסילבוס במסגרת הנושא המרכזי - "מידע ותקשורת" (סעיף ג- 4). בכך, מודגשת החשיבות של הקניית המיומנויות כחלק אינטגרלי מהקוריקולום הנלמד.

הנושאים הרלוונטים בנושא המרכזי "מידע ותקשורת", לתוכנית המוצגת באוגדן זה, הם:

- קליטה ואיסוף מידע (4.1).
- אגירה, וארגון המידע (4.2).
- עיבוד המידע (4.3).
- העברת מידע (4.4).

הקניית מיומנויות "תקשורת מדעית - טכנולוגית" רלוונטית לנושא המרכזי "מידע ותקשורת", אך יש לשזרן בקוריקולום הכללי ובנושאים השונים הנלמדים לאורך שלוש שנות חטיבת הביניים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית א' -שיעור פתיחה



מטרות:

* הכרת התפתחות השיטות להפצת מידע מהתקופה הפרה-הסטורית ועד ימינו.
* הבנת חשיבות הספריה בתהליכי האגירה, וההעברה של הידע. חשיבות המסמכים הכתובים בהפצה של ידע חדש.
* הדגשת המסר שכיום אנו חיים בעולם גדוש ידע ולצורך צבירתו ותיעודו של ידע זה, יש צורך בהתפתחות הטכנולוגיה על שיטות אגירה ואיחזור של הידע .
* הכרות עם שיטות איחזור מידע עתידניות.

מושגים:

אגירת מידע, העברת מידע, איחזור מידע. ציורי קיר כ"סוכני זיכרון", טרובאדורים כ"עיתון חי", ספריות המנזרים, מהפיכת הדפוס, תקשורת אלקטרונית, אוטוסטרדת המידע, מציאות מדומה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות א' - 1: התפתחות מאגרי מידע לאורך ההיסטוריה

- עמ' 8-9 בחוברת לתלמיד -

בפעילות זו נלקחים קטעים מתוך סרטי קולנוע או סרטי תעודה בנושאים שונים. קטעי עלילה אלו מתארים למעשה שיטות שונות של אגירת מידע, העברתו והדרכים לאיתורו. כל עלילה מתרחשת בתקופה הסטורית שונה של המין האנושי. עריכת הקטעים השונים לפי סדר כרונולוגי, ממחישה בצורה מעניינת ואטקרקטיבית את השתלשלות התפתחותם של מאגרי מידע ודרכים להפצת מידע בקרב קהילות אנושיות לאורך ההיסטוריה. כך נפרשות בפני התלמידים שיטות העברת הידע האנושי מהפרה - היסטוריה וציורי המערות ועד ימינו במציאות המדומה בחלל הקיברנטי.



- לפניך הצעה ללקט קטעים מתוך סרטי קולנוע. ניתן להוסיף, לשנות או לגרוע קטעי וידאו כראות עיניך. אנו מציעים לערוך את הצפייה בקטעי הוידאו כשיעור פתיחה בתחילת השנה.
- לפני הפעילות, יש מקום להבהיר את המושגים "אגירת מידע" ו"איחזור מידע" ולהדגיש את ההבדלים בין השיטות השונות של אגירת מידע, ואיחזור המידע, כפי שמפורט בטבלה לתלמידים.
- מומלץ לפני כל קטע, להקדים ברקע קצר על עלילת הסרט, ובתום כל קטע, לאפשר לתלמידים למלא את הטבלה.
- ניתן לדון בכל קטע לגופו בתום הקרנתו או לדחות את הדיונים לסוף - לאחר כל תהליך הצפייה.

בסיום הצפייה יש לבקש מהתלמידים להשוות בין הקטעים ולדון בצורות השונות של אגירת המידע ואיחזורו במהלך ההסטוריה (ראה: הערות לדיון המסכם - בהמשך).

- כתחליף לקטעי וידאו, ניתן להכין כרטסות עם תמונות או קטעי קריאה הממחישים את ההתפתחות ההיסטורית של מאגרי המידע.

אגירה = הדרך בה נאסף המידע, אוכסן ונשמר.
איחזור = הדרך שבה ניתן לאתר ו"ילשלוף" מידע בנושא מסוים, מתוך מאגר המידע.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

רשימת סרטים מומלצים וחומר רקע: (ראה רשימה ביבליוגרפית בהמשך)

רשימה זו הינה המלצה בלבד ולמעשה, כל מורה או צוות מורים, יכול לערוך קטעי סרטים שונים הממחישים באותה מידה את התפתחות מאגרי המידע האנושי לאורך ההיסטוריה. מומלץ ביותר לעדכן את מאגר קטעי הסרטים ולהיעזר גם בסרטים עכשוויים.

1. "שבט דב המערות"

תקופה פרה-הסטורית.

קטעים מומלצים:

* הצגת קטע הפתיחה של הסרט ובו נראים ציורי מערות.

ציורי המערות שמשו לפולחן צייד. המציירים האמינו שציור בעלי החיים יביא להם מזל בצייד. שיטת אגירת הידע באמצעות ציורים - פיקטוגרמות.

* קטע הפתיחה של הסרט ובו מוצגים בני השבט - מנהיג השבט שתפקידו לדאוג להנהגת השבט והשרדותו, המכשף האחראי על הידע והטקסיות ומרפאת השבט. כל השלושה מנחילים את הידע שברשותם לממשיכי דרכם בעל פה (שיטת העברה של הידע). האחרונים נלווים אליהם לתקופת חניכות במהלכה הם לומדים ומתנסים בידע.

אל מנהיג השבט, נלווה כל העת בנו. שבט דב המערות האמין שבנו של מנהיג נולד כבר עם כל הידע שיש לאביו.

* המכשף מלמד את גיבורת הסרט – איילה, לספור עצמים ומדגיש עד היכן השבט יודע לספור והיכן הידע שלו רב משלהם. למכשף השבט היה כוח רב בשל הידע שהיה נחלתו הבלעדית. הוא ידע את מועדי עונות השנה, ליקויי הלבנה, מרקחות השיקוי ששימשו בפולחני השבט והיווה בר-סמכא בסכסוכי השבט.

המכשף מבקש מאיילה לא להעביר לבני השבט האחרים את הידע שלה.

* המרפאה - למרפאה היה מעמד מיוחד בשבט. היא אספה צמחים ויבשה אותם לשימושי מרפא. היא שמשה כסמכות הרפואית בשבט. את הידע שלה למדה מאמה בעל פה בשיטה של חונכות כפי שגיבורת הסרט לומדת ממנה את סודות הריפוי.

מלבד קטע הפתיחה, בכל הקטעים שיטת אגירת הידע מבוססת על הזיכרון האנושי. איחזור המידע מתבצע בעזרת שאילת שאלות וצפייה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

2. משדר תיעודי מערוץ 2 המתעד את מסעו של דנדן בולוטין ליערות הגשם במטרה לרכוש ידע ממרפא שבט.

התקופה - 1994.

קטע מומלץ : קטע סיום המשדר.

מסעו של דנדן בולוטין היה חלק מפרוייקט מחקר רחב היקף של חקר צמחי הרפואה ביערות הגשם של אקוודור. פרוייקט זה נמשך כארבע שנים והסתיים באוגוסט 94. הפרוייקט מומן בידי סיוע החוץ האמריקאי (US aid) בשיתוף עם הגן הבוטני בניו-יורק, אוניברסיטת תל-אביב ואוניברסיטת קיטו באקוודור. מטרת הפרוייקט היתה לאתר צמחי מרפא ומאכל החשובים לאינדיאנים. החוקרים אספו צמחים נדירים או קשים להשגה והקימו משתלות בכפרי האינדיאנים על מנת לשמרם. מחקר זה בוצע כמחקר הצלה הואיל ובחמשת השנים האחרונות הואץ קצב הפיתוח ביערות, אינדיאנים רבים עזבו את מורשת אבותיהם ועברו לערים מודרניות. חלק מתהליך זה לווה בעזיבת המורשת התרבותית שלהם. הואיל ותוחלת החיים באזורים אלה קצרה, הידע הקיים בידי המרפאים הזקנים אובד במהירות וכאן נעשה נסיון להציל חלק מזערי ממנו. קטע הסיום של הסדרה מציג את יער הגשם כפוטנציאל לבית מרקחת ענק שרבים מסודותיו לא ידועים לציוויליזציה. למרפא, ממנו למד בולוטין ידע רב בעל פה והוא בין אחרוני המרפאים.

הקריין ממשיל כל מרפא לספריה נדירה בעלת עותק בודד העולה באש עם מות המרפא. בספרו "מעבר לגבול התודעה" מתאר טימותי פריס את "ספרית האמזונס". הוא מציין כי הצמחים הטרופיים מהווים ערכות כימיות לתרכובות ביודינמיות בעלות שימושים אפשריים בתחום החקלאות, הרפואה והאנרגיה. מאגן האמזונס קבלנו את הגומי, האינדיגו, הקקאו, הוניל, הקשיו ועוד צמחי מאכל ותעשייה. בתחום הרפואי יש תרופות חשובות כאיפיקק (לטיפול בדיזינטריה), כינין (תרופה לטיפול במלריה) וקוראררה - רעל החיצים (שמנתחי לב מיחסים לו חשיבות בהרפיית שרירים. חומר זה מופק מצמח הגדל רק ביערות האמזונס. יצרני התרופות עדיין לא הצליחו לייצרו באופן סינתטי ומגדלים אותו במשתלות מיוחדות שמקורן מ"ספרית האמזונס").

בעולם קיימים כ- 250 אלף מיני צמחים עילאיים. מתוכם, רק כ- 5,000 נבדקו בחיפוש אחר תכונות מרפא. כ- 80,000 ממינים אלו מצויים באגם האמזונס.

מאגר הידע הבוטני העומד לרשות המרפאים האינדיאנים אובד. מרפאים רבים מתים בטרם הספיקו להנחיל את מורשתם. מארק פלטקין, שומר טבע, כתב כי "האינדיאנים בני ברסנה מיער האמזונס של קולומביה יכולים לזהות את כל מיני העצים בשטחם מבלי שיצטרכו להתבונן בפירות או בפרחים - שום בוטנאי שקנה את השכלתו באוניברסיטה אינו מסוגל להתמודד עימם", פלוטקין וכמוהו בולוטין מציינים שלמרפאים אין שוליות שימשיכו את מורשתם. הצעירים נוטשים את מסורת אבותיהם ופונים לתרבות המערבית.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



השריפות באמזונס מכחידות את הספריה הטבעית העשירה בעולם. נעשים אמנם מאמצים לשמר מינים ולחלץ מינים של צמחים ובעלי חיים, אולם אלו כטיפה בים. מרבית המינים לא מסוגלים להתקיים מחוץ ליערות.

תושבי האמזונס יושבים על עורק מידע ביולוגי/גנטי עשיר. ויש להכיר בעובדה שתרופה לסרטן, העשוייה להתגלות ממאגר זה, שווה לעין ערוך מרווחים כלכליים שיש ממסחר בעצים הכרותים. לאנושות יש מחויבות תרבותית לדורות הבאים לשמר רבגוניות גנטית זו.

לסיכום: ניתן להתיחס ליער הגשם כאל מאגר מידע ביולוגי/גנטי בעל ערך רפואי, טכנולוגי וחקלאי. את הידע ממאגר זה יש לדלות בעזרת המרפאים האינדיאנים ההולכים ונכחדים ובאמצעות מחקרים שיבדקו את השימושים האפשריים לאדם ממאגר זה. המרפא מהווה את הקטלוג "המהלך על שתיים" של ספרית האמזונס. הוא מעביר את תורתו בעל פה ושיטת האיחזור של הידע היא באמצעות ראיון ושאילת שאלות.

3. סרט העוסק בתרבות מצריים העתיקה

נקודת התייחסות היא התפתחות כתב הציורים (פיקטוגרמה) לכתב סימנים (אידיאוגרמה) ולכתב האותיות (פונוגרמה). כתב החרטומים מהווה אידיאוגרמה - זהו כתב ציורים המבטא מושג, או רעיון.

התפתחות הכתב מהווה שלב חשוב באגירת הידע מאחר והיא מהווה נדבך בשיטת אגירה שאיננה מבוססת על זיכרון. הידע הכתוב משחרר מדפוסי זכירה בע"פ. אולם, עדיין, עד להמצאת הדפוס הידע היה נחלתם של מעטים.

4. קטע מתוך סדרת "קשרים" (על פי ספרו של ג'ימס ברק "היום בו השתנה היקום").

תקופת ימי הביניים.

קטע מומלץ:

* טרובאדור - משורר נודד המגיע לכפר ובסמוך למדורה מיידע את הכפריים אודות העולם שמחוץ לכפר באמצעות שירים. בדרנים נודדים אלו, נדדו בגפם או בקבוצות וכונו טרובאדורים או ז'ונגלרים. הם נהגו לבדר את הכפריים באמצעות דקלום פואמות ושירים אודות מעשים שהיו והיוו מעין "עיתון חי". יש ונוודים אלו זכו לחסות של פטרון שהטיל עליהם להעביר מסרים של תעמולה שכונו סירוונטות. מסרים אלו גילמו הודעות אישיות ופוליטיות במעשייה רומנטית כמעין סטירות. הטרובאדורים היו נוהגים להפגש ולהחליף ביניהם רפרוטוארים. פגישות אלו היו בצורת תחרויות שמשתתפיהם הציגו את כישוריהם. הדקלום בעל פה היה כישור נפוץ בימים אלו. בעולם בו מעטים ידעו קרוא וכתוב, זיכרון טוב היה צורך חיוני. היות ודברים רבים נסמכו על בסיס הזכרון דרך ההעברה בעל פה

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

שולבה בחריזה, ששלטה בספרות התקופה. עד למאה ה- 14 נכתב כמעט כל מסמך (להוציא כתבים משפטיים) בחרוזים. לסוחרים צרפתים היתה פואמה בת 137 בתים שתארה את חוקי המסחר. הטכניקות ששימשו עזרי לימוד לזיכרון שימשו בתקופה הקלאסית תלמידי חכמים שתרגלו את אמנות הזיכרון במסגרת לימודי רטוריקה. טקסט מפורסם בשם *"Ad Herennium"*, הציג טכניקה לזכירת חומר בהיקף רחב תוך שימוש ב"תיאטראות זיכרון". בשיטה זו ממשילים את החומר הנלמד לאתר מוכר (מבנה או חלק ממנו הבנוי ממספר חלקים שנקל להבחין ביניהם). על המבנה להיות בגודל מתאים לזכירת צורתו ועל פי איזוריו קושרים בצורה אסוציאטיבית את חלקי הנאום. כך למשל, אם נניח חנית בטרקלין ועוגן בחדר האוכל, נזכור שקודם עלינו לדבר על מלחמה ואחר כך על הצי וכו'. בנקודה הרלוונטית במסע הזיכרון, הסצינה נשלפת ומעוררת את הנקודות שיש להתיחס אליהן בנאום. בדרך זו, תהליך הזכירה הפך למעין טיול מנטלי של האדם הזוכר ברחבי האתר שמסלולו מובנה בצורה לוגית.

אם כן, המידע אגור בזכרון האנושי, דרך העברת הידע בעל פה תוך שימוש בטכניקות של חריזה, סיפור ושירה.

5. "שוגון"

תקופה: המאה ה- 16.

קטעים מומלצים:

* תיאור סערה קשה הפוקדת את האונייה המאבדת את דרכה. בקטע נדונה חשיבות פעולת נווט הספינה על ידי קפטן האנייה. הנווט הוא היחידי היודע את יעדה של הספינה על פי מפות ניווט. המפות מהוות מאגר מידע אודות נתיבי שייט ויעדי סחר.
* קטע נוסף מתאר פגישה של הנזירים הישועיסטים הדנים בסכנה של הנווט האנגלי לקשרי המסחר שלהם. יש כאן הדגשה של החשיבות הכלכלית שיש למי שמחזיק בידיו את הידע לנווט למזרח הרחוק. באותה תקופה הפורטוגזים שמרו ידע זה בסודיות ובכך הבטיחו לעצמם בלעדיות על קשרי המסחר עם היפנים.

אגירה והעברת הידע - באמצעות מפות: שילוב של ציורים ומלל כתוב המוצפן בשפה הנהירה לבקיא ברזי הניווט. כאן יש מניעה של איחזור ידע. הפורטוגזים אינם מעונינים שמדינות אחרות יסחרו עם יפן.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



6. "שם הורד"

תקופת ימי הביניים - המאה 13.

קטעים מומלצים:

* קטע הפתיחה של הסרט המאזכר את התקופה.

* קטע המתאר את עבודת הנזירים המעתיקים בכתב יד ספרים עתיקים.

שיטת העברת הידע היא כתב היד והאיורים. הספריה עם הספרים מהווים את צורת האגירה ושיטת האחזור מתבססת על אב המנזר המכיר את מיקום הספרים בספרית המנזר שלא היתה זמינה לכל. אב המנזר קבע אילו כתבי יד יועתקו מהספריה.

* קטע ובו מתעמת הנזיר הבנדיקטי (שון קונרי) עם אב המנזר בנוגע לידע (קיום הידע האסור).

בימי הביניים היה לכנסייה מונופול על חשיפת הידע לאנשים. כתבים מהעת העתיקה שסתרו את עמדות הכנסיה נגנזו והעוסקים בהם נענשו. יש כאן מניעה במודע של איחזור ידע.

* קטע המתאר את ספריית המנזר - הספרים המאוירים בכתב יד, חוסר הארגון בסידור הספרים (רק אב המנזר יודע היכן הספרים וגם זה בספק) הם מגובבים במגדל שהכניסה אליו מותרת רק לאב המנזר. בין ערימות הספרים מצויים גם "ספרים אסורים".

מעבר לשיטת האגירה של הידע בכתובים.

אנו עדים לצורת העברה של ידע בעל פה באמצעות חניכה. בני האצולה נהגו לשלוח את ילדיהם לתקופת חניכות עם נזירים למען ישכילו. כך בסרט נלווה נער לגיבור העלילה וממנו הוא משכיל.

הנער מאחזר מידע מחונכו באמצעות שאילת שאלות והתבוננות.

לכל מנזר היתה ספריה משלו. בכל מנזר היה אדם שהיה אחראי למצאי הספרים ולהשאלתם. מנזרים נהגו להשאיל ספרים אחד מהשני ולעיתים תמורת ערבון הושאלו ספרים לציבור חילוני. ספריות השאלה ציבוריות הוקמו לראשונה בידי נזירים בנדיקטינים. ספריות המנזרים הכילו כתבי קודש, כתבים של מייסדי הכנסייה ופרשנות שלהם. בין הספרים החילוניים נמנו כתבי אפלטון, אריסטו ואחרים שתורגמו ללטינית שהיתה שפה בינלאומית להשכלה האירופאית. ספרי המנזרים היוו את אוצרות התרבות של אירופה. נזירים נהגו לנדוד ממנזר אחד למשנהו ולהעתיק כתבי יד לספריית מנזרם. "עשיית הספרים" על ידי העתקתם הפכה למלאכה מקודשת וחדרי ההעתקה של הכתבנים במנזר (סקריפטוריום) הפכו למראה שכיח במנזרים. כל מנזר היה מעין בית הוצאה עצמאי. לא הקפידו על זכויות יוצרים, לא היה תשלום של תמלוגים למחבר, הספרים שהועתקו היו בעיקרם יצירות קלאסיות מיוון ורומא, טקסטים בעברית או ערבית שהוכרו בידי הכנסייה. החסרון היה שעם סיום העתקת כתבי היד, הם הוצפנו בספריות המנזרים ולא היתה דרך לאתרם, לא היו בנמצא שיטות מיון וקטלוג של כתבים נדירים אלו. המעתיקים היו אמורים להעתיק את כתבי היד כלשונם, השעמום גרם לנזירים להוסיף איורים ומובאות משלהם

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

בשולי כתב היד. כך רואים בסרט את הנזירים מאיירים בשולי כתב היד את האפיפיור בדמות שועל ואת אב המנזר בדמות חמור.
בסרט נראים הנזירים המעתיקים ספרים, כאנשים בעלי מומים אשר אין סכנה כי ירכשו דעת בעת העתקת הספרים.

7. "העיתון".

התקופה: המאה העשרים.
קטע מומלץ: הבאת החומר אל מכונת הדפוס. הדפסת העיתונים והסצינה בה העיתונאי מפסיק בכוח את הדפסת העיתון.
התביעה לנגישות למידע מקרב אנשי ההשכלה, המסחר ומצד הבירוקרטים של המשטר, יצרה לחץ להפצה של ידיעת הקריאה והכתיבה. זמינות הנייר, שהומצא בסין והועבר דרך הערבים למערב במאה השמינית אפשרה זאת. במאה ה- 14 עברו לייצר נייר זול לעומת הקלף היקר. נקודת מפנה מכרעת בדחף השיכפול של המידע היתה המצאת הדפוס שהתאפשרה עם התפתחות חרשות המתכת (המאה ה- 15). אחד מבעלי מקצוע אלו הבין שניתן להטביע במתכת רכה צורות של אותיות המשוחות בדיו. מכבש פשתן שהיה בשימוש מאות בשנים, הוסב להדפסה עם נייר ובכך עוצבה המצאת הדפוס.
המצאת הדפוס, היתה בשימוש במזרח הרחוק כבר במאה השלישית. הסינים, שהמציאו את הדיו, השתמשו בדפוס להעתקת דיוקנאות וטקסטים קדושים. בתי דפוס לשטרות כסף היו קיימים בקוריאה כבר בשנת 1313 ויתכן שטכניקה זו הגיע למערב עם סוחרים ערבים.
האדם לו מיוחסת המצאת הדפוס הוא יוהאנס גאזנפלייש צור לאדן צום גוטנברג. מהפיכת הדפוס חוללה שינוי קיצוני בחברה המערבית. בתי הדפוס דחקו את הסקריפטוריומים והידע הפך זמין לכל. הדפסים הראשונים כינו את אומנותם אמנות הכתיבה המלאכותית בעוד שהעתקת כתבי יד ידנית כונתה אמנות הכתיבה הטבעית. בתחילה בשל ההתנגדות לחומר מודפס, שיוו לספרים המודפסים צורה של כתב יד. תכני הדפוס שבתחילה יועדו לספרי קודש, ספרים אקדמיים (כספרי דקדוק), כתבים בירוקרטים ומעט ספרות מדוברת, גוונו לספרי הדרכה, מפות, ספרי לימוד, מילונים ועוד. המצאת הדפוס אפשרה להעביר ידע בעל פה של אומנויות לכתובים שהפכו לנחלת הכלל. בכך, מידע טכני הועבר בצורה מדויקת.
לדפוס היו שימושים לצרכי תעמולה דתית ופוליטית. הנזיר האוגוסטיאני, מרטין לותר שקרא לרפורמציה בנצרות השתמש בדפוס לצרכי תעמולה כנגד הכנסייה. מרטין לותר הגדיל את מספר תומכיו בזכות תפוצת כתביו באמצעות הדפוס. עלוניו המודפסים והשימוש בקריקטורות הצליחו להעביר את מסריו אף לאנאלפבתים.
מכבש הדפוס אפשר צורות חיים וחשיבה אחרות. ניתן היה ללמוד באמצעותו על ארועים והתרחשויות במקומות שונים. נולדו אופנות לבוש, ארכיטקטורה, נימוסים ואמנויות...

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



מהפיכת הדפוס הביאה כלייה ולאובדן אמנויות הזיכרון. הדפוס תרם לשיכפול ידע מדויק. ברגע שהוכר בזכויות יוצרים על יצירות, ניתן היה לקדם ידע קיים ולהסתמך על ציטוטים מהידע הקודם ולא רק לשמר את הישן כפי שהיה בהעתקת כתבי יד.

פיתוח הדפוס גרם להמצאת שיטות הקטלוג, שילוב אינדקסים בספרים (לראשונה בשנת 1494), והדפסת קטלוגים של ספרים. ב- 1545 פורסם האוסף האוניברסיטאי בבזל, שכלל 10,000 כותרים ו- 3,000 מחברים. ב- 1548 פורסם קטלוג המשך שכונה "הכל מכלי" - Pandecate. קטלוג זה הקיף 19 תחומי למידה שונים ו- 30,000 ערכים.

הדפוס הביא לבחינה מבוקרת של חומר קיים, לעדכונו ולהשוואתו עם כתבים אחרים. היכולת לתאר את המידע הקיים שמשה בסיס להולדת המדעים המדויקים. החלו להתפרסם חיבורים בוטניים וזואולוגיים שתעדו את עולם החי בראי התקופה ולא על פי הכתבים העתיקים והחלו לחקור תחומי חשיבה חדשים.

המצאת הדפוס העבירה את מוקד הכוח ליודעי הקרוא וכתוב והעניקה להם שליטה על פני חסרי ההשכלה. בעוד שבעבר כוח זה היה נחלתם של קבוצות מיעוט הרי שכאן קהילת הידע התרחבה.

8. "משחקי מלחמה"

תקופה: שנות השמונים.

סרט המתאר תלמיד החודר למאגרים של הפנטגון ומשחק משחקי מלחמה עם המחשב. הסרט הופק בראשית שנות ה- 80 והטכנולוגיה של המחשבים המוצגת בסרט מיושנת בראי ימינו.

רשימת הקטעים המומלצים:

* קטע המתאר לימוד מסורתי בכיתה. שיטת העברת הידע בהרצאה פרונטלית של המורה, כשמאחורי המורה מפות ודגמים בכיתה המסייעים בהמחשת חומר הלימוד. יש כאן שילוב של אגירת מידע בזכרון האנושי (מורה, תלמידים), בכתב ובאמצעות ציורים (ספרים, מפות ודגמים).

האיחזור בקטע זה נעשה באמצעות התבוננות ושאילת שאלות (בעל פה או בבחינה).

* קטע המתאר פריצה למאגר הציונים של בית הספר לצורך שינוי ציון. שיטת האגירה של המידע היא מאגר נתונים ממוחשב. הכניסה למאגר זה מוגבלת לצוות בי"ס באמצעות מילת קוד (Password). בפתיחת הקטע, מוצגת דרך ההתקשרות לרשת תקשורת באמצעות מודם.

* קטע המתאר פריצה למאגר של הפנטגון ומשחקי מלחמה עם המחשב - שיטת אגירת המידע היא מאגר ממוחשב. במקרה זה המחשב הוא מחשב על המתוכנת עם בינה מלאכותית. יש כאן שיטת אגירה אקטיבית - המחשב נותן משוב למפעילו. במהלך הסרט נראה שה"גולם קם על יוצרו".

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



* קטע המתאר דליית מידע בספריית ביה"ס - בקטע זה מתוארות מספר שיטות איחזור:
כרטיסיית קטלוג בשיטת דיואי, מיקורפילם (פילם על גביו מודפס בצפיפות מידע באותיות מיקרוסקופיות), סיוע של הספרנית באיתור חומר וחיפוש במאגר מידע ממוחשב.
* קטע הסיום בו נוכח המחשב שאינו יכול לנצח במשחק - "מכונה חכמה". על סמך אנלוגיות ממשחקים המחשב "מגיע למסקנה" שבמלחמה הגרעינית שהוא מנהל אין מנצחים. שיטת ההעברה של המידע היא בתקשורת מחשבים.

9. "הרשת"

סרט עכשווי - שנות התשעים.

סרט העוסק בגאונית מחשבים המתמחה באיתור פריצות ווירוסי מחשבים. בשיטוטיה באינטרנט היא עולה על תוכנת שמירה של קבצים המאפשרת לבעליה חדירה לכל מאגר בו היא קיימת.

קטעים מומלצים:

* קטע המתאר את החיפוש של המידע באינטרנט.

שיטת האגירה - מאגרי נתונים ממוחשבים.

שיטת העברת הידע - תקשורת מחשבים.

המידע עובר ברשת תקשורת פתוחה. האינטרנט מהווה מאגר נתונים פתוח המשתנה באופן דינאמי וזמין לכל אדם המתוקשר לרשת.

שיטת האיחזור - מילות קוד, פקודות מוצפנות, חיפוש באמצעות שרתים (תוכנה המיועדת לשרת את המשתמש באמצעות מענה לבקשותיו המועברות דרך תוכנת לקוח. קיימים שרתי קבצים, חיפושים, דואר אלקטרוני ועוד...).

10. "מסע בין-כוכבים: הדור הבא"

סרט עתידני - מדע בידיוני.

קטעים מומלצים:

* קטע המתאר את הערכת המחשב על ממצא שנמצא - מחשב המעריך ובוחן ידע ומתקשר עם אנשי המעבורת. שילוב של מכונה חכמה המתקשרת קולית עם אנשי המעבורת. כיום, מחשב המשוחח עם מפעילו איננו בגדר דמיון.
* קטע המתאר את "דאטה" האנדרואיד (אדם מכונה) של המעבורת כמחשב דמוי אדם. מחשב דמוי אדם האוגר בזכרונו מידע החיוני לצוות מעבורת החלל. מעין "אנציקלופדיה ממוחשבת".

אנדרואיד זה מהווה חלק מהצוות הפיקודי של ספינת החלל.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

* רציף ההולוגרמות שעל סיפון ספינת החלל - מדמה מציאות מדומה. ממחשב הספינה המשמש מאגר נתונים אדיר לצוות, ניתן לדלות תוכנות משחק המכניסות את אנשי הצוות למציאות מדומה על פי בחירתם.
* קטע המתאר את הטלפאטית - דיאנה כאמצעי להעברת אינפורמציה. שיטת העברה של ידע בעל פה באמצעות חוש טלפטי דמיוני.

11. "חשיפה"

שנות התשעים.

שיטת העברה של הידע באמצעות מציאות מדומה. זו טכנולוגיה הנמצאת בפיתוח ובשימוש מתרחב.

קטעים מומלצים:

* קטע המתאר את הספריה במציאות מדומה. הקטע מתאר חדירה למאגרי מידע החסומים לגיבור העלילה לאחר שנחסמו בפניו ערוצי תקשורת המחשבים הרגילה. הקטע מתאר בצורה ציורית מהו מתקן מציאות מדומה ומשתף את הצופים בחוויה של כניסה לספריה וירטואלית דמויית ספריה אוקספורדית ספונת עץ. המסמכים מרחפים באויר וניתנים לעיון ושינוי באמצעות מקלדת וירטואלית.

מציאות מדומה - virtual reality - מתארת עולמות תלת מימדיים ממוחשבים שניתן לחוות אותם "מבפנים", ניתן לראות, לשמוע, לחוש ולשנות. אלו מכם שמכירים את הסדרה "מסע בין כוכבים" - התוודעו לרציף ההולוגרמות של ספינת החלל אינטרפרייז, זו משאת נפשם של מתכנני המערכת.

"מציאות מדומה" מיושמת בעולם המדעי, טכנולוגי ואף בתחום הבידור. תכנון ועיצוב של מוצרים מדומה במחשב ובאמצעות שליחים של מציאות מדומה, נבחנים המוצרים לפני בנייתם או קנייתם הלכה למעשה. כך ניתן לבחון מפרט בבניה של מטוס, לסייר בבית וירטואלי בטרם רכשנו אותו, להתאמן בסימולטור וירטואלי ואולי פעם לטייל במערכות הגוף כחלק ממעשה הלמידה...

ראשיתה של המציאות המדומה במשחקי המחשב. כיום עם השיפור בטכנולוגיה הגרפית ותחום הבינה המלאכותית מתאפשרת טכנולוגית המציאות המדומה. כיום הבעייה העומדת בפני מתכנני מערכות אלו היא חוסר יכולת ההכללה של מצבים משתנים במחשבים שזכרונם אדיר אך האינטיליגנציה שלהם נמוכה מאד.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

12. "פארק היורה"

סרט עכשווי ובידיוני.

קטעים מומלצים:

* קטע המסביר את מהות מולקולת ה- DNA והמסר הוא שלטבע יש דרכים לאגירת מידע גנטי באמצעות מולקולת ה- DNA. שיטות האגירה, העברה ואחזור של המידע - כימיות.
* קטע מהסרט המתאר מניפולציות ב- DNA המבוצעות ליצירת מידע גנטי חדש וקבלת יצורים חדשים. יצור ידע חדש.

קטע זה קשה לתלמידים בחטה"ב כיון שחסר להם, לרוב, הרקע הביולוגי, כימי. ניתן לדון בו בסוף הפעילות ולהדגיש שקיימים למעשה גם מאגרים כימיים/ביולוגיים טבעיים כדוגמת ה- DNA. האדם למד להתערב במאגרים טבעיים אלו. האדם מסוגל לאחזר בשיטות כימיות, גנים מתוך המאגר הגנטי של יצור כלשהו, לבצע בהם שינויים ואף להעבירם למאגרים גנטיים אחרים - של יצורים אחרים.

ביבליוגרפיה:

אואל מ. ג'ין, 1983, **שבט דב המערות**, הוצאת ספריית מעריב.

אקו אומברטו, 1987, **שם הורד**, הוצאת זמורה ביתן.

בוריסטין דניאל, 1983, **המגלים**, הוצאת כתר. מומלץ הפרק האחרון הדן ב"הכפלת העולם" וב"התרחבות קהילות הידע".

ברק ג'ימס, 1988, **היום בו השתנה הכל**, הוצאת מעריב. מומלץ הפרק "זאת עובדה".

דוקינס ריצ'רד, 1993, **השען העיוור**, הוצאת דביר. מומלץ הפרק "הכוח והארכיונים".

טאובס גארי, 1994, **ג'ק המדומה**, גלילאו, חוברת 6, 30-35.

ליפשיץ רוני, 1994, **צמחי מרפא בשרות המדע**, גלילאו, חוברת 6, 26-29.

פריס טימותי, 1992, **מעבר לגבול התודעה**, הוצאת מעריב. מומלץ הפרק "ספרית האמזונס".

קריצ'טון מייקל, 1992, **פארק היורה**, הוצאת מעריב.

קריצ'טון מייקל, 1993, **חשיפה**, הוצאת מעריב. מומלץ הפרק האחרון המתאר את המציאות המדומה.

רוני ליפשיץ, 1994, **מדע ללא מעבדה**, גלילאו, חוברת 4, 36-39.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



"תשובון": השיטות השונות של אגירה ואיחזור מידע כפי שהן מוצגות במקבץ קטעי סרטים:

תקופה	שיטות אגירה	שיטות איחזור
"שבט דוב המערות" פרה-הסטוריה	1. זיכרון אנושי 2. איורים, ציורים	1. צפיה 3. האזנה 4. תישאול, ראיון 10. אחר: הורשה מאב לבן על פי אמונת השבט.
"משדר תיעודי על מחקר צמחי מרפא ביערות הגשם" 1994	1. זיכרון אנושי 2. איורים, ציורים	1. צפיה 3. האזנה 4. תישאול, ראיון
תרבות מצרים העתיקה	1. זיכרון אנושי 2. איורים, ציורים 3. כתבי יד (כתב סימנים)	1. צפיה 3. האזנה 4. תישאול, ראיון 10. אחר: פענוח הסימנים.
"קשרים" - הטרובאדור ימי הביניים	1. זיכרון אנושי	1. צפיה 3. האזנה 4. תישאול, ראיון
"שוגון" המאה ה-16.	1. זיכרון אנושי 2. איורים, ציורים 3. כתבי יד 9. אחר: מפות.	1. צפיה 2. קריאה 10. אחר: קריאת מפות, ניווט.
"שם הורד" ימי הביניים - המאה ה- 13	1. זיכרון אנושי 2. איורים, ציורים 3. כתבי יד	1. צפיה 2. קריאה 3. האזנה 4. תישאול, ראיון

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



תקופה	שיטות איפיה	שיטות איחזור
"העיתון" המאה העשרים	1. זיכרון אנושי 2. איורים, ציורים 3. כתבי יד 4. חומר מודפס 6. מאגר ממוחשב	1. צפיה 2. קריאה 3. האזנה 4. תישאול, ראיון 7. חיפוש ממוחשב: מילות מפתח, צירופי מילים...)
"משחקי מלחמה" שנות השמונים	1. זיכרון אנושי 2. איורים, ציורים 3. כתבי יד 4. חומר מודפס 5. מיקרופילים 6. מאגר ממוחשב	1. צפיה 2. קריאה 3. האזנה 4. תישאול, ראיון 5. אינדקס 6. כרטסיות 7. חיפוש ממוחשב: מילות מפתח, צירופי מילים...)
"הרשת" שנות התשעים	6. מאגר ממוחשב 7. מאגרים וירטואליים	7. חיפוש ממוחשב: מילות מפתח, צירופי מילים...) 10. אחר: קוד מוצפן, שרתים.
"מסע בין - כוכבים" "מדע בידיוני"	6. מאגר ממוחשב 7. מאגרים וירטואליים 8. מאגר כימי/ביולוגי 9. אחר: אנדרואיד.	4. תישאול, ראיון 7. חיפוש ממוחשב: מילות מפתח, צירופי מילים...) 8. מציאות מדומה 9. כימיה/ביולוגיה
"חשיפה" שנות התשעים	6. מאגר ממוחשב 7. מאגרים וירטואליים	7. חיפוש ממוחשב: מילות מפתח, צירופי מילים...) 8. מציאות מדומה 10. אחר: שרת וירטואלי - המלאך.
"פארק היורה" עכשווי ובידיוני	6. מאגר ממוחשב 8. מאגר כימי/ביולוגי	7. חיפוש ממוחשב: מילות מפתח, צירופי מילים...) 8. מציאות מדומה 9. כימיה/ביולוגיה

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

דיון מסכם לאור קטעי הווידאו שנצפו:

לאחר הצפייה ברצף קטעי הסרטים ולאחר שהתלמידים מילאו את הטבלה בפעילות הקודמת, יש לפניהם רצף התרחשויות ונקודות מפנה של התרחבות והפצת הידע בקרב המין האנושי לאורך ההיסטוריה.

בפעילות זו ננסה להעביר חוטים מקשרים ומוטיבים חוזרים לאורך ההיסטוריה בכל מה שקשור לאגירת מידע, ואיחזורו. כמו כן נבדוק מי החזיק בידע ובאיזו מידה רצה להפיצו ברבים.

נקודות לדיון:

שלב א': סקירה מסכמת של שיטות אגירת מידע, ואיחזורו על פי זמן כרונולוגי. ניתן לתאר רצף זה על סרגל זמן. יש להדגיש את הצורך בשכלול שיטות אגירת המידע ככל שהצטבר יותר מידע.

שלב ב': דיון במציאת מכנה משותף בין כל מחזיקי המידע לאורך ההסטוריה: המניעים להחזקת הידע ואי הפצתו ברבים או לאנשים מסוימים. "ידע זה כוח".

שלב ג': שילוב שיטות לאגירת מידע מתקופות פרה-הסטוריות ועד ימינו.

שיטות קדומות משתלבות בשיטות אגירה ואיחזור של מידע בימינו. כך למשל, ציורי המערות (פיקטוגרמות) מתגלגלים לאידיאוגרמות בכתב החרטומים, לאיורים בספרים המועתקים בכתב יד, לציורי מפות ועד לאיקונים שעל צג המחשב.

העברת הידע בעל-פה לא נעלמת. לדוגמא: המרפא מיערות האמזונס, המעביר את הידע שלו בעל-פה לחוקר מהמערב.

אמצעי המולטימדיה של ימינו מאפשרים רכישת ידע חזותי בדיוק כפי שציורי סלע יידעו את הצופים בהם.

שלב ד': אגירה, ואיחזור של מידע מתקיימים כל העת גם במאגר הגנטי - ה- DNA באופן טבעי. המידע אגור בסידור המיוחד של חומצות הגרעין. הוא משוכפל ומועבר כל העת לתאים חדשים ולצאצאים. הוא מאוחזר בעזרת תרגום לחלבונים.

במאגר זה חלים שינויים כתוצאה ממוטציות המשנות לעיתים את המידע ומשפיעות על התפתחות היצורים: אבולוציה.

המניפולציות שהאדם מבצע בהנדסה גנטית הן למעשה דרכים של אגירת מידע חדש ואיחזורו.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

הידעת?



הספריה הלאומית העתיקה ביותר בעולם, היתה ספריית אלכסנדריה שבמצרים. היא נוסדה בערך בשנת 305 לפני הספירה על ידי מלך מקדוני יווני - פתלמאי I סותר.

הספריה הועלתה באש ונהרסה בידי הכובש הערבי בשנת 696 לספירה במצוות הכאליף עומר I.

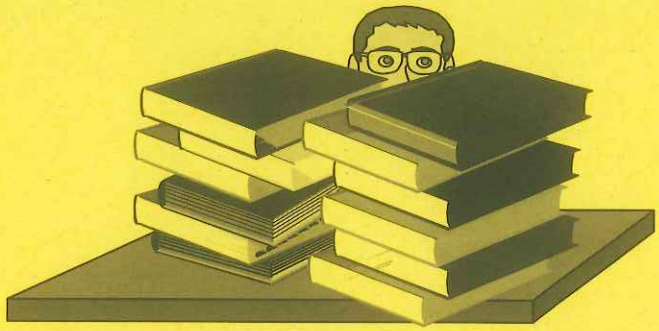
שריפת ספריית אלכסנדריה ארכה שבעה חודשים ומטרתה: "השמדת הספרים של הכופרים".

זאת לאחר שהספריה נצלה משתי שרפות קודמות - אחת שהחלה במצוות יוליוס קיסר בשנת 47 לספירה.

בשלב מסוים הכילה הספריה לפני השרפה, 850,000 תעודות קלף ומגילות פפירוס.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ב' - הכרת הספריה



מטרות:

* הכרת מבנה ספרית עיון, הכרת המדף המדעי והטכנולוגי.
* הכרת שיטות קטלוג ואיתור מידע בספריה.
* הכרת מרכיבים מבניים של ספר עיון.
* איחזור מידע מספר עיון.

מושגים:

הספריה כמאגר מידע, מיון, קטלוג, כרטיסיות, שיטת דיואי, מבנה ספר עיון: שער, הקדמה, תוכן עניינים, מבנה טקסט: מבוא, פרקים, סיכום, איורים, מפות, ביבליוגרפיה, מפתח עניינים, מוציא לאור, עדכונים, מהדורות, כרכי מילואים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

הנחיה כללית

- יש לברר האם התלמידים ביקרו באופן מסודר בספריה וקיבלו הדרכה על מבנה הספריה בשנה - שנתיים אחרונות. אם אכן נערכה הדרכה בספריה, כדאי לברר את אופייה וההדגשים שניתנו. ייתכן שניתן יותר דגש על ספרי קריאה או ספרי עיון מתחומי מדעי הרוח ולא נעשתה הצגה של הספרים המדעיים והטכנולוגיים, או שלא ניתן הסבר על שיטת המיון והקטלוג.

- על המורה לבדוק האם הספרים וכתבי העת אליהם מופנים התלמידים - בפעילויות המוצעות, אכן נמצאים בספריה אליה פונים התלמידים.

- חשוב לשתף ולידע את ספרני הספריה בפעילויות העומדות להתרחש בספריה ואף לבקשם להדריך את התלמידים כפי שמתואר בפעילות הבאה: ב' - 1. שיתוף הספרנים בספריה תורם רבות ליחסי העבודה בין הספרן/ית למורה ובין התלמידים לספרן/ית.

פעילות ב' - 1: הכר את הספריה - עמ' 12 בחוברת לתלמיד -

מטרת התרגיל היא להכיר את מבנה ספרית העיון ומדוריה ואת עקרונות מיון הספרים.

התרגיל יכול להתבצע באופן יחידני בקצב אישי של כל תלמיד או בקבוצות עבודה - עד שלושה תלמידים.

כל מורה יכין תרשים "מפה אילמת" של הספריה אליה הוא מפנה את תלמידיו.

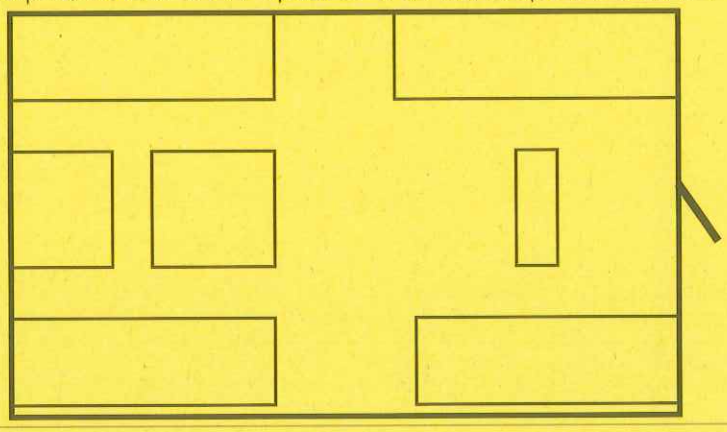
ראוי להדגיש כי מקורות הידע אינם מצטמצמים למידע המודפס. אם מקורות מידע מסוג אחר נמצאים בספריה ראוי לשלבם בתהליך ההיכרות עם הספריה (סרטי וידאו, תקליטורים, שקופיות וכיו"ב).

הערות, המלצות וטיפים

חומר רקע בנושא היסטוריה של הספריות ניתן למצוא תחת ערך "ספריה" באנצ' העברית החדשה.

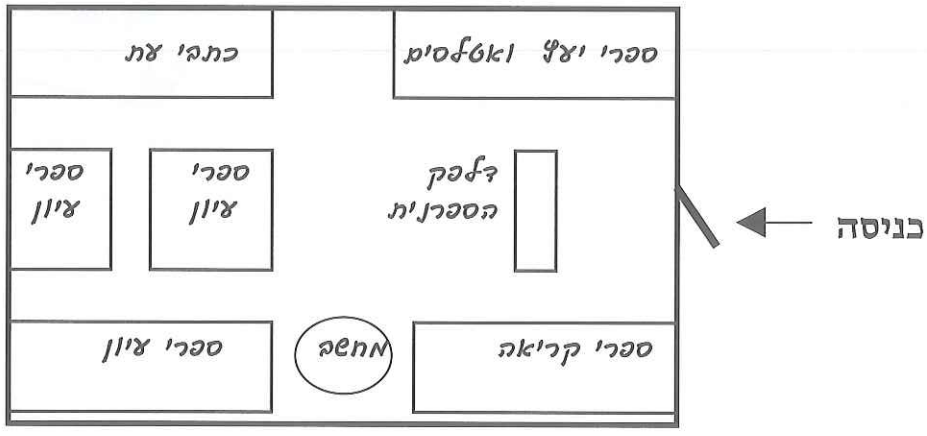
מפה אילמת:

חלקו הראשון של התרגיל עוסק באיתור מדורים ומוקדי מידע בספריה ומיקומם ב"מפה האילמת":



© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

התלמיד נדרש להסתובב בספריה ולמקם את מדורי הספריה ב"מפה האילמת". לדוגמא:



ניתן להבנות פעילות זו בשתי רמות: ברמה הפשוטה, תוגש מפה מפורטת ומלאה של מדורי הספריה והיא תשמש כמפת "סימני דרך" לתלמידים הזקוקים להנחייה. ברמה מורכבת יותר תוגש מפה אילמת ללא הכוונה אל מוקדי המידע או שתלמידים יתבקשו לשרטט מפה מפורטת של ספריה נוספת מחוץ לבית הספר.

רצוי לשמור את המפות של הספריה לצורך פעילות ב' - 2.

שיחה עם ספרן/ית ביה"ס:

רצוי לתכנן מראש את הפעילות עם הספרן/ית ולחלק את הכיתה לקבוצות עבודה לא גדולות בספריה. במסגרת שיחת ההדרכה, ניתן לבקש מהספרן/ית להתייחס לחשיבות הספריה, מבנה הספריה, שיטת קטלוג, שימוש בספרי עיון וכתבי עת. מומלץ לבקש מהספרן/ית לעיין בחוברת זו, כדי להבין את רוח הדברים וההדגשים בחוברת, כמו הבלטת החלק המדעי של הספריה. אם יש בספריה שיטות קטלוג ממוחשבות רצוי להדגימן בפני הכיתה.

פעילות ב' - 2: סידור ספרי העיון בספריה

- עמ' 13 בחוברת לתלמיד -

בפעילות זו נחשפים התלמידים לשיטת הקטלוג של דיואי ועליהם לאתר ספרים לפי חלוקה זו.

ראשית, התלמידים מתבקשים לזהות את מיקומן של עשר המחלקות של שיטת דיואי על גבי המדפים במדור ספרי העיון, ולסמן את מיקומן על גבי מפת הספריה (מפעילות ב' - 1). לאחר מכן, עליהם לאתר מספר ספרים ולציין את מספר דיואי שהם נושאים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



- על המורה לבדוק כי הספרים אשר על התלמידים לאתר, אכן מצויים בספריה אליה ניגשים התלמידים.
- ניתן וחשוב לנצל פעילות זו לאיתור ספרי עיון העוסקים בחומר הנלמד בכיתה כך שבעת ביצוע מטלה לימודית, התלמידים יכירו את ספרי העיון המתאימים והיכן הם ממוקמים בספריה ולא יבססו את עבודותיהם רק על אנציקלופדיות...

מלויל דיואי - *Melvil Dewey* (1851 - 1931):

בשנת 1873 ארגן את אוסף הספרים של קולג' אמריקאי במדינת מסצ'וסטס, ארה"ב (Amherst College) בו עבד כספרן. הוא עמד בפני הבעיה - כיצד לסדר את הספרים? כיצד יאורגן החומר בכל מחלקה, על מנת להקל על התלמידים למצוא את החומר הדרוש ללימודיהם? כיצד יובטח מקומה המתאים של כל הוספת ספרים בעתיד - גם בענפי מדע העשויים להתחדש או להווצר?

דיואי החליט לארגן את החומר בעשר מחלקות, שכל אחת מהן תסומן במספר בן שלוש ספרות: 100, 200, 900 וכו'. כל מחלקה כזו תכלול - 10 תת-מחלקות: 110, 120, 130, וכו'. כך

כל מקצוע וידע ימצא את מקומו במחלקה המתאימה. השיטה פורסמה במקור ב- 15 מהדורות ותורגמה ל- 90 שפות. המיון הוא אוניברסלי מאחר שהוא מקיף את כל שטחי הידע של החברה האנושית.

מלויל דיואי ייסד את בית הספר הראשון לספרנים, במדינת ניו יורק, בשנת 1887. עד אז, ספרנים חדשים למדו את המקצוע מספרנים וותיקים בדרך החונכות. אך דיואי היה גם איש עקרונות: בשל סירוב שלטונות האוניברסיטה לאפשר לנשים ללמוד באותו בי"ס, הוא התפטר בשנת 1888 והעביר את המוסד לאלבני וניהלו שם עד 1906.

הוא גם הקים את ארגון הספריות האמריקאי.

קיימות שיטות מיון אחרות המקובלות במוסדות אקדמאיים וספריות מיוחדות למשל קטלוג על פי ספרית הקונגרס. ספרית הקונגרס, נוסדה ב- 1800 בוושינגטון. שיטת הקטלוג שלה מקובלת בידי מוסדות מחקר. בעוד שהקטלוג בשיטת דיואי הוא על פי ספרות, הקטלוג בספריית הקונגרס (מכונה שיטה LC או OCLC) על פי אות או אותיות.

כיום ניתן לאתר ספרים ומאמרים בספריה באמצעות קטלוג ממוחשב תוך הקלדת מילות מפתח בלבד ובכך ניתן מענה לבעיית האיתור המהיר של מידע ספציפי ממאגרי מידע.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



המיון בשיטת דיואי:

000- מחלקה כללית - ימצאו בה ספרים שאינם שייכים למקצוע מוגדר כמו אנציקלופדיות.

100 - פילוסופיה ופסיכולוגיה.

200 - דת.

300 - מדעי החברה.

400 - בלשנות.

500 - מדעים.

600 - מדע שימושי (טכנולוגיה).

700 - אמנות ותרבות הפנאי.

800 - ספרות.

900 - הסטוריה (כולל גיאוגרפיה וביוגרפיות).

(9) - ארץ ישראל ומדינת ישראל

מן הראוי להזכיר הנחות מסוימות שהיו מקובלות על דיואי, כגון: חיי הנפש - כנושא פילוסופי, האמנות - כעיסוק של פנאי, ולפיכך צמידות הבידור לאמנות. הגיאוגרפיה - כרקע להתרחשות הסטורית.

כך במדף המדעי נמצא למשל:

629 - ענפי הנדסה = מדור.

629.1 - כלי-רכב ממונעים = תת מדור.

629.13 - תעופה

629.138 - טיסה לחלל (מספר ישן) - תת-מדור בתעופה קטלוג ישן.

629.4 - טיסה לחלל - ערך זה קיבל מספור חדש בשל המקום החשוב יותר לו זכה בהתייחסות החברתית ועקב הגידול בכמות החומר המודפס בנושא.

כאשר מדובר בנושאים בינתחומיים, לעיתים קשה להחליט כיצד לקטלגם ולאיזה ענף לשייכם. שיטת דיואי לא תמיד נותנת מענה מספיק ברור לתחומים אלו!

על כן שיטת המיון זקוקה לעדכון תמידי. פעולה זו נעשית על ידי חבר מומחים ברחבי העולם כולו. בהרבה ארצות קיימת ועדה ארצית לענייני המיון העשרוני (בישראל ממלאת תפקיד זה ספרית הטכניון בחיפה) המקבלת הצעות תיקון וחידוש ומעבירה אותן למרכז בהאג; משם נשלחות הודעות על תיקונים מוצעים למומחים בשטחים שונים ורק אחרי הסכמה כללית מתפרסם התיקון או החידוש בעלון "תיקונים והרחבות למיון העשרוני" המופץ בכל העולם.

חשוב לציין כי שיטת דיואי נפוצה בעולם, גם בספריות ציבוריות גדולות מאוד וגם בספריות בתי ספר או ספריות שכונתיות קטנות.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ב' - 3: מיפוי המדף המדעי והטכנולוגי

- עמ' 15 בחוברת לתלמיד -

פעילות זו עוסקת בהכרת המדף/ים עליהם מונחים ספרי עיון בנושאי מדע וטכנולוגיה .



- על המורה להדגיש חשיבות מדפים אלו ללימודי "מדע וטכנולוגיה", ולהפנות תלמידים לספרי עיון בנושאים הנלמדים בכיתה, במהלך הלימודים ובמסגרת משימות לימודיות או פעילויות חקר.
- על סמך הכרותו עם שיטת מיון וקטלוג הספרים ע"ש דיואי, יבדוק התלמיד את סדר הספרים והמספר הקטלוגי שלהם במדף מדע ו/או טכנולוגיה. על התלמיד לזהות את תתי המחלקות והמדורים ואת תתי הנושאים שלפיהם מסודרים הספרים על המדף ולרשום זאת לפניו.

לדוגמא: *540 – ספרי כימיה*

550 – 551 – ספרי גיאולוגיה

571 – ספר על פיסיולוגיה של האדם

576 – ספרים על גנטיקה ועל אבולוציה

577 – ספר אקולוגיה

580 – בוטניקה

590 – זואולוגיה

פעילות ב' - 4: תרגיל ציוני דרך בספריה

- עמ' 16-21 בחוברת לתלמיד -

מטרת התרגיל לאפשר לתלמיד היכרות ראשונית עם צורות אירגון מידע בספריה: קטלוגים, מפתחות ביבליוגרפיים וספרי יעץ כמו אנציקלופדיות, מילונים, לקסיקונים.
התרגיל כולל עבודה עם מקורות מגוונים.



- מומלץ לתת לתלמידים לעבוד בקצב אישי שלהם ולא לקפוץ לקיצורי דרך. פעילות זו מהווה שלב חשוב בהכרת הספריה כמקור מידע מגוון ויסייע בשלבים מאוחרים יותר.
- ניתן לבצע פעילות זו בספרית בית הספר או כשיעורי בית (התלמיד ייגש לספריה הציבורית במקום מגוריו).

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

- יש להדגיש מספר נקודות חשובות לגבי שיטת הקטלוג הותיקה: "קטלוג הכרטיסים":

1) הסבר אודות כרטיסיות הקטלוג - מהו המידע הביבליוגרפי שניתן להסיק מהכרטיס בטרם נגשנו לספר.
2) מהו המידע הרלוונטי לקורא בכרטיסית הקטלוג ומה שייך לעבודת הספרן.
3) להתייחס להבדלים בין קטלוג על פי האי"ב לקטלוג על פי נושאים. בקטלוג הראשון נחפש ספר ששמו או שם מחברו ידוע לנו בעוד שבקטלוג השני נחפש חומר בנושא מסויים בו אנו מעוניינים.

כרטיסייה מקטלוג מחברים:



כרטיסייה מקטלוג נושאים:



חשוב לציין בפני התלמידים שכיום את מקום הכרטיסיות המודפסות בספריה, תופס הקטלוג הממוחשב אשר פעמים רבות מעוצב ככרטסות גם כן.

על מנת לאתר ספר או מאמר בנושא מסוים, ניגש - המבקר בספריה, אל מסוף מחשב ומחפש את המידע הדרוש במספר דרכים:

מפתח נושאים: על מאתר המידע להקיש או לבחור מבין מספר אפשרויות, את התחום אליו מתקשר הנושא המסוים שהוא מחפש. כך למשל חומר על גמל יימצא בתחום הזואולוגיה, בנושא יונקים בתת נושא מעלי גירה ובערך - גמל. לבסוף תתקבל רשימה של כל המאמרים או ספרים הדנים בגמל עם המספר הקטלוגי שלהם.

מפתח מחברים: אם ידוע שם כותב המאמר או מחבר הספר, יקיש מאתר המידע את שם המחבר ויקבל רשימה של כל פירסומיו ומספריהם הקטלוגיים.

חיפוש לפי מילות מפתח: אפשרות נוספת לאיחזור מידע בקטלוג הממוחשב היא על פי מילות מפתח או מילים המופיעות בשם המאמר/ספר. על מאתר המידע לבחור בחיפוש בדרך זו

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

ולהקיש מילות מפתח לצורך קבלת כל הפירסומים המצויים בספריה, שמופיעות בהם מילים אלו. לדוגמא: לקבלת מקורות מידע על הגמל יקיש המשתמש: גמל + מדבר.
שיטת חיפוש זו, מהווה את היתרון הגדול של מאגרים ממוחשבים ומקלה על איחזור מידע.
חשוב לציין שבעת חיפוש בקטלוג ממוחשב ניתן בהרבה מקרים לא רק לקבל את רשימת הפרסומים בנושא המבוקש, המצויים בספריה, אלא גם תקצירים של הפרסומים.



א. תרגיל איתור ספר בספריה (עמ' 17): בשלב זה, התלמיד מתנסה באיתור ספר מסויים בעזרת קטלוג הספריה. המורה יכול/ה לבחור בספר אחר מזה המוצע בפעילות, ובתנאי שהוא אכן מצוי בספריה אליה פונים התלמידים ורצוי שהספר יהיה קשור לנושא הנלמד בכיתה.

ב. אנציקלופדיה כמקור מידע (עמ' 17): גם בשלב זה, המורה יכול/ה לבקש מהתלמידים לחפש ערכים מסויימים הקשורים לנושא הנלמד.

ג. עוד חשיבה על אנציקלופדיות (עמ' 18): שלב זה חשוב מאחר והתלמיד נדרש למעשה לחשוב על האנציקלופדיה כמקור מידע - מידת אמינות המידע המוצג ועידכונו.
האנציקלופדיה היא מקור המידע "הפופולרי" ביותר בקרב תלמידי חטיבת הביניים אך כמובן שאינו מספק כמקור מידע מקיף ומעודכן ולכן חשוב שהתלמידים יבינו את חסרונותיו והצורך במקורות מידע נוספים בעת ביצוע מטלות לימודיות.

ד. מילון כמקור מידע (עמ' 18) + **ה. עוד חשיבה על מילונים** (עמ' 19): בשלב זה התלמידים אמורים להבין את תפקידו של המילון וההבדל בין מילון ללקסיקון. חשיבות חלק זה של הפעילות היא בהבנה שבנושאי מדע וטכנולוגיה, כאשר מדובר תמיד במושגים מקצועיים, מאתר המידע חייב לגשת לספרים המקצועיים בתחום הנלמד ומקורות מידע כלליים וכוללניים - אינם מספקים ולעיתים אף מטעים.

ו. בחר נושא (עמ' 20) + / **ז. בחר מחבר** (עמ' 21): בשלבים אלו, התלמידים נדרשים לחפש מקורות מידע לפי נושא נבחר או לפי שם של מחבר בעל מספר פירסומים בתחום מסויים.
פעילות זו חשובה שכן התלמידים מתרגלים חיפוש בקטלוג - ממוחשב או כרטסות, נחשפים למקורות מידע שאינם אנציקלופדיה או מילון ומתחילים לתרגל רישום ביבליוגרפי לפי כללים ידועים.

גם בשלב זה, חשוב שהתלמידים יאתרו מקורות מידע הקשורים לנושא או מושג הנלמד בכיתה. בשלב בו התלמידים נדרשים לחפש מקורות מידע על פי מחבר, חשוב שהמורה ינקוט בשם של מחבר שפרסם מספר מאמרים או ספרים בנושא הנלמד בכיתה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ב' - 5: העיון הראשוני בספר מדעי -
קביעת התאמת הספר למטרת הקורא

- עמ' 22-24 בחוברת לתלמיד -

בפעילות זו לומדים התלמידים לסנן ולמיין ספרי עיון לפי מידת אמינותם וזיקתם לנושא עליו עובדים התלמידים.

כיום ניתן לאתר מידע רב מאוד כמעט על כל נושא שהתלמידים בוחרים. עם זאת קיים קושי הולך וגובר להפעיל קריטריונים לשיפוט - מה מעודכן ואמין, מה מתאים לקריאה מעמיקה, מה אינו תורם הרבה לנושא הנלמד. על התלמידים לרכוש מיומנויות של "שיפוט מהיר" - מה מתאים לנושא הנבחר ובמה לא כדאי להשקיע.



- על המורה להדגיש לתלמידים את חשיבות המיון: אין צורך לעבור בצורה מעמיקה על כל ספר שרק מאזכר את הנושא הנחקר. יש לכוון את הקריאה המעמיקה ואת הלמידה בצורה עניינית, פרקטית ותמציתית.

- בפעילות זו על התלמידים להפעיל שיפוט על פי קריטריונים שנלמדו קודם כמו: מהימנות החומר, מידת ההתאמה של הספר לנושא המבוקש, מהי מידת המקוריות של החומר, האם הספר מכיל מבנים המאפיינים ספר עיון, מהי רמת הספר ולאיזה קהל יעד הוא מיועד?

- על מנת לבצע את הפעילות, רצוי להקפיד על השלב הראשון, בו התלמידים מאתרים בעצמם שני ספרי עיון העוסקים בנושא שהתלמידים בחרו. שוב נדגיש כי מומלץ שהנושאים אותם בוחרים התלמידים יהיו קשורים לחומר הנלמד בכיתה או למטלה לימודים שעל התלמידים לבצע ולהגיש.

- במידה ובבית הספר אין ספריה, או שהספריה דלה, ניתן להביא לכיתה ספרים הקשורים לנושא הנלמד, כך התלמידים רוכשים מיומנות של סינון מקורות מידע וגם "זוכים" לרפרף בספרי עיון העוסקים בנושא הנלמד, בהיבטים שונים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ב' - 6: עריכת ספר עיון

- עמ' 25 בחוברת לתלמיד -

בפעילות זו התלמידים יתנסו בעריכת ספר עיון על כל מרכיביו (עמ' 25 בחוברת לתלמיד). במסגרת אחד הנושאים הנלמדים בכיתה, התלמידים יתבקשו במשך פרק זמן מסוים (שבועיים או יותר), לאסוף ידיעות / מאמרים בנושא המציגים היבטים מדעיים, טכנולוגיים וחברתיים.



- הידיעות / מאמרים יילקחו ממקורות מגוונים ובהתאם ליכולת הכיתה:

1) ניתן להגדיר כי התלמידים יחפשו ידיעות - בעיתונות היומית ובכך להדגיש בפניהם את העובדה כי הנושא הנלמד בכיתה, קשור גם לחיי היומיום והוא רלוונטי לכל אחד באופן אישי.

2) ניתן להגדיר כי המידע ייאותר בכתבי עת מדעיים פופולריים על מנת להכיר לעומק היבטים שונים של הנושא ולהכיר את החידושים האחרונים בתחום.

3) ניתן להגדיר כי התלמידים ייאספו מידע בנושא ממקורות מידע מגוונים כמו: עיתונות, כתבי עת, ספרי עיון, אינטרנט ועוד. כך יתרגלו התלמידים איתור מידע במגוון מאגרי מידע ובשיטות איחזור שונות.

- איסוף הידיעות/מאמרים, יכול להתמקד בנושא מסוים הנלמד בכיתה או להתפרש על מגוון נושאים במדע וטכנולוגיה.

- הכיתה תחולק לקבוצות עבודה שיתבקשו למיין את הקטעים המדעיים שנאספו לפי נושאים ותתי נושאים.

- התלמידים יתבקשו להציע דרכים לארגן את לקט המאמרים שברשותם לספר.

- בדיון שיתנהל בכיתה בעקבות הצעות התלמידים, או במהלך עבודתם, התלמידים יגיעו למסקנה שלספר עיון מבנה ייחודי:

שער - נושא, מחברים, מקום הוצאה ושנה.

תוכן עניינים.

מבוא, פרקים, סיום/סיכום.

איורים, מפות.

מפתחות - סוגי מפתחות: שמות, עניינים, מקומות.

רשימת המקורות של הקטעים שלוקטו (ראה "תרגיל רישום ביבליוגרפיה" - פעילות ג' 4, עמ' 36-37 בחוברת לתלמיד).

- בסוף הפעילות כל קבוצה תיצור "ספר" בעל מבנה של ספר עיון על פי הפרוט הנ"ל. התלמידים יערכו מפתח עניינים לספר בהסתמך על הכתבות שלוקטו.

- לסיום, מומלץ לערוך תערוכה של הספרים עם תיאור התהליך.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

- עריכת ספר עיון, היא פעילות מתמשכת (לפחות 3 שיעורים, ללא איסוף המידע) המזמנת הערכה חלופית בה התלמידים אינם מוערכים רק על פי התוצר אלא בעיקר על התהליך והאחריות בלמידה. במהלך עריכת הספר, המורה משוחח ודן עם התלמידים על כל שלב בעבודתם ומוביל אותם להבנת הדרך הנכונה לעריכת הספר ולהבנת חשיבותם של מרכיבי ספר העיון. במצב כזה ייתכן כי תוצרי התלמידים יהיו ברמה טובה ולכן יש חשיבות גם להעריך את התהליך ועבודת הצוות.



- יש להדגיש את ההבדלים בין תוכן עניינים למפתח עניינים (אינדקס):

תוכן עניינים	מפתח עניינים (אינדקס)
בתחילת הספר	בסוף הספר
רשימת שמות הפרקים	רשימת מושגים/שמות
על פי סדר העמודים	על פי האייב

- עריכת מפתח עניינים (אינדקס) היא מלאכה קשה. הדרך הטובה ביותר לערוך מפתח עניינים היא להדריך את התלמידים לחלק ביניהם את המאמרים. כל תלמיד יקרא שני מאמרים או יותר ויסמן בצבע מדגיש, מושגים ושמות חשובים לדעתו. אחר כך התלמידים יערכו רשימה של כל המילים המודגשות שהתלמידים סימנו ויציינו לידן את העמודים בספר שבהן הן מופיעות.

כדאי לזכור כי עצם עריכת המפתח, דורשת מהתלמידים לקורא את המאמרים ולהוציא מילים חשובות ומרכזיות - מכאן חשיבות עריכת מפתח העניינים.

- רצוי לדאוג לכך שבזמן הפעילות, יעמדו לרשות התלמידים, חומרים כמו: כלי כתיבה, דבק, בריסטולים, צבעים, מחשב ומדפסת וכו'.

- יש צורך להקציב לתלמידים מספיק זמן לעריכת הספר - לפחות שלושה שעורים, כדי לקיים דיונים ולייחס משמעות לתהליך כולו. ניתן להשלים את המשימה כשעורי בית.

- הערך המוסף של פעילות זו בנוסף להכרות עם מבנה ספר עיון, הוא חשיפה לא מפורשת, עדיין, למיומנות של מיון חומר מדעי לפי נושאים, רפרוף וקריאה סלקטיבית של מאמר מדעי או טכנולוגי, מיומנויות הנלמדות באופן מעמיק יותר במבנית ה'.

- צעד נוסף, לא פחות חשוב, בפעילות זו: לאחר עריכת ספרי העיון ע"י התלמידים, ספרים אלו ישמשו להם כמאגר מידע מאורגן, בנושא הנלמד. המורה צריך/ה בהמשך הוראת הנושא, לדרוש מהתלמידים משימה לימודית נוספת אשר מחייבת את התלמידים לאסוף ולעבד מידע מתוך ספרי העיון שערכו.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ב' - 7: התמצאות ואיתור מידע בספר עיון

- עמ' 26 בחוברת לתלמיד -

ספרי לימוד וספרי עיון מהווים חלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה. אנו נזקקים לספרים לשם לימוד נושאים חדשים, השלמה, הכנת רקע או ביסוס החומר הנלמד.

הנטייה של תלמידים היא לקרוא את הספר בצורה מסודרת לפי סדר הפרקים. תלמידים רבים הנרתעים מלכתחילה מספרים עבי כרס, מעדיפים להימנע מהקריאה בהם ובכך הם פוגעים ברמת הישגיהם הפוטנציאלית.

מטרת פעילות זו מתמקדת בעיון ראשוני בספר מדעי והכרת המבנה הקלאסי של ספר העיון. התלמידים ילמדו לאתר את המאפיינים של מבנה הספר העשויים לסייע באיתור מידע בספר ובקריאה ממוקדת - סלקטיבית.

המאפיינים אליהם אנו מתייחסים בעת עיון ראשון בספר:

שם הספר: השם מצביע, בדרך כלל, על הנושא שבו עוסק הספר ורומז לעיתים גם על הרמה אליה הוא מיועד (לדוגמה: "מבוא לתרמודינמיקה").

שם המחבר: השם מאפשר לזהות האם מדובר באדם בעל שם בתחום הנידון - עובדה המחזקת את אמינות המידע בספר. במידה והמחבר אינו מוכר לקורא, ניתן לקבל מידע על המחבר מתוך קטע המתאר את המחבר והמצוי לרוב על הכריכה האחורית של הספר.

- חשוב להדגיש את ההבדל בין כותב ספר, לעורך ספר.

- שם המחבר גם עוזר להבחנה בין ספרים עם שם זהה.

האם הספר מתורגם או מקורי: (ואם מתורגם - מאיזו שפה?) במקרה של תרגום, הקורא צריך להיות ער לאפשרות של שיבושים תכניים בעטיו של התרגום, ולהעדיף ככל שניתן את קריאת המקור.

שנת פרסום, מהדורה: שנת הפרסום היא השנה בה פורסם הספר לראשונה. מהדורה היא הדפסה מחודשת של הספר בתוספת, לעיתים, של שינויים וחידושים מהותיים.

שנת פרסום הספר ושנת הופעת המהדורה של עותקים שונים חשובים לקביעת מידת העידכון של המידע הכלול בו.

תוכן העניינים: מציג את הפרקים הכלולים בספר לפי סדר הופעתם, בציון מספרי העמודים. תוכן העניינים עשוי להיות קצר או מפורט (כולל גם חלוקה לפרקי משנה). מקריאת תוכן עניינים מקבל הקורא מושג כללי על המידע הכלול בספר ויכול להיעזר בו לאיתור מידע רלוונטי.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



הקדמה / פתח דבר: מופיע בין דף הכותרת לבין תוכן העניינים, מציג בדרך כלל את מטרות הספר, מתאר את הגישה המדעית - דידקטית שבה הוא נוקט ומציין את רמת הקוראים עבורם מיועד הספר.

מבוא: מופיע אחרי תוכן העניינים, מהווה חלק מפרקי הספר. במבוא מוצגים פרטים המהווים רקע לדברים המוסברים בהמשך הספר, ומוגדרים בו גדלים ומושגים החשובים להמשך. קריאת המבוא חשובה לקורא שאינו מכיר את החומר הלימודי הנידון בספר, בעוד שקורא הבקי בחומר יכול לדלג ולוותר על קריאת המבוא.

מפתח שמות וענייניים: המפתחות, המופיעים בסוף הספר כוללים קבצים של שמות בעלי מכנה משותף הערוכים לפי סדר אלף - בית (מפתחות לפי נושאים, מחברים ועוד). בצידו של כל שם או מושג, מופיעים כל מספרי העמודים בהם הוא מוזכר. שימוש נכון במפתחות חשוב ביותר להתמצאות בספר לימוד ולאיתור מהיר של מידע ממוקד.

נספחים: הנספחים מופיעים בסוף הספר כתוספת, כוללים טבלאות ובהן גדלים שבהם הספר עוסק, נוסחאות, מפות, מילון מונחים, איורים ועוד.

רשימת מקורות: יכולה להופיע בסוף הספר או בכל סוף פרק, והיא מכילה את כל רשימת הספרות אליה מתייחס הכותב. רשימת המקורות מופיעה בסדר אלפביתי, או על פי סדר ההופעה בספר, עם מספור.

איורים: (גרפים, טבלאות, מפות, ציורים, תרשימים ועוד) התבוננות באיורים בגוף הספר נותנת התרשמות באשר לגישה הלימודית בספר (מתימטית, פיסיקלית, כמותית, איכותית), ומאפשרת הערכה של רמת הגשת החומר. לאיורים תפקיד חשוב בקביעת העניין שמעורר הספר בקורא.

באמצעות איתור המאפיינים שתוארו עד כה, ניתן לקבל מושג בכל הנוגע לרמת הספר, גישתו, מידת עדכונו, סוגי הידע המופיעים בו ואופן עריכתם. כמו כן, מאפיינים מסויימים כמו: תוכן, מפתחות, נספחים ורשימת מקורות, עשויים לסייע באיתור מידע בספר ובמקורות נוספים.



- פעילות זו יכולה להתבצע הן בקבוצות עבודה והן כעבודה יחידנית.
- יש להבהיר לתלמידים שאין לקבל את הכתוב כאמת צרופה. יש לעיין בספרים כמו בכל חומר כתוב אחר - בעין ביקורתית שיפוטית.
- חשוב להדגיש בפני התלמידים את עקרונות העיון החטוף בספר, במטרה לסייע בידם למיין את החומר הביבליוגרפי העומד לרשותם.
- חשוב להדגיש בפרק זה את המבנה המארגן של ספר העיון, חשיבות מדוריו ואת המידע שניתן להפיק מכל מדור.
- העצות הניתנות במבנית זו אין כוונתן ללמד הלכות קריאה מהירה. כוונתנו לסייע בעיון

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

ראשוני מרפרף בספרי העיון על מנת להקנות לתלמיד שיטות לאיתור מידע ומיון חומר ביבליוגרפי.



- המורה יניח לפני כל תלמיד או קבוצה ספר מדעי מספרית בית הספר. התלמידים יאתרו את מאפייני מבנה הספר המדעי ויענו על השאלון. דף המשימה ייבדק בצורה של דיון שיתייחס להסברת כל מאפיין, חשיבותו, ייחודו ואיתורו בספר המסוים הנמצא בידי התלמידים.

- רצוי להביא לכיתה מספר ספרים מתחומים שונים במדע וטכנולוגיה ומסוגים שונים, על מנת שבסיכום הכיתתי יוכלו כל התלמידים להיחשף להבדלים בין הספרים ולהבדלים באופן עריכתם הגרפי והמילולי.

ניתן לכוון את המשימות לאיתור נושא זהה בספרים שונים (למשל "תזונה"). גישה זו עשויה להרגיל את התלמידים להשוואה ביקורתית ולהבנת צורות הסבר שונות.

פעילות ב' - 8: מיון רשימה ביבליוגרפית על פי התאמה לנושא

- עמ' 27-30 בחוברת לתלמיד-

פעילות זו נועדה לתלמידים מתקדמים.

התלמידים נדרשים למיין רשימה ביבליוגרפית על פי מידת הזיקה של המקור לנושא הנבחר.

רשימת המקורות צריכה להתמיין לשלוש קבוצות:

1) התאמה ישירה - הספר כולו, עוסק בנושא המבוקש.
2) התאמה כללית - הספר עוסק בנושא המבוקש אך גם בנושאים אחרים.
3) התאמה מוגבלת - יש איזכורים של הנושא המבוקש בספר.

על התלמיד לקרוא את הפרטים הביבליוגרפיים של כל מקור ברשימה, ולהחליט תוך שיקול דעת האם המקור מתאים ישירות לנושא העבודה, מתאים באופן כללי או שמא רק מוגבל. ברשימה מופיעים לא רק ספרים אלא גם מאמרים מכתבי עת - על כך עוד יורחב במבניות הבאות של חוברת זו.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ג' - הכרת כתבי עת



מטרות:

* הכרת סוגים שונים של כתבי עת מדעיים.
* הכרת כתבי עת מדעיים פופולריים המתאימים לתלמידים בחט"ב ותיכון.
* הכרת שיטות לאיתור כתבי עת ומאמרים.

מושגים:

כתב עת, שבועון, דו-שבועון, ירחון, רבעון, כתב עת מדעי לנוער, כתבי עת במדע פופולרי וכתב עת מדעי מקצועי, מפתח עניינים/נושאים, מפתח מחברים, רישום ביבליוגרפי.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

השוואה בין כתב עת מדעי לכתב עת מדעי פופולרי

כתב עת מדעי	כתב עת מדעי פופולרי
קהל יעד בעל השכלה בתחום מדעי מוגדר	לכלל האוכלוסיה, ללא הכשרה ספציפית בתחומים מדעיים
המאמרים עוסקים לרוב בתחום נושא מוגדר	עוסק בנושאים רבים ומגוונים
המטרה: דיווח על עשיה מדעית עכשווית, מחקרים, רעיונות, תיאוריות	המטרה: לקרב ולידע את כלל האוכלוסיה על תחומי חקר שונים
משמש כבמה עבור המדענים, לפרסום תוצאות מחקרים	משמש ככלי לעדכון הקוראים לגבי חידושים במדע
משמש למדענים ככלי להתעדכנות מקצועית מהירה ושוטפת	רמת כתיבה המותאמת לקהל יעד אשר אינו שולט במושגים מקצועיים בתחומי המדע השונים
כל מאמר - לפני פרסומו, עובר ביקורת קפדנית של חוקרים מאותו תחום	ביקורת פחות קפדנית ומעמיקה על המאמרים המפורסמים

איתור מידע בכתבי עת מדעיים

איתור מידע בכתב עת מדעי נעשה בשני אופנים: האחד ידני והשני ממוחשב. באופן הידני, ניתן לאתר מידע באמצעות המפתחות המצויים בסוף הכרכים המתפרסמים בסוף שנת הפרסום, או באמצעות קטלוגים ידניים המפתחים את כלל כתבי העת שפורסמו (למשל הקטלוג של אוניברסיטת חיפה). כיום, מחליפים המפתחות הממוחשבים את המפתחות הידניים. מיפתוח זה תופס את מקומם של הקטלוגים המודפסים. לקטלוג הממוחשב שני אופנים: האחד על גבי תקליטור הדורש עדכון מפעם לפעם והשני על גבי רשת פתוחה כדוגמת האינטרנט, שתכיפות העדכון בה תלוייה במנהל המאגר.

פעילות ג' - 1: הכרת כתב עת ושיווקו

- עמ' 32 בחוברת לתלמיד -

מטרת פעילות זו היא להכיר לתלמידים כתבי עת מדעיים.

במהלך הפעילות התלמידים מתבקשים לעיין בגליונות של כתבי עת מדעיים ולומדים להכיר את המאפיינים של כתבי עת, מדוריהם, תדירות הופעתם ולאיזה קהל יעד הם מיועדים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

התלמידים מתבקשים לקבוע האם כתבי העת מתאימים לרמתם - חטיבת ביניים.
מטרת הפעילות היא לחשוף את התלמידים לכתבי עת מגוונים ולהעלות את המודעות לכתבי עת כמקור מידע אשר מפרסם מידע מעודכן בנושאים שונים הנלמדים במסגרת המקצוע "מדע וטכנולוגיה".

להלן רשימה של כתבי עת מדעיים פופולריים המתאימים לחטיבת הביניים*:

שם כתב העת *	אוכלוסיית היעד	ספק / מחלקת מנויים
"גלילאו"	מורים, תלמידי תיכון ותלמידים מתקדמים בחטיבת הביניים.	ת.ד. 411 ירושלים 91003 טלפון: 02-6235433 פקס: 02-6257201
"מדע פופולרי"	מורים, תלמידי תיכון ותלמידים בחטיבת הביניים.	ת.ד. 20774 תייא 61070 טלפון 03-6963234 פקס 03-6963121
"מדע אלפיים"	מורים, תלמידי תיכון ותלמידים בחטיבת הביניים.	המרכז להוראת המדעים - האוניברסיטה העברית - גבעת רם - ירושלים 91904 טלפון: 02-6585365 פקס: 02-585708
"טבע הדברים"	מורים, תלמידי תיכון ותלמידים בחטיבת הביניים.	ת.ד. 302 הרצליה בי 46103 טלפון: 09-9567776 פקס: 09-9567737
"מסע אחר"	מורים, תלמידי תיכון ותלמידים בחטיבת הביניים.	רחי לבנדה 3 תל אביב ת.ד. 59266 תייא 61592 טלפון: 03-6366222 פקס: 03-6873693
"ארץ וטבע"	מורים, תלמידי תיכון ותלמידים בחטיבת הביניים.	טיבר 26 גבעתיים 53418 טלפון: 03-5712681 פקס: 09-5714184
"משקפיים"	תלמידים בחטיבת ביניים.	מוזיאון ישראל ת.ד. 9511 תייא 61094 טלפון: 03-6966950
"אקולוגיה וסביבה"	מורים, תלמידי תיכון ותלמידים בחטיבת הביניים.	החברה להגנת הטבע טלפון: 03-6388600 פקס: 03-6877695
"אאוריקה"	מורים המלמדים ביסודי ובחטיבת הביניים.	רחי בארט 7 רמת אביב ת.ד. 39200 תייא 61391 טלפון 03-6426147/8 פקס: 03-6426142
"עלון מורי הביולוגיה"	מורים, חלק מהמאמרים מתאימים גם לתלמידי תיכון ותלמידים בחטיבת ביניים.	המרכז להוראת המדעים - האוניברסיטה העברית - גבעת רם - ירושלים 91904 טלפון: 02-6585365 פקס: 02-585708

* רשימה זו אינה בהכרח מקיפה, מלאה ומעודכנת.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



- מומלץ לדאוג שספריית בית הספר תהיה מנויה על כמה מכתבי העת המוזכרים מעלה.

- מומלץ למורה להפנות את התלמידים אל כתבי העת במהלך הלימודים בתחומי הדעת השונים, באופן שגרתי לאורך כל השנה.

- פעילויות לפיתוח מיומנויות של קריאת מאמר מדעי / טכנולוגי וקריאה מעמיקה של קטעי מידע מדעיים / טכנולוגיים, מוצעות במבניות ה' - ו'.

- חשוב לערוך עם התלמידים דיון מעמיק על חשיבות כתבי עת, אמינות המידע המפורסם, הסוגים שונים של כתבי עת ועוד, כפי שמפורט בראשית מבנית זו, למורה.

- חשוב לזכור כי למרות החוויה ואופייה המבדר של הפעילות יש להדגיש בפני התלמידים, ולעמוד על כך שכחלק מהפרסומת לכתב העת, יש להבליט את המידע שצריך לעבור לשאר התלמידים לגבי טיב כתב העת, התאמתו לחטיבת הביניים, תדירות הופעתו, ואמינות המידע.



- מומלץ לפתוח את השיעור בפיזור כתבי עת על השולחנות לעיונם של התלמידים. לאחר מכן להקדיש כ- 20 דקות לדיון כיתתי על חשיבות כתבי העת המדעיים והמאפיין אותם. ניתן לערוך השוואה בין ספר עיון לכתב עת מדעי ולהתבסס על חומר הרקע ליחידה כבסיס לדיון.

- הפעילות תבוצע במסגרת של עבודה בקבוצות. כל קבוצה תקבל מספר חוברות של כתב עת מדעי מסויים.

- בשלב הבא על התלמידים לעיין בכתב העת, להכירו ולציין את מאפייניו על מנת להתחיל בהכנת ההצגה והשיווק של כתב העת לכלל הכיתה. דף העבודה לתלמיד, מפרט את הפעילות שלב אחר שלב.

- יש להדגיש בפני התלמידים כי בתהליך השיווק יש להגדיר את קהל היעד אשר לו מיועדת החוברת - לדעתם ולהציג את זה במהלך הפרסום. כמו כן יש להדגיש את מידת אמינות החומר המדעי בכתב עת זה.

- על התלמידים להבין את ההבדל בין שיווק לפרסום. השיווק מגדיר את פלח האוכלוסיה לו מיועד כתב העת, עלות, סקירת מדורים, אמינות כותבים ופרטים תאוריים. הפרסום הוא הדרך בה יועבר מידע זה לקהל.

שיווק ופרסום מהווים כיום נושאים לימודיים בסילבוס "מדע וטכנולוגיה" לחט"ב - כחלק מהפרק העוסק בטכנולוגיה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

- את הפעילות יש לסכם בדיון על הסוגים השונים של כתבי העת וחשיבותם.
- על המורה להבהיר לתלמידים שמעבר לשעשוע של הכנת הפרסומות, עומדת מטרה חשובה והיא: הכרת כתבי עת מדעים כך שהתלמידים ידעו לאיזה כתב עת מדעי כדאי לגשת במהלך חיפוש מידע בנושא מסויים.
- רצוי לדאוג לכך שבזמן הפעילות, יעמדו לרשות התלמידים, חומרים כמו: כלי כתיבה, דבק, בריסטולים, צבעים, מחשב ומדפסת וכו'.
- ההכנה הסופית של פעולת השיווק והפרסום יכולה להינתן כשיעורי בית והצגת הפרסומת תיערך בשיעור שלאחר מכן.

פעילות ג' - 2: הכרת מפתחות של כתבי עת

- עמ' 33 בחוברת לתלמיד -

פעילות זו חשובה להכרת סוגי מפתחות של כתבי עת (נושאים, מחברים) ולהשוואה ביניהם. מטרת הפעילות היא להבין את החשיבות של המפתחות כמסייעים לאיתור מאמרים בכתבי העת. כמו כן, על התלמידים להכיר את המקומות בהם ניתן לאתר מפתחות (מהדורות מיוחדות, כרכים מיוחדים, חוברת אחרונה של כל שנה, אוסף תקצירים ומאגרים ממוחשבים).

כללי שימוש במפתח (אינדקס) כתב עת:

* יש לעיין בהוראות למפתח.
* שמות אישים רשומים על פי שם משפחה.
* שמות אישים לפני המאה ה- 18 רשומים על פי שמם הפרטי.
* אין להתחשב בה'יא הידיעה בחיפוש לפי נושאים.
* בעת חיפוש לפי נושאים, יש לנסות ולחפש צורות כתיב שונות, בעיקר במילים לועזיות.
* יש לבחון מראש אם קיימים סוגים שונים של מפתחות.
* יש לבדוק אם המפתח כולל "יתת-ערכים".



- כל קבוצת תלמידים תקבל לעיון מפתח של כתב עת.
- התלמידים יתבקשו לעיין במפתח ולענות על השאלות בדף העבודה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ג' - 3: שימוש במפתחות של כתבי עת

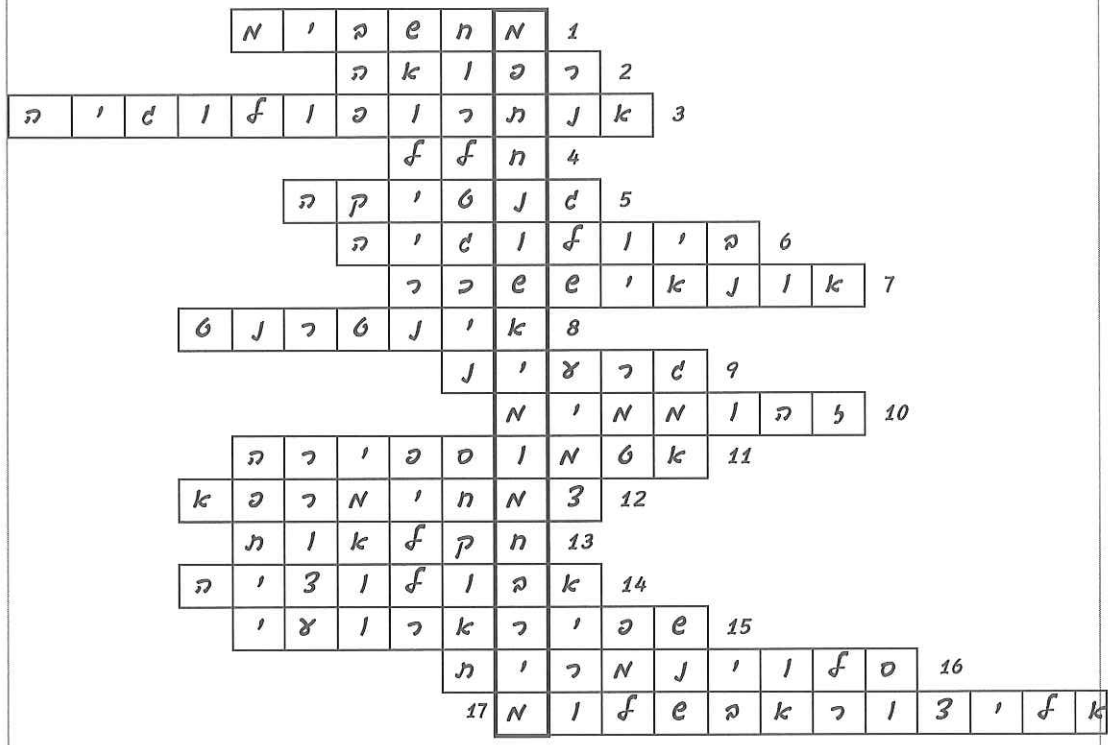
- עמ' 34-35 בחוברת לתלמיד -

מטרת פעילות זו היא תרגול מיומנויות עבודה עם מפתח כתב עת.

לפעילות זו נבחר המפתח של כתב העת "גלילאו" לחוברות 1 - 12, 1994 - 1995.

הפעילות מבוססת על תשבץ, אשר במהלך פתרונו, התלמידים מכירים את סוגי המפתחות השונים: מפתח נושאים ומפתח מחברים, ולומדים כיצד המפתח ערוך ומהו ההיגיון העומד מאחורי שיטת איחזור זו המאפשרת איתור מאמרים שהתפרסמו בכתב עת זה בשנים הכלולות במפתח.

להלן התשבץ הפתור:





- ניתן לבחור מפתח של כתב עת אחר, משנים אחרות, ולערוך תשבץ המתאים למפתח הנבחר.
- חשוב להדגיש בפני התלמידים שרצוי לבדוק אילו שנים מקיף המפתח, לאיזה כתב עת, אילו גיליונות ואילו סוגי מפתח מופיעים (נושאים, מחברים, כרכים, איורים ועוד).

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ג' - 4: תרגיל רישום ביבליוגרפיה

- עמ' 36-37 בחוברת לתלמיד -

פעילות זו מוגשת כהעשרה לתלמידים המתקדמים או כהרחבה ותרגול לכל הכיתה - בהתאם לבחירת המורה. מטרת הפעילות: תרגול עריכה ואירגון של רשימת מקורות - רשימה ביבליוגרפית.

להקלת החיפוש וההתמצאות נקבעו כללים בינלאומיים לרישום ביבליוגרפי.

יש להדגיש בפני התלמידים את חשיבות הרישום המקובל של רשימה ביבליוגרפית ויש לדרוש מהתלמידים להקפיד על רישום נכון בעת הגשת עבודותיהם בבית הספר בכל מקצוע ונושא.

להקלת ההפניה למקורות ואיתורם נקבעו כללים בינלאומיים לרישום ביבליוגרפי. להלן אחת מהצורות המוסכמות לרישום ביבליוגרפי:

ספר: שם המחבר (משפחה, פרטי), שנה, שם הספר, מקום הוצאה לאור, המוציא לאור (מוריל). לפעמים יש צורך לציין פרטים נוספים, אם הם משמעותיים, כגון: המתרגם והמהדורה.

לדוגמה: אקו אומברטו, 1987, שם הורד, תרגום: עמנואל בארי, תייא, הוצאת זמורה ביתן.

קטע מאנציקלופדיה או מספר: שם המחבר (משפחה, פרטי), שנה, "שם המאמר/הערך", שם האנציקלופדיה/ספר, שם העורך, כרך, מסי עמודים, מוריל.

לדוגמה: חפץ אברהם, 1989, "מחלקת החרקים", החי והצומח של ארץ ישראל - אנציקלופדיה שימושית מאוירת, עורך ראשי: עזריה אלון, כרך 3, 15 - 40, החברה להגנת הטבע; משרד הבטחון ההוצאה לאור.

מאמר בכתב עת: שם המחבר (משפחה, פרטי), שנה, שם המאמר, שם כתב העת, כרך, גיליון, עמודים.

לדוגמה: ליפשיץ רוני, 1994, צמחי מרפא בשרות המדע, "גלילאוי", חוברת 6, 26-29.

מידע מהאינטרנט: כתובת מלאה של האתר, כולל הייד"י המדויק שממנו נלקח המידע.

לדוגמה: http://stwi.weizmann.ac.il/g-junior/tmt.html

יש הנוהגים להדגיש בדפוס בולט או בקו את שם המשפחה של המחבר, או את שם המאמר / ספר.

הרשימות הביבליוגרפיות יכולות להופיע או לפי הסדר בו מוזכרים המקורות בגוף הטקסט או לפי אבי של שמות המחברים.

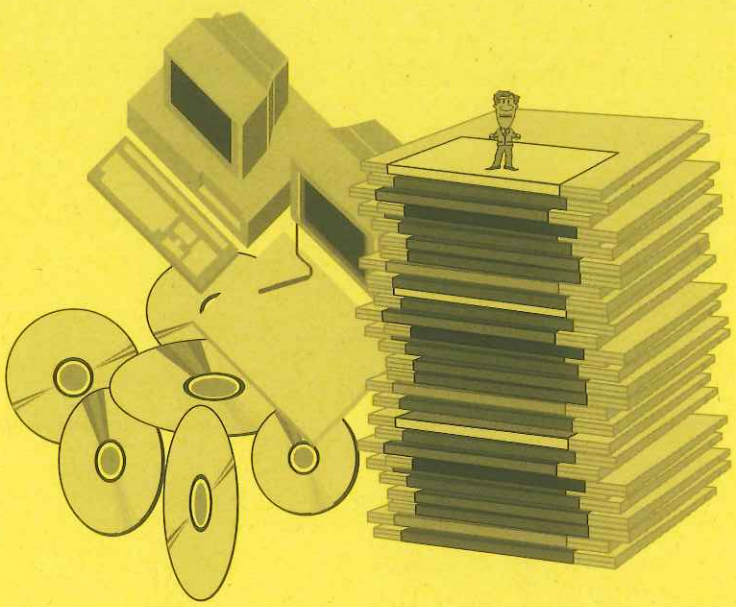
© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



- בפעילות זו התלמידים מתבקשים לארגן מחדש את הרשימה הביבליוגרפית.
מופיעה רשימה של מקורות כאשר הרישום הביבליוגרפי אינו מסודר ויש לכותבו מחדש על פי הכללים כפי שמתואר לעיל או בדף הפעילות לתלמיד, בסעיף "חשוב לדעת".
- נוסף על האירגון מחדש, התלמידים צריכים לקבוע האם מדובר במאמר מתוך כתב עת, קטע מתוך ספר או ערך מאנציקלופדיה - עליהם לסמן את המתאים.
- רצוי לערוך פעילות זו לפני הגשה של מטלה לימודית אשר כוללת רישום ביבליוגרפי.
- כדאי לידע מורים אחרים ממקצועות אחרים, שהתלמידים רכשו מיומנות של רישום ביבליוגרפי, כך שגם מורים ממקצועות אחרים יקפידו על רישום ביבליוגרפי נכון.
- חשוב לפתוח או לסכם את הפעילות בדיון עם התלמידים לגבי חשיבות רישום ביבליוגרפי נכון: בעזרת רישום ביבליוגרפי הקורא יודע על אילו מקורות הכותב הסתמך, מה מידת מהימנות המידע שמציג הכותב, היכן ניתן לאתר עוד מידע לגבי נושא מסויים המוזכר על ידי הכותב, היכן ניתן למצוא סימוכין לעובדה או פרט אחר שהכותב הציג.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ד' - איחזור מידע ממאגרי מידע ממוחשבים



מטרות:

* הכרת מאפייני מאגרי מידע ממוחשבים.
* הכרת דרכים לאיחזור מידע ממאגרים ממוחשבים.
* הפעלת שיפוט ביקורתי בחיפוש ובמיון מידע.

מושגים:

מילות מפתח, מנועי חיפוש, חיפוש ממוקד, מאגר סגור, מאגר פתוח, אינטרנט.

היחידה אינה עורכת הכרות ראשונית עם שימוש במאגרים ממוחשבים. מחבריה מניחים שההכרות עם מאגרים ממוחשבים שונים, תעשה בנפרד ובמסגרות אחרות.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



מאגרי מידע ממוחשבים

במבנית א' ראינו כיצד טכנולוגיות אגירת מידע, איחזורו ועיבודו, השתנו במהלך ההיסטוריה. קיר המערה, פפירוס, קלף, נייר - כולם שימשו להפצת ידע וכולם נהנו - כל אחד בתורו - משימוש נרחב. כיום הגיע תור התווך האלקטרוני.

בהווית החיים כיום, המידע האנושי מתרחב בקצב מסחרר ובמציאות של טכנולוגיות מתחלפות לאגירה ואיחזור מידע, חייב הפרט להסתגל במהירות לשינויים.
הצורך לאיתור ואיחזור מהיר של מידע, מוליד מדי יום, המצאות טכנולוגיות חדשות.
העלאת מחירי הנייר וחיסול היערות בעולם מאיצים את תהליך המעבר למאגרי מידע אלקטרוניים.
גורם מאיץ נוסף הוא ארעיות התווך - "אורך החיים" של מאגר המידע והיכולת לעדכנו: ידועים כיום ציורי מערות ששרדו עשרות אלפי שנים. לוחות חומר וההיירוגליפים המצריים ששרדו 6000 שנים. המגילות הגנוזות שנמצאו במדבר יהודה נכתבו לפני כ- 2000 שנים ואורך החיים של ספר נייר הוא מאות שנים. אולם, הללו נשמרו כפי שנכתבו ללא יכולת עדכון או שינוי. עדות על הידוע בעבר - נחלת מעטים.
ואילו מאגרי מידע ממוחשבים המהווים חלק מרשת גלובלית יכולים להתעדכן ולהשתנות כל העת, לעמוד לרשות האוכלוסיה העולמית והמידע המצוי בהם, שורד במלואו.

השוואה בין מאגר מודפס (ספר, אנציקלופדיה...) למאגר ממוחשב:

מאגר מודפס	מאגר ממוחשב
שיטות חיפוש: מפתחות (אינדקס), תוכן עניינים, ערך	שיטות חיפוש: מילות מפתח, מחרוזות מילים, קטגוריות לפי נושאים
מוגבל פיסית בפתיחה וסוף	אין גבולות מוגדרים
קריאה לינארית	הייפרטקסט
קריאה בלבד	שילוב מולטימדיה
הקורא פסיבי	המשתמש פעיל
הקורא אינו יכול לשנות את הטקסט	המשתמש יכול לשנות את הטקסט
מידע מוגבל ומסונן	קיימים שני סוגים: מאגר פתוח - המידע בלתי מסונן ובלתי מוגבל. מאגר סגור - מכיל מידע שעבר מיון וסיווג.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



יתרונות מאגרי מידע ממוחשבים:

* עדכון שוטף ומהיר בעלות קטנה יחסית.
* קריאה שאינה קווית ורציפה. ניתן לעלעל ולאחזר מהר קטעים מעניינים במיוחד לקורא. במהלך חיפוש המידע, צרכן המידע נחשף לרעיונות אחרים ושונים המעוררים חקר וסקרנות.
* הצגת עיקרים ותמציות והבלטת חלקים חשובים גם בצורה גרפית מרתקת.
* מעורבות הקורא בצורה אינטראקטיבית, בדרך של הוספת טקסטים או שינויים אחרים.
* דינאמיות ורב גוניות הטקסט: התאמת התווך לקהל קוראים ייחודי, יכולת עידכון המסמך בזמן קצר, סינון החומר ומיון בהתאם לצרכים.
* שימוש במולטימדיה - שילוב של מדיומים נוספים כמו: צילומים, וידאו, קול ועוד. השיטוט ברשתות המידע, אטרקטיבי בשל ריבוי גירויים מרתקי קשב אלה.
* שילוב בין מקורות מידע ומסמכים קרובים ומרוחקים פיסית: למשל שילוב מסמך המצוי במחשב ביבשת אחרת, שיתופיות בכתיבה, שילוב עם אתרים אחרים ועוד.

המידע האלקטרוני מופיע, כאמור, באופן המשלב מספר דרכים להצגת מידע. להלן נבהיר מספר מושגים הקשורים בדרך הצגת המידע האלקטרוני.

הייפרטקסט:

טקסט על - בעל מימדים מלבד הטקסט הקווי הרציף: בטקסט יש צמתים המוליכים את הקורא למסלולי קריאה שונים. הצמתים מוגדרים תוך מחשבה על הקשרים שונים, אסוציאציות אפשריות של הקוראים ומותאמים לתחום הידע שבו עוסק הטקסט. הקורא יכול לעזוב את מסלול הקריאה הראשי ולהתעמק במושג או תת נושא אליו מופיע קישור ואח"כ לחזור אל מסלול הקריאה הראשי.

מולטימדיה:

שילוב אפקטים של טקסט, צליל, וידיאו, אנימציה וגרפיקה לכלל יצירה אחת. המידע המועבר נקלט בכל החושים (המציאות המדומה תכלול גם את חוש המישוש).
בגלל מימד האינטראקטיביות, חווית המשתמש עזה יותר כי המשתמש מעורב באופן פעיל. האינטראקטיביות מאפשרת לצופה שליטה ולו חלקית על מהלך ההצגה, תוכנה, משכה ולעיתים על תוצאותיה.

התקליטור:

(CD ROM) דיסקית המכילה 650 מגא-בייט של מידע: "הפפירוס האלקטרוני", כפי שכונה על ידי ביל גייטס בעליה של חברת "מיקרוסופט", הוא הנדבך המניע את תעשיית המולטימדיה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

האנציקלופדיות, לדוגמא, מופיעות היום גם על גבי תקליטור.
התקליטור הוא דוגמה למאגר מידע סגור: במאגר סגור אין אפשרות להוסיף או לעדכן ידע.
על מנת לבצע שינוי כלשהו במאגר יש צורך להוציא מהדורה חדשה של המאגר הסגור.
במאגר פתוח, שהדוגמא העיקרית לו היא רשת האינטרנט על אתריה הפתוחים, ניתן בכל עת לעדכן, להוסיף או לגרוע מידע. מאגר פתוח הוא מהדורה אחת שמתמשכת, מתעדכנת ומשתנה כל העת.

כתב עת אלקטרוני:

התפיסה של "כתב עת" כפי שמוצגת במבנית "הכרת כתבי עת", שלפיה יוצא לאור "גיליון" בתדירות קבועה (שבועון, ירחון, דו-ירחון) ומכיל מאמרים - תוחלף באחרת או תשנה משמעות.
בעצם, כתב עת אלקטרוני לא נמצא במקום מסוים ואף לא תחום בהכרח בכונן מחשב מסוים.
כיום נפוצים שלושה אופנים בהם מתפרסמים כתבי עת אלקטרוניים:

1) העתק ממוחשב של הגיליונות המודפסים של כתב העת. כלאמר, כל המאמרים והמדורים המופיעים בגיליון המודפס של כתב עת כלשהו, מתפרסמים גם על צג המחשב באתר האינטרנט של אותו כתב עת.
לעיתים, יוצא לאור גם תקליטור המכיל את כל הגיליונות של כתב העת, שפורסמו במשך מספר שנים.

2) כתב העת מופיע רק בצורה אלקטרונית באתר מסוים באינטרנט, ואין לו גם מהדורה מודפסת. אולם, גם על גבי צג המחשב, העיתון ערוך בצורה הדומה לאופן בו ערוכים כתבי העת המודפסים.

3) כתב עת אלקטרוני, המופיע רק בצורה ממוחשבת אך בנוי כהייפרטקסט עם מולטימדיה.
בכתב עת שכזה, נעדרים הגבולות הברורים - המוגדרים על ידי כריכה קדמית ואחורית. עולה השאלה: היכן מתחיל והיכן מסתיים הגיליון הבודד והעיתון בכלל?
הקשרים הלוגים בעיתון אלקטרוני הם בצורת "עץ", יש לחזור ולעלות לתפריט גבוה יותר בכדי לעבור למאגר אחר, ואין כל מניעה לקשור קשרים רוחביים.
העיתון האלקטרוני, נוח לשימוש: ניתן לגשת ישר למאמר תוך עקיפת הכריכה.
מאמר שנמצא, יכול להכיל תפריט המציע לחפש חומר נוסף בנושא במאגר אחר ברשת או לאפשר גישה למאגרי תמונות, צליל, סרטים ועוד.
כיום כבר ניתן למנות "רובוטי"/"סוכן" שילקט עבורנו ברשת, מאמרים העונים על אמות מידה שקבענו. כך ניתן לערוך "עיתון פרטי"...
בעולם פותחו ממשקי שימוש מתוחכמים אשר עוקבים אחר המשתמש ומציעים לו למשל, גישה למאמרים חדשים שפורסמו בנושאים בהם גילה עניין בעבר.
בעתיד ניגש "לארכיונים אלקטרוניים" שישתנו ויעודכנו כל הזמן ואשר יורכבו ממאגרי מידע רבים ומגוונים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



הבעייתיות של מאגרי מידע ממוחשבים:

בחיפוש אחר מידע בנושא מסוים, ניתן כיום לאחזר מידע רב ממאגרים ממוחשבים בקלות יחסית. אולם הבעיה איננה דליית המידע אלא מיונו. אפילו כלי חיפוש הרץ על פני מאגרי מידע רבים ושולף את המידע הרצוי, תוך שניות, אינו פותר את בעיית אמינות המידע.
ללא סינון באמצעות חשיבה ביקורתית כנהוג בעיתונות מדעית, וללא הגדרת קו מערכתי חד-משמעי, לא יוכל צרכן המידע לברור עיקר מטפל.
הזמינות העצומה של המידע וחוסר הפיקוח מעלים את חשיבות סינון המידע והפעלת ביקורת ושיפוט לגבי מהימנות המידע והתאמתו לצרכן המידע.
תופעה ידועה נוספת היא: getting lost syndrom - "סינדרום ההליכה לאיבוד בקריאת תווך אלקטרוני" - חוסר היכולת להרגיש "איפה אני" ביחס למסמך ההיפרטקסט שבו אני מעיין: בשל מעברים מרובים בין קישורים וספריות משנה, צרכן המידע אינו יכול לשחזר את המסלול אשר עבר ואינו יכול לאתר את מסלול הקריאה הראשי אשר ממנו התחיל.

התגברות העניין ברישות הביאה לענף עיסקי חדש: רשתות מסחריות המוכרות מידע, או אפילו גישה למידע.
מידען = פנים חדשות לספרן/יועץ.
כבר בימינו ובודאי שבעתיד הלא רחוק, הצלחתו של הפרט תימדד לא על פי יכולתו להשיג מידע, אלא על פי מיומנותו להשיג בזמן אמת יישום מוצלח של מידע: אירגון המידע במשמעות שונה וחדשה - והפיכתו לידע - יהווה יתרון חברתי, תרבותי כלכלי.
המידע הוא אמצעי ולא מטרה.

פעילויות עם תלמידים בעזרת מאגרי מידע ממוחשבים ותקשורת מקוונת:

שילוב מאגרי מידע ממוחשבים, בפרט והאינטרנט - ככלל, תורם רבות להעשרת התלמידים והמורים.
בעידן התקשורת המקוונת, תלמיד יכול להצטרף לקבוצות דיון בנושאים המעניינים אותו, או לשלוח דואר אלקטרוני למומחים בתחום בו התלמיד עורך מחקר.
ניתן לקיים שיחות ועידה מקוונת עם עמיתים מכל העולם ולהחליף דעות ורעיונות.
התלמיד יכול להפיץ שאלונים וסקרים לתלמידים אחרים בעולם או לשלוח חומר לעיונו של מומחה לצורך חוות דעת.
התקשורת המקוונת חושפת את התלמיד לעולם ולאוכלוסיות שונות ברחבי העולם. הוא נחשף למידע עדכני על תופעות ותהליכים המתרחשים באזורים ובאוכלוסיות שונות בעולם.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

התלמיד יכול לשוטט במאגרי מידע שונים ולדלות חומר מדעי עדכני ביותר ברמות שונות: ממאמרים המתאימים לחטיבת הביניים ועד רמה אקדמית גבוהה.
במהלך הגלישה באוטוסטרדת המידע, התלמיד בונה רשימת כתובות מומלצות בנושאים שונים, המשמשת הן להעשרת תלמידים אחרים והן לעיונו של המורה.
איסוף המידע והתקשרות עם עמיתים בארץ ובחו"ל, דורש מהתלמיד רכישת מיומנות גבוה של מיון מידע ובחינת מהימנות החומר אליו הוא נחשף.
השיוט החופשי באינטרנט והקשר עם עמיתים מחו"ל, משפר גם את מיומנויות הקריאה והכתיבה בשפה האנגלית שהיא השפה השלטת בתקשורת המקוונת ובעולם המדע.

לקריאה נוספת:

מהפכת המידע - רשתות תקשורת ועיתונות אלקטרונית / רועי שפירא
"גלילי‌אור" 1994 מאי - יוני, גיליון 4, 29-24.

העיתון והספר האלקטרוני - חזון ומימושו / אורי חנני
"גלילי‌אור" 1995 מאי - יוני, גיליון 10, 29-22.

מדור ה-MTV לדור ה- LLL דרך ה-WWW: על תפקידו הייחודי של התקשוב במערכת החינוך / ד"ר ישע סיוון, "איאוריקה" 1996 ספטמבר, גיליון 2, 27-22.

פעילות ד' - 1: איחזור מידע ממאגר ממוחשב - האינטרנט

- עמ' 42-40 בחוברת לתלמיד -



אנו ממליצים להקדים לפעילות זו, פעילות של חיפוש מידע במאגר סגור כמו אנציקלופדיות על גבי תקליטורים, מידעונים ממוחשבים ותקליטורים הנושאים מידע בנושא מסוים.

בפעילות המוצגת כאן, "נזרקים" התלמידים אל המים הגועשים של האינטרנט.
כאן כבר מתנהל חיפוש במאגר מידע פתוח וכל חיפוש עלול להציף את המשתמש בחומר רב מדי וברובו גם לא חיוני.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

בפעילות זו מתחדדת חשיבות החיפוש הממוקד בעזרת מילים או שרשרות מילים וכן, בחירת מנועי חיפוש מתאימים.

חשוב להדגיש בפני התלמידים שוב ושוב, שלפני שלב החיפוש, חייב להתקיים שלב הגדרת נושא החיפוש. כמו כן, יש להדגיש בפני התלמידים, שאם תוצאות החיפוש הניבו אלפי אתרים, **אל להם** לעבור על כולם, אלא יש לבצע חיפוש יותר ממוקד!!!



כיוון שכותבי פעילות זו מאמינים כי "אין חכם כבעל ניסיון" הרי שפעילות זו שולחת את התלמידים לחיפוש אחר תשובות לשאלות שהועלו.

התלמיד יתנסה בשיטוט החופשי באינטרנט באווירה קלה וחופשית (רצוי לא תחרותית).

רצוי להקדיש לפעילות זו מספר שעות (לחבר לפחות שתי שעות מערכת).

על המורה לזכור שהשיטוט באינטרנט אורך זמן רב ואסור לבצעו תחת לחץ.

במידה וישנם תלמידים המתקשים בשפה האנגלית, ניתן לבצע פעילויות של חיפוש ממוקד במאגר המידע "סנונית" בעברית:

www.snunit.k12.il או בעזרת מנועי חיפוש בעברית.

חשוב לערוך דיון מסכם עם תום הפעילות ולברר האם באמת ניתן לשרטט חוקים ברורים של דרך חיפוש מידע באינטרנט???.....

בפעילות זו, מתחוור לתלמידים כי יש צורך לבחור בקפידה את צרופי המילים המתאימות למטרות החיפוש וכי קשה מאוד להגיע לחיפוש ממוקד אשר מניב מספר קטן של אתרים ומידה מקסימלית של רלוונטיות.

במקרים רבים, עדיף להתחיל חיפוש מידע דווקא דרך המיון לפי קטגוריות שמציעים מנועי החיפוש, להגיע דרכם לאתר מתאים, ולהמשיך לחפש עוד מידע דרך הקישורים הנוספים שמציע האתר.

התשובות לשאלות החיפוש + כתובת של אחד האתרים המתאימים:

1) באיזה תאריך שוגרה החללית "גליליאו" לחלל ולאילו מטרות?

תאריך שיגור: 18/10/1989. מסע ליופיטר שייערך שש שנים.

כתובת אתר: Nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/galileo.html#project

2) מה מיוחד בפילה אלי (Ellie the elephant)?

הפילה אלי מציירת ציורים בעזרת מכחול וצבע. ציוריה נמכרים לקהל הרחב.

כתובת אתר: www.cheney.net/grw/ . ייתכן שתלמידים ימצאו במהלך החיפוש משחקי ילדים הנושאים שם זה או סיפורים על פילות בשם אלי.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

3) מה היתה המצאתו הגדולה של אלפרד נובל ומה היתה צוואתו?

הוא המציא את הדינמיט וצוואתו היתה להקים קרן מכל רכושו שתעניק מדי שנה פרסים לאנשים אשר תרמו הכי הרבה לאנושות באותה שנה בתחומי הפיסיקה, כימיה, רפואה, ספרות, שלום.

כתובת אתר: www.nobel.se/

פעילות ד' - 2: מחפשים את המטמון הוירטואלי - באינטרנט

- עמ' 43-46 בחוברת לתלמיד -



פעילות זו מיועדת לתלמידים השולטים בשפה האנגלית ויש להקדיש לה לפחות שלושה שיעורים.

תרגיל זה בנוי כך שהתלמיד עובר במשחק דרך שלבים שונים בהם הוא לומד כיצד לאתר מידע באינטרנט, לשמור מידע שאותר, להדפיס טקסט או תמונה, לבנות רשימת אתרים מועדפת (Favorites, Bookmark) ועוד.

פעילות זו אינה מתיימרת להחליף הוראה מעמיקה ורציפה של מיומנויות "שיטוט" ברשת והיא נועדה להקנות ולתרגל מספר פעולות בסיסיות הנדרשות לחיפוש מידע באינטרנט.

בסוף המסלול, התלמיד נשלח לאתר אטרקטיבי המהווה את המטמון.



- רצוי לבצע פעילות זו כיחידים או בזוגות אך לא יותר, על מנת שכל תלמיד יתנסה ב"גלישה" באינטרנט ויפנים את המיומנויות הנדרשות.

התשובות לשאלות השונות המופיעות במשחק:

1) זהו השלב הקשה ביותר במשחק ויש לכוון את התלמידים לבחירת צרופי מילים מתאימות לחיפוש תוך הקפדה על איות נכון. תלמידים מתקשים יכולים להציץ ברמז הכתוב במהופך. המהפכן המדעי מהמאה ה - 17 הינו גליליאו גליליי (שמו מזכיר את איזור הגליל בארצנו).

2) לשמירת כתובת אתר ברשימת האתרים המועדפים: בזמן שהאתר פתוח ומופיע על המסך, לוחצים בסרגל הפקודות על לחצן Favorites או Bookmark – תלוי בדפדפן. ובוחרים בפקודה: Add... .

3) כתב העת: "גליליאו". בגיליון 18 התפרסם מאמר: "גליליאו והמהפיכה המדעית". גליליאו היה הראשון שהניח את היסודות למחקר מדעי היוצא מתוך שאלת מחקר ועובר דרך שלבים מחקריים ומתימטיים להוכחת ההשערה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

4) לשמירת תמונה יש להצביע עליה עם החץ של העכבר וללחוץ על הכפתור הימני של העכבר. אחר, יש לבחור בפקודה Save image as... יש לבחור את הספריה בה רוצים לשמור את התמונה.

5) מטרות הארגון מופיעות בדף הראשי של האתר. הארגון חושש מהנדסה גנטית מפאת הסכנה ביצירת מינים שאינם עמידים לשינויים סביבתיים והשלכות אתיות נוספות.

6) להדפסת טקסט יש להפעיל פקודת הדפסה רגילה ואז הדף או המאמר כולו המופיע על המסך, יודפס.

פעילות ד' - 3: הערכה ביקורתית של אתר ברשת

- עמ' 47-49 בחוברת לתלמיד -



מטרת פעילות זו היא לפתח את החשיבה הביקורתית ויכולת השיפוט של התלמידים במהלך חיפוש מידע ברשת. למעשה, נקיטת שיפוט וביקורת על מידע שאותר הינה חשובה והכרחית בכל שלב של איסוף מידע מכל מקור ולא רק מרשת האינטרנט.

תלמידים ומבוגרים נוטים לייחס מהימנות ואמינות לכל מידע המודפס בספרים ומאמרים או המופיע על גבי מסך המחשב. אולם, בעידן זה בו צרכן המידע מוצף במידע רב ומגוון, ממקורות מגוונים, יש להתייחס במשנה זהירות למידע שאותר ולברר את מידת מהימנות ועדכנות המידע. צורך זה מקבל משנה חשיבות כשמדובר בנושאי מדע וטכנולוגיה, בהם השינויים וההתפתחות הינם מהירים ויש חשיבות למידע מעודכן ואמין.

מאחר וברשת האינטרנט ניתן להפיץ מידע ללא סינון ובקרה, חשוב לפתח ולטפח מיומנויות של שיפוט וביקורת בקרב התלמידים הנעזרים במאגר מידע זה.

יש לוודא מיהו כותב המידע, איזה גוף עומד מאחורי האתר, מתי עודכן האתר לאחרונה, על מה מבוסס המידע המופיע באתר.

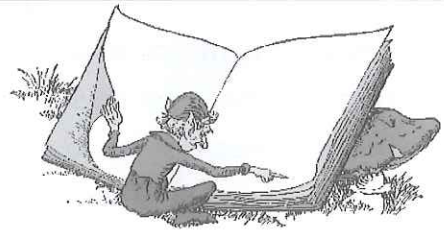
מלבד זאת, חשוב לא להיסחף אחר רושם חיצוני של האתר ולבדוק האם אמצעים חזותיים המופיעים באתר אכן רלוונטים ומוסיפים לתוכן, האם האתר מופיע מהר, האם האתר ערוך היטב, בעל מבנה ברור, נוח לשיטוט וכדומה.



- רצוי לערוך פעילות זו במסגרת חיפוש מידע לצורך מטלה לימודית כלשהי ולא בעת בחירת אתר אקראי.
- לאחר ביצוע הפעילות ובדיקת הקריטריונים המופיעים בטבלת ההערכה של האתר, יש להמשיך ולדרוש מהתלמידים, באירועים נוספים של חיפוש מידע ברשת, להפעיל חשיבה ביקורתית ולבדוק את האתר על פי הקריטריונים שנלמדו. רצוי לבקש מהתלמידים לנמק מדוע בחרו דווקא באתר זה או אחר.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

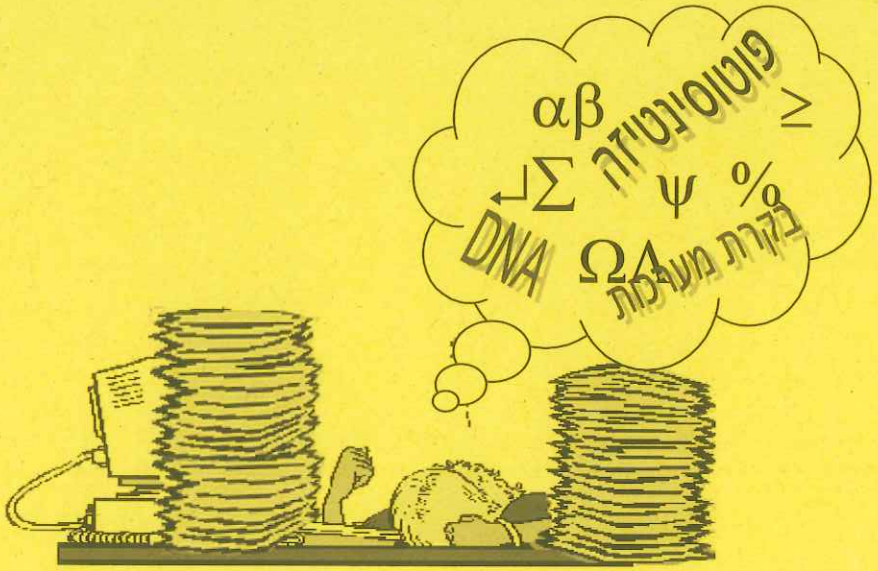
הידעת?



הספר העתיק ביותר
ששרד ושאינו עשוי מניר
הוא הפרייס פפירוס שנכתב במצרים העתיקה
בערך בשנת 2100 לפני הספירה. הוא קרוי על שם האג'יפתולוג הצרפתי
- פרייס דה אוונס - וכתובים בו כללים של פתחותפ' החמישי. פתחותפ'
החמישי היה החכם המייעץ של פרעה איזוי. פתחותפ' כתב במסמך כללי
התנהגות לחבריו המצרים בהם הוא מבקש להתנהג באופן שקט
ומנומס, להיות סובלנים אל הבריות ולכבד את הכפריים. לנהוג ביושר
ובכנות. עיקר דאגתו היתה כלפי הכפריים ופשוטי העם.
הספר בן 4000 השנים, הוענק על ידי פרייס לספריה הלאומית הצרפתית
ומוצג במוזיאון הלובר.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ה' - קריאת מאמר מדעי



מטרות

* הכרת המבנה של מאמר מדעי.
* הקניית שיטות למיון ובחירה של מאמרים מדעיים.
* הקניית טכניקות עבודה אישיות בקריאה של מאמרים מדעיים.
* הקניית מיומנויות קריאה ביקורתית של מאמרים מדעיים.
* הבנת ההבדל בין קריאה מרפרפת לקריאה מעמיקה.

מושגים

קריאה "מרפרפת", קריאה מעמיקה, "התבוננות ראשונה", "התבוננות שנייה", תמצית, מבוא, סיכום, קטעי משנה, מילות מפתח/מושגי מפתח תכניים, אפיון צורני, מילות מפתח צורניות, מסר עיקרי, עדכנות ומהימנות של פרסום, מאמר מדעי, מאמר מדעי פופולארי.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



"קריאת כיוון"

בניגוד לקריאה של ספרות יפה, קריאה של מאמר מדעי נעשית בדרך כלל למטרות לימודיות מוגדרות. בעוד שהעיסוק במאמרים מדעיים מהווה חלק ניכר מעבודת המדען הרי שהלימוד באמצעות מאמרים מדעיים אינו שכיח ברמות של בית ספר תיכון או חטיבת הביניים. אנו מקוים שתוכניות הלימודים החדשות תעוררנה את הצורך להעזר במאמרים מדעיים במסגרת לימודי המדע והטכנולוגיה בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה.

תלמידים עשויים לפגוש בצורך לקרוא מאמרים מדעיים בהזדמנויות שונות:

- כאמצעי ללימוד תוכן מסוים בתוך תוכנית הלימוד.
- לסיכום נושא רחב.
- להעמקה בלימוד נושא מסוים או כמקור למידע ייחודי נקודתי.
- לסקירת ספרות כמבוא לעבודת חקר, ניסוי, עבודה עיונית, סיור לימודי ועוד.

העיסוק במאמרים מדעיים דורש רמות שונות של קריאה בניגוד למשימת קריאה מוגדרת על ידי המורה המכוונת ללימוד התוכן הנקרא. כך, אחד התרחישים הנפוצים הוא המצב שבו תלמיד מבצע "סקר ספרות" בנושא מסוים. אותו תלמיד משתמש במאגרי מידע (ספריה, מאגרים ממוחשבים), דרכם הוא מגיע לקבוצת מאמרים הנראית, על פי הכותרת והנושא, כמתאימה לעבודתו. קבוצה זו יכולה לכלול כמה עשרות מאמרים. נחוצה דרך יעילה להחליט אילו מהם מתאימים ביותר ועל אילו ניתן לוותר.

השיטה הבאה מציעה דרך להקניית מיומנויות מיון וקריאה של מאמרים מדעיים. השיטה מבוססת על העיקרון של "קריאה מרפרפת" (בניגוד לקריאה מעמיקה).

"התבוננות ראשונה" במאמר מדעי

"התבוננות ראשונה" במאמר מדעי - פירושה לרפרף על פני המאמר בזמן קצר מבלי לקראו לעומק אך יחד עם זאת לשאוב ממנו מידע רב, ולערוך עימו "היכרות". מטרת ה"התבוננות הראשונה" לאפשר החלטה אם המאמר מתאים למטרת הקורא והאם כדאי לעבור לקריאה מעמיקה יותר של המאמר. בד"כ לאחר "התבוננות ראשונה" נוכל להקטין את קבוצת המאמרים הראשונה עימה התחלנו בכ- 80%. לאחר ה"התבוננות הראשונה" הקורא אמור לדעת האם הוא מעוניין במאמר: מבחינת צורה, תוכן, ורמה מדעית.

הזמן המוקדש ל"התבוננות ראשונה" על ידי קורא מיומן תלוי באורך המאמר: למאמר בן 5 - 8 עמודים, מוקדשות כ- 3-5 דקות.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

ב"התבוננות ראשונה" במאמר יש לשים לב לנקודות הבאות:

1. שם המאמר:

השם צופן בחובו ברוב המקרים מידע על הנושא שבו יעסוק המאמר. לעיתים כותב המאמר בוחר דווקא בשם משעשע או מושך שימת לב שאינו מעיד במיוחד על התוכן.

2. שם המחבר (עיסוקו, מעמדו, תוארו):

הפרטים אודות המחבר חשובים לצורך שיפוט האם הוא בר סמכא בשטח, וכן לאפשר חיפוש מאמרים אחרים של אותו מחבר בנושאים קרובים לנושא המאמר. המידע על המחבר מופיע במקומות שונים ובפירוט משתנה בכתבי עת שונים ויש להסב לכך את תשומת הלב של התלמידים.

3. שנת חיבור המאמר:

השנה מאפשרת לקורא לשפוט האם המאמר עדכני או מיושן וכיצד הוא משתלב עם מאמרים אחרים העוסקים באותו תחום (של אותו מחבר ושל מחברים אחרים).

4. המקור ממנו נלקח המאמר:

פרט זה מעיד על רמתו המדעית וסוגו של המאמר - מדע פופולארי, או מאמר מדעי מקצועי; מתאים לתלמידי חטיבת ביניים / תיכון, רמה אוניברסיטאית; מאמר מחקרי, מאמר סקירה או מאמר תיאורטי.

5. האיורים המופיעים במאמר:

גרפים, טבלאות, צילומים, ציורים, או מבני נתונים אחרים.

מידע זה נותן מושג על הגישה וההתייחסות המדעית שבמאמר - איכותית, כמותית, מתמטית, כימית, פיסיקלית, ביולוגית וכד'. ההתבוננות החטופה באיורים ובכותרותיהם יכולה לתת מושג ראשוני על התוכן ורמתו.

6. נוסחאות המוצגות במאמר:

הנוסחאות מעידות לרוב גם על רמת המאמר, כך, מאמר בו מופיעות הרבה נוסחאות בפיסיקה וחישובים מתימטיים מורכבים – אינו מתאים לתלמידי חטיבת ביניים...

7. תמצית, מבוא וסיכום:

תמצית / תקציר (abstract) - מופיעה כחלק נפרד מהמאמר בתחילתו או בסופו. התמצית סוקרת בקצרה את תוכן המאמר, הסיבות לכתיבתו, ממצאים, "המסר" העיקרי, עיקרי המסקנות והשלכות לעתיד. כל זאת בקצרה על פני מספר שורות.

מבוא / הקדמה - המבוא נותן בד"כ רקע כללי לנושא שבו דן המאמר, מציג את הבעיה בה דן המאמר והסיבות לכתיבתו.

סיכום / דיון - מופיע בסוף המאמר (הקטע האחרון) ונותן סיכום תמציתי של הנושא, המחקר או הפתרון לבעיה שהוצגו במהלך המאמר. כמו כן יופיעו בדרך כלל בסיכום גם המלצות להמשך המחקר בעתיד.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



הערה: לא בכל מאמר יופיעו התמצית, המבוא והסיכום. לעתים נמצא רק חלק מבין השלושה. איתור התמצית, המבוא, הסיכום וההתבוננות הראשונית במרכיבים אלו, הם בעלי חשיבות מכרעת באיתור הנושא והבעיה המרכזית בהם עוסק המאמר.

8. רשימת מקורות:

מקורות נוספים העוסקים בנושא המאמר יהיו תמיד מתאריך מוקדם יותר מתאריך כתיבת המאמר. רשימת המקורות נותנת מידע על עבודות נוספות העוסקות בנושאים הקרובים לנושאי המאמר הנדון. עבודות אלו יכולות להוות רקע, להבהיר ולהרחיב נקודות אשר הועלו במאמר בקצרה.

9. המסר העיקרי במאמר:

ידיעת ה"מסר" מאפשרת לקורא להחליט האם המאמר ראוי ומתאים לקריאה מעמיקה יותר וכן - להתייחס מאוחר יותר לנקודות המעניינות אותו כגון: דרך ביצוע העבודה, השיטות הניסיוניות, הממצאים וכד'.

הערה: החשיבות היחסית של הסעיפים השונים אינה דווקא לפי הסדר שבו נרשמו. סדר העדיפויות של הסעיפים שיש לשים לב אליהם ב"התבוננות ראשונה" תלוי במטרת הקורא ומשתנה בהתאם.

"התבוננות שנייה" במאמר מדעי

"התבוננות שנייה" במאמר מדעי מאפשרת לקורא לקבל מושג יותר מעמיק על התוכן - עדיין ללא קריאה רציפה. "התבוננות שניה" מתבצעת לאחר ה"התבוננות הראשונה" שבה כבר אותרו המרכיבים בעלי העניין במאמר.

מטרת ה"התבוננות השניה" היא למיין מיון נוסף, את המאמרים שנותרו לאחר הסינון של ה"התבוננות הראשונה".

ההתבוננות השנייה משרתת מספר מטרות:

- מאפשרת לקורא שאינו רוצה להתעמק במאמר, לדעת בזמן קצר יחסית מהם הנושאים הנדונים במאמר ומהי דרך הדיון.
- מאפשרת לקורא לאתר את הבעיה המרכזית במאמר, את הדרכים לפתרונה ואת המסקנות ו/או החידושים העיקריים במאמר.
- בונה מסגרת ארגונית ללימוד מעמיק של המאמר.
- מאפשרת חיפוש נוסף של מאמרים בסקר ספרות לקראת עבודת מחקר, כתיבת עבודה מדעית וכד'.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



לאחר ה"התבוננות השנייה" הקורא יודע מהו מבנה המאמר ומהם הנושאים בהם הוא עוסק. דבר זה מאפשר לו להתעכב בהמשך על קטעים קשים או בעלי עניין מבלי לאבד את הרצף ההגיוני של המאמר.

הזמן הדרוש ל"התבוננות שנייה" תלוי באורך המאמר. קורא מיומן יכול לבצע "התבוננות שנייה" במאמר מדעי בן 5 - 8 עמודים בפרק זמן של כ- 5 דקות.

עקרונות ההתבוננות השנייה:

על הקורא לעבור בקריאה ולציין לעצמו הערות לגבי המרכיבים הבאים:

1. שם המאמר.
2. התמצית.
3. המבוא.
4. שמות / כותרות קטעי משנה.
5. קריאה / סימון שורה ראשונה של כל קטע.
6. מילים או מושגי מפתח מודגשים המעידים על תחום התוכן (כמו: גלים סיסמיים, דיות, חומצות אמינו...).
7. מילות מפתח צורניות וסוביקטיביות כגון: אני, לדעתי, אנחנו, לדעתנו, המסקנה, הבעיה, הגילויים, המחקר, הפתרון וכדי. מילים אלו, הבאות לפני משפטי מפתח, מפנות בדרך כלל את הקורא לנקודות עיקריות במאמר.
8. התבוננות בתוכן האיורים ובכותרותיהם.
9. התבוננות בתוכן המשוואות והנוסחאות.
10. הסיכום.
11. שאלות או הערות בסוף המאמר (אם יש).
12. רשימת מקורות.

המלצות לטכניקות עבודה אישיות ב"התבוננות שנייה":

טכניקות העבודה הן אישיות וכל תלמיד יאמץ לו שיטה בהתאם לנטיותיו.

1) כאשר יש בידי הקורא צילום של המאמר ניתן לבצע על גבי הצילום:
   - הדגשה של משפטים או קטעים חשובים לפי שלבי ה"התבוננות השנייה". (בעט הדגשה זרחני / על-ידי-קוים).
   - כתיבת הערות בשולי המאמר.

2) כאשר אין צילום של המאמר (אי אפשר לסמן על גבי עותק של המאמר):
   - סיכום לפי סכימות מוכנות מראש (ראה פעילות ה'1 ה'2).
   - סיכום על כרטיסיה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



פעילות ה' - 1: שאלון התבוננות ראשונה במאמר מדעי

- עמ' 52 בחוברת לתלמיד -

לקראת פעילות זו, על המורה לאתר מאמר מתוך כתב עת מדעי או מדעי פופולארי, ברמה המתאימה לתלמידיו **וכמובן בתחום התוכן הנלמד בכיתה**. המאמר צריך להתפרס על פני 4-6 עמודים.

ככל שניתן, חשוב לאתר מאמר בעל מבנה של מאמר מדעי, שיש בו את מרבית הפרטים ששאלון "התבוננות ראשונה" בודק!

זוהי משימה קשה למורה, שכן קשה לאתר מאמרים שעונים על דרישות אלו ושהם מתאימים ברמתם לתלמידי חטיבת הביניים. אך המאמץ משתלם!



- מחלקים לכל תלמיד עותק של מאמר והתלמידים מתבקשים לקרוא במאמר במשך 5 דקות.
- יש לומר לתלמידים שהם רשאים לרשום לעצמם הערות וכי לאחר 5 דקות המאמר יילקח מהם והם יתבקשו להשיב על שאלון קצר. לאחר 5 דקות התלמידים מתבקשים להסתיר מעיניהם את המאמר או שהמורה אוסף/ת את המאמרים.
- התלמידים מקבלים את "שאלון התבוננות ראשונה" ומוקצבות 5 דקות נוספות למילוי השאלון.
- בדרך כלל רוב התלמידים לא מצליחים להשיב נכון על רוב השאלות אם בכלל.
- לאחר שהתלמידים מסיימים לענות על השאלון, על מנת למנוע מבוכה או אי קבלת תמונת מצב אמיתית, אנו מציעים להחליף את השאלונים בין זוגות תלמידים לצורך בדיקה הדדית. כל תלמיד "יעיד" לגבי התשובות של חברו.
- בשלב זה המורה והתלמידים עוברים על סעיפי השאלון (לאחר שהמאמר הוחזר לתלמידים). כל תלמיד מעיד על התשובה הכתובה בשאלון שבידו ולא על מה שהוא כתב. על המורה לספור כמה תלמידים השיבו נכון על כל שאלה ולציין את מספר התלמידים ליד השאלה המתאימה על גבי שקף המוקרן לכיתה עם צילום "שאלון התבוננות ראשונה".
- הבדיקה תיעשה תוך כדי דיון על חשיבותו של כל סעיף ותסתיים בדיון כללי על מטרות ה"התבוננות הראשונה" (מיון וקביעת התאמת מאמרים - לפני קריאה מעמיקה).
- לסיום, מומלץ להגיש לתלמידים מאמר נוסף ל"התבוננות ראשונה" באותו תהליך. יש לצפות הפעם להצלחה גדולה בהרבה. שלב זה חשוב ליצירת חוויה מתקנת.
- לתלמידים מתקדמים אפשר להגיש מאמר מכתבי עת ברמה המתאימה לתיכון ומעלה, או מאמרים באנגלית לצורך "התבוננות ראשונה".

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



- פעילות זו מלווה בדרך כלל בפרץ רגשות (בלשון המעטה) בקרב התלמידים. הם חשים מאוימים שהנה עומד להתבצע בוחן פתע או אירוע מאיים אחר. התלמידים בדרך כלל גם אינם רגילים לקרוא מאמר בן מספר עמודים במשך מספר דקות. על כן יש להתכונן ולהרגיע את התלמידים שאין מדובר בבוחן מכל סוג שהוא.

- פעילות זו יוצרת מבוכה ותסכול גם אצל תלמידים וגם אצל מבוגרים. אנשים נוטים לגשת מיד לקריאה רציפה של המאמר ואינם מרפרפים בו ובוודאי שאינם בודקים בעיון את שם הכותב, שנת פרסום וכדומה.

שאלון "התבוננות ראשונה" נועד ליצור "חוויה מנערת" אצל התלמידים - לא בזדון, כי אם מתוך כוונה שבעקבות חוויה מביכה זו הם ייווכחו שאינם שולטים בטכניקה של "קריאה מרפרפת" ולהבא יזכרו היטיב את כללי ה"התבוננות הראשונה" במאמר ויבדקו אם המאמר מתאים לעבודתם, לפני קריאה מעמיקה יותר.

קריאה מעמיקה של מאמר מדעי ואפילו פופולרי, לצורך השלמת משימה לימודית או עבודה מדעית, דורשת זמן ומאמץ. לא כדאי להתחיל בקריאה מעמיקה לפני שברור שהמאמר אכן מתאים לרמת ההבנה של הקורא, מתאים לנושא העבודה ומטרותיה!

- בשל האמור לעיל, יש חשיבות לביצוע נוסף של "התבוננות ראשונה" במאמר, באמצעות מאמר שונה, על מנת ליצור חוויה טובה ומתקנת בקרב התלמידים.

מומלץ להרגיע את התלמידים ולומר להם כי בכל כיתה בה מתבצעת פעילות זו לראשונה, מקבלים תמונת מצב דומה.

"שאלון התבוננות ראשונה במאמר מדעי" - תמונת מצב אופיינית בכיתה:

מספר התלמידים המשיבים נכונה על כל סעיף בכיתה בת 40 תלמידים.

1. מה שם המאמר? כ- 30 תלמידים.
2. מי הוא מחבר המאמר (שם, עיסוק, תואר וכד')? פחות מ - 10 תלמידים.
3. באיזו שנה חובר המאמר? 1 - 5 תלמידים.
4. מאיזה עיתון נלקח המאמר? 1 - 5 תלמידים.
5. מהו סוג האיורים המופיעים במאמר? כ- 30 תלמידים.
6. האם מוצגות נוסחאות במאמר (אם כן, מאיזה סוג)? כ- 25 תלמידים.
7. האם מופיעים במאמר: תמצית / תקציר (abstract)? 1 - 5 תלמידים.

   מבוא / הקדמה: 1 - 5 תלמידים.

   סיכום / דיון: 1 - 5 תלמידים.
8. האם מופיעה במאמר רשימת מקורות לקריאה נוספת? 1 - 10 תלמידים.
9. סכם במשפט או שניים מהי הבעיה העיקרית המוצגת במאמר או מהו המסר העיקרי של המאמר: כ- 15 תלמידים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ה' - 2: הדגמת שאלון התבוננות שנייה במאמר מדעי

- עמ' 53-54 בחוברת לתלמיד -

+

פעילות ה' - 3: שאלון התבוננות שנייה במאמר מדעי

- עמ' 55-56 בחוברת לתלמיד -



- ה"התבוננות השנייה" במאמר מדעי תתבצע תמיד לאחר "התבוננות ראשונה" במאמר. התלמידים מתבקשים לעיין במאמר במשך כ- 10 דקות ואז יחולק "שאלון התבוננות שנייה".

- בניגוד ל"שאלון התבוננות ראשונה" שאלון זה הוא תלוי תוכן. לכן, יש להשאיר את המאמר בידי התלמידים. השאלון יכיל תמיד שאלות המבוססות על איתור סממני ההתבוננות השניה (תמצית, מבוא, כותרות קטעי משנה, מילים מודגשות, סיכום, וכד')

חלק מהשאלות בעלות אופי תכני אינפורמטיבי אשר את התשובות עליהן ניתן למצוא בתוך סממני המאמר (איורים/שמות האיורים/שורות ראשונות/ ראשי פסקאות/מילות מפתח, מבוא, סיכום, תמצית).

- התלמידים מתבקשים לכתוב ליד כל שאלה את המקום במאמר בו איתרו את התשובה. אין טעם בהעתקת התשובה מהמאמר לשאלון.

- לאחר המענה על "שאלון התבוננות שנייה", מומלץ לערוך דיון כללי בכיתה על החשיבות של כל אחד מסממני "התבוננות שנייה", המידע שניתן לשאוב ממנו וכן לעסוק "בפתרון" השאלות על ידי זיהוי התשובות הנכונות ואיתור המקומות בהם הן כתובות במאמר.

התלמידים צריכים לציין כיצד איתרו את המקום בו נמצאת התשובה במאמר ועל פי אילו סממנים (כמובן שיתכן לאתר את התשובות בעזרת מספר סממנים).



- ניתן להקדים למתן "שאלון ההתבוננות שנייה", דיון שבו יציעו התלמידים עקרונות וסממנים המאפיינים את ה"התבוננות השנייה" במאמר מדעי. בתום הדיון, המורה יסכם את הצעות התלמידים על הלוח או בשקף, ורק לאחר מכן ייתן את השאלון.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

- פעילות ה - 2 (עמ' 53-54 בחוברת לתלמיד) מדגימה "שאלון התבוננות שנייה" של מאמר מדעי מקצועי שפורסם בכתב עת מדעי מקצועי בעברית – "בטאון הרפואה".
- בפעילות ה - 3 (עמ' 55-56 בחוברת לתלמיד) על המורה לאתר מאמר מדעי פופולרי מאחד מכתבי העת בעברית, המתאים לרמת תלמידיו וידיעותיהם. על המאמר לדון בנושא הקשור לתוכן הנלמד בכיתה!
- המורה מחבר שאלון למאמר שאותר על פי התבנית לשאלון המוצגת בפעילות ה – 3. העיקרון הוא שהתשובות לשאלות צריכות להימצא באחד מסממני ההתבוננות השניה (תקציר, מבוא, איורים, ראשי פסקאות...).
- חשוב לזכור! "שאלון התבוננות שנייה" איננו עוד דף עבודה. מטרתו להקנות לתלמידים מיומנות של חשיבה ביקורתית ולצייד אותם במספר קריטריונים שיאפשרו להם לשפוט האם המאמר שאותר – מתאים לעבודתם ולהבנתם. מדובר בשיטה למיון מאמרים עוד לפני הקריאה המעמיקה ועיבוד המידע!

פעילות ה' - 4: גולת הכותרת - עמ' 57-58 בחוברת לתלמיד -

הערות, המלצות וטיפים

- מטרת פעילות זו היא ליישם את המיומנות של קריאה מרפרפת במאמר מדעי ולתרגל "התבוננות ראשונה" ו"התבוננות שנייה" במאמר.
- פעילות זו מזמנת דיון על שמות מאמרים ועד כמה שם המאמר מעיד על תוכנו.
- על מנת לבצע פעילות זו כנדרש, על המורה לאתר מספר מאמרים מדעיים פופולריים העוסקים בנושא הנלמד בכיתה. על המאמרים להתאים לרמת התלמידים ולהבנתם.
- מספר המאמרים תלוי במספר התלמידים בכיתה – הכיתה תחולק לקבוצות של עד ארבעה תלמידים בקבוצה.
- לפני הפעילות, המורה גוזר/ת את כותרת / שם המאמרים. כל כותרת מדביקים על שמינית בריסטול נפרדת ומכניסים כל כותרת למעטפה חומה כך שהכותרת לא תיראה.

בתחילת הפעילות, כל קבוצה מקבלת מאמר אחד (ללא שם). על חברי הקבוצה לעיין במאמר על פי הכללים של "התבוננות ראשונה" ו"התבוננות שנייה" במאמר מדעי.

- בשלב הבא התלמידים מתבקשים לכתוב מהו המסר העיקרי של המאמר ואחר כך לחבר עבור המאמר שם מתאים על דעת כל חברי הקבוצה.
- לאחר שכל הקבוצות סיימו וחיברו שם למאמרים שקיבלו, כל קבוצה מקבלת מעטפה חומה ובה שם של מאמר – אך לא של המאמר שבידם!

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

אם כן, בידי כל קבוצה יש מאמר קטום כותרת ומעטפה חומה ובה כותרת של מאמר אחר.

- בשלב זה מתקיים שוק "קח תן" במהלכו התלמידים מסתובבים בכיתה ושואלים תלמידים בקבוצות אחרות, שאלות אשר יסיעו לאתר היכן נמצאת הכותרת של המאמר שבידם. במקביל עליהם לענות על שאלות שיישאלו לגבי הכותרת שבמעטפה שברשותם.

על כל קבוצה לאתר את הכותרת השייכת למאמר שברשותה, ולמסור את המעטפה עם הכותרת הזרה לידי הקבוצה שתשאל שאלות מתאימות.

- לבסוף, כל קבוצה תחזיק ברשותה מאמר ומעטפה עם הכותרת המקורית של המאמר.
- על כל קבוצה להשוות בין שם המאמר שהם המציאו על סמך העיון במאמר לבין השם המקורי של המאמר.
- כל הקבוצות מכינות הצגה בפני המליאה שתיארך חמש דקות ובה יתואר המאמר והמסר העיקרי שלו, שם המאמר שחובר על ידי הקבוצה ושם המאמר המקורי.
- שלב הצגת המאמרים הוא חשוב והכרחי: הצגת המאמרים ושמותיהם מזמנת דיון על חשיבות הכותרת ועד כמה היא אכן מצביעה על תוכן המאמר. שנית, כל התלמידים שומעים סקירה קצרה ומסר עיקרי של מגוון מאמרים העוסקים בנושא הנלמד בכיתה. ולבסוף, התלמידים מתרגלים הצגת ידע בצורה תמציתית, בזמן מוגבל, לפני קהל מאזינים.



- מאחר ואתור מאמרים המתאימים לחטיבת הביניים, בעברית, הוא תהליך מפרך, כדאי לאסוף את המאמרים והמעטפות, בתום הפעילות כדי שיוכלו לשמש גם בכיתות אחרות או בשנים אחרות.
- רצוי שלפחות מאמר אחד או שניים יישאו כותרת שאינה מעידה ממש על תוכן המאמר וחוברה יותר על מנת למשוך שימת לב או להוות פרובוקציה.
- שלב השוק "קח תן" בו הקבוצות מאתרות את הכותרת המתאימה למאמר שבידיהם, הוא שלב רועש וגועש... על כן, רצוי לערוך את פעילות "גולת הכותרת" במסגרת של חצאי כיתות או כל מסגרת אחרת בה מספר התלמידים קטן מכיתה מלאה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ו' - ייצוג ידע



מטרות:

* אפיון סוגים שונים של קטעים מדעיים וטכנולוגיים.
* פיתוח שיטות לעיבוד (מילולי וחזותי) של מידע לצורך למידה.
* רכישת מיומנויות לראייה של מכלול יחסים בין שלם לבין חלקיו, הבחנה בין עיקר לטפל.
* יישום של עיבוד ידע בתרחישים לימודיים.
* פיתוח מיומנויות של תקשורת גרפית בעזרת שרטוט.
* הבנת הבדלים בין שיטות ה"התבוננות" במאמר לבין לימוד מעמיק.

מושגים:

קטע מדעי, קטע מיון, קטע של תאור מבנה, קטע של תאור תהליך, קטע של מחקר מדעי, קטע המתאר פיתרון בעייה, סמלים, ייצוג ידע, אופני ייצוג: תרשים, טבלה, איור, ראשי פרקים, שרטוט, חתכים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

"בלימוד חוקר" - עיבוד וייצוג של קטעים מדעיים וטכנולוגיים

בשלב הלימוד המעמיק עוסק הלומד בכיתה בקריאה של חומר כתוב במדע או בטכנולוגיה במטרה ללמוד אותו, להבינו ולזכרו לפרטיו. התלמיד נתקל במצב זה כאשר הוא מתבקש ללמוד חומר מסוים לקראת שעור, דיון, בחינה או לאחר שעבר על אוסף של מאמרים בשיטות של "התבוננות ראשונה ושנייה" והחליט לעסוק באחד המאמרים (או יותר) לעומק. ללימוד מעמיק, נדרשות שיטות למידה מיוחדות.

כל חומר מדעי מורכב בדרך כלל ממספר קטעים, כשכל קטע ניתן לאפיון על פי סוג הדיון המוצג בו. אנו מציעים לקורא להכיר מספר סוגים עיקריים של קטעים מדעיים וטכנולוגיים ולפתח שיטות לסיכום וזכירה בהתאם לתבניות כלליות.

כל צורות הייצוג דורשות עיבוד וארגון מחדש של הכתוב - תהליכים המסייעים ללמידה, להבנה וזכירה.

הייצוג המילולי היעיל מורכב בדרך כלל מסעיפים וסעיפי משנה היוצרים "סדר" והגיון בכתוב.

הייצוג החזותי, מתבטא בתרשימים מסוגים שונים, סכימות, ייצוגים המכילים הסתעפויות ומסלולים ("עצים", "גרפים"), טבלה עם אוסף של נתונים מספריים או אלפבתיים ועוד.

ייצוג חזותי הוא אמצעי ארגון ידע יעיל ביותר. הוא מייצג באופן פשוט ומאורגן, רעיונות מורכבים, תהליכים, רשימת עובדות וכדומה. הוא מציג את המידע באופן מאורגן ומחולק לקבוצות, סדרי עדיפויות, שלבי מחקר ועוד.

הייצוג החזותי קל יותר לתפיסה וזכירה על ידי המוח האנושי, בתנאי שאינו עמוס מדי בפרטים. כיום ידוע כי המוח האנושי קולט ומזהה במבט ראשון כשבעה פריטים (פלוס מינוס שני פריטים) ומסוגל לזכרם לפחות לטווח קצר.

חשוב להציג בפני התלמידים את דרכי הייצוג השונות וללמדם את טכניקות עיבוד המידע. יש לזכור שככל שמתרגלים עיבוד מידע בעזרת ייצוג חזותי, משפרים את יכולת הקריאה, הניתוח וההבנה של ייצוגים חזותיים.

יחד עם זאת, יש לזכור כי קיימים סוגים שונים של לומדים וסגנונות למידה מגוונים. יש תלמידים אשר באופן טבעי, ללא הכוונה מוקדמת, נוטים להיעזר בייצוגים חזותיים ולייצג ידע נרכש בצורה של שרטוטים, איורים, גרפים ועוד. תלמידים אחרים, מעבדים מידע בעזרת ייצוגים חזותיים רק לאחר שנחשפו לאפשרויות של ייצוג חזותי. חלק אחר מהתלמידים קולט מידע מילולי בצורה טובה יותר ומתקשה לקלוט ייצוגים חזותיים.

ללומדים מסוג זה, יש להציע שימוש בייצוגים השונים אך להתעכב ולהדגיש בפניהם את הדרכים לעיבוד קטע באופן מילולי. שכן, עצם פעולת העיבוד מחדש של הקטע, היא זו שמביאה ללמידה משמעותית ולזכירה לטווח ארוך.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

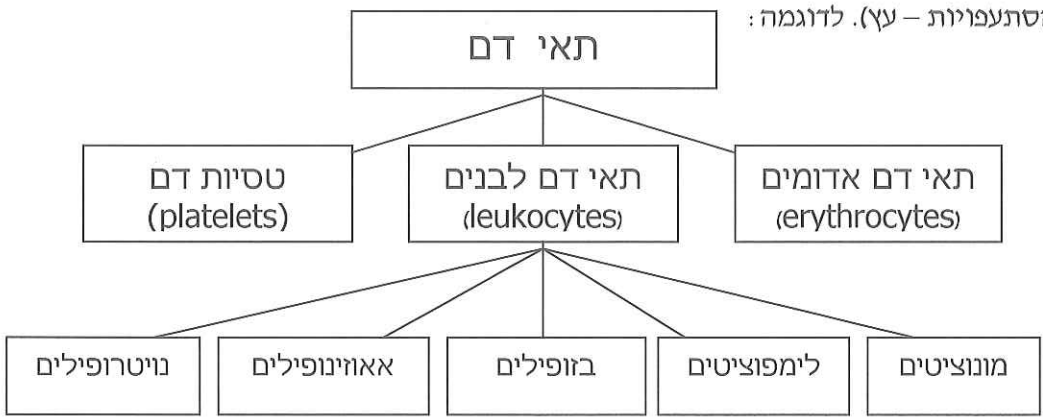
איפיון קטעים מדעיים טכנולוגיים וייצוגם:

כל מאמר או קטע מידע העוסק במדע וטכנולוגיה ניתן לחלוקה לקטעי משנה כאשר כל קטע ניתן לאיפיון על פי סוג הדיון הנערך בו. קיימים סוגים שונים של קטעי מידע וניתן לסווגם ולמיינם בדרכים שונות. אנו נתרכז במבנית זו, בארבעה סוגים עיקריים של קטעים מדעיים וטכנולוגיים: קטע מיון, קטע מבנה, קטע תהליך, קטע תיאור מחקר ופתרון בעיה.

1. קטע מיון

ב"מיון" הכוונה לעריכת עובדות ונתונים על פי קבוצות ותת-קבוצות בעלות מכנה משותף. בחלק מקטעי המידע העובדות או נתונים מוצגים בטקסט באופן ממויין ומאורגן. אולם, פעמים רבות, הנתונים והעובדות מוצגים ללא סדר, ואז מוטלת משימת המיון על הקורא. בלימוד קטעים מסוג זה על הקורא להגדיר את הנושא הממויין, לזהות את קבוצות המיון הראשיות והמישניות ולארגן את העובדות בהתאם לקבוצות אלה.

ניתן לעבד ולייצג קטע העוסק במיון לצורת טבלה או בעזרת סכימת מיון (תרשים בצורה של הסתעפויות – עץ). לדוגמה:



דרך עיבוד זו חשובה על מנת להרגיל את הלומד לראייה נכונה של מכלול היחסים בין השלם לחלקיו.

דוגמא ל"קטע מיון" והדרך לייצוגו:

"הפרומון הוא חומר הגורם לגירוי. בניגוד להורמונים, שהם חומרי הפרשה פנימיים, הפרומונים הם חומרי הפרשה חיצוניים, ויש להם תפקידים שונים בתקשורת שבין בעלי-חיים.

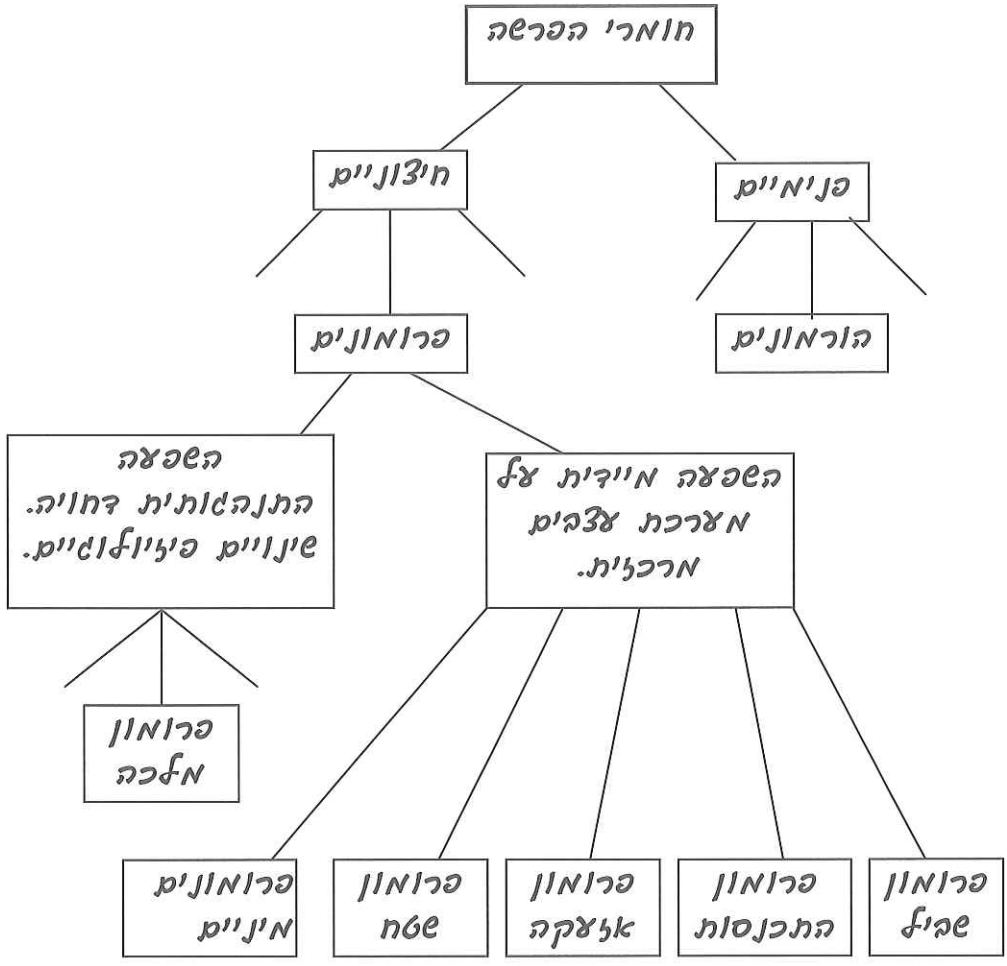
השפעתם של הפרומונים על מערכת העצבים המרכזית של הקולט מתבטאת בשני אופנים: יש המשפיעים מיד עם קליטתם, כמו בפרומונים מיניים, ויש הגורמים להשפעה התנהגותית דחויה, המתבטאת בשינויים פיזיולוגיים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

כך לדוגמה *"**פרומון שביל"*** מסמן עבור הנמלה את השביל למקור מזון ; ***"פרומון התכנסות"*** משמש להעברת מידע להתקבצות הפרטים במקום אחד ; ***"פרומון אזעקה"*** משמש לגיוס המגינים על הקן והכרזת "מצב הכן" בפני פולש ; ***"פרומון המלכה"*** מדכא התפתחות שחלות של המלכות - המתחרות בכוורת דבורים או צרעות ; ***"פרומון שטח"*** מסמן שטחי מחיה של בעלי חיים שונים ; ***"פרומון מין"*** מושך זכר לנקבה, ולהפך, למטרות הפרייה והתרבות."

מתוך : פרומונים - חומרי משיכה מיניים / פרופי רפאל איקן,
"כמעט אלפיים" 1997, 15, 36 - 39.

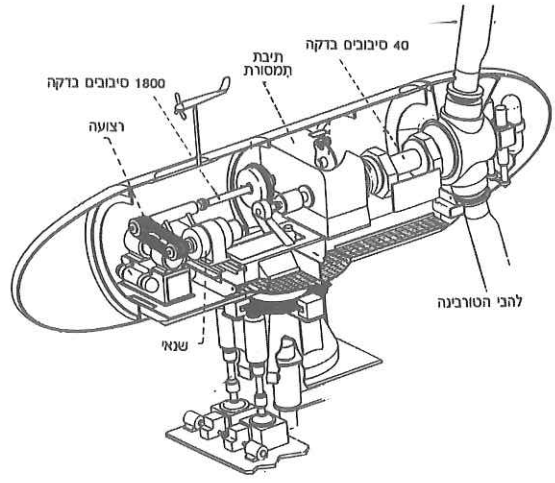
הצעה לייצוג חזותי : סכמת מיון :



2. קטע מבנה

מבנה, לצורך הדיון, יוגדר כמערכת שלמה, המורכבת מפרטים בעלי קשרים קבועים ביניהם, המגדירים את המערכת. בלימוד קטעים המתארים מבנה על הקורא לזהות בשלב ראשון את המבנה הכללי המתואר בקטע ולפענח כיצד מצטרפים הפרטים השונים ליצירתו. בשלב שני, מומלץ לבצע סכימת מבנה לתיאור הקטע לפרטיו. סכמת המבנה יכולה לקבל צורות שונות: רחת אמיתי של המבנה המתואר (פעילות ו' - 4), שרטוט מראים (היטלים) שונים עם מידות וקנה מידה (ראה פעילות ו' – 5) צורה של רשת סמנטית (מבנה של ארגון – עץ מסתעף) ועוד. סכימת המבנה מקלה על זכירת הפרטים, אך גם עצם תהליך הכנתה, כרוך בתרגול של הקשרים שהבנתם חיונית לחשיבה נכונה וללמידה משמעותית.

דוגמה: מבנה מערכת תמסורת של טורבינת רוח:



מערכת תמסורת הסיבוב של טורבינה בעלת שני להבים. מימין - להבי הטורבינה. סיבובם בקצב של 40 סיבובים בשניה מועבר במערכת תמסורת מכנית לסיבוב בקצב של 1800 סיבובים בשניה, ואנרגית התנועה הסיבובית מותמרת לאנרגיה חשמלית.

מתוך: חוות הרוח תקוות ותהיות / חנה רובין, 1988, מדע ל"ב- 2, עמ' 72-78.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

דוגמא ל"קטע מבנה" והדרך לייצוגו:

" כדי להבין כהלכה כיצד נקנו לשיער כל התכונות המיוחדות שנמנו בו, צריך לדעת מעט על מיבנהו הכימי והפיזיקלי.

שורשי השיער גדלים מתוך זקיקי - שיער שבעור המצויים על פני הגוף. כמו תאי גוף אחרים גם תאי השיער ניזונים מחומרים הבאים בזרם הדם ומנוזלי הגוף. במשך גידולו מגיח השיער מתוך הזקיק, בדמות סיב המתנשא מעל פני העור. חלק זה של השיער, הנראה לנו על פני העור, עשוי כולו מתאים מתים. סיב השיער, הממשיך להתארך, נדחף, למעשה, על ידי תאים צעירים, חדשים, הנוצרים בזקיק.

שערה בודדת הבנויה משורש, הטמון בתוך הזקיק שבעור, ומגבעול המתנוסס מעליו. הגבעול בנוי משלוש שכבות (מן החוץ פנימה):

א. קרנית (cuticle) - שיכבה דקה חיצונית מקושקשת.

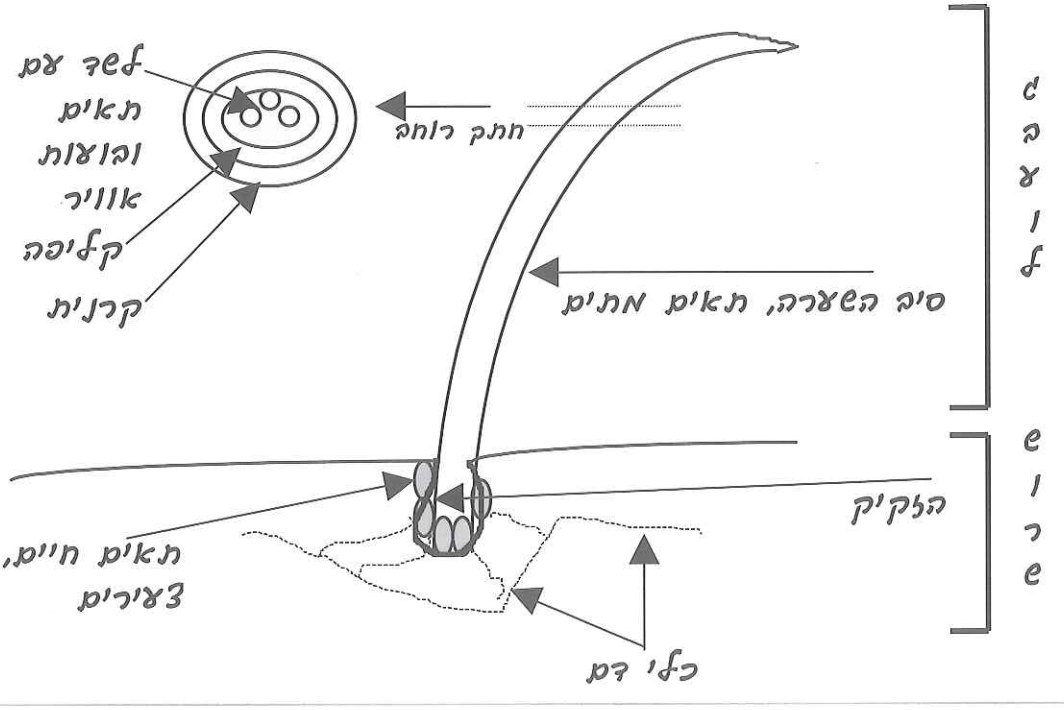
ב. קליפה (cortex) - גליל חלול, עשוי חלבוני קרטין.

ג. לשד (medula) - חלל פנימי.

הלשד ממולא, במידה מרובה או פחותה, בתאים שצורתם בלתי מסודרת ובבועות אויר קטנות. בגיל מבוגר מצטמקים התאים שבחלל הלשד ומיספר הבועות מתרבה; במצב זה מתעצמת החזרת האור על ידי השיער. בגיל מבוגר גם אובדים חלק מהצבענים (פיגמנטים) שבקליפה, ובגלל שתי סיבות אלו הופך שערם של זקנים לבן."

מתוך: שיער והיסטוריה / גיון לניהן, 1984, מדע, כ"ח 2, 84 - 87.

הצעה לייצוג חזותי: סכמת מבנה:

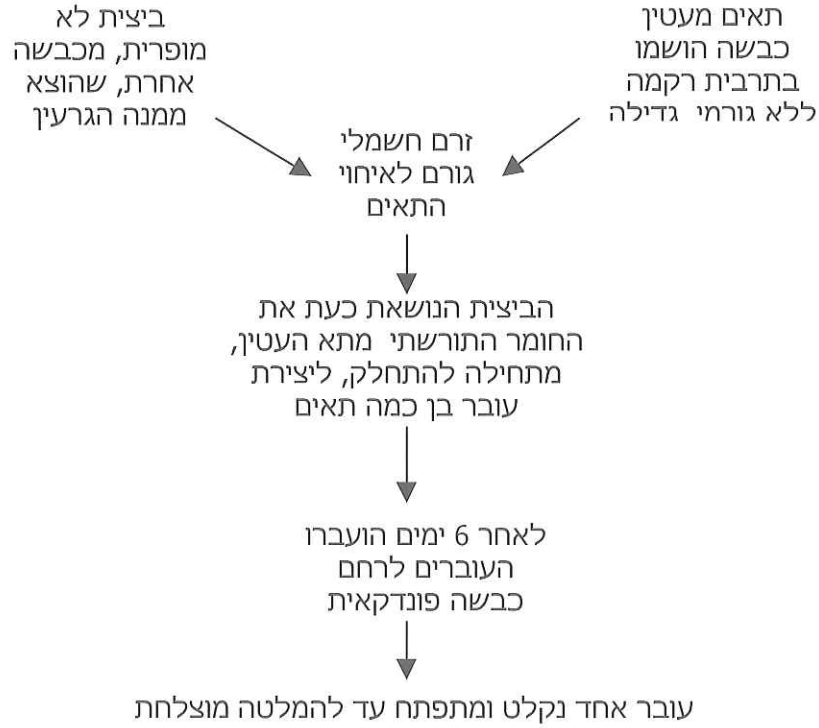


© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

3. קטע של תיאור תהליך

התהליך מורכב מסדרה עוקבת של התרחשויות המצטרפות ליצירת תוצר.
ההתרחשויות, המהוות שלבים בתהליך, מסודרות על פני רצף של זמן. כל שלב בתהליך נותן תוצאה מסוימת ההכרחית לקיום השלב הבא, כשהתהליך כולו מזוהה בדרך כלל על ידי תוצאת השלב הסופי.
בלימוד קטעים המתארים תהליך צריך הקורא בתחילה להגדיר את התהליך המתואר בקטע, לזהות את שלביו השונים (העשויים להיות מורכבים כשלעצמם) ולסדרם בסדר שמחייב התהליך. מומלץ לתאר את התהליך באמצעות סכימת זרימה, אשר בה מתוארים השלבים השונים של התהליך לפי סדר, כאשר המעברים בין השלבים, מתוארים באמצעות חיצים המציינים את הכיוון בו מתקדם התהליך.
סכימת הזרימה ממחישה את הסדר והכיוון של השלבים השונים בתהליך ואת היות כל שלב סיבה (לשלב שאחריו) ותוצאה (מהשלב שלפניו). הבחנה זו חשובה להדגשה במיוחד לתלמידים מתקשים, עקב הנטייה להחליף בין סיבה ותוצאה והקושי שבראיית תופעה מסוימת כבעלת מכלול של תכונות ושלבים (חשיבה אמביוולנטית).
ניתן לתאר את השלבים בסכימה באופן מילולי, ציורי או משולב.

דוגמה: תרשים זרימה המתאר תהליך שיבוט כבשה בוגרת:



© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

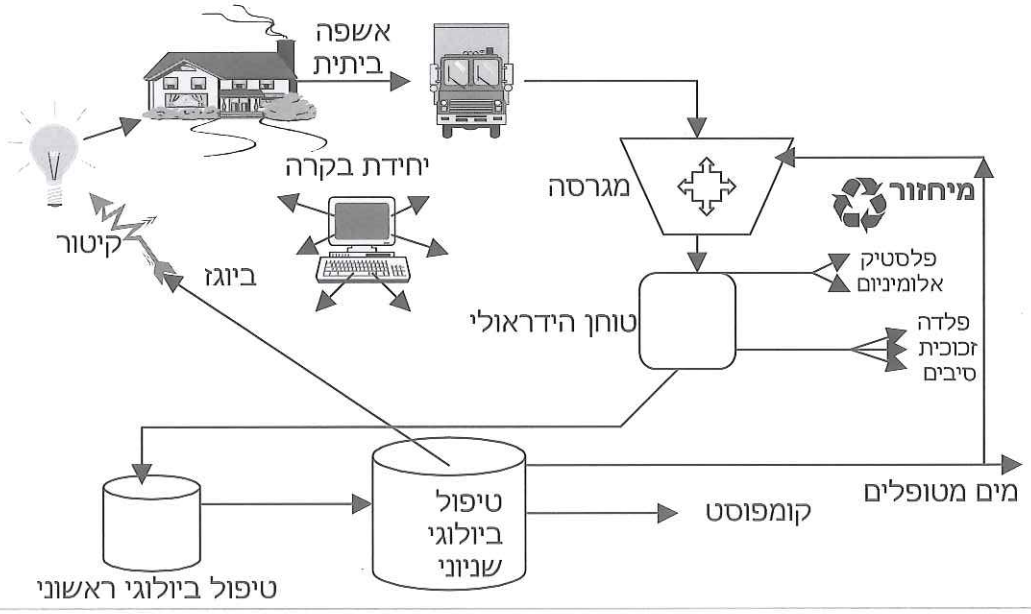
דוגמא ל"קטע תאור תהליך" והדרך לייצוגו:

"הטכנולוגיה המתקדמת לטיפול באשפה ביתית שפותחה ע"י מומחי החברה מבוססת על הפרדת מרכיבי הפסולת למיקטע פריק ביולוגית (שאריות מזון, גזם וכו') ולמיקטע אינרטי המכיל מתכות, פלסטיק זכוכית, חול ואבנים. המקטע האינרטי מופרד בצורה אוטומטית למרכיביו ההופכים למטרד סביבתי לחומר גלם בעל ערך.

המיקטע הפריק ביולוגית מועבר למערכת טיפול סגורה, שבה הופך מיקטע זה לגז טבעי הקרוי ביוגז (מתאן - CH_4), מים וקומפוסט. התהליך הביולוגי נחלק לשני שלבים עיקריים. בשלב הראשון עובר המיקטע הפריק ביולוגית טיפול אנאירובי אצידוגני, שבו מפורקים מירב המרכיבים האורגניים לתרכובות אורגניות פשוטות, יחסית, כגון חומצות שומן וספטידים. תרכובות אלה משמשות מזון לאוכלוסיה המיקרוביאלית. השלב השני, הוא שלב התסיסה האנאירובית מתנוגנית. תוספים מיוחדים, במיוחד, המכילים תרכובות קורט ו - process enhancers, מסייעים בהשגת יעילות תהליך גבוהה, המתבטאת בתפוקת ביוגז גבוהה ליחידת חומר אורגני מפורק. כל תהליך הטיפול, מתחילתו ועד סופו, מתבצע במערכת סגורה ללא צבירת פסולת בכניסה למיתקן וללא יצירת כל מפגע סביבתי אחר. כל הפעולה מפוקחת במשך 24 שעות ביממה על ידי מערכת מחשב מתקדמת ועל ידי מפעילים מיומנים. ביוגז הינו תוצר טבעי של פירוק ביולוגי אנאירובי (ללא חמצן) של פסולת אורגנית. הביוגז נאסף מתוך מערכת הפירוק הביולוגי ונשלח לשימוש מיידי כדלק לחימום מים, ליצירת קיטור או להפעלת גנרטורים לייצור חשמל. ביוגז נחשב כיום לאנרגית הדלק הנקייה ביותר מכיוון ששריפתו אינה גורמת לזיהום אוויר."

מתוך: אשפה: לפרק במקום לקבור / ד"ר רמי רשף, 2000, כימיה, גיליון 52, ע"מ 38-40.

הצעה לייצוג חזותי: תרשים זרימה:



© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

דוגמא ל"קטע תאור תהליך" והדרך לייצוגו:

סיבים תזונתיים

"אחד הגורמים התזונתיים אשר זכה בשנים האחרונות לתשומת לב מיוחדת הוא הסיבים התזונתיים. זוהי תרכובת של מרכיבים כימיים שונים אשר מקורם בצומח ואינם מתפרקים על ידי אנזימי מערכת העיכול של האדם. ביניהם מצויים תאית (צלולוזה), סובין, חומרים פקטיים, אצות שונות, פוליסכרידים כדוגמת האגר, ליגנין ועוד.

נוהגים לחלק את הסיבים התזונתיים למסיסים ובלתי מסיסים במים - חלוקה שנוגעת לאופן השפעתם על פעולות מטבוליות שונות ובכללם יצירת כולסטרול. נזכיר כי הכולסטרול בגוף מוצאו מהמזון אולם רובו נוצר בכבד. הכבד משתמש בכולסטרול שנספג ממערכת העיכול, ליצירת מלחי מרה. מלחי המרה מגיעים למעי, משתתפים בתהליך העיכול ונספגים מהמעי דרך הדם חזרה לכבד לשימוש חוזר. גורם אשר יביא להורדת כמות מלחי המרה שנספגת דרך המעי חזרה לכבד, יאלץ כולסטרול מהדם לנוע לכבד ליצירת מלחי מרה חדשים ויגרום להורדת רמתו בדם. מתברר כי סיבים תזונתיים מסיסים קושרים את מלחי המרה במעי ומעכבים בכך את ספיגתם החוזרת. כולסטרול מן הדם עובר לכבד לצורך יצירת מלחי מרה, ורמתו בדם יורדת.

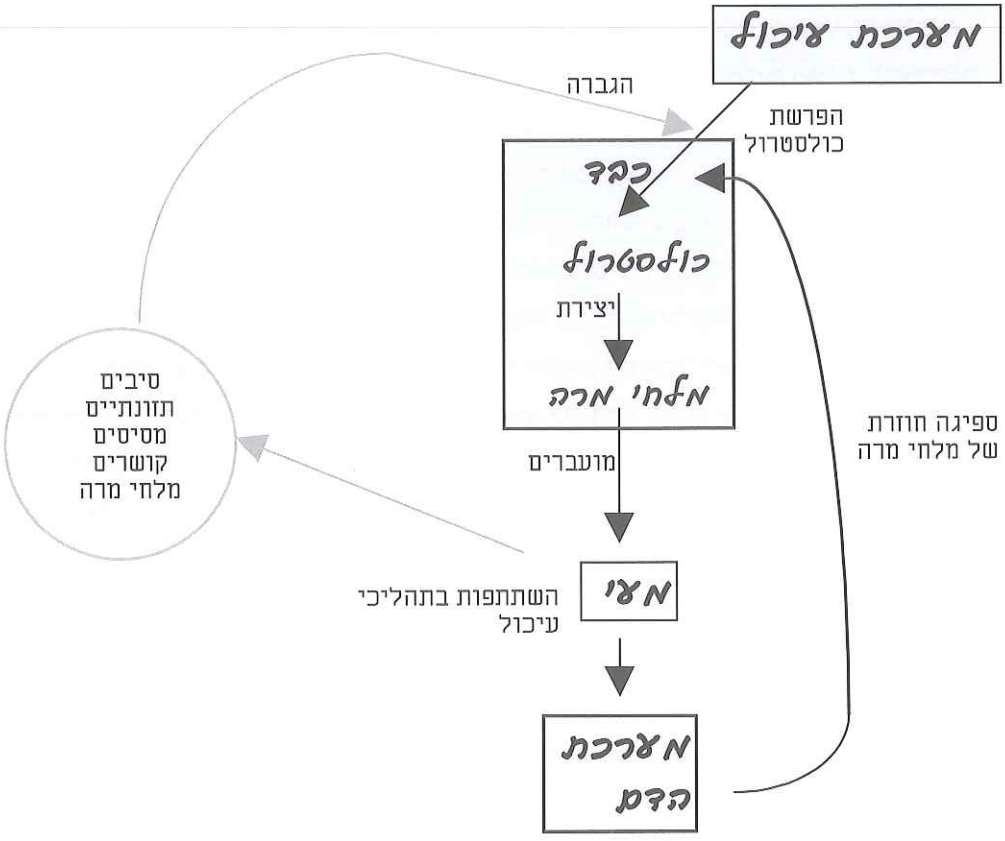
זוהי אחת הדרכים בהם עוזרים הסיבים התזונתיים להורדת רמת הכולסטרול בדם. בנוסף לכך נמצא כי הסיבים התזונתיים המגיעים למערכת העיכול התחתונה עוברים תסיסה על ידי חיידקים מקומיים, ומתפרקים לחומצות שומן קצרות. חומצות אלו מגבירות את צריכת הכולסטרול בכבד וגורמות לירידת רמתו בדם.

ההשפעה המיטיבה של הסיבים התזונתיים על מיתון אחד מגורמי הסיכון העיקריים למחלות לב, הביאה בשנים האחרונות להכנסתם כמרכיב תזונתי חשוב בתפריט. המומחים ממליצים לאוכלוסיה בריאה לאכול כמות של 10-15 גרם סיבים תזונתיים ביום. לאוכלוסיה בעלת רמות כולסטרול גבוהות מומלצת העלאת רמת הסיבים התזונתיים עד כדי 50-60 גרם ביום."

מתוך: מחלות לב - סיכון וסיכוי / מרית סלוין, 1989, מדע, ל"ג 5, 247-248.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

הצעה לייצוג חזותי: תרשים זרימה:



© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



4. קטע של תיאור מחקר או פתרון בעיה

קטעים המתארים מהלך של מחקר מדעי, פיתוח טכנולוגי או פתרון בעיה, כתובים לעיתים, במאמרים המקצועיים בצורה לקונית ויבשה שאינה מפרידה בצורה ברורה בין מהלך העבודה, הכלים, החומרים הכמויות והממצאים. הגישה המומלצת ללימוד ועיבוד של קטעים מסוג זה, היא עריכת החומר הכתוב בצורה שתאפשר מעקב ושיחזור של שלבי הביצוע והתוצאות על פי המרכיבים הבאים:

א) מטרה

ב) שאלת המחקר / הבעיה הצורכת לפתרון

ג) שלבי הביצוע

ד) אמצעים, כלים, מכשור וחומרים

ה) תנאי העבודה הנדרשים

ו) שיטות עבודה

ז) תצפיות וממצאים

ח) אופן עיבוד הממצאים

ט) תוצאות

י) מסקנות ודיון

לעתים רצוי לערוך ולייצג את השלבים הנ"ל בצורת טבלה, במיוחד כשמדובר בתהליך מורכב. לדוגמא:

שלב ביצוע	כלים מכשור וחומרים	תנאים	שיטות עבודה	תצפיות וממצאים	אופן עיבוד הממצאים	תוצאות ומסקנות

הטבלה מאפשרת קבלת תמונה כוללת של המחקר / פיתוח על כל שלביו ותוצאותיו. אולם, כאשר הלומד מעוניין להתמקד באחד מהשלבים, הרי שיש להעדיף (או להוסיף) עיבוד המדגיש מרכיב זה (ביצוע מעשי, תוצאות, מסקנות).

ייצוג בדרך זו, מאפשר הבנה טובה יותר תוך פיתוח ההבחנה בין מטרות לשאלות מחקר, בין איסוף נתונים לעיבוד נתונים ובין ממצאים למסקנות. הבחנה זו לוקה לרוב בחסר, אצל תלמידים. כמו כן מדגיש התרגול בשיטה את ההבחנה בפרטים הקטנים הקובעים בעצם את מהלך המחקר ותוצאותיו, דבר המאפיין את העשייה המדעית והטכנולוגית.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

דוגמא לקטע של תיאור מחקר מדעי טכנולוגי:

"פרופ' סגיב, ד"ר רבקה מעוז ותלמיד המחקר אלי פרידמן, מהמחלקה לחקר חומרים ופני שטח במכון, בשיתוף עם ד"ר סידני כהן מיחידת השירותים הכימיים במכון, עשו באחרונה כמה צעדים חשובים בכיוון הזה, והצליחו לבנות מבנים מתוכננים פשוטים ממולקולות. בשלב ראשון יצרו החוקרים שכבה דקיקה, חד מולקולרית, שנצמדת למשטח עשוי חומר מוצק דוגמת סיליקון או זכוכית. כדי לעשות זאת, השתמשו במולקולות שצדן האחד "אוהב מים" וצדן האחר "שונא מים". כאשר מכניסים לוח זכוכית או שבב סיליקון לתמיסה המכילה מולקולות כאלה, נצמד צדן "אוהב המים" של המולקולות למשטח (הניחן בתכונות דומות לאלו של המים), בעוד צדן "שונא המים" בולט כלפי חוץ.

עכשיו הגיע זמן הבנייה. כדי לסמן את קווי הבסיס של המבנה המולקולרי שאותו ביקש לבנות, השתמשו החוקרים במיקרוסקופ כוח אטומי. מדובר במתקן שאינו כולל עדשות כלשהן והוא, למעשה, עיוור המגשש על פני השטח של החומר באמצעות מחט זעירה ה"חשה" את האטומים והמולקולות שבקצה החומר. מחט זו מעבירה את "תחושותיה" למערכת ממוחשבת שמתרגמת אותן לתמונות הנראות על צג המחשב.

מרחקה של "מחט הגישוש" מפני השטח צריך להיות קטן מעשרה אנגסטרם, או מננומטר אחד, שהוא מיליונית המילימטר. כאשר מזרימים ב"מחט הגישוש" הזעירה זרם חשמלי בעוצמה קטנה, יכולה המחט לחולל תגובה כימית מקומית שמשנה את תכונותיהן של מולקולות מסוימות שמצויות בדיוק מתחתיה (על פני השטח של החומר המטופל). בדרך זו, יכולים החוקרים לשנות את תכונותיהן של מולקולות הממוקמות באזור מסוים בלבד, כך שרק הן יתאימו להתחברות נוספת למולקולות נבחרות אחרות.

זה בדיוק מה שעשו המדענים. באמצעות מחט של מיקרוסקופ הכוח האטומי הם שינו את התכונות הכימיות של צדן "שונא המים", הבולט כלפי חוץ, של המולקולות שהוצמדו למשטח סיליקון. כך, בכל מקום שבו המחט "שרטטה" קווים של שינויים כימיים, נצמדו מולקולות חדשות אל המולקולות הראשונות. בדרך זו החלו להיבנות "קירותיו" של המבנה המולקולרי. בניסוי אחד, למשל, בנו פרופ' סגיב וחברי קבוצת המחקר שלו מבנה מולקולרי דו - קומתי בדמות מגן דוד זעיר שעובי צלעותיו הוא כאלפית עובייה של שערת אדם."

מתוך: "הבנאים באים", 1998, המכון, עורך ראשי - יבשם עזגד, גיליון 12, ע"מ 6-8.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

הצעה לייצוג של קטע המתאר מחקר מדעי טכנולוגי, בעזרת טבלה:

שלב ביצוע	כלים מכשור וחומרים	תנאים	שיטות עבודה	תצפיות וממצאים	תוצאות ומסקנות
1	משטח: לוח זכוכית או שבב סיליקון	תמיסה המכילה את המולקולות הרצויות	טבילת הלוח בתמיסה	היצמדות צדן ה"אוהב מים" של המולקולות - למשטח	קבלת שכבה חד-מולקולרית
2	מיקרוסקופ כוח אטומי בעל מחט "המגששת" מעל פני שטח השכבה החד - מולקולרית	זרם חשמלי בעוצמה קטנה הזורם במחט של המיקרוסקופ	תגובה כימית מקומית במולקולה שמתחת למחט	שינוי תכונות קצות המולקולות הפונות כלפי מעלה	הצמדות מולקולות חדשות אל המולקולות הצמודות למשטח ויצירת "קיר" של מבנה מולקולרי

קטעים רבים מתחומי המדע והטכנולוגיה עוסקים בפתרון בעיה ללא תיאור של תהליכי מחקר ופיתוח. ניתן לזהות קטע מסוג זה באמצעות שלושה מאפיינים המופיעים בו בדרך כלל:

(א) הגדרה או הצגה של הבעיה.

(ב) תאור דרך/דרכים לפתרון הבעיה.

(ג) מסקנות.

פעמים החלוקה לפי המאפיינים לעיל אינה מופיעה במפורש ואז מוטלת על הקורא המשימה לאתר את המרכיבים השונים. השיטה המוצעת לעיבוד קטע מסוג זה היא על ידי ניתוח באמצעות השאלות הבאות:

א. מהי השאלה או הבעיה שניצבה בפני החוקר?

ב. מהי הדרך שנבחרה לפתרון הבעיה (דרך תאורטית, דרך ניסיונית)?

ג. מהן המסקנות?

ד. האם מופיעה בקטע, הכללה של המסקנות לתאוריה, יישום או ביקורת?

(סעיף ד' לא תמיד מצוי בקטע המתאר פתרון בעיה).

סעיף א' מאלץ את הקורא להתמקד בהגדרת הבעיה, משימה זו מהווה נקודת מוצא בכל תהליך חשיבה מדעי. סעיף ב' עשוי להיות תאור ניסוי, תצפיות, סקירה תיאורטית, פיתוח מתמטי, פיתוח טכנולוגי, בניית מודל ועוד.

שיטת העיבוד כולה מתרגלת הבחנה בין המושגים: השערות-תוצאות ← תוצאות-מסקנות ← מסקנות-תיאוריה. מושגים אלה, לעיתים, אינם ברורים דיים לתלמידים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

דוגמה לקטע המתאר פתרון בעיה:

"ריח הביצה הסרוחה הוא סימן ההיכר של גופרית. הגופרית היא צרה צרורה לחברות הנפט. הן חייבות לסלקה מתוצרי הדלק השונים, בשל תרומתה לערפיח וגשם חומצי. אך בידודה של הגופרית הוא תהליך יקר, ממושך ובלתי יעיל.

כדי לסלק את הגופרית, החברות משתמשות בשיטת ההידרודסולפוריזציה. בשיטה זו מבעבעים גז מימן מבעד לדלק המצוי בטמפרטורה ולחץ גבוהים, בנוכחות זרזים (קטליזטורים) מתכתיים. תרכובות הגופרית הנוצרות עקב כך, ניתנות להפרדה ולסילוק.

הבעיה היא שנותרות בדלק כמה תרכובות גופרית מזיקות הפוגעות באיכות הדלק משום שהן מורידות את דרגת האוקטן שלו.

לאחרונה, בכינוס של "החברה הכימית האמריקנית" שהיה בעיר וושינגטון, חשף הכימאי סטיבן ג'ונסון שיטה חדשה לטיפול בגופרית. השיטה מבוססת על חיידקים "זוללי גופרית". לדברי ג'ונסון, החיידק רודוקוקוס אריתרופוליס (Rhodococcus erytropolis) מסלק ביעילות ובזול תרכובות גופרית מדלקים.

מסביר ג'ונסון: "היופי שבעבודה עם חיידקים הוא שפעולתם ייחודית - החיידק תוקף רק את הקשר בין אטום הגופרית לפרודות הדלק". למעשה, הוא מחליף את הגופרית בחמצן כך שבעת שריפתו משחרר הדלק את תוצרי הלוואי הבלתי מזיקים - דו תחמוצת הפחמן ומים. התהליך כולו מתרחש בתא החיידקי, לא מופרשים אנזימים לדלק, והגופרית מצטברת בצורה אי אורגנית, שקל יחסית לסלקה ואפילו להשתמש בה בתהליך ייצור דשנים."

מתוך: חיידקים מסלקים גופרית מדלקים / רועי שפירא, 1994, גליליאו, גיליון 7, ע"מ 3.

הצעה לייצוג מילולי:

א. הבעיה שניצבה בפני החוקרים:

סילוק תרכובות גופרית מדלקים ללא פגיעה באיכות הדלק.

ב. הדרך שנבחרה לפתרון הבעיה:

שימוש בחיידקים "זוללי גופרית" המפרקים את הקשר בין אטום הגופרית לפרודות הדלק ומחברים במקום הגופרית, חמצן.

ג. מסקנות:

השיטה יעילה ונקיה, ללא פגיעה באיכות הדלק.

השיטה תורמת למניעת זיהומי אוויר שכן בעת שריפת הדלק שעבר טיפול חיידקי, משתחררים לאטמוספירה תוצרים פחות מזיקים - פחמן דו חמצני ומים.

הגופרית האי אורגנית המסולקת מהדלק, יכולה לשמש בתעשיית הדשנים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

חשוב לשים לב: לעיתים לא ניתן להגדיר ולייצג באופן חד משמעי את סוג הקטע שאנו קוראים. קטע המתאר פתרון בעיה יכול לפעמים להיות מיוצג גם כתרשים זרימה וקטע המתאר תהליך, יכול להיות מיוצג גם כשרטוט חתך של מערכת.

על כן, אין מדובר כאן בהגדרות חד משמעיות אלא בניסיון לאפיין קטעים כחלק מתהליך הקריאה המעמיקה ועיבוד המידע. ייתכנו גם הגדרות אחרות של סוגים שונים או נוספים של קטעי מידע.

פעילות ו' - 1: ייצוג של קטע במדע וטכנולוגיה

- עמ' 60 בחוברת לתלמיד -

בפעילות זו, מתבקשים התלמידים לקרוא וללמוד קטע מילולי המוגש להם מתוך מאמר או ידיעה מדעית. התלמידים מתבקשים ולנסות לעבד את המידע ולהציגו באופן שיבטא בצורה הטובה ביותר את הנאמר בקטע, ויאפשר להם לזכור אותו למבחן. הרעיון המרכזי הוא שעצם פעולת עיבוד וייצוג הידע על ידי התלמיד, הינה תהליך היוצר למידה.

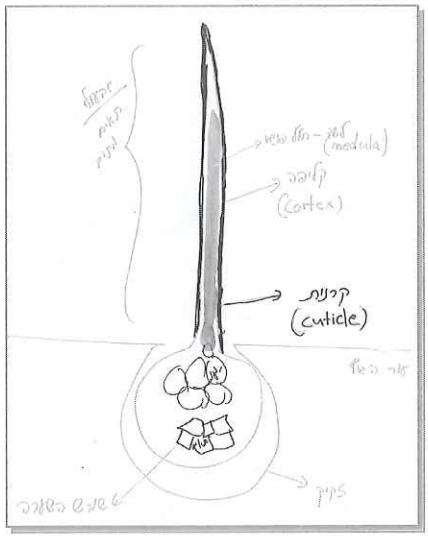


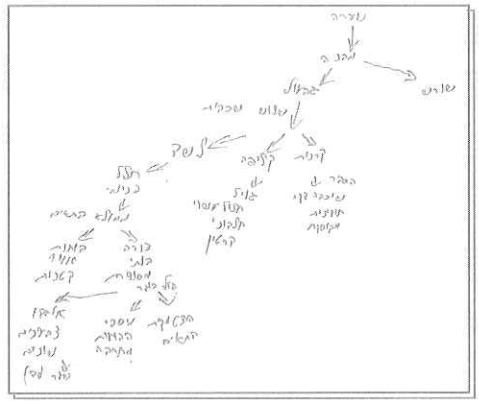
- מומלץ לבצע פעילות זו, לפני הדיון על סוגי קטעים מדעיים ועיבודם.
- חשוב שדרך הייצוג שבוחר כל תלמיד תהיה תמציתית יותר אך עדיין תאפשר לתלמיד להבין את המידע ותקל על זכירתו.
- יש לבחור קטע שניתן לייצגו בצורה חזותית. קטע המתאר מבנה הוא קטע טוב לפעילות זו.
- על המורה להסתובב בכיתה ולאתר 4-5 תלמידים שערכו ייצוגים שונים של אותו קטע. מומלץ לבחור מבין עבודות התלמידים, ייצוג מילולי רציף, ייצוג מילולי המלווה בראשי פרקים ו- 2-3 ייצוגים חזותיים שונים. תלמידים אלו יתבקשו להעתיק את שביצעו – על גבי שקף.
- לאחר שכל התלמידים יסיימו לייצג את הקטע על פי הבנתם ונטייתם, יבקש המורה מהתלמידים שאיתר, להציג את דרכי הייצוג שבחרו, בפני הכיתה (באמצעות הקרנת השקפים).
- באופן כזה כלל הכיתה תראה כיצד תלמידים שונים ערכו ייצוגים שונים של אותו קטע. המורה ינחה דיון אשר יצביע על מגוון דרכי הייצוג שבחרו התלמידים השונים, לאותו קטע מדעי, תוך הדגשת הנקודה שכל דרך ייצוג תלויה בנטיית ליבו וסגנון הלמידה של התלמיד עצמו. כל עוד, שיטת הייצוג מאפשרת הבנה טובה, ברורה ותמציתית של המידע, הרי שהשיגה את מטרתה!
- יש לסכם את הדיון בהדגשת חשיבות השימוש בדרכי ייצוג ידע – מגוונות ומתאימות, ובאילו הזדמנויות חשוב לעבד ולייצג מידע (לקראת דיון בכיתה, כתיבת עבודה, למידה למבחן ועוד).

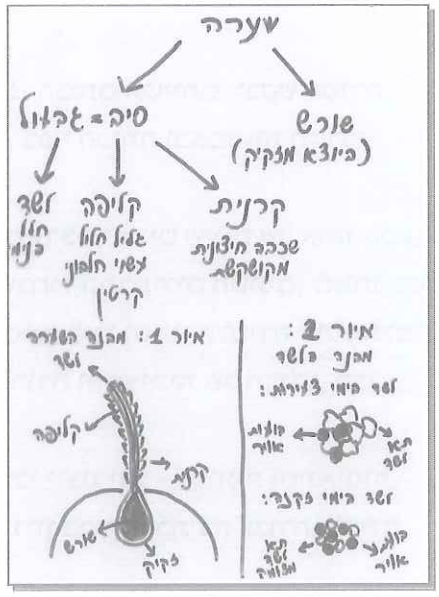
© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

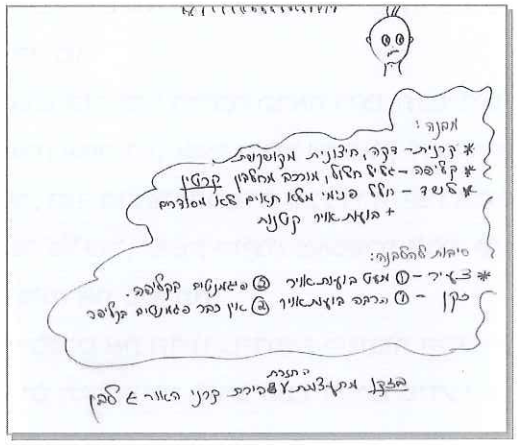
הערות לייעול הפעילות

- חשוב להסביר לתלמידים כי ייצוג הידע מהווה שיטה חסכונית לזכירת ידע. כידוע הזכרון האנושי יכול להכיל מספר מוגבל של פרטים. ייצוג הידע מאחד מספר פרטים לכלל פריט אחד ובכך "מותיר יותר מקום" לזכירת פרטים נוספים.
- ייצוג חזותי מקל על הזכירה מאחר והמוח האנושי מבין מהר יותר ולזמן רב יותר, ייצוג חזותי. יחד עם זאת, אין לפסול גם ייצוג מילולי, בתנאי שיעיד על עיבוד הקטע המקורי (ראשי פרקים, מושגים מרכזיים וכדומה).
- חשוב ומומלץ להגיש לתלמידים קטע מדעי מתוך מאמר הדן בנושא הקשור לחומר הנלמד בכיתה.
- להלן דוגמא לדרכי ייצוג שונות של הקטע "שיער והיסטוריה" המופיע בעמ' 78 במדריך זה. הייצוגים השונים נערכו על ידי תלמידים שונים במהלך פעילות ו' - 1, **לפני** שנלמדו לעומק סוגי הקטעים השונים והדרך הטובה ביותר לייצוגם:









פעילות ו' - 2: סיפור בסמלים וסימנים

- עמ' 61 בחוברת לתלמיד -

בפעילות זו מתבצע תהליך הפוך לפעילות הקודמת. בפעילות ו' - 1, עסקנו בייצוג חזותי של קטע מילולי. בפעילות זו, יש לעבד ייצוג חזותי לייצוג מילולי.

מוצג רצף של איורים וסמלים המספר סיפור. מאחר ומדובר בייצוג חזותי בלבד, כל אחד יכול לפרש אחרת את הסמלים והסימנים ולספר סיפור שונה על אותו רצף.



מטרת פעילות זו היא להמחיש לתלמידים מספר עקרונות:

- מאחורי כל ייצוג חזותי מסתתר פירוש ומשמעות.
- כל איור יכול לקבל פרוש שונה על ידי אנשים שונים.
- בכל תרבות ישנם סמלים וסימנים אשר פרושם קבוע וידוע לכולם (כמו במקרה זה: סמל משונץ דמוי כוכב - מתפרש כפיצוץ במחוזותינו אך לא בטוח שילד ממונגוליה יפרש כך סימן זה).



- פעילות זו קלילה וקצרה. התלמידים משמיעים את הסיפור שחיברו על סמך רצף האיורים והסימנים ומשתעשעים מהסיפורים השונים והפירושים השונים.
- התוצאות מדברות בעד עצמן והתלמידים מגיעים למסקנה המתבקשת שלייצוג חזותי כמו איורים מהסוג המוצג, יכולים להיות פירושים שונים ועל כן כאשר עורכים ייצוג חזותי יש להקפיד שהמשמעות תהיה מובנת וברורה ורצוי להוסיף הסבר בכתב או בעל - פה.

פעילות ו' - 3: אפיון וייצוג של קטע במדע וטכנולוגיה

- עמ' 66-62 בחוברת לתלמיד -



- רצוי לפתוח פעילות זו בתיאור סוגי הקטעים השונים תוך הצגת הדוגמאות השונות.
- לאחר הצגת הסוגים השונים של קטעים במדע וטכנולוגיה, מגישים לתלמידים אוסף של מספר קטעי מידע מסוגים שונים. מומלץ להכין סוגים שונים של קטעים מדעיים הקשורים לנושא הנלמד בכיתה.
- בכיתות מתקדמות, בהן קראו התלמידים מאמרים מדעיים רבים, ניתן לפתוח בפעילות, ללא הקדמה ולאפשר לתלמידים להציע מאפיינים לקטעים השונים ודרכי ייצוג חזותי מתאימות.
- על התלמידים להגדיר - עבור כל קטע - איזה סוג קטע הוא מייצג:

מיון / מבנה / תהליך / תיאור מחקר או פיתוח טכנולוגי / פתרון בעיה

- התלמידים צריכים להצביע על המקומות בקטע המדעי אשר מעידים על בחירתם.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

עליהם להגדיר את הנושא הנידון בקטע ולעבד המידע בצורה חזותית: סכימה, טבלה, עץ ועוד. או בצורה מילולית: ראשי פרקים וכו'.

להלן הצעה לדרכי ייצוג המתאימות לסוגי קטעים שונים:

סוג הקטע המדעי	דרך ייצוג
מיון	טבלה, תרשים, עץ.
מבנה	איור (יכול להיות מלווה בחיצים והסבר), תאור סכימטי.
תהליך	תרשים זרימה
תיאור ניסוי, פתרון בעיה	טבלה - חלוקה לשלבים, ראשי פרקים

- עם תום פרק זמן העיון והכתיבה, על התלמידים להציג בפני הכיתה את החלטתם המנומקת לגבי סוג הקטע ולהציג כיצד עיבדו את המידע בקטע וייצגו אותו!
- בתום הפעילות יש לערוך דיון מסכם ולהדגיש את חשיבות השימוש בתרשימים לצורך העמקת ההבנה.
- על המורה להדגיש בדיון הפותח ולאורך הלימוד כולו את הבדלי הגישה שבין שיטות ההתבוננות לבין השיטות של לימוד מעמיק וייצוג ידע. חשוב מאוד שהתלמידים ילמדו לדעת מהן ההזדמנויות הלימודיות בהן עליהם ליישם את השיטות של ייצוג ידע (לימוד מעמיק לבחינה, הכנת ניסוי, כתיבת עבודה המתייחסת לנושא ספציפי הנדון בקטע, הכנת הרצאה וכדומה) ומתי מספיק להתבונן ולרפרף על מאמר (מיון מאמרים לפני קריאה מעמיקה, צורך להבין רק מסר עיקרי ללא הפרטים וכדומה)



- פעילות זו יכולה להתבצע בקבוצות עבודה. כאשר כל קבוצה מקבלת קובץ קטעים מדעיים. אך מייצגת רק קטע אחד ומציגה אותו בפני המליאה כך שלבסוף, כל הכיתה רואה דוגמאות שונות של קטעים וייצוגם.
ניתן גם לבצע פעילות זו כך, שכל תלמיד מקבל קטע אחד מתוך הקובץ.
- יתכן שהתלמידים יציעו הצעות לעיבוד המידע שאינן זהות לאלו שהוצעו כאן. אנו מציעים להניח לתלמידים האחרים לבחון את יעילות ההצעה, ובהתאם לכך לקבלה או לדחותה. באם הצעת תלמיד מתבררת כהגיונית, הרי שיש להציגה כאלטרנטיבה תוך השוואתה לדרכים אחרות.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

-קיימת אפשרות שהתלמידים יציעו הגדרות של סוגי קטעים אחרים שלו הוזכרו. תפקיד המורה הוא לדון עם התלמידים, באם מהווה הסוג המוצע חידוש, או שהוא נוסף לסוג קיים.
- יש להתעכב עם התלמידים על ביצוע תהליך עיבוד הקטע, תוך הדגשה כי מעשה העיבוד מהווה למידה.
- בנוסף למטרת העל של פיתוח שיטות למידה, יש להתעכב בצורה משמעותית ובמידה המתבקשת, על התכנים. לכן רצוי שהקטעים הנלמדים יהיו מעניינים, מתאימים לרמת התלמידים וקשורים לתוכן הנלמד בכיתה. כך במקביל לרכישת המיומנויות של ייצוג ידע, התלמידים מרחיבים ומעמיקים את ידיעותיהם בנושא הנלמד.
חשוב מאוד, להתעכב על המהותי שבכל קטע ולתרגל את יחסי הגומלין בין המרכיבים השונים שלו (סיבה-תוצאה, השערות-תוצאות, שלם וחלקיו).
- לאחר החשיפה הראשונית של התלמידים למיומנות של מיון הקטעים ועיבודם יש להמשיך את התירגול בייצוג ידע תוך שימוש בקטעים הקשורים לנושאי הלימוד הנלמדים בכיתה, בהזדמנויות שונות.
- בכיתות הטרוגניות - רצוי לתת לתלמידים שונים לעבוד על קטעים ברמת קושי שונה, המתאימה ליכולתם.

פעילות ו' - 4: שרטוט חתכים כדרך לייצוג חזותי

- עמ' 67 בחוברת לתלמיד -

החתך הוא תיאור מוסכם, המתקבל בתהליך דמיוני, שחותכים בו את הגוף לשני חלקים, באמצעות מישור שקוף.

מתוך "תקשורת גרפית" / שלמה ניאגו, משה שטרן, המרכז לחינוך טכנולוגי חולון, 1992.



במהלך העיסוק במקצועות המדע והטכנולוגיה אנו נעזרים לעיתים תכופות מאוד בתיאור גופים בעזרת איור חתכי אורך ורוחב שלהם. בהוראת התא החי משולב תמיד איור של חתך בתא החי החושף את המרכיבים והאברונים השונים של התא. כאשר עוסקים בניתוח של מערכת טכנולוגית, אנו נעזרים בשרטוט המתאר חתך אורך או רוחב של המערכת כולה או של מספר רכיבים על מנת להבין טוב יותר את פעולתה.
סקירה של חומרי הלמידה ב"מדע וטכנולוגיה" ועזרי הוראה, מגלה באחת את השימוש הרב הנעשה בייצוגים חזותיים מהסוג של חתכים ושרטוטים במהלך ההוראה. אולם, לרוב, לא

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מוקדש זמן להבהרת האיור, להבהרת נקודת המבט, לבדיקה האם כל התלמידים מבינים מהו חתך אורך? מהו חתך רוחב?

לפרטים רבים באוכלוסיה יש קושי אמיתי בהבנה של ייצוגים תלת מימדיים, חתכים ואיורים המתארים גוף מנקודות מבט שונות. חלקם ייתקשו להבין ייצוגים אלו גם לאחר הסבר והקנייה של מיומנויות ההתבוננות בייצוגים אלו. אולם חלק ניכר מאוכלוסיה זו יכול לרכוש את המיומנות הנדרשת בעזרת התנסות חוזרת ונשנית וקבלת הסבר והדרכה מהמורה.

מכאן חשיבות העיסוק וההתנסות בשרטוט חתכים, הטלים ומראים.

גם בחוברת הסילבוס של המקצוע "מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים" מודגשת ההנחיה להוראת מיומנויות של ייצוג גרפי (תרשים המיומנויות בעמ' 16 בחוברת הסילבוס, 1996, בהוצאת משרד החינוך התרבות והספורט) ובסעיף 4.1.1 - סוגי מידע וייצוגו : שיטות ואמצעים להמרת מידע מצורה לצורה : אפנון וגילוי.



- השרטוט הינו תחום בתקשורת גרפית הדורש שליטה במיומנויות ייחודיות והבנה נרחבת בנושא. מטרת פעילות זו (עמ' 67 בחוברת לתלמיד) היא להקנות מושגים בסיסיים הקשורים בשרטוט ומאפשרת התנסות "על קצה המזלג" בלבד.

- התלמידים יחלו להבין ולהתנסות בשרטוט חתכים על ידי בחירת חפץ מחיי היום יום שלהם, ביצוע חתך דימיוני בחפץ - לאורך או לרוחב וניסיון לצייר את אשר יתגלה לאחר ביצוע החתך.

- על המורה להקפיד ולראות את החתכים שהתלמידים ציירו על מנת להיווכח אם אכן כל התלמידים מבינים מהו חתך אורך ומהו חתך רוחב ובמה יתרונם.

- בתום פעילות זו כדאי לחזור ולהראות לתלמידים איורים של חתכים שהמורה הציג בפניהם בעבר ולדון עם הכיתה האם מדובר בחתך אורך או רוחב ובמה תרם האיור למידע שבידינו.

- בשלב הבא אפשר להציג בפני התלמידים איורי חתכים של גופים שונים ולאפשר לתלמידים לציין איזה גוף מתאר החתך.

פעילות ו' - 5: שרטוט "על קצה המזלג"



- עמ' 68-70 בחוברת לתלמיד -

כל שרטוט מתאר עצם, מוצר או מבנה. בתחומי המדע והטכנולוגיה, פעמים רבות אנו נדרשים להבין שרטוטים או לשרטט בפועל מבנים, איברים וכדומה. לעיתים השרטוט קטן בהרבה מגודלו הטבעי של האובייקט, על מנת לאפשר את התאמתו לגודל הדף. לעיתים האובייקט עצמו קטן מאוד והשרטוט מגדיל אותו יחסית על מנת לאפשר שימוש נוח בשרטוט.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

קנה מידה:

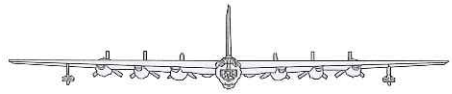
היחס בין גודלו של העצם המשורטט לבין גודלו במציאות מכונה קנה מידה.
קנה מידה הוא שיעור היחס שבין המידה הרשומה בשרטוט לבין המידה שהיא מייצגת במציאות.
לדוגמה, קנה מידה 1:2 פירושו, שהעצם המשורטט קטן פי שניים מגודלו במציאות. המספר השמאלי מייצג את הגודל בשרטוט והמספר הימני מיצג את הגודל במציאות.
קנה מידה 2:1 פירושו, שהעצם המשורטט גדול פי שניים מגודלו במציאות.
ללא קשר לקנה מידה, יש לרשום בשרטוט את המידות המייצגות את הגודל הטבעי.

היטלים ומראים:

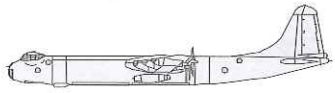
השרטוט מתאר עצמים תלת ממדיים על גבי מישור דו-מימדי בלבד, שהוא גיליון השרטוט.
אחת הדרכים לתיאור העצמים בתחום התקשורת הגרפית והטכנית היא על ידי הצגת צדדים שונים של העצמים באמצעות היטלים ומראים. בשרטוט הטכני מקובל להשתמש במראים.
המראה הינו תיאור מוסכם של צידו האחד של הגוף הנגלה לצופה.

על פי: "תקשורת גרפית" / שלמה ניאגו, משה שטרן, המרכז לחינוך טכנולוגי חולון, 1992.

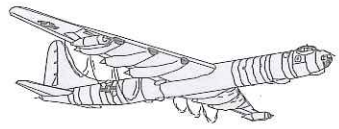
להלן דוגמה לשרטוט מראים שונים של מטוס כך שכל מראה מתאר ומפרט את הפרטים הנגלים לצופה בעת צפייה במטוס מצדדיו השונים:



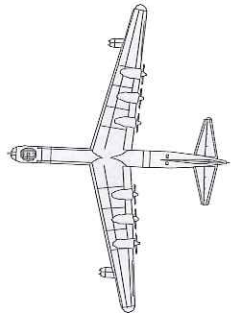
מראה - צד



מראה - צד



מראה - ראשי (מראה - פנים)
המראה המייצג את צידו האופייני של הגוף



מראה - על
מראה את חלקו העליון של הגוף

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



- פעילות זו (עמ' 68-70 בחוברת לתלמיד) ערוכה כך שתחילה התלמידים מתנסים בשרטוט פשוט המתקשר לחיי היום יום שלהם ובהמשך התלמידים מתבקשים לשרטט פריט או איבר הקשור לנושא הנלמד בכיתה.
- פעילות זו דורשת מיומנויות שתלמידים בדרך כלל לא התנסו בהן קודם, אולם, אין פעילות זו מתיימרת להקנות את כל מיומנויות השרטוט והמידע הנדרש לכך - מדובר בהתנסות "על קצה המזלג בלבד" על מנת לאפשר לתלמידים להבין טוב יותר ייצוג חזותי, תלת מימדי.

פעילות ו' - 6: לימוד מעמיק של קטעים במדע וטכנולוגיה

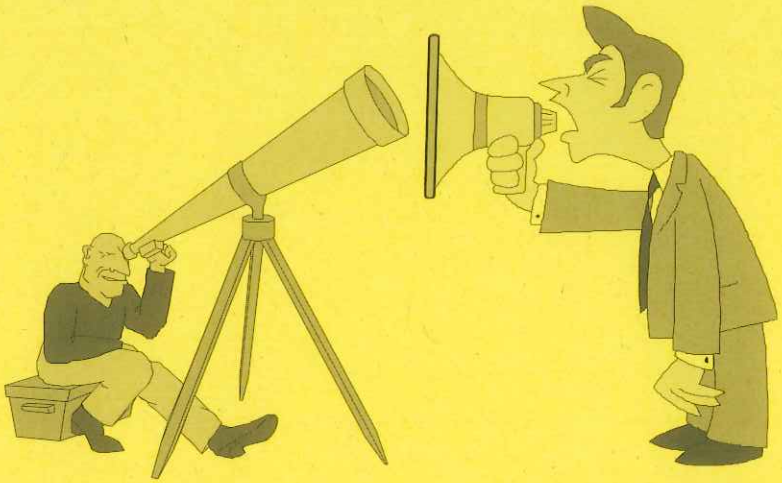
- עמ' 71 בחוברת לתלמיד -



- פעילות זו נועדה לתלמידים מתקדמים.
- ניתן לחלק את הכיתה לקבוצות עבודה.
- בפעילות זו ניתן מאמר מדעי מלא ובו שילוב של סוגי הקטעים השונים. על התלמידים לזהות את הקטעים השונים, לעבדם ולייצגם בהתאם לסוגי הקטעים שזוהו.
- בתום הפעילות על התלמידים לערוך הרצאה קצרה המציגה בקצרה את המאמר תוך שימוש בתרשימים, טבלאות וכו' - שהתלמידים הכינו לאור איפיוני הקטעים השונים במאמר.
- גם בפעילות זו, רצוי להגיש לתלמידים, מאמר העוסק בחומר הלימוד. על המורה לבחור מאמר אשר משולבים בו מספר סוגים של קטעים מדעיים ואשר ניתן לעבדם ולייצגם בתרשימים שונים. על המאמר להיות ברמת התלמידים ואף ברמה מעט גבוהה יותר.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ז' - צפייה והקשבה



מטרות:

* הקניית מיומנויות של הקשבה וצפייה בהרצאה, סרט וכדומה.
* פיתוח מיומנויות של הקשבה וצפייה פעילה.
* הכרת דרכים לתיעוד ועיבוד מידע המועבר ברך של הרצאה, סרט, דיון ועוד.
* הכרת שיטות להאזנה ממוקדת וביקורתית.

מושגים:

האזנה פעילה, צפייה מודרכת, הקשבה ביקורתית, סיכום מידע המועבר בעל - פה, תיעוד, סוגי חשיבה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



"תראה מה יש לי לומר!...."

אחת ההוויות המרכזיות של הוראה ולמידה היא ההרצאה וההקשבה להרצאה.
מידי יום תלמידים מגיל הגן ועד מוסדות אקדמאים, מקשיבים להרצאות המוגשות על ידי מורים, צופים בקטעי וידיאו, סרטים, דיונים, הופעות וכדומה.
המורה / מרצה, מצפה מהתלמידים להבין ולזכור את המידע שהועבר וליישמו בהזדמנויות שונות של הלמידה.
אולם, לרוב, לא מתקיימת הקנייה של מיומנויות הנדרשות לתיעוד וזכירה של המידע שהועבר.
בגילאים צעירים, לרוב, התלמידים אינם רושמים כלל את דברי המורה / מרצה והלמידה מסתמכת על זכירה. בהמשך הלימודים אנו נתקלים בתופעה הנרחבת שבה המורה מכתיב/ה לתלמידים "משפטים חשובים". בהמשך, בלימודים על יסודיים, תלמידים רבים הופכים לכתבנים הכותבים את דברי המרצה מילה במילה כך שמירב תשומת ליבם מופנית להספק הכתיבה ולא להבנת מה שנאמר. במצבי למידה אחרים, תלמידים צופים בסרט, לעיתים בחדר מיוחד, ואינם מתעדים את המידע שהועבר בו ואחר כך, מתקשים לזכור את הפרטים הנדרשים. מאידך, עדיין, המורים מצפים כי התלמידים יזכרו ויפנימו את המידע שהועבר.
על מנת לאפשר לתלמידים להפיק תועלת מצפייה ומהקשבה, על המורה להקנות לתלמידים מיומנויות בסיסיות של הקשבה פעילה, צפייה מודרכת, סיכום ותיעוד, חשיבה ביקורתית וחשיבה מנקודות ראות מגוונות.
מבנית זו משקפת את אחד מהעקרונות המרכזיים של התוכנית "תקשורת מדעית - טכנולוגית": כאשר תלמיד צופה ביישום של מיומנות המתבצע על ידי מומחה וכאשר התלמיד מתבקש להתעמק ולהפעיל חשיבה ביקורתית על הנעשה, הוא למעשה מפנים את הדרך ליישום המיומנות ויוכל לבצעה בעצמו. כך, כאשר תלמיד נדרש לשים לב למספר פרטים בזמן הרצאה הן מתחום התוכן והן בתחום של המיומנות עצמה, והאופן בו מועברת ההרצאה, הוא ידע להקפיד על אותם פרטים בזמן שהוא בעצמו יידרש להגיש הרצאה בפני קהל שומעים.

נשמע ואחר כך נעשה ולא - "נעשה ונשמע"...

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ז' - 1: לפני ואחרי - הקשבה להרצאה

- עמ' 74-75 בחוברת לתלמיד -



- בפעילות זו שני שלבים: בשלב ראשון התלמידים מתבשרים על הרצאה שהם עומדים לשמוע. הם מקבלים את שם ההרצאה ואת שם המרצה (המרצה יכול/ה להיות המורה עצמו/ה).
- התלמידים מתבקשים לרשום שאלות בנושא ההרצאה שהם מצפים לקבל את התשובות עליהן במהלך ההרצאה.
- בשלב השני ההרצאה מתקיימת והתלמידים מאזינים לה בקשב רב.
- התלמידים נדרשים לציין האם ההרצאה ענתה על חלק או על כל שאלותיהם. כמו כן עליהם להתמקד ולציין מידע חדש שהם למדו במהלך ההרצאה.
- במקביל לתחום התוכן, התלמידים מתבקשים לציין כיצד לדעתם התבצעה ההרצאה, מה הרשים אותם באופן העברת ההרצאה ומה נראה להם חסר: המרצה דיבר בשטף ובאופן ברור אך הביט רוב הזמן רק לצד אחד של הקהל.



- הזמנת איש מקצוע ומומחה להרצאה בפני התלמידים, על נושא הנלמד בכיתה, היא יוזמה חשובה.
חשוב שהתלמידים יקשיבו לאיש מקצוע המדבר בשפה מקצועית עם מושגים שנלמדו בכיתה. חשוב שתלמידים ילמדו לכבד ולהאזין גם למרצה חיצוני ולא רק (אם בכלל) למורה המרצה בכיתה.
- פעילות המשך לפעילות זו היא פעילות ח' - 1: הרצאה - הערכת עמיתים (עמ' 86-87 בחוברת לתלמיד).

לאחר שהתלמידים האזינו להרצאה והבינו באופן ראשוני כיצד יש להגיש הרצאה, עתה הם נדרשים להציג ידע שרכשו בדרך של הרצאה בפני הכיתה. הם לומדים כיצד להכין הרצאה, כיצד לערוך אותה וכיצד לעמוד מול הקהל. בפעילות ח' - 1 התלמידים מעריכים את הרצאות עמיתיהם ובדרך זו מפתחים את החשיבה ביקורתית, האזנה ממוקדת, הפעלת שיפוט לגבי אופן ביצוע הרצאה ומהימנות המידע המוצג בה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ז' - 2: סיכום במהלך הרצאה

- עמ' 76-78 בחוברת לתלמיד -

רבות כבר פורסם על שיטות לסיכום בכתב של מידע המועבר בהרצאה, מיזוג טקסטים הלקוחים ממקורות שונים, תמצות מידע מתוך טקסט ועוד.
על כן, מטרת מבנית זו, אינה לחזור על המצוי כבר במקורות אחרים, אלא, לנסות לתרום באופן יעיל ובר יישום, מספר רעיונות לתיעוד מידע העובר בעל - פה.



- בפעילות זו יתנסו התלמידים באחת הדרכים לסיכום ותיעוד מידע המועבר בעל - פה בדרך של הרצאה או דיון וכדומה.
- ההנחיות לתלמיד מפרטות מה עליו לעשות במהלך ההרצאה ולאחריה. התלמיד מקבל "מרשם" מודרך כיצד לסכם את המידע המועבר בהרצאה.
- רבים מתלמידי חטיבת הביניים אינם שולטים במיומנות של סיכום מידע, ואפילו במהלך שיעורים שגרתיים בכיתה, המורה נאלץ/ת לא אחת להכתיב לתלמידים את עיקרי הדברים. לאור האמור, פעילות זו אינה יכולה להיות חד פעמית. יש לחזור על פעילות זו בהזדמנויות שונות בהיקפים שונים וגם במהלך ההוראה השוטפת בכיתה.
- מיומנות זו של סיכום מידע בניסוח חדש ועצמאי המתמצת את עיקרי הדברים, הינה מיומנות בסיסית הנדרשת בכל תהליך למידה בפרט ובחי היום יום בכלל.

פעילות ז' - 3: ששת הכובעים*

- עמ' 79-80 בחוברת לתלמיד -



- מטרת פעילות זו היא לפתח ולטפח חשיבה ביקורתית, כמו גם חשיבה מעמיקה ורבת היבטים.

חשיבה מורכבת שכזו הכרחית להבנה ולניתוח נכון של מידע תוך הבאה בחשבון של כל ההיבטים הקשורים למידע הנרכש.

במהלך האזנה להרצאה, הקשבה לשיעור או צפיה בסרט, אנו יכולים להפעיל סוגים שונים של חשיבה, כשכל אחד מהם, ממקד אותנו בהיבט שונה של הדברים הנאמרים.

"ששת כובעי החשיבה" היא שיטה להפעלת סוג אחד בלבד של חשיבה בזמן נתון. לאחר תרגול של כל סוגי החשיבה, ניתן להפעיל בו זמנית מספר סוגי חשיבה עד לרכישת מיומנות של חשיבה מורכבת, רבת היבטים.

* מעובד מתוך: "למד את ילדך לחשוב", אדוארד דה - בונו, 1994, בהוצאת מכון ברנקו וייס לטיפוח החשיבה, ירושלים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

- נגדיר שישה כובעים, כל אחד בצבע שונה, וכל צבע מסמל סוג אחד של חשיבה.
צבע הכובע מגדיר את התפקיד ואת סוג החשיבה שיש להפעיל בזמן הפעילות:

כובע לבן: מלקט מידע: עובדות, מספרים השערות וכדומה. כובע זה בודק את המידע שבידו ובוחן האם המידע מספק ואמין? איזה מידע יש בידינו? איזה מידע חסר? איך משיגים את המידע הדרוש?

כובע אדום: כובע זה אינו מעונין בעובדות אלא רק ברגשות, הרגשות, תחושות ואינטואיציות. כובע זה בוחן את הרגשותיו בקשר לעניין, "ברגע זה"?

כובע שחור: זהו הכובע השימושי והחשוב ביותר כיוון שהוא עוסק בחשיבה ביקורתית. בודק אמיתות, התאמת עובדות, מפעיל שיפוט, שואל האם זה נכון? האם קיימת התאמה עם העובדות? האם זה יצליח? האם זה בטוח? האם אפשר לעשות זאת?

כובע צהוב: כובע זה מבקש למצוא ולהצביע על יתרונות, תועלת שניתן להפיק, רווחים, חסכונות. כובע זה מחפש את הטובות שתצמחנה, את התוצאות החיוביות. הוא ישאל שאלות כמו: האם אפשר לעשות זאת? כיצד מפיקים תועלת? מדוע טוב לנהוג כך?

כובע ירוק: משמש לחשיבה יצירתית. עוסק בהצעות, השערות, העלאת רעיונות חדשים, רעיונות חלופיים לפעולה. הדגש כאן הוא על "חידוש" - מה אנו יכולים לעשות פה? האם ישנם גם רעיונות אחרים? האם יש דרך טובה יותר?

כובע כחול: בזמן שכל הכובעים האחרים חושבים על הנושא עצמו, הכובע הכחול חושב על החשיבה. הוא מבט - על. הוא מנצח על תזמורת. הוא בוחן את השליטה על תהליך החשיבה, מסכם "היכן אנו עומדים", קובע את הצעד הבא של החשיבה - מציב תכנית לחשיבה. הוא מתבונן על המתרחש ומבקר את החשיבה שמתבצעת. תפקידו לגרום לחושבים להיות מודעים להתנהגות חשיבתם.

מעובד מתוך: "למד את ילדך לחשוב", אדוארד דה - בונו, 1994, בהוצאת מכון ברנקו וייס לטיפוח החשיבה, ירושלים.



- במהלך הפעילות התלמידים צופים בסרט, מאזינים להרצאה, דיון וכדומה. עליהם להפעיל חשיבה ולהוציא את עיקרי הדברים הנאמרים, המתאימים לצבע הכובע - לסוג החשיבה שעליהם להפעיל.

- כדאי להכין לתלמידים כובעים בהתאם לששת הצבעים - ניתן להכין כובעים דוגמת כובעי ליצן בעזרת שמיניות בריסטול בצבעים המתאימים. הכובעים תורמים לאווירה משעשעת ושונה.

- בתום הפעילות, חשוב לנהל דיון בכיתה, בו התלמידים מציגים את ההיבטים שבהם הם התמקדו.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מעניין לשמוע מספר תלמידים שחבשו אותו צבע של כובע: להבחין בהבדלים ביניהם, לברר האם הם היו נאמנים לסוג המחשבה שאליו הם התחייבו או שגלשו ל"צבעים" אחרים.
חשוב לחזור ולהדגיש את ההבדלים בין סוגי החשיבה ובד בבד לבדוק סוגי חשיבה דומים או קרובים.

- ניתן לבצע פעילות זו בהזדמנויות שונות כך שהתלמידים יתנסו בסוגי חשיבה שונים.
- במצבים בכיתה של דיונים או ניתוח של מצבים שונים, ניתן לבדוק עם התלמידים איזו גישה או איזו דעה, מתאימה לצבע כובע מסויים.

פעילות ז' - 4: הדגמת צפייה מודרכת בסרט

- "על האש" **- עמ' 81 בחוברת לתלמיד -**

+

פעילות ז' - 5: במחשבה שנייה - צפייה מודרכת בסרט

- עמ' 82 בחוברת לתלמיד -



צפייה בסרט או קטע וידיאו היא לרוב חוויה טובה ומהנה. היא שוברת את שגרת השיעור ומאפשרת מעבר מידע בדרך מעניינת ומרתקת. יחד עם זאת, למרות שמטבע האדם, מידע העובר בדרך חזותית נקלט טוב יותר במוח האדם, לא כדאי לצאת מתוך הנחה שכל מה שנאמר במשדר אכן ייזכר על ידי התלמידים או יובן.
מכאן חשיבותה של הצפייה המודרכת. על התלמיד לדעת שעליו להאזין בקפידה, לצפות בעיון במשדר ולבסוף ליישם את אשר למד מהמשדר במטלה שניתנה על ידי המורה.

- פעילות ז' - 4 מדגימה דף עבודה שעל התלמידים למלא לפני ואחרי צפייה בפרק "על האש" מתוך הסדרה "סופי לעת עתה". במסגרת פעילות זו, התלמידים צריכים להביע את דעותיהם לגבי מספר היגדים הקשורים בנושא המשדר בו ייצפו (נכון / לא נכון). בזמן הצפייה במשדר, התלמידים צריכים לצפות ולהאזין למשדר בריכוז ולאחר המשדר על התלמידים לענות שנית על ההיגדים. לבסוף, המורה והתלמידים יבדקו יחדיו, האם השתנו דעותיהם של התלמידים במהלך המשדר לגבי כל היגד ומדוע.
- פעילות ז' - 5 מתבצעת בדומה לפעילות ז' - 4 אולם, מצורפת טבלת היגדים ריקה ובה על המורה לחבר היגדים בהתאם למשדר שעומד להיות מוקרן בפני התלמידים.
- בהתאם, חשוב לחבר דף תצפית או דף עבודה עבור כל סרט וכל משדר שהתלמידים צופים בו במהלך השיעורים ב"מדע וטכנולוגיה" שאם לא כן, תלמידים יכולים לאבד את הריכוז במהלך הצפייה - עובדה המובילה למהומה בכיתה כמו גם חוסר הבנה של המידע המועבר במשדר.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

מבנית ח' - הצגת ידע



מטרות:

* רכישת מיומנויות של הצגת ידע בפני קהל.
* היכרות עם שיטות שונות להצגת ידע.
* היכרות עם אמצעים חזותיים מגוונים העוזרים בהמחשת והפשטת הידע המוצג.

מושגים:

הצגת ידע, אמצעים חזותיים, תקשורת, הרצאה, תקציר, פוסטר מדעי, כתיבת עבודה מחקרית במדע וטכנולוגיה, מצגת, מודל.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

הצגת ידע

העיסוק במדע וטכנולוגיה מחייב העברת ידע לצורך הצגת תוצאות, התייעצות עם מומחים, העברת ביקורת, דיווח וכדומה.

ארגון המידע הכרחי לתקשורת ברורה! הגורם המעביר את המסר בתקשורת הוא האחראי לכך שהמסר יתקבל ויהיה ברור. כך, הרצאה שאינה מובנת מצביעה על מרצה שאינו מתקשר טוב עם הקהל ולא מבהיר את דבריו.

עיסוקם של אנשי התקשורת הוא בהעברת מידע. אנשי פרסום מקדישים הרבה מאמץ, זמן, כסף, אנרגיה וכשרון בניסיון למכור את מוצריהם או רעיונותיהם. אנשי מקצוע מתחומי המדע והטכנולוגיה יכולים לעיתים ללמוד מהמפרסמים מספר כללים להעברת מסרים בצורה פשוטה, בהירה ואטרקטיבית תוך שמירה על רמה מדעית גבוהה ורצינית.

מטרת פרק זה לעזור לתלמיד להיות מודע יותר לאמצעי התקשורת החזותית ולדרכים המגוונות בהן הוא יכול להציג ידע.

תקשורת חזותית

תקשורת כוללת גם תקשורת חזותית כמו תמונות ותרשימים. הבהרת רעיונות בעזרת אמצעים חזותיים, היא מיומנות היכולה להילמד.

עם זאת, כולנו כבר התנסינו בעבר בהצגת ידע שהיתה מהממת ומרשימה מבחינה חזותית, אולם השאירה אותנו מבולבלים ולא מבינים מבחינתְ תוכן הדברים שהוצגו. הצגת ידע חייבת להיות מעניינת וברורה לקהל מבחינת התכנים וממחישה ומרתקת מבחינת האמצעים החזותיים המוצגים בה. הצורה הגראפית חייבת להיות מלווה בהסבר מניח את הדעת ומותאם לקהל הצופים, השכלתם וניסיונם.

יש להתחשב גם בקהל השומעים / קוראים. אם מדובר בקהל המכיר ובקיא בחומר המוצג, ניתן להציג איורים מורכבים. כאשר ידוע שקהל השומעים חסר ניסיון וידע בתחום בו מדובר - רצוי להציג איורים פשוטים וברורים.

כמות המידע גם תלויה במדיום: פוסטר מוגבל במקום, שיקופית מוגבלת בזמן, מודל מוגבל בגודל.

דוגמא אחרת: אם מציגים טבלה בפני קהל, היא צריכה להיות ניתנת לקריאה על ידי הקהל היושב בשורות האחרונות.

מומלץ להתייחס להכנת הצגת הידע כתהליך מלמד, מהנה ויצירתי. לעיתים, עצם הכנת הצגת הידע ובחירת האמצעי החזותי, מביאה לרעיונות חדשים ולהבנה עמוקה יותר.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

דרכים להצגת ידע:

הרצאה

הרצאה היא אחת הדרכים השכיחות ביותר להצגת ידע. במבנית הקודמת דנו בין היתר בהקשבה להרצאה. לעיתים, מבקש/ת המורה מהתלמידים להכין הרצאה בנושא מסוים כחלק מתהליך הלמידה / הוראה. אולם, מורים רבים אינם מודעים לצורך להקנות לתלמידים את המיומנויות הנחוצות להכנה ולהגשה של הרצאה ולהקדיש לכך זמן מהשיעור. התלמידים פשוט מתבקשים להרצות, ללא כל הכוונה ולימוד.

כך, קורה לעיתים שתלמיד מכין עבודה מעמיקה ומושקעת ובשעה שעליו להרצות בפני הכיתה על עבודתו, דבריו מגומגמים, בלתי מאורגנים, נמשכים מעבר לזמן המוקצב ויוצרים הרגשה שלא בוצעה עבודה טובה.

על כן חשוב ללמד את התלמידים כיצד להכין הרצאה, מהם שלבי ההכנה, חלוקת הזמן, כיצד לשמור על קשר עם הקהל וכדומה.

כדאי לתרגל מיומנות זו תחילה בהרצאה קצרה על היקף מידע מצומצם ואחר להגדיל את הזמן להרצאה ואת המידע שמועבר בה.



© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

כיצד להכין הרצאה?

הכנות ראשוניות:

- יש לוודא מיהו קהל השומעים, מה הידע של הקהל בנושא המוצג - עובדות אלו מסיעות להחליט באיזו רמת מורכבות יוצג המידע.
- יש לוודא כמה זמן מוקצב להרצאה ולהכינה בהתאם.
- יש לקחת בחשבון את גודל החדר ומהו הציוד העומד לרשות המרצה.
- יש לוודא שהציוד האור קולי - עובד ותקין גם מספר דקות לפני ההרצאה.

הכנת ההרצאה:

1. קביעת נושא ההרצאה.
2. הכנת ראשי פרקים. רצוי להתייעץ עם המורה /מנחה.
3. קריאת חומר רקע על הנושא וחומר עזר.
4. כתיבת ההרצאה תוך שילוב מתאים של אמצעי ייצוג חזותי: טבלאות, גרפים, מפות, איורים...
5. כדאי להתייעץ עם אנשי מקצוע, מורים ועמיתים לגבי רמת ההרצאה ומידת בהירות האיורים.
6. אמירת ההרצאה בקול מספר פעמים (לפני המראה!?...ולפני מספר שומעים) ומדידת זמן.
7. הכנת דף עזר אישי להרצאה: ראשי פרקים ומילות מפתח...
8. הכנת תקציר ורשימה ביבליוגרפית במספר עותקים עבור הקהל או עבור ספר התקצירים.

ועוד כמה טיפים:

- כדאי להכין פתקי זמן שיציג לך חבר לתזכורת: 5 דקות לסיום, 1 דקה לסיום...
- כל הכיתובים, התמונות והאיורים המלווים את ההרצאה, צריכים להיות מוצגים בגודל סביר כך שגם הצופה בשורות האחרונות של הקהל יוכל לראותם.
- חשוב להיזהר מהפיכת אמצעי העזר לציר המרכזי של ההרצאה. מטרתם לסייע, להמחיש ולהבהיר נקודות מסוימות במהלך ההרצאה!
- הופעה חיצונית הולמת.
- קשר עין מתמיד עם המאזינים: עירנות למתרחש בחדר, התאמת קצב ההרצאה.
- יש להמנע מהקראת ההרצאה מהכתב.
- שילוב אמצעים אור קוליים בתבונה ובמידה.
- לא לעמוד עם הגב למאזינים. גם כשמסבירים על מפה או איור מסוים.
- אם נחוץ לרשום חומר רב על הלוח - כדאי לעשות זאת לפני ההרצאה.
- השאר זמן לדיון בסוף ולשאלות.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

חלוקת זמן מומלצת בהרצאה בנושא מחקרי:

10% מהזמן: שם ההרצאה, שמות המרצים והשותפים, רקע ומסירת ראשי הפרקים של ההרצאה.

10% מהזמן: מטרות וראציונל.

60% מהזמן: גוף ההרצאה: תאור המחקר, ממצאים ומסקנות.

20% מהזמן: סיכום ומתן הזדמנות לקהל לשאול שאלות ולקבל מענה מהמרצה.

פעילות ח' - 1: הרצאה - הערכת עמיתים

- עמ' 86-87 בחוברת לתלמיד -



- בפעילות זו, התלמיד מבקש מחבר לשמוע את הרצאתו ולהביע את דעתו לגבי ההרצאה, לפני שהיא מוגשת במועד המתאים. בדרך זו, המרצה יכול לשפר את הרצאתו ואילו התלמיד המאזין מתרגל ומפנים את אותם פרטים, שיש לשים לב אליהם בעת הכנת הרצאה.

- ניתן לערוך פעילות זו גם בזמן שתלמידים מרצים בפני הכיתה, ותלמידים אחרים או כל הכיתה מעריכה את ההרצאה לפי הקריטריונים המוצעים.
- ניתן להיעזר בפעילות זו גם בעת שמוזמן מרצה אורח לכיתה. התלמידים מתבקשים להקשיב להרצאה ולהעריך את דרך הרצאתו ומידת בהירות הדברים שנאמרו.
- פעילות זו תואמת את התפישה הכללית של "תקשורת מדעית טכנולוגית" הגורסת, שלאחר שתלמיד ראה וחקר כיצד מיומנות מסויימת מיושמת, קל לו יותר לרכוש את המיומנות וליישמה בעצמו ואף להפעיל ביקורת על ביצוע המיומנות. כך, במבנית ז' התלמיד הקשיב להרצאות ובמבנית ח' עליו להכין הרצאה בעצמו ולהעריך את עמיתיו..

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פוסטר מדעי

פוסטר מדעי הוא דרך להצגה חזותית מוגדלת, בעלת מבנה קבוע, של עבודה מדעית. פוסטר מדעי מכיל את המרכיבים הבאים: כותרת, שם החוקר, מכון מחקר, טקסט ואיורים המציגים את המחקר.

צורת הצגת ידע זו נפוצה בכינוסים מדעיים - במקביל או בנוסף להרצאות מילוליות, לאור הכמות ההולכת וגדלה של מחקרים והצורך לתת לכולם אפשרות להצגתם.

להצגת הפוסטרים מוקדש בדרך כלל מושב מיוחד בכנס שבו כל הפוסטרים מוצגים באולם ייעודי.

משתתפי הכנס עוברים, מתבוננים וקוראים את הפוסטרים. לרוב, עורך המחקר עומד ליד הפוסטר שלו על מנת לענות על שאלות משתתפי הכנס וכך הוא יכול להשלים מידע שלא הוצג בפוסטר.

לעיתים, בכנסים, מתמנה ועדה מיוחדת העוברת ובוחרת מבין הפוסטרים את הטובים ביותר - מבחינה מחקרית - ומחבריהם מתבקשים להציג את המחקר המתואר בפוסטר, לקהל, במושב מיוחד במשך זמן קצוב (בדרך כלל כ- 10 דקות).

מניסיוננו, פוסטר מדעי הינו דרך מצוינת להצגת עבודות חקר של תלמידים גם בחטיבת הביניים. הפוסטר המדעי מהווה דרך שונה, חדשה לתלמידים להצגת הידע שלהם. הפוסטר המדעי מצריך התנסחות קצרה ורהוטה ופריסת כל שלבי המחקר באופן תמציתי, מעניין וברור.

עריכת הפוסטר המדעי מאפשרת התנסות בתיכון שכן יש צורך בחשיבה מקדימה על עיקרי הדברים שרוצים להציג, אחר כך יש לתכנן את העימוד והעיצוב של הפוסטר ואף לשרטט דגם מוקטן של הפוסטר ורק אחר כך לעבור לעיצוב והכנת הפוסטר הסופי. תהליך זה הינו חוויתי וכרוך בעשייה יצירתית תוך עבודת צוות וחלוקת תפקידים.

הפוסטר המדעי מהווה לעיתים הזדמנות לתלמידים ה"חלשים" יותר בתחום התוכן, דווקא להתבטא יותר בדרכי עיצוב, הצגה יצירתית והבעה.

את הפוסטרים המדעיים ניתן להציב בתערוכה מסודרת שתאפשר לתלמידים אחרים, הורים, מבקרים בבית הספר, לצפות בפוסטרים ולהיחשף לעבודות החקר של התלמידים.

יתרונה של התערוכה שהתלמידים יכולים במספר הזדמנויות, לעמוד ליד הפוסטר שערכו ולהציג שוב ושוב את מחקרם או לענות על שאלות. התערוכה יכולה להיות מוצגת זמן ממושך לרווחת הנמצאים והמבקרים בבית הספר ולגאוות התלמידים.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

תכנון לדוגמא של פוסטר מדעי:







© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



הצגת ידע באמצעות פוסטר מדעי:

יתרונות:

- ניתן להתבונן בידע המוצג בפוסטר ללא מגבלת זמן.
- קיים מגע אישי בין עורך המחקר למתבוננים.
- הידע בפוסטר מוצג כמכלול אחד שלם.
- זהו מדיום חזותי מצוין להצגת איורים והדגמות.

חסרונות:

- יש צורך למשוך את הקהל להתבונן בפוסטר שכן השומעים הפוטנציאליים אינם מרוכזים במקום אחד כמו בישיבה באולם הרצאות.
- הצופה אינו יושב בנוחות.
- מימדי הפוסטר מוגבלים כך שיש צורך לסנן ולתמצת את הידע המוצג בו.
- הכנת פוסטר מחייבת הקדשת זמן, משאבים ולעיתים גם הוצאה כספית.

הכנות ראשוניות:

- לפני הכנת פוסטר יש לוודא מהן מידות הפוסטר הנדרשות, היכן הוא יוצג, מהו מבנה האולם / חדר בו מוצג הפוסטר, מידת התאורה, מידת המרווחים בין הפוסטרים המוצגים, מיהו הקהל הצופה בהם. לעיתים מארגני הכנס גם מציינים באיזה גודל אותיות צריכה להיות הכותרת.

הכנת הפוסטר:

- יש להחליט על כותרת הפוסטר. מתחת לכותרת מוסיפים את שמות החוקרים ומכון המחקר או המסגרת בה נערך המחקר. הכותרת צריכה להיות ברורה ובניסוח אטרקטיבי על מנת למשוך את הקהל.
- לפני הכנת הפוסטר, רצוי לצייר איור של תכנון הפוסטר והיכן ימוקם כל דף, גרף או איור.
- יש להתמקד בנקודות החשובות ביותר שרוצים להציג.
- הצגת גרפים, טבלאות ואיורים צבעוניים מושכים את העין ומדגישים נתונים אך חשוב לא להגזים בעומס ובצבעוניות. צבע הרקע של הפוסטר צריך להיות בולט אך נעים לעין.
- ניתן לחלק תקציר מודפס של המחקר - לצופים בפוסטר.
- הכיתוב והאיורים צריכים להיות בגודל הנראה היטיב גם ממרחק של כשני מטרים.
- המחשב משמש כלי עבודה מצוין להפקת פוסטר מדעי: ניתן לערוך בו טקסטים עם כיתוב ברור ואסטטי, לעבד נתונים לטבלאות, גרפים צבעוניים ותלת מימדיים. ישומי הגרפיקה והציור עוזרים להפיק פוסטר מאויר היטב גם ללא כשרון אמנותי של עורך הפוסטר. כיום מתאפשרת טכנולוגיה של הדפסת הפוסטר כולו (לאחר עריכה במחשב) על גבי גיליון גדול ללא צורך בהדפסת דפים בודדים והדבקתם על משטח.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ח' - 2: פוסטר מדעי - מהו?

- עמ' 90 בחוברת לתלמיד -



- מטרת הפעילות היא לברר עם התלמידים מהם ההבדלים בין פוסטר מדעי לבין פלקט בנושא מדעי. לרוב, במהלך שנות לימודיהם, התלמידים מתוודעים לפלקטים בנושאים מדעיים התלויים בכיתות, במעבדות, במסדרונות בית הספר או במוסדות אחרים בהם ביקרו.

- הפוסטר המדעי הוא דרך להצגת מחקרים בכנסים מקצועיים של אנשי מדע. מאחר וזוהי דרך מכובדת ויעילה להצגת ידע, אך טבעי הוא שניישמה גם בסביבות הלמידה הבית ספריות.

- בעזרת שתי התמונות המופיעות בפעילות זו, בחוברת לתלמיד עמ' 90, על התלמיד לשים לב להבדלים שבין פוסטר מדעי לבין פלקט בנושא מדעי:

פוסטר מדעי "ניסוי בזירוז השרשת ייחורים"	**פלקט בנושא מדעי** "הספקטרום של הקול"
מציג תיאור של מהלך ניסוי: הקדמה, מטרת ושאלת המחקר, שיטות וחומרים, תוצאות, מסקנות, דיון.	מתאר עובדה, תופעה או עקרון מדעי: מתאר את מבנה האוזן ואת ספקטרום הקול
מופיעים הסברים מילוליים רבים	בעיקר תמונות ואיורים
מופיעים שמות עורכי המחקר והמסגרת בה נערך המחקר	לא מופיעים שמות עורכי הפלקט ולא תמיד חשוב לדעת היכן נערך הפלקט ומדוע.
על מנת להבין, יש לקרוא בעיון את הפוסטר ברצף הנכון	על מנת להבין נדרש עיון קצר באיורים

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

תקציר

התקציר הוא חלון הראווה של המחקר! תקציר מצורף בד"כ לכל מאמר בעיתון מדעי או לבקשה לכלול את עבודת המחקר בכנס.

התקציר צריך להיות קצר ענייני וברור! הוא אמור להציג את מטרת העבודה, המסר המרכזי ולתאר בקצרה את המרכיבים העיקריים של העבודה, תוצאות ומסקנות.

היקפו - כעמוד אחד.

עקב היקפו המצומצם, התקציר הינו אחת בדרכים הקשות ביותר להצגת ידע. יש צורך לנסחו בצורה תמציתית, לעבדו באופן מושכל וקפדני ויחד עם זאת לכלול בו עבודת חקר שלמה, ניסוי מדעי או פרויקט מעשי מורכב.

התקציר הינו גם כלי לימודי חיוני:

- ארגון החומר מאפשר לנו לזכור טוב יותר.
- מתמקד רק בדברים החשובים ביותר -> זוכרים את העיקר.
- חומר שעבדנו עליו קשה, משאיר "רושם" על מוחינו ויש סיכוי גדול יותר שיישאר בזכרון לטווח ארוך.
- התקציר מקל על הצגת העבודה לדיון בכיתה או בפורום אחר.
- תקפות לזמן ארוך: כשקוראים תקציר גם זמן ארוך אחרי שנכתב, מבינים היטיב ובקלות את הכתוב בה.

תקציר טוב יכלול:

1) כותרת עבודת המחקר עם ציון המילה תקציר.
2) שמות הכותבים והמוסד אליו הם שייכים.
3) מבוא קצר: פיסקה קצרה המפרטת את הנושא הנחקר, את התיזה והדגשים מיוחדים נוספים: הסבר קצר על חשיבות נושא המחקר - באיזו מידה הוא חושף פן נוסף בתחום רחב יותר, משקף נושא גדול יותר או מהווה היבט חדש בסוגיה כבדת משקל בתחום הכללי שבמסגרתו נערך המחקר.
4) שאלת המחקר.
5) תיאור תמציתי של שיטות, עקרונות ודרכי עבודה.
6) תיאור הממצאים החשובים ביותר במחקר.
7) המסקנות, ההמלצות והלקחים.
8) רשימת מקורות (לא תמיד נדרשת - הדבר נתון לשיקול העורך או מארגן הכנס).

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

- פעמים רבות בספרות המקצועית, התקציר כתוב ברצף, ללא חלוקה לסעיפים או כותרות משנה! אולם, ניתן לשנות את ההוראות לכתיבת התקציר ולקצוב כותרות משנה מאחר ועריכה שכזו מקלה על תלמידי חטיבת ביניים בכתיבת התקציר.

- בקהילה המקצועית, בדרך כלל לא מצרפים לתקציר רשימה ביבליוגרפית, אך גם כאן ניתן לדרוש זאת לפי שיקול דעת ומטרות ההוראה.

- לפני הגשת התקציר, יש להגיש לתלמידים הוראות מפורטות להכנת התקציר כדוגמת דף ההוראות המופיעה בחוברת לתלמיד עמ' 92.

- במסגרת אירוע מסכם כמו הצגת פרוייקטים, תערוכה וכדומה, ניתן לאגד את תקצירי עבודות התלמידים בצורת חוברת תקצירים שתמסר לקהל המשתתפים באירוע. כך ניתן לתרגל גם הוצאת חוברת פרסומים המכילה דף שער, תוכן עניינים וכדומה.

פעילות ח' - 3: התנסות ראשונית בהכנת תקציר

- עמ' 93 בחוברת לתלמיד -



- בפעילות זו התלמידים מתנסים לראשונה בעריכת תקציר.

- מאחר וזוהי התנסות ראשונה, התלמידים מתבקשים לערוך תקציר במסגרת מטלה מצומצמת יחסית בהיקפה: התלמידים מתבקשים להעלות שאלות שאין הם יודעים את התשובות עליהן, במסגרת נושא הנלמד בכיתה. כל תלמיד בוחר שאלה אחת שמעניינת אותו במיוחד.

- על התלמיד לעיין במקורות מידע שונים ולבחור שלושה מקורות מידע אשר מספקים תשובה לשאלה שבחר.

- עתה יש לסכם את המידע שנאסף, העונה על השאלה ולהגיש תקציר אשר ישתרע רק על עמוד אחד ויהיה ערוך באופן הבא:

השאלה:

שם המגיש:

תקציר:

רשימת מקורות:
1.
2.
3.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



- "תקשורת מדעית טכנולוגית" ערוכה על פי גישת ההוראה המשלבת בין מיומנויות ותכנים, ועל כן גם בפעילות זו כמו בשאר הפעילויות, יש להקפיד שהמידע והתקצירים שהתלמידים יגישו, יהיו שזורים וקשורים בחומר הנלמד בכיתה ופעילות זו תהווה הרחבה והעמקה למה שנלמד בכיתה יחד עם תרגול המיומנויות של איסוף מידע, כתיבת תקציר ורישום ביבליוגרפי.
- יש להדגיש בפני התלמידים שמקורות המידע צריכים להיות מגוונים, לדוגמא: מאמר מכתב עת, אנציקלופדיה ואתר באינטרנט. שלוש אנציקלופדיות שונות אינן נחשבות למקורות מידע מגוונים ואף עובדה זו מעידה על חוסר מיומנות סבירה של חיפוש מידע ממקורות שונים.

פעילות ח' - 4: הצגת ידע באמצעות תקציר

- עמ' 94 בחוברת לתלמיד -

בפעילות זו, התלמידים עורכים תקציר המתאר עבודת חקר. המורה יכול/ה לבחור בין תאור של ניסוי שנערך בשיעור מעבדה ועד תיאור של עבודת חקר גדולה שנערכה במשך כמה חודשים. התקציר יכול להוות את דרך הצגת הידע היחידה עם סיום החקר.
או כתוספת להצגת ידע נוספת כמו הרצאה או כתיבת ספר.



- באירועים מדעיים שונים, נהוג לערוך ספר תקצירים של כל המחקרים המדווחים באותו אירוע. לרוב מתבקשים המדענים המשתתפים, לערוך תקצירים בהתאם לכללים מסוימים שהחליטו המארגנים ואז מקבל המדען הוראות לגבי עיצוב התקציר כך שיהיה אחיד עם כל התקצירים האחרים.
ניתן להכין ספר תקצירים המתעד בקצרה את כל עבודות התלמידים.
- יש להקפיד שהתקציר יכלול את כל שלבי הניסוי או המחקר.



- מאחר וכתיבה ועריכה של תקציר, הינה משימה קשה מאוד, יש להנחות את התלמידים, לייעץ, לבדוק ולתקן לאורך תהליך הכתיבה.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

כתיבת עבודה מחקרית במדע וטכנולוגיה

גולת הכותרת של העיסוק במדע וטכנולוגיה היא הצגת עבודה מחקרית, פרי עשייה מורכבת המביאה לידי ביטוי את מלוא כישוריו הלימודיים של התלמיד החוקר.
הלומד מנתח מידע קיים או מפתח השערה משלו, תומך בה ומוכיח אותה באמצעות מידע, רעיונות, טיעונים, ניסויים ועוד. הוא מגיע לבקיאות בתחום מסוים ויכול להסיק מסקנות עצמאיות, רלוונטיות, המבוססות על מידע שאותר, נלמד, נותח ונכתב.
כמובן שקימות עבודות מסוגים שונים כמו עבודה של סיכום חומר עיוני, דיון תיאורטי, מחקר מעשי וכיוצא בזה.
במסגרת "תקשורת מדעית טכנולוגית", נעסוק בעבודה מחקרית מעשית בלבד.
פרסומים רבים בנושא של כתיבת עבודה, כבר יצאו לאור במסגרות שונות ולאוכלוסיות שונות. על כן, במבנית זו אנו מזכירים קווים ועקרונות כלליים לכתיבת עבודה מדעית כאשר אנו נתמקד בעריכת העבודה עצמה ולא בביצוע בפועל של המחקר.
להנחיה בביצוע עבודת החקר עצמה ניתן לפנות לתוכניות הבאות:
"למידה באמצעות פרויקטים" / דר' אביבה ברייזר, דר' שרמן רוזנפלד, אורנה פליק. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, 1999.
"תחקירנות במדע וטכנולוגיה" / דר' זהבה שרץ, מירי אורן, אורנית ספקטור - לוי. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, 2000.

הדרך לכתיבת עבודה במדע וטכנולוגיה:

- הגדרת נושא העבודה, מטרות, שאלות ורציונאל.
- סקר ספרותי: איתור מידע ממקורות מגוונים: ספרי עיון, מאמרים מכתבי עת, מוסדות, מומחים, מכוני מחקר, סרטים, אינטרנט וכו'.
- מיון החומר שנאסף.
- עיון מעמיק במידע המתאים לנושא המחקר.
- תכנון העבודה, קביעת תוכן עניינים ראשוני.
- ביצוע העבודה ותיעוד ממצאים:

עבודה עיונית: - סקירת ספרות (review): הכנת סקר ספרותי מעמיק בנושא הנבחר.
- פיתוח רעיון: העלאת השערה, איסוף מידע שפורסם בספרות על הנושא הנבחר ובדיקת ההשערה על בסיס ניתוח המידע שנאסף.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



עבודה מעשית: - מחקר בשטח / בשדה: תצפיות, סקרים, שאלונים, מדידות וכיוצא בזה.
- מחקר במעבדה: ניסוי, הדמיות וכדומה.
- פיתוח / המצאה: פיתוח טכנולוגי לצורך פתרון בעיה.
- תחקירנות במדע וטכנולוגיה: מעקב אחר עבודתו של מומחה העוסק בנושא הנבחר.

- עיבוד הממצאים, הסקת מסקנות ודיון.
- קביעה סופית של תוכן העניינים של העבודה.
- כתיבת העבודה:
- נדרשת הבעה קצרה ופשוטה, ברורה ותכליתית
- בכתיבה מדעית יש לבסס כל טענה על עובדות הניתנות לבדיקה.
- העובדות מוצגות כך שהקורא יגיע לאותן מסקנות כמו הכותב.
- טענות, קביעות ודעות שאינן של הכותב, חייבות להיות מלוות במראה מקום מדויק של מקורן כדי שיוכלו להיבדק ע"י הקורא.
- עריכה והגהה סופית.

מבנה העבודה הכתובה במדע וטכנולוגיה:

שער: מידע ראשוני ובסיסי על העבודה:
שם העבודה, דרג העבודה (תרגיל, דוח מעבדה, עבודת גמר...), המסגרת בה נכתבה העבודה. שם הכותבים, המורה וביה"ס. תאריך הגשה.

הקדמה (פתח דבר): פרטים הנוגעים לעבודה: מדוע המחבר בחר לעסוק בנושא, דרכי עבודה, גישה שננקטה, דברי תודה...

תוכן עניינים: תמונה כוללת של מהלך העבודה:
רצוי פרקים ותתי פרקים + כותרות קולעות וממצות לתוכן הכתוב.

מבוא: מתאר במה עוסקת העבודה, הצגת הבעיה, דיון בחשיבות הנושא, סיכום הידוע עד כה כולל הפניה למקורות בספרות המקצועית (לא יעלה על 10% מהיקף העבודה).

מטרת המחקר ושאלת המחקר: ניסוח קצר וברור של מטרת המחקר, השאלה עליה אמור לענות המחקר או ההשערה שאותה החוקר רוצה לאמת.

שיטות עבודה, מהלך הניסוי: בסעיף זה מתוארות שיטות העבודה, כלי המחקר, מכשירים וציוד אחר הנדרש, חומרים, תנאי עבודה, מהלך שלבי המחקר.

ממצאים: הצגת ממצאי המחקר, עיבוד נתונים.

מסקנות: ניתוח הממצאים והסקת מסקנות.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע



סיכום: ריכוז כל המידע והשתלשלות הרעיונות שנידונו. השלכות או המלצות לעתיד ולהמשך המחקר.

מבוא וסיכום משלימים זה את זה והמעיין בהם מקבל מושג ברור ושלם על עיקרי החיבור ועל הבעיות שנידונו בו ונפתרו + תחזית והצעות להמשך.

רשימה ביבליוגרפית - המקורות בהם נעזר הכותב לכתיבת חיבורו. ע"פ א"ב או על פי שמות האישים או על פי סדר הופעתם בחיבור - ממוספר.

רשימה ביבליוגרפית חייבת לכלול רק מקורות ששימשו את הכותב ישירות בעבודה ואשר הם מאוזכרים באופן כלשהו במהלכה.

נספחים - תוספת של חומר עיוני, מפות או איורים אשר אינם חייבים להימצא בגוף העבודה אך מוצגים בסופה עבור הקורא המעוניין להעמיק או להרחיב את הידע באחד התחומים המוצגים בעבודה. גוף העבודה מפנה לנספחים.

פעילות ח' - 5: התנסות זוטא בכתיבה מדעית

- עמ' 98 בחוברת לתלמיד -

פעילות זו מאפשרת לתלמידים התנסות מקדימה בכתיבת עבודה מדעית, כהכנה לקראת כתיבת עבודה המתארת מחקר בהיקף רחב יותר, בהמשך לימודיהם.

בשלב זה התלמידים מתבקשים לדווח על תוצאות ניסוי שבצעו בשיעור מעבדה או תוצאות ניסוי שתואר בספר לימוד, ספר עיון או מאמר, בדרך של כתיבה מדעית.



- ייתכן שמרבית התלמידים כבר התבקשו בעבר להכין "דו"ח ניסוי" ובכל זאת כדאי לפחות פעם אחת לעבור ביסודיות על כל מרכיבי הדיווח ולברר את חשיבותם כמפורט מעלה וכפי שמפורט גם בחוברת לתלמיד ע"מ 95 – 97:

- כותרת/שער
- מבוא
- מטרת המחקר
- שאלת המחקר
- שיטות עבודה, חומרים, מהלך הניסויי
- ממצאים
- מסקנות
- סיכום
- רשימה ביבליוגרפית
- נספחים

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

פעילות ח' - 6: סימני דרך -

תהליך הכתיבה במדע וטכנולוגיה

- עמ' 99-104 בחוברת לתלמיד -



- מטרת פעילות זו היא ללוות את התלמיד במהלך כתיבת עבודה המציגה מחקר או פיתוח טכנולוגי שביצע.
- הפעילות מתמקדת בכתיבה ובארגון המידע ולא בביצוע המחקר עצמו.
- על מנת לעבור צעד צעד את שלבי הכתיבה המדעית, ניתן לערוך מסע בזמן הלוקח את הכותב אחורה בזמן ואחורה באוגדן "תקשורת מדעית טכנולוגית", אל הפעילויות הראשונות של חיפוש מידע בספריה, בספרי עיון וכתבי עת. אל הפעילויות של קריאת מאמר מדעי, ייצוג ידע ועוד.
- לאורך כל שלבי הכתיבה, התלמיד מופנה אל הפעילויות הרלוונטיות בחוברת וכך מתקיימת חזרה וערנון של המיומנויות הנדרשות לכתיבה המדעית, תוך כדי הפעלת ביקורת עצמית של התלמיד האם הוא מיישם מיומנויות נדרשות ומתקדם בביצוען.
- פעילות זו יכולה להוות סיכום של תקופה בה התלמיד התנסה בפעילויות שונות של "תקשורת מדעית טכנולוגית". מאידך, פעילות זו יכולה להוות פתיחה לתהליך ארוך של הקניית מיומנויות "תקשורת מדעית טכנולוגית" כאשר בכל שלב התלמידים מופנים לפעילות מסויימת ומבצעים את אותה פעילות.

פעילות ח' - 7: המצאה ובקשה לרישום פטנט

- עמ' 105-108 בחוברת לתלמיד -

פטנט הוא אחד הכלים היעילים ביותר המסייעים לממציא להגן על זכויותיו ולקבל תמורה הולמת על המצאתו.

פטנט הינו קבלת זכות המצאה על מוצר או על תהליך חדש, או על שכלול המצאות קודמות - למשך תקופה מסוימת.

המונופול שמקנה רישום פטנט, מאפשר לבעליו למנוע מגורמים אחרים את ניצול ההמצאה.

כניצול המצאה נחשבים ייצורה, מכירתה או השימוש בה ללא רשות מבעל הפטנט.

הרשות המעניקה אישור על פטנט נקראת – "לשכת רשם הפטנטים".

© כל הזכויות שמורות, מכון וייצמן למדע

התנאים לאישור המצאה כפטנט:

- ההמצאה מוכיחה **התקדמות המצאתית**, כלאמר, ההמצאה אינה ברורה מאליה, היא שונה מהמצאות קודמות ומידע טכנולוגי קודם. על ההמצאה להיות שונה מפרסומים קודמים בשטח ההמצאה.
- על ההמצאה להיות **שימושית** בתעשייה או בחקלאות. ניתן לקבל פטנט על מכונות, מוצרים שונים, תהליכים, הרכבי חומרים, שיפורים או שימושים חדשים במוצרים הקיימים וכדומה.
- על ההמצאה להיות **מועילה**, מכיוון שאם אין היא מועילה אין טעם לקבל עליה פטנט שהוא למעשה מונופול לניצולה.

מתוך: "המדריך לרישום וניצול פטנטים"/ דני קרוננברג, קרוננברג ספרות מקצועית, 1995, תל אביב.



- בפעילות זו על התלמיד להציג המצאה שפיתח כאילו הוגשה ל"רשם הפטנטים". עליו למלא את טופס הבקשה לרישום פטנט כפי שהיא מופיעה בחוברת לתלמיד ע"מ 106-107, ולצרף את המידע ופירטי ההמצאה, כפי שמתואר בדפי הפעילות לתלמיד.
- בדומה לפעילות ח' – 6, סימני דרך - תהליך הכתיבה במדע וטכנולוגיה, חשיבות פעילות זו היא שבמסגרת מטלה מעניינת ומלהיבה של המצאה או פיתוח, התלמיד נדרש למעשה גם ליישם ולתרגל מיומנויות רבות שרכש בתוכנית "תקשורת מדעית - טכנולוגית": חיפוש מידע, סקירת ספרות וקריאה מעמיקה לצורך כתיבת רקע מדעי וטכנולוגי לפטנט, ייצוג חזותי של ההמצאה בדרך של איורים ושרטוטים במראים שונים ובחתכים שונים, כתיבה תמציתית וברורה, הגשת עבודה כתובה וערוכה כנדרש.
- על כן פעילות זו יכולה להתבצע כמשימה לאחר שנרכשו רוב המיומנויות של "תקשורת מדעית – טכנולוגית" וכדרך להעריך את יכולתם של התלמידים ביישום מיומנויות שנלמדו.
- כדרך להערכה ניתן להעריך את "תיק רישום פטנט" של כל תלמיד בעזרת הערכת עמיתים, כאשר כמה תלמידים מעריכים תיק רישום אחד וממלאים את טופס "בקשה לרישום פטנט – חוות דעת" המופיעה בחוברת לתלמיד ע"מ 108.

© כל הזכויות שמורות, מכון ויצמן למדע

תוכן עניינים:

חומרים **123**

שאלון התבוננות שנייה 124

מאמר מדעי: "הערכת תחליף חלב-אם לתינוקות המועשר בחומצות שומן רב-בלתי-רוויות המיוצר לראשונה בישראל" 126

קטעי מידע לייצוג 129

"תשובון" למורה 134

המים **135**

שאלון התבוננות שניה 136

מאמר מדעי פופולארי: "קשיי הנזילות של משק המים" 138

קטעי מידע לייצוג 143

"תשובון" למורה 147

החושים **149**

שאלון התבוננות שניה 150

מאמר מדעי פופולארי: "איך לצמוח? מתי לפרוח?" 152

קטעי מידע לייצוג 157

"תשובון" למורה 162

התא **163**

שאלון התבוננות שניה 164

מאמר מדעי פופולארי: "קרום התא - גבול וגשר בין התא לסביבתו" 166

קטעי מידע לייצוג 170

"תשובון" למורה 174

מערכות הובלה **175**

שאלון התבוננות שניה 176

מאמר מדעי פופולארי: "מערכת הדם: הרבה יותר מאוסף צינורות" 178

קטעי מידע לייצוג 184

"תשובון" למורה 188

לקריאה נוספת **189**

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

חומרים

מאמר מדעי פופולארי וקטעי מידע בנושא

קישורים לסילבוס

"לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים"

נושא מרכזי:

ג - 1: חומרים: מבנה, תכונות ותהליכים

1.1: איפיון ומיון חומרים

1.2: מבנה החומר ותכונותיו

1.3: תהליכי שינוי בחומר

מתאים לשילוב עם יחידות לימוד כדוגמת:

"מבנה החומר - ריק וחלקיקים" / מטמו"ן

באופן יסודי ומורכב" / מטמו"ן

"אל תוך האטום" / מטמו"ן

"דרך החומר" / משולש המוחו"ט

"עולם של חומר" / משולש המוחו"ט

"אל תוך החומר" / ת"ל

"חום וטמפרטורה" / ת"ל

"מהיסודות אל התרכובות" / ת"ל

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



שאלון התבוננות שניה במאמר מדעי

מהלך הפעילות:

עיין שנית במאמר שלפניך.

במהלך העיון במאמר, ענה על השאלות הבאות:

שם המאמר: "הערכת תחליף חלב-אם לתינוקות המועשר בחומצות שומן רב-בלתי-רוויות המיוצר לראשונה בישראל"

שם המחברים: צבי ויצמן, ילנה ברוטמן, דרורה לידר, חיים זגרמן

פרטים ביבליוגרפיים: "הרפואה", 1998, כרך 134, חוב' ט', עמ' 686 - 690.

1) מי הוא המחבר? _____

האם הוא אדם מוסמך לנושא? נמק. _____

_____

2) האם יש במאמר:

תמצית - _____

מבוא - _____

סיכום - _____

רשימת מקורות - _____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

בשאלות הבאות ציין את המקום במאמר בו איתרת את התשובות:

3) מהי חשיבותן לגוף האדם של חומצות שומן רב-בלתי-רוויות?

_____

_____

4) אילו תינוקות נכללו בקבוצות המחקר?

_____

5) לגבי אילו נתונים נערכה השוואה בין שתי קבוצות התינוקות בסיום המחקר?

_____

6) הסבר את המונחים:

חש"א - _____

תח"א - _____

7) מה היו הסיבות לנשירת מספר תינוקות מהמחקר?

_____

_____

8) כיצד מסבירים החוקרים את העובדה כי ההבדלים בין קבוצות המחקר אינם מובהקים?

_____

_____

9) מהן ההשפעות החיוביות של חש"א על מבוגרים?

_____

_____

10) מהו המסר העיקרי במאמר?

_____

_____

_____

_____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

הערכת תחליף חלֶב־אם לתינוקות המועשר בחומצות שומן רב־בלתי־רוויות המיוצר לראשונה בישראל

צבי ויצמן[1], ילנה ברוטמן[1], דרורה לידר[2], חיים זגרמן[2],
היחידה למחלות עיכול ותזונה של הילד, חטיבת הילדים, מרכז רפואי סורוקה בנגב, הפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן־גוריון בנגב, באר־שבע[1], תוצרי מעברות, מעברות[2]

ת ק צ י ר

חומצות שומן ארוכות־שרשרת רב־בלתי־רוויות (חש"א) חשובות מאוד לגדילת התינוק, ובמיוחד להתפתחות ריקמת המוח ורישתית העין. חלֶב־אם עשיר בחומצות אלו, ומפצה בכך על קצב הייצור הירוד הקיים בגוף התינוק. בשנים האחרונות החלו מספר חברות עולמיות להעשיר תחליפי חלֶב־אם לתינוקות בחומצות אלו. הוספת חש"א למזון לתינוקות לא יושמה בעבר בישראל. רק השנה הוחל, לראשונה בישראל, בייצור תחליף חלֶב־אם (תח"א) לתינוקות המועשר בחש"א (מטרנה פרימיום שלב 1, תוצרי מעברות). בעבודה הנוכחית נבדקו ההתאמה והבטיחות הקליניים הכרוכים בשימוש בתחליף זה, בתנאי הארץ.

נבדקו 50 תינוקות בריאים במחקר פרוספקטיבי, אקראי וכפול־סמיות. חציים קיבל תח"א רגיל (מטרנה פלוס, תוצרי מעברות), וחציים — תח"א מועשר בחש"א (מטרנה פרימיום שלב 1, תוצרי מעברות) מגיל מספר ימים, ובמשך 30 יום. המעקב כלל בדיקה גופנית, קביעת מדדי גדילה, בדיקת צואה ומילוי שאלון יומי על ידי ההורים לגבי התנהגות התינוק ויציאותיו. בשתי הקבוצות לא נתגלו כל השפעות לוואי, מדדי הגדילה היו תקינים ולא הועלה כל מימצא בבדיקת הצואה. גם בהשוואת התנהגות התינוקות, התקפי אי־שקט, עוצמת גזים ואופי היציאות, לא נצפו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הקבוצות. תבחין התי־ פתחות שנערך בגיל 3 חודשים, לא הדגים הבדל מובהק סטטיסטית בין הקבוצות.

ממחקר זה אנו מסיקים, כי התח"א הנ"ל מתוצרת הארץ, המועשר בחש"א, מתאים לתינוק ובטוח לשימוש. אנו מניחים כי תקופת ההזנה הקצרה יחסית, של 30 יום, לא באה לידי ביטוי בתבחין ההתפתחות, שבוצע בגיל 3 חודשים. למרות זאת, לאור המידע החיובי הרב המצטבר בספרות הרפואית, אין ספק, כי העשרת המזון בחש"א היא בעלת תרומה חיונית וחשובה להתפתחותו התקינה של התינוק.

ה ק ד מ ה

חומצות שומן ארוכות־שרשרת רב־בלתי־רוויות (חש"א)* חשובות להתפתחותן התקינה של מערכות רבות בגוף האדם, ובמיוחד בגיל הינקות. החשובות שבהן, arachidonic acid (AA) וכן docosahexaenoic acid (DHA), מהוות מרכיב חשוב במיבנה הממברנות של רקמות רבות. כמו כן, הן מהוות אבני בנין חשובות ביצירת eicosanoids, הכוללים פרוסטגלאנדינים, ליקוטרינים, תרומבואקסנים ואחרים [1]. הן בולטות במיבנה החומר האפור במוח, ומהוות מרכיב חיוני ברישתית העין [2]. התפתחות המוח ורישתית העין מואצת מאוד בשבועות האחרונות להריון ובחודשים הראשונים לאחר הלידה, ובתקופה זו אספקת חש"א, ובמיוחד DHA, היא בעלת חשיבות מכרעת [3]. בשליש האחרון של ההריון, שבו קיים קצב גדילה מהיר ביותר של ריקמת המוח, הודגם מעבר מהיר של AA ושל DHA, דרך השיליה אל העובר [4]. לאחר הלידה קצב היצור של חש"א בגוף התינוק מוגבל, ואינו מסוגל להדביק את הביקוש הגדול הקיים בריקמת המוח [5]. לכן כה חיונית עבורו הזנה בחלֶב־אם העשיר בחש"א [6]. בפגים בולט עוד יותר חסר זה בשל מלאי מוגבל של חש"א עקב ההריון המקוצר.

החש"א העיקריות הנמצאות בחלֶב־אם הן AA ו־DHA [7]. תינוקות יונקים הדגימו רמות גבוהות יותר של DHA בריקמת המוח, ברישתית ובכדוריות דם אדומות [8, 9], ובנוסף נצפתה בהם התפתחות מהירה יותר של חדות ראייה [10]. תינוקות שהוזנו בתחליפי חלֶב־אם המועשרים בחש"א הדגימו פוטנציאל ראייה חשמלי טוב יותר בבדיקת visual-evoked potential (VEP) [11], וכן מדדים התפתחותיים טובים יותר [12].

כיוון שכל תחליפי חלֶב־אם דלים מאוד בחומצות אלו, המליצו גופים שונים בעולם להעשיר בחש"א תחליפים הניתנים לתינוקות ולפגים. גופים אלה כללו, בין השאר, את אירגון הבריאות העולמי (WHO), האיגוד האירופאי לגאסטרואנטרולוגיה ולתזונה בילדים (ESPGAN), הוועדה הלאומית הבריטית לתזונה ועוד [13-15].

למיטב ידיעתנו, הוספת חש"א למזון לתינוקות לא נעשתה בעבר בישראל. לאחרונה הוחל, לראשונה בישראל, בייצור תחליף חלֶב־אם לתינוקות המועשר בחש"א. בעבודה הנוכחית נערך הניסיון לבדוק את ההתאמה והבטיחות הקליניים הכרוכים בשימוש בתחליף חדש זה, בתנאי הארץ.

חומר ושיטות

במחקר נכללו תינוקות בשלים ובריאים, שנולדו בלידה רגילה, לאחר הריון מלא וחקין. משקלם בלידה היה מעל 2500 ג', וגילם בהיכללות במחקר היה עד 14 יום. תזונת כל התינוקות היתה מבוססת רק על תחליף חלֶב־אם (תח"א)*, כיוון שכולם לא ינקו מסיבות התלויות באֵם, עוד לפני תחילת המחקר.

המחקר אושר על ידי ועדת הלסינקי המקומית של המרכז הרפואי סורוקה בנגב. נכללו רק תינוקות שהוריהם הסכימו להיכלל במחקר, וחתמו על כתב הסכמה.

המחקר נערך באופן פרוספקטיבי, וכל תינוק קיבל בצורה אקראית וכפולת־סמיות אחד משני סוגים של תח"א. הסוג האחד היה "מטרנה פלוס" משופרת רגילה, ואילו הסוג השני — "מטרנה פרימיום שלב 1", שהינו למעשה מטרנה פלוס משופרת המועשרת בחש"א (שניהם מתוצרת קיבוץ מעברות). מלבד הבדלים אלה היו שני התחליפים זהים בריכוזי סך־החלבון, ביחס whey/casein (60:40), וכן בסוג ובריכוז של כל שאר המרכיבים; שומן, לקטוזה, מינרלים, יסודות קורט וויטאמינים. שני התחליפים נארזו באריזה זהה, שסומנה על ידי קוד מספרי שהיה ידוע אך ורק לאנשי מחלקת האריזה. קוד זה פורסם רק לאחר סיום ריכוז הנתונים ועיבודם. כל תינוק היה במעקב במשך 30 יום, ובאותו זמן ניתן אך ורק על ידי תח"א ומים.

במחקר לא נכללו הילדים הבאים: פגים, בעלי מומים מלידה או מחלות כרוניות, מקבלי אנטיביוטיקה או תרופות אחרות במשך שלושה ימים ומעלה, ולוקים בצהבת עם ערכי בילירובין מעל 12 מ"ג/ד"ל או אם טופלו בפוטותרפיה. בכל אחד מהנבדקים הבאים הוחלט, כי המחקר יופסק: חוסר עלייה במשקל, השפעות לוואי במערכת העיכול (הקאה חוזרת או שילשול) או תופעות אלרגיות (תיפרחת, או תופעות נשימתיות, כגון צפצופים או שירנוק).

כל תינוק נבדק לאחר הלידה, עם הכללתו במחקר, לאחר 7 ימים וכתום המחקר (30 יום). בכל פעם נבדק התינוק על ידי רופא וכן נקבעו מדדי גדילה (משקל, אורך והיקף ראש). כמו כן נבדקה בכל פעם דגימת צואה של התינוק לנוכחות דם, ליקוציטים, שומן וחומרים מחזרים.

ההורים מילאו דפי מעקב יומיים, שכללו מידע אודות כמות המזון ומידת ההיענות, התנהגות התינוק לאורך היממה (שינה, בכי, אי־שקט), טיב היציאות, ריבוי גזים ומעקב אחר תלונות אחרות ומחלות חדות. ההיענות דורגה ע"י האם על פי חמש דרגות, וכן צוין המספר היומי של פליטות והקאות. לגבי היציאות, דירגה האם את דרגת הקושי של התינוק בהטלת הצואה וכן את המוצקות של הצואה על פי ארבע דרגות. לגבי פליטת גזים מפי הטבעת, ציינה האם באלו ימים היה ריבוי בולט של גזים, וכמו כן דירגה על פי ארבע דרגות קושי את מידת הגזים מדי יום. חומרת הבכי ואי־השקט הוערכו על ידי האם מדי יום ודורגו על פי ארבע דרגות חומרה. כמו כן נספרו מספר ההתקפים היומיים של בכי עז ומספר הפעמים שהתינוק התעורר במשך הלילה.

בגיל 3 חודשים, חודשיים מיום סיום המחקר, עברו כל התינוקות הנכללים במחקר בדיקת התפתחות על פי מודיפיקציה של מיבחן Gessel [12].

* חש"א — חומצות שומן ארוכות־שרשרת רב־בלתי־רוויות.

* תח"א — תחליף חלֶב־אם.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

ט ב ל ה 1: נתונים קליניים התחלתיים בשתי הקבוצות

מדד	תחליף רגיל	תחליף עם חש"א
מס' התחלתי	25	25
מספר נשירות	5	5
סיימו	20	20
יחס זכר/נקבה	11/9	9/11
גיל הריון (שבועות)*	39.0±1.1	39.2±1.0
גיל התחלה (ימים)*	4.1±2.3	5.1±3.1
משקל לידה (ק"ג)*	3.4±0.5	3.2±0.4

* בהשוואת שתי הקבוצות לא נצפו הבדלים בעלי מובהקות סטטיסטית.

עיבוד ההבדלים הסטטיסטיים בין הקבוצות נעשה לפי student's T test מובהקות סטטיסטית נקבעה כאשר התקיים $p < 0.05$.

תוצאות

הנתונים הקליניים ההתחלתיים של הנכללים במחקר מסוכמים בטבלה 1. כפי שמובא בטבלה, לא נצפו כל הבדלים מובהקים סטטיסטית במשתנים הנ"ל, בהשוואה בין שתי הקבוצות. גם הסיבות לנשירה מהמחקר היו דומות בשתי הקבוצות: בקבוצת התחליף ללא חש"א נשרו שניים בשל ריבוי גזים, ושלושה בשל אחת מהסיבות הבאות: פליטות, הקאות והיענות ירודה. בקבוצת התחליף המועשר בחש"א נשרו שני תינוקות בשל ריבוי פליטות, ותינוק אחד בשל ריבוי גזים, הקאה חוזרת ואי־סבולת אלרגית לחלבוני חלֶב־פרה (שילשול ותיפרחת). למעט הנבדק האחרון, נבעו כל הנשירות מהחלטה עצמאית של ההורים, שעידכנו את צוות המחקר רק בדיעבד.

בטבלה 2 מסוכמים נתוני ההשוואה בין שתי הקבוצות עם סיום המחקר. כפי שניתן לראות, לא הועלו הבדלים בעלי מובהקות סטטיסטית בין הקבוצות. במשך כל תקופת המחקר לא נצפו השפעות לוואי שליליות בקבוצה שניזונה על ידי התחליף החדש, המועשר בחש"א. יוצא מכלל זה התינוק שלקה באי־סבולת אלרגית לחלבוני חלֶב־פרה שהוזכר לעיל.

לאחר חודשיים מתום המחקר, דהיינו, בגיל 3 חודשים, נערך מכתן התפתחות. כל הנבדקים קיבלו החל מתום המחקר תחליפי חלֶב־אם רגילים. אף אחד מהם לא ניזון, במשך החודשיים שחלפו מסיום המחקר, בחלֶב־אם או בתחליפים המועשרים בחש"א. בקבוצת התחליף הרגיל נבדקו 12 תינוקות, ומדד התפתחות הממוצע היה 101.8±9.6. בקבוצת התחליף המועשר בחש"א, נבדקו 11 תינוקות, ומדד ההתפתחות הממוצע היה 103.2±11.3. לא הודגמה מובהקות סטטיסטית בהשוואת שתי הקבוצות ($p = 0.084$).

דיון

משנת 1994 החלו מספר חברות ברחבי העולם להעשיר תחליפי חלֶב־אם לתינוקות מתוצרתם בחש"א. תחילה בהולנד על ידי חברת Nutricia, ובהמשך גם על ידי חברות עולמיות אחרות [16]. שיפור חשוב זה התאפשר לאור ההתפתחות הטכנולוגית העצומה שחלה בתעשיית ייצור מזון לתינוקות. בעיקבות צעד חשוב זה גדל הדימיון בין הרכב תחליף חלֶב־האם, הניתן לתינוק שאין באפשרותו לינוק, לבין ההרכב המיטבי של חלֶב־אם.

בעבר נעשה שימוש בשמני דגים להעשרת מזון בחש"א, ובמיוחד בשמנים מקבוצת אומגה־3: חומצה אלפא־לינולנית, חומצה איקוספנטנואית (EPA) ו־DHA. רגישות חומצות אלו לחימצון יצרה בעיה בשל אי־היציבות של שמני דגים במגע עם האוויר. הדבר פגם באיכות השמן, והיה חשש, כי הפראוקסידים והרדיקלים החופשיים יפגעו בפוספוליפידים שבקרומי תאים

ט ב ל ה 2: השוואת הנתונים בשתי הקבוצות בסיום המחקר

מדד	תחליף רגיל	תחליף עם חש"א
מדדי גדילה:		
משקל סופי (ק"ג)*	4.2±0.5	4.0±0.4
עלייה במשקל (ק"ג)*	0.87±0.18	0.84±0.21
גדילה באורך (ס"מ)*	4.3±0.9	3.9±0.8
גדילת היקף ראש (ס"מ)*	2.2±0.5	2.3±0.6
אכילה:		
מדד היענות*	7.2±0.6	7.1± 0.6
מס' פליטות*	8.7±5.4	5.9±4.5
מס' הקאות*	1.6±0.6	1.0±1.8
יציאות:		
מס' יציאות*	14.4±6.3	15.6±6.7
קושי בהטלת צואה*	15.5±4.2	15.3±2.9
מדד קשיות צואה*	19.5±3.2	19.0±2.4
מימצאים בבדיקת הצואה	0	0
גזים:		
ימים עם ריבוי גז*	2.7±2.2	2.2±1.6
מדד דירוג גזים*	13.9±6.3	12.0±3.9
אי־שקט:		
דירוג אי־שקט*	14.9±4.8	15.0±3.5
מדד חומרת בכי*	14.3±5.7	12.9±5.1
התקפי בכי עז*	5.9±2.9	7.1±3.4
קימה בלילה*	7.8±5.3	7.9±4.3

* בהשוואת שתי הקבוצות לא נצפו הבדלים בעלי מובהקות סטטיסטית.

ובליפופרוטאינים. תשומת־לב מיוחדת הופנתה להיווצרות אפשרית של תוצרי חימצון ב־LDL עקב אכילת שמן דגים, כיוון ש־LDL מחומצן ממלא תפקיד חשוב בשלב מוקדם של תהליך האתרוגנזה. למרות זאת, לא חל שינוי ברגישות של LDL להתחמצנות in vitro, במחקר שנערך במבוגרים [17]. בעיה נוספת בשימוש בשמן דגים כרוכה בהימצאות רעלנים שונים ומתכות כבדות בדגים. במחקרים במבוגרים הועלה חשד, כי חומרים אלה עלולים לגרום להיווצרות דימום־יתר ולהחלשת המערכת החיסונית [18, 19]. בעיות אלו אינן נוגעות כיום לתחליפי חלֶב־אם הניתנים לתינוק, כיוון שמקורן של חומצות השומן בהם הוא בתרביות של מיקרו־אצות, ואין כל שימוש בשמני דגים.

הוספת חש"א ממקורות אלה לתזונת התינוק לא גרמה לכל השפעות לוואי, הן בחיות מעבדה והן בניסיונות קליניים בתינוקות [20, 21] ובפגים [22, 23]. למרות זאת, היה צורך במחקר הנוכחי, כדי לבדוק את התאמתו ובטיחותו של התחליף החדש מתוצרת הארץ.

בהשוואת תוצאות מיבחן ההתפתחות, שנערך בתינוקות הנבדקים בגיל שלושה חודשים, קיים הבדל מספרי ברור בהשוואת הממוצעים לטובת התינוקות שניזונו בתחליף מועשר בחש"א. ברם, הבדל זה לא הגיע לכלל מובהקות סטטיסטית. לדעתנו, הסיבה לכך נעוצה במשך הזמן הקצר יחסית של חודש ימים, שבו ניזונו התינוקות בתוספת חש"א. מסקירת עבודות דומות בספרות הרפואית עולה, כי ברוב המחקרים שהדגימו השפעות חיוביות של תזונה מועשרת בחש"א על מדדי התפתחות ועל חדות הראייה, נמשכה הזנה זו לפחות מספר חודשים [24-26].

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

במבוגרים מתוארות השפעות חיוביות של חש"א על מחלות טרשתיות. חומצות שומן, בעיקר אלו מסוג אומגה-3, הן בעלות פעילות נוגדת-קרישה, הכוללת עיכוב של איגור הטסיות, הורדת צמיגות הדם ועוד [27, 28]. אכילת מזון עשיר בחש"א, כגון דגים, הורידה באופן משמעותי את התחלואה ממחלת לב איסכמית [29]. בנוסף, נמצא קשר הפוך בין תעוקת הלב ורמת חש"א בטסיות [30]. השפעה חיובית נוספת של חומצות אלו, ובעיקר של EPA, היא זו של פעילות היפו-תלת-גליצרידמית [31, 32]. נוכח העדויות הרבות המצטברות, המצביעות על התחלת תהליכים טרשתיים כבר בגיל הילדות, יש מקום למחקר עתידי הבוחן השפעות חיוביות אפשריות ארוכות-טווח של תזונה עתירה בחש"א בגיל הינקות על התחלואה ממחלות טרשתיות.

לאור היתרונות המרובים של העשרת תזונת התינוק בחש"א, ולאור השלכותיה החיוביות על התפתחות התינוק לטווח ארוך, אין ספק, כי הנטייה הקיימת תתרחב ותהפוך בקרוב למנהג קבוע בין יצרני המזון לתינוקות.

ברצוננו להודות לפרופסור פ' מרלוב, מנהל מחלקת ילודים במרכז הרפואי לילדים ע"ש שניידר בפתח תקוה, על תרומתו הפעילה בדיונים המקדימים על מחקר זה ועבור הערותיו לגבי המאמר.

ביבליוגרפיה

1. *Hernell O,* The requirements and utilization of dietary fatty acids in the newborn infant. Acta Paediatr Scand, 1990; 365: 20-27.
2. *O'Brien JS & Sampson EL,* Fatty acid and fatty aldehyde composition of the major brain lipids in normal human grey matter, white matter and myelin. J Lipid Res, 1965; 6: 541-555.
3. *Connor WE, Neuringer M & Reisbick S,* Essential fatty acid: the importance of n-3 fatty acids in retina and brain. Nutr Rev, 1992; 50: 21-29.
4. *Martinez M,* Tissue levels of polyunsaturated fatty acids during early human development. J Pediatr, 1992; 120: S129-S138.
5. *Crawford MA, Doyle W, Leaf A &* al, Nutrition and neurodevelopmental disorders. Nutr and Health, 1993; 9: 81-97.
6. ESPGAN Committee on Nutrition: comment on the content and composition of lipids in infant formulas. Acta Paediatr Scand, 1991; 80: 887-896.
7. *Koletzko B, Thiel I & Abiodun PA,* The fatty acid composition of human milk in Europe and Africa. J Pediatr, 1992; 120: S62-S70.
8. *Makrides M, Neumann MA, Byard RW &* al, Fatty acid composition of brain, retina and erythrocytes in breast and formula-fed infants. Am J Clin Nutr, 1994; 60: 189-194.
9. *Farquharson J, Jamieson EC, Abbasi KA &* al, Effect of diet on the fatty acid composition of the major phospholipids of infant cortex. Arch Dis Child, 1995; 72: 198-203.
10. *McCloy U, Friel JK, Herzberg G &* al, Fatty acid composition of erythrocytes and visual acuity in term infants. FASEB J, 1995; 9: A754.
11. *Makrides M, Neumann M, Simmer K &* al, Are long-chain polyunsaturated fatty acids essential nutrients in infancy? Lancet, 1995; 345: 1463-1468.
12. *Agostoni C, Trojean S, Bellu R &* al, Neurodevelopmental quaotient of healthy term infants at 4 months and feeding practice: the role of long-chain polyunsaturated fatty acids. Pediatr Res, 1995; 38: 262-266.
13. *Decsi T, Thiel I & Koletzko B,* Essential fatty acids in full term infants fed breast milk or formula. Arch Dis Child, 1995; 72: F23-F28.
14. British National Foundation. Unsaturated Fatty Acids: Nutritional and Physiological Significance. Chapman & Hall, London, England, 1992.
15. FAO/WHO Expert Committee. Fats and Oils in Human Nutrition. Food and Nutrion Paper No. 57, FAO, Rome, Italy. 1994.
16. Martek Biosciences Corporation, Columbia, MD, USA, Report on Formulaid: a product for infant nutrition. US Patent No. 5374657, 1996.
17. *Nenseter NS, Rustan AC, Lund-Katz S &* al, Effect of dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on physical properties and metabolism of low density lipoprotein in humans. Arterioscl Thromb, 1992; 12: 369-379.
18. *Leaf A,* Claims: omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. Nutr Rev, 1992; 50: 150-154.
19. *Clarke JTR, Cullen-Dean G, Regelink E &* al, Increased incidence of epistaxis in adolescents with familial hypercholesterolemia treated with fish oil. J Pediatr, 1990; 116: 139-141.
20. *Boswell K, Koskelo EK, Carl L & Kyle DJ,* Preclinical evaluation of designer oils which are highly enriched in docosahexanoic and arachidonic acids. FASEB J, 1995; 9: A475.
21. *Kyle DJ & Koskelo EK,* Docosahexanoic and arachidonic acid-containing triglycerides and infant growth and development. FASEB J, 1995: 9: A754.
22. *Koletsko B, Edenhofer S, Lipowsky G & Reinhardt D,* Effects of a low birthweight infant formula contaiing human milk levels of docosahexanoic ancd arachidonic acids. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 1995; 21: 200-208.
23. *Uauy R, Hoffman DR, Birch EE &* al, Safety and efficacy of omega-3 fatty acids in the nutrition of very low birth vweight infants: soy oil and marine oil supplementation of formula. J Pediatr, 1994; 14: 612-620.
24. *Carlson SE, Ford AJ, Werkman SH &* al, Visual acuity and fatty acid status of term infants fed human milk and formulas with and without docosahexaenoate and arachidonate from egg yolk lecithin. Pediatr Res, 1996; 39: 882-888.
25. *Faldella G, Govoni M, Alessandroni R &* al, Visual evoked potentials and dietary long chain polyunsaturated fatty acids in preterm infants. Arch Dis Child, 1996; 75: F108-F112.
26. *Auestad N, Montalto MB, Hall RT &* al, Visual acuity, erythrocyte fatty acid composition and growth in term infants fed formulas with long chain polyunsaturated fatty acids for one year. Pediatr Res, 1997; 41: 1-10.
27. *Budowsky P.* Omega-3 fatty acids in health and disease. Wld Rev Nutr Diet, 1989; 57: 214-274.
28. *Green P, Beigel Y & Lurie Y,* Fish oil and atherosclerosis. Harefuah, 1989; 197: 360-368.
29. *Dolecek TA,* Epidemiological evidence of relationship between dietary polyunsaturated fatty acids and mortality in the multiple risk factor intervention trial. Proc Soc Exp Biol Med, 1992; 200: 177-182.
30. *Wood DA, Riemersma RA, Butler S &* al, Linoleic and eicosapentaenoic acids in adipose tissue and platelets and risk of coronary heart disease. Lancet, 1987; 1: 177-183.
31. *Green P, Fuchs J, Schoenfeld N &* al, Effects of fish oil ingestion on cardiovascular risk factors in hyperlipidemic subjects in Israel: a randomized, double-blind crossover study. Am J Clin Nutr, 1990; 52: 1118-1124.
32. *Willumsen N, Hexeberg S, Skorvel J &* al, Docosahexanoic acid shows no triglyceride-lowering effects but increases the peroxisomal fatty acid oxidation in liver rats. J Lipid Res, 1993; 34: 13-22.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטעים לייצוג על פי פעילויות ו' - 1 עמ' 60; ו' - 3 עמ' 62 - 66 בחוברת לתלמיד.

קטע מס' 1:

"...בתחילת שנות השמונים של המאה הנוכחית דלדל המין האנושי כמעט את כל מרבצי הזהב באיכות גבוהה הסמוכים לפני כדור הארץ. נותר כמובן זהב רב, אך הוא טמון במרבצים עמוקים יותר, ורובו מצוי בתרכובות גופרית.

הפקת זהב היא תהליך יקר, מסובך, ומזיק לסביבה מאין כמותו — קרוב לודאי כי קשה היה להמציא תהליך הפקה מזיק ומסוכן יותר לאורגניזמים חיים. ראשית, יש להיפטר מהגופרית על ידי שריפת העפרה או "בישולה" בלחץ גבוה בסביבה עשירת חמצן. מאחר שריכוז הזהב בעפרה נמוך מאוד, יש צורך לעבד כמויות עפרה גדולות; לפיכך, צריכת האנרגיה גבוהה מאוד. התוצאה המיידית של שריפת דלקים מחצביים היא שחרור גאזי חממה לאטמוספירה וזיהום האוויר בתרכובות גופרית — בגורם העיקרי לגשם חומצי...

לאחר שלב מקדים זה יש להפיק את הזהב עצמו מהעפרה. לשם כך שוטפים אותה בציאניד או בכספית — שני רעלים חזקים והרסניים ביותר. הכספית והציאניד מוצאים את דרכם לקרקע ולמקווי מים, דרך משקעים או במעבר ישיר ומשם לגופם של בעלי חיים וצמחים. יש הזוקפים את רוב הזיהום העולמי בכספית לחובת תהליכי הפקת זהב וכסף..."

מתוך: כריית מחצבים בעזרת חיידקים / רועי שפירא, 1994, "גליליאו", גיליון 5, עמ' 2.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 2:

"הפרומון הוא חומר הגורם לגירוי. בניגוד להורמונים, שהם חומרי הפרשה פנימיים, הפרומונים הם חומרי הפרשה חיצוניים, ויש להם תפקידים שונים בתקשורת שבין בעלי - חיים.

השפעתם של הפרומונים על מערכת העצבים המרכזית של הקולט מתבטאת בשני אופנים: יש המשפיעים מיד עם קליטתם, כמו בפרומונים מיניים, ויש הגורמים להשפעה התנהגותית דחויה, המתבטאת בשינויים פיזיולוגיים.

כך לדוגמה "פרומון שביל" מסמן עבור הנמלה את השביל למקור מזון; "פרומון התכנסות" משמש להעברת מידע להתקבצות הפרטים במקום אחד; "פרומון אזעקה" משמש לגיוס המגינים על הקן והכרזת "מצב הכן" בפני פולש; "פרומון המלכה" מדכא התפתחות שחלות

של המלכות - המתחרות בכוורת דבורים או צרעות; "פרומון שטח" מסמן שטחי מחיה של בעלי חיים שונים; "פרומון מין" מושך זכר לנקבה, ולהפך, למטרות הפרייה והתרבות."

מתוך: פרומונים - חומרי משיכה מיניים / פרופ' רפאל איקן, 1997, "כמעט אלפיים", 15, עמ' 36 - 39.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 3:

"בחודש ינואר האחרון כשלו שלושה ניסיונות להקיף את כדור הארץ בכדור פורח. שלושת הכדורים הפורחים יוצרו אצל יצרן אחד, חברת "רוזייר" (Roziere), ופעלו כמעט באותה דרך. למרות זאת, מידת הכישלון משקפת כנראה גם את יכולתם של הטייסים להפעיל את הכלי. שלושת הבלונים היו: Solo Spirit של המיליונר סטיב פוסט (Fossett) - הכדור הפורח שהגיע למרחק הגדול ביותר מבין השלושה; Breitling Orbiter - שהוטס בידי וים ורסטראטן (Verstraeten) וברטרנד פיקאר (Picard), אלופי חציית האוקיינוס האטלנטי בכדור פורח ב- 1992; ו - Global Challenger של ריצ'רד ברנסון, שהוטס בידי פר לינדסטרנד (Lindstrand).

Global היה הגדול מבין שלושת הכדורים הפורחים, וסיים את טיסתו לאחר הזמן הקצר ביותר.

בלוני "רוזייר" כוללים הן הליום והן אוויר חם. יש בהם בלון פנימי המלא בהליום, המקנה למתקן את תכונת העילוי העיקרית שלו. בנוסף, לכל בלון יש מעטפת חיצונית שאפשר למלא באוויר חם. כיוון שהאוויר החם דליל יותר מהאוויר הקר, גם חלק זה של הבלון מקנה עילוי.

תחילה ממלאים את הבלון בהליום, והוא עולה בתוך המעטפת החיצונית. כאשר הצוות מעוניים להמריא הוא מפעיל מבער המופעל בפרופאן (גז בישול), היוצר אוויר חם בתוך המעטפת החיצונית. בעת טיסה יש השפעה מרובה לשעת היום: כאשר השמש מחממת את המעטפת החיוצונית, מתחמם גם בלון ההליום הפנימי; נפח הבלון עולה, וכושר הציפה עולה גם כן. בלילה חייב הצוות להפעיל את המבער כדי למנוע את צניחת הבלון.

לכל אחד משלושת הכדורים הפורחים שהתחרו במבצע הנוכחי להקפת העולם היו תכונות מיוחדות.

ל- Global ו - Spirit היו מעטפות חיצוניות כפולות. מבנה זה הקנה תוספת בידוד מחימום יתר ביום או קירור יתר בלילה. בנוסף, הותקנו בהם מאווררים השואבים אוויר קר מבחוץ ומופעלים בתאים סולריים.

ב- Orbiter הותקן בלון הליום קטן נוסף, והוא יצר "אוהל" מעל לבלון ההליום הפנימי ומנע את התקררותו המהירה בלילה. למרות כל השכלולים, לא הצליח שום משתתף להשלים הקפה שלמה של כדור הארץ. הם נעזרו ברוחות הרום הנושבות בקביעות ממערב למזרח, ובעזרתן הגיע הבלון של פוסט למרחק הרב ביותר: הוא המריא מארצות הברית, חצה את האוקיינוס האטלנטי ואת צפון אפריקה, ונחת בהודו."

מתוך: מסביב לעולם? עדיין לא! / נח ברוש, 1997, "גליליאו", גיליון 21, עמ' 7.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 4:

"ריח הביצה הסרוחה הוא סימן ההיכר של גופרית. הגופרית היא צרה צרורה לחברות נפט. הן חייבות לסלקה מתוצרי הדלק השונים, בשל תרומתה לערפיח ולגשם חומצי. אך בידודה של הגופרית הוא תהליך יקר, ממושך ובלתי יעיל.

כדי לסלק את הגופרית, החברות משתמשות בשיטת ההידרודסולפוריזציה. בשיטה זו מבעבעים גז מימן מבעד לדלק המצוי בטמפרטורה ולחץ גבוהים, בנוכחות זרזים (קטליזטורים) מתכתיים. תרכובות הגופרית הנוצרות עקב כך ניתנות להפרדה ולסילוק. הבעיה היא שנותרות בדלק כמה תרכובות גופרית מזיקות הפוגעות באיכות הדלק משום שהן מורידות את דרגת האוקטן שלו.

לאחרונה, בכינוס של "החברה הכימית האמריקאית" שהיה בעיר וושינגטון חשף הכימאי סטיבן ג'ונסון (Johnson) שיטה חדשה לטיפול בגופרית. השיטה מבוססת על חיידקים "זוללי גופרית". לדברי ג'ונסון, החיידק רודוקוקוס אריתרופוליס (*Rhodococcus erytropolis*) מסלק ביעילות ובזול תרכובות גופרית מדלקים.

מסביר ג'ונסון "היופי שבעבודה עם חיידקים הוא שפעולתם ייחודית - החיידק תוקף רק את הקשר בין אטום הגופרית לפרודת הדלק". למעשה, הוא מחליף את הגופרית בחמצן כך שבעת שריפתו משחרר הדלק את תוצרי הלוואי הבלתי מזיקים - דו תחמוצת הפחמן ומים. התהליך כולו מתרחש בתא החיידקי, לא מופרשים אנזימים לדלק, והגופרית מצטברת בצורה אי אורגנית, שקל יחסית לסלקה ואפילו להשתמש בה בתהליך דשנים".

מתוך: חיידקים מסלקים גופרית מדלקים / רועי שפירא, 1994, "גליליאו", גיליון 7, עמ' 3.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 5:

"טכנולוגיה חדשה מאפשרת לספק לחולים הזקוקים לקבלת תרופות סדירה, את מתן התרופות במינון מדויק, בזמנים מדויקים, וללא כאב. תחבושות קטנות בגודל של שעון יד המכילות שבב אלקטרוני זעיר וסוללות חשמליות קטנטנות מאפשרות מתן מבוקר של תרופות דרך העור.

טכנולוגיה זו עשויה להחליף את השימוש במזרקים לצורך מתן תרופות כמו הורמוני גדילה, תרופות לטיפול בסרטן או חומרים משככי כאב.

הטכנולוגיה שעליה מבוססת המערכת משתמשת בזרמים חשמליים כדי להחדיר תרופות אל תוך הגוף דרך נקבוביות העור שמהן צומחות השערות או נפלטת זיעה. בימים אלה נעשים ניסויים בבני אדם, ויתכן כי המוצר יצא לשוק בתוך שנתיים - שלוש.

הדגם הראשון נראה כמו המערכות המוכרות המחדירות ניקוטין דרך העור כדי לסייע למעשנים להיגמל מעישון. בשיטה החדשה ממוקם המעגל החשמלי מעל התחבושת המכילה מיכל קטן ובו התרופה. הפעלת זרם חשמלי על ידי מנגנון הבקרה גורם להחדרת התרופה אל נקבוביות העור בדרך של דיפוזיה (פעפוע) אל הנוזל הבין תאי. השיטה קרויה יונטופורזיס (iontophoresis). הסוללה המפעילה את המכשיר היא בעלת מתח של 3-12 וולט, ובמקום כאב החולה חש דגדוג חלש בזמן החדרת התרופה.

העיתון "טימס טכנולוג'י אנד אינובייישן" מדווח כי אחד היישומים הראשונים הנבדקים הם ניצול הטכנולוגיה החדשנית לטיפול בחולי סכרת הזקוקים למנות אינסולין קבועות. כיום נעשים מחקרים בכמה מעבדות בעולם כדי לבדוק את אפשרויות השימוש בטכנולוגיה למדידה של רמת הגלוקוז בגוף. פיתוח זה יאפשר לחולי הסוכרת להשתמש במערכת המספקת להם אינסולין באופן אוטומטי, בהתאם לרמת הגלוקוז הרגעית בגופם. ראוי לציין כי הטכניקה הבסיסית מוכרת לרפואה יותר ממאה שנה. תחייתה המחודשת נובעת מהפופולריות החדשה של תחבושות להחדרה עורית ומההתפתחויות התחום האלקטרוניקה הזעירה.

סיבה נוספת היא התפתחות של התעשיה הטכנולוגית. מתברר כי רוב התרופות המיוצרות בתעשייה זו הן פפטידים (שרשרות של חומצות אמיניות) או חלבונים - תרופות שלא ניתן לקחת בבליעה, כי יעברו פירוק במערכת העיכול. מצד שני הן אינן ניתנות לספיגה באופן סביל דרך העור משום שהמולקולות גדולות מדי. לעומת זאת, למולקולות של רוב התרופות יש מטען חשמלי, עובדה המאפשרת "לדחוף" אותן אל תוך הנקבוביות העוריות באמצעות מטענים חשמליים חיצוניים המופעלים עליהן".

מתוך: תרופות דרך נקבוביות העור / רוני ליפשיץ, 1995, "גלילאו", גיליון 9, עמ' 12.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

"תשובון" למורה:

להלן הצעות לדרכי ייצוג אפשריות של כל קטע. לעיתים הקטע המצורף יכול להיות מיוצג במספר דרכים. אופני הייצוג מתוארים במדריך למורה, חלק א', מבנית ו' - ייצוג ידע, עמ' 73 - 87.

קטע מס' 1: קטע זה ניתן לייצג כתרשים המתאר תהליך.

קטע מס' 2: קטע זה מפרט פרומונים שונים אשר ניתן למיינם ועל כן אפשר לייצג את הקטע בעזרת תרשים עץ מיון או מיון בטבלה.

קטע מס' 3: קטע זה ניתן לייצוג כשרטוט המתאר מבנה כך שניתן לשרטט את המבנה של בלון אחד או את שלושתם. ניתן גם לייצג את הקטע בעזרת טבלת השוואה בין שלושת הבלונים הפורחים השונים.

קטע מס' 4: קטע זה ניתן לייצג כתיאור של פתרון בעיה.

קטע מס' 5: קטע זה ניתן לייצג חזותית כתרשים המתאר תהליך, או כשרטוט המתאר את מבנה המערכת. אולם, ניתן לייצג קטע זה גם באופן מילולי כפתרון בעיה.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

המים

מאמר מדעי פופולארי וקטעי מידע בנושא

קישורים לסילבוס

"לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים"

נושא מרכזי:

ג - 5: כדור הארץ והיקום

5.3: הידרוספירה

ג - 6: תופעות, מבנים ותהליכים ביצורים חיים (צמחים ובעלי חיים)

6.2: משק המים בגופם של יצורים חיים

6.2.1: חשיבות המים ביצורים חיים

6.2.2: קליטה ופליטה של מים ביצורים חיים

6.2.3: השמירה על מאזן המים ביצורים חיים

6.2.4: מאזן המים והחום

מתאים לשילוב עם יחידות לימוד כדוגמת:

"כוכב הלכת הכחול" / מטמו"ן

"המים - חומר לחיים" / משולש המוחו"ט

"בין מים לשמיים" / משולש המוחו"ט

"מים חיים" / ת"ל

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



שאלון התבוננות שניה במאמר מדעי

מהלך הפעילות:

עיין שנית במאמר שלפניך.

במהלך העיון במאמר, ענה על השאלות הבאות:

שם המאמר:
"קשיי הנזילות של משק המים"

שם המחבר:
רונית נתיב

פרטים ביבליוגרפיים:
"ירוק כחול לבן", ספטמבר - אוקטובר 1995, 5, 16-20.

1) מי הוא המחבר? _____

האם הוא אדם מוסמך לנושא? נמק. _____

_____

2) האם יש במאמר:

תמצית / תקציר - _____

רשימת מקורות - _____

3) ציין נקודה אחת חשובה שלמדת מתוך עיון ב:

מבוא / הקדמה - _____

_____

סיכום / דיון - _____

_____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

בסעיפים הבאים ציין את המקום במאמר בו איתרת את התשובות:

4) מהם האקוויפרים העיקריים בהם נאגרים המים במדינת ישראל?

_____

5) כיצד מוגדר הפוטנציאל של אקוויפר?

_____

6) הסבר את המונח:

אקוויפר - _____

7) מהן הסכנות הנובעות משאיבת יתר באקוויפרים?

_____

_____

8) באילו יחידות נמדד חשבון המים של מדינת ישראל?

_____

9) אילו אמצעי אכיפה יש להפעיל על מנת למנוע את זיהום האקוויפרים?

_____

_____

10) מהו המסר העיקרי במאמר?

_____

_____

_____

_____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קשיי הנזילות של משק המים

מאת ד"ר רונית נתיב*

משאבי המים של מדינת ישראל אינם בלתי־מוגבלים. בשנה של גשמי ברכה נושמים כולם לרווחה, אך בשנת בצורת משק המים בצרות. כל מה שרציתם לדעת על שלושת (האקוויפרים) הגדולים, על מיפלס מי התהום והכנרת, ועל איכות המים שמגיעים לברזים שלנו

מדינת ישראל מקבלת את מימיה משמיים, אולם כ־70% מתפוקת העננים חוזרים ומתאיידים אל האטמוספרה, במישרין מטיפות הגשם, או בעקיפין מפני השטחים הלחים, מהצמחייה, מהנחלים ומהאגמים. חלק מהגשמים זורם לנחלים המובילים את המים לים או למאגרי־מים. חלק אחר מחלחל אל תוך הקרקע ומזין את מאגרי מי התהום.

המאגרים התת־קרקעיים נקראים אקוויפרים (בלאטינית, מובילי מים). חשוב לדעת שאקוויפרים אינם בריכות־ענק תת־קרקעיות לאגירת מים. מי התהום נאגרים בנקבוביות ובסדקים שבין סלעים, לכן מתאים יותר להשוות את הצטברות המים במאגרים אלה להצטברותם בנקבוביות ספוג רווי. האקלים השחון בישראל גורם לזרימה מעטה וקצרת־טווח בנחלים, גם אחרי גשמים עזים. למרות שבמרבית הנחלים הגדולים בארץ ניבנו סכרים לעצירת מי הנגר (מי גשמים הנעים על־פני האדמה), עיקר מקורות המים שלנו הם מי תהום.

כשני־שלישים מכמות המים המתחדשת מדי שנה בחודשי החורף, נאגרים בשלושה אקוויפרים עיקריים: אקוויפר החוף, אקוויפר ההר ואקוויפר החרמון.

אקוויפר החוף משתרע ממזרח לקו החוף, בתוך חולות ואבני חול המרכיבים את מישור החוף מן הכרמל ועד רצועת עזה. עומקם של המים באקוויפר משתנה, החל מפני השטח ליד חוף הים במערב, ועד כ־60 מטרים במזרחו. באופן טבעי, מי התהום באקוויפר מתנקזים אל הים. בדרך זו התנקזה בעבר כל כמות המים השנתית המתחדשת באקוויפר – 220 מיליון מטרים מעוקבים (מלמ"ק). החל משנות ה־30', עת החלה הפרדסנות לכבוש שטחים במישור החוף, והאיכרים נזקקו למי האקוויפר להשקייה, קטנה מאוד כמות המים הזורמת הימה, והגיעה ל־60 מלמ"ק בלבד כל שנה.

אקוויפר ההר מצוי בסלעי הגיר והדולומיט הבולטים מעל פני השטח בשומרון, ביהודה ובהרי חברון. שיכבת סלע אטומה למים מחלקת את האקוויפר למאגר עליון ומאגר תחתון. בעומק רב מתחת לקרקעית האטומה של אקוויפר ההר, קיים אקוויפר נוסף, אשר על־מנת ללמוד אותו, צריך לבצע קידוחי עומק.

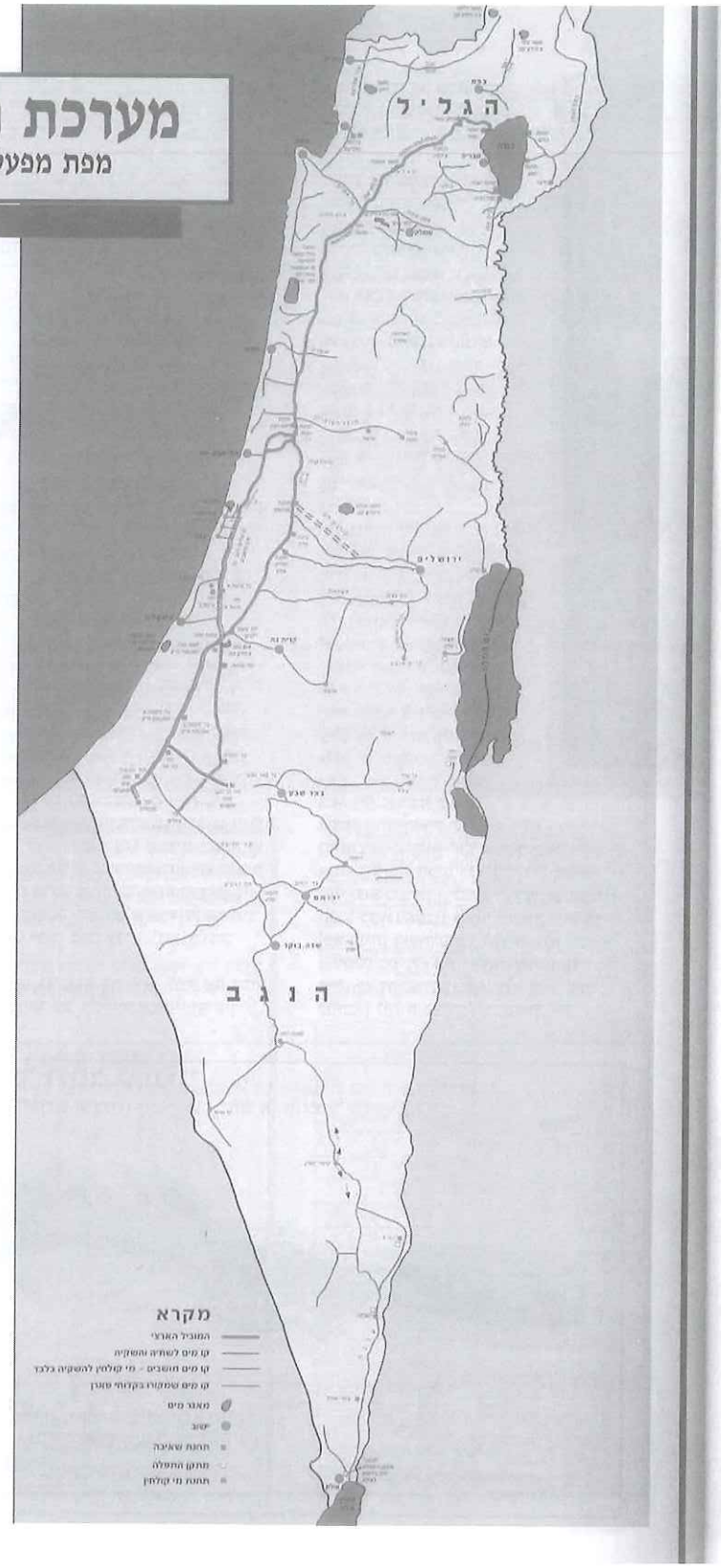
בעבר התנקזה כל כמות המים השנתית המתחדשת באקוויפר ההר (340 מלמ"ק) אל שני מוצאים מערביים: מעיינות ראש העין שהזינו את הירקון, ומעיינות התנינים למרגלות הכרמל הדרומי. אך שאיבת מים מוגברת מאקוויפר זה, ייבשה כליל את מוצאו הטבעי אל מעיינות ראש העין, וגם הזרימה במעיינות התנינים קטנה מאוד ומגיעה כיום ל־50 מלמ"ק בלבד.

מעיינות ראש העין יבשו בעקבות 300

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

מערכת המים הארצית

מפת מפעלי המים של "מקורות"



הקידוחים שנעשו באקוויפר ההר באזור שפלת החוף, במטרה להעביר את מימיהם אל הנגב, בקו ירקון־נגב שהונח בשנות ה־50'. מאקוויפר ההר ישנה גם זרימה גדולה מזרחה, לכיוון מעיינות פשחה, קנה, סמר ועין גדי. זרימה זו אינה מנוצלת במלוא היקפה, בעיקר בגלל מיעוט הצרכנים בביקעת הירדן.

אקוויפר החרמון, הבנוי גם הוא סלעי גיר, מתכסה כל שנה בשלג וכמויות הגשם שמעליו הן הגדולות ביותר במדינת ישראל. המים המחלחלים לתוכו דרך הסדקים והחללים בגיר, נובעים בשולי החרמון בשורה של מעיינות גדולים הזורמים מזרחה לסוריה ומערבה ודרומה למעיינות הדן, החרמון (בניאס) והשניר (חצבני). מעיינות אלה מהווים את מקורות הירדן, המזרים מדי שנה כ־500 מלמ"ק מים אל הכנרת.

פרט לשלושת הגדולים, ישנם בישראל אקוויפרים המספקים כמויות קטנות יותר לצריכה שוטפת, כמו האקוויפרים בערבה, בגליל או בנגב, אך על כך בהזדמנות אחרת. המוביל הארצי, שנבנה בשנות ה־50', איחד למעשה את שלושת האקוויפרים הגדולים. מי הירדן הנשפכים אל הכנרת נשאבים בתחנת ספיר שבצפון־מערב הכנרת, מובלים בתעלה עילית אל אגם אשכול שבבית נטופה בגליל, ומשם זורמים בצינורות תת־קרקעיים לראש העין ומתחברים לקו ירקון־נגב. משם מגיעים מי המוביל לשדה בוקר בדרום, ולירושלים במזרח. השטחים שמדרום לשדה בוקר, הערבה וביקעת הירדן, אינם מחוברים למערכת.

אל המוביל הארצי מתחברים צינורות רבים, המאפשרים להזרים בתוכו לא רק את מי הכנרת, אלא גם מי קידוחים מאקוויפרי החוף או ההר. בחורפים ברוכי גשמים, כאשר אין צורך במי כנרת להשקיית שדות בדרום, מי האגם מובלים ומוחדרים לאקוויפרי החוף וההר, כדי לפצות על השאיבה המוגברת בעונת הקיץ.

לטווח ארוך, לאחר שהחלה השאיבה מן האקוויפר, **הפוטנציאל** (כמות המים השנתית המירבית אותה ניתן לשאוב) **שווה לכמות המים הממוצעת המתווספת לאקוויפר כל שנה**, מהגשם ומהנגר המחלחלים לתוכו. מה יקרה אם נשאב יותר? במיקרה זה יירד מיפלס המים בסביבת הבארות השואבות

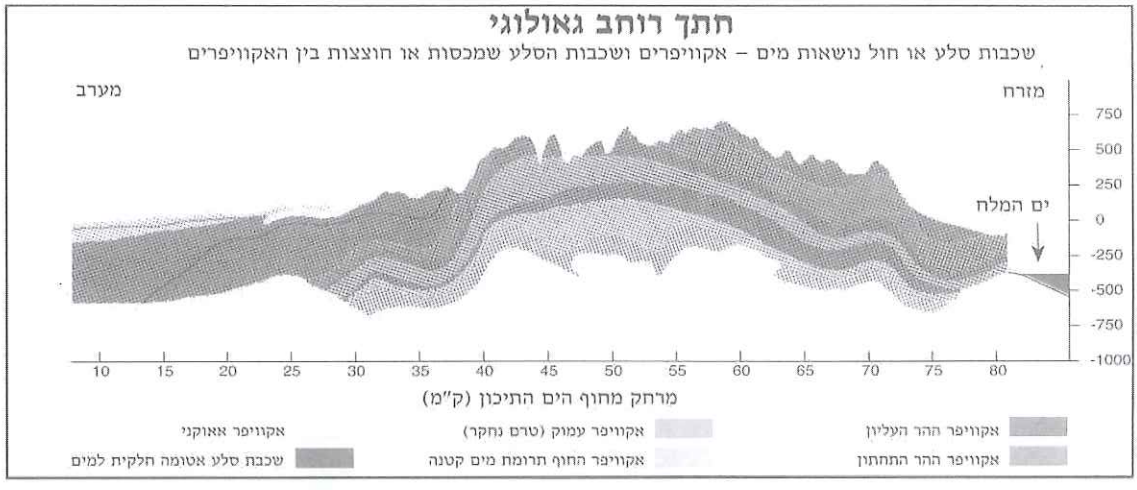
© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קשיי הנזילות של משק המים

ובאקוויפר כולו.
לכאורה, אין רע בכך: עשינו זאת במכוון כדי לייבש את מעיינות ראש העין, שבאופן טבעי מימיהם היו אובדים דרך הירקון אל הים, והזרמנו את המים הנשאבים מהבארות להפרחת הנגב. למעשה, כל שאיבה מורידה את מיפלסי המים באקוויפר אל מתחת למצבם ההתחלתי. שכן, רק בעונת החורף יחדרו מים אל תוך האקוויפר ויעלו את המיפלס.
מדוע, אם כן, אנו מגבילים את השאיבה לפוטנציאל המים של האקוויפר? מדוע לא ניתן להוריד מיפלס בתוך האקוויפר בלי הגבלה? יש לכך מספר תשובות.
ראשית, כל הורדה במיפלס פירושה העלאת המים בבארות מעומק רב יותר, כלומר השקעת יותר אנרגיה ויותר כסף על־מנת להביא את המים אל פני השטח, מה שיתבטא בעלותם למשתמש.
שנית, אם יירד המיפלס אל מתחת לקו 400 המטרים, לא ניתן יהיה לשאוב את המים במשאבות רגילות, אלא במשאבות המשמשות בארות נפט, שספיקתן קטנה ביחס למשאבות מים.
שלישית, והסיבה העיקרית להגבלת השאיבה, הם הנזקים הנגרמים לאקוויפר כתוצאה משאיבה מוגברת. בתת־הקרקע של אקוויפר החוף אין מחסום מפני מי הים. לכן, שאיבת מים והורדת מיפלסם גורמת למים המלוחים (המהווים את חלקו של האקוויפר שמתחת לים ובאזור קו החוף), לחדור פנימה כבמערכת כלים שלובים.
מסיבה זו גם נמנעים מהורדת מיפלס הכנרת אל מתחת למינוס 212.5 מטרים מתחת פני הים. זאת, משום שבתוכה ולחופיה נובעים מעיינות מלוחים וחמים (חמי טבריה, בין היתר) שמקור מימיהם איננו ידוע ומנגנון נביעתם איננו מובן עדיין להידרולוגים בארץ.
במיקרים רבים גם לא כדאי לנצל את מלוא הפוטנציאל של אקוויפר. במעיינות עין פשחה, לדוגמא, שבאקוויפר ההר, אין מנצלים את המים הרבים הזורמים לים המלח, משום שהעברתם למרכז הארץ מחייבת השקעה כספית גדולה, שתייקר מאוד את מחירם לצרכן.
שיקול נוסף להימנעות מניצול הפוטנציאל במלואו, הוא איכות המים. כאשר כל המים המתחדשים באקוויפר נשאבים, מלחים מזהמים המצטברים בתוכו אינם נשטפים וגורמים הידרדרות באיכות המים הנשאבים. הדבר נכון גם לגבי ניצול מלא של מי השיטפונות, בעזרת מאגרים שנבנו לתפיסתם.
כדי למנוע המלחה והצטברות מזהמים כתוצאה מהורדת מיפלסים, נקבעה מדיניות של קווים אדומים בכל אקוויפר. ירידת המיפלס אל מתחת לקווים אלה (בעקבות שאיבה מוגברת) עלולה לפגוע באקוויפר ולהעלות את מליחות מימיו.
ניתן להשוות ניהול נכון של אקוויפר לניהול חשבון בנק: איננו יכולים לצרוך יותר כסף (מים) ממה שנכנס לחשבון. קו האפס של החשבון שלנו הוא הקו האדום באקוויפר. איננו רוצים להיכנס לגירעון בגלל משיכת יתר (שאיבת יתר). במקביל, רצוי שנשמור סכום כסף בחשבון (אוגר תיפעולי, שהוא נפח המים האגורים בין הקו האדום לבין המיפלס בפועל) אשר ישמש אותנו בעת צרה, כאשר מסיבה כלשהי לא נכנס כסף לחשבון (שנות בצורת). בהיעדרו, אנו



אקוויפר ההר – חתך רוחב

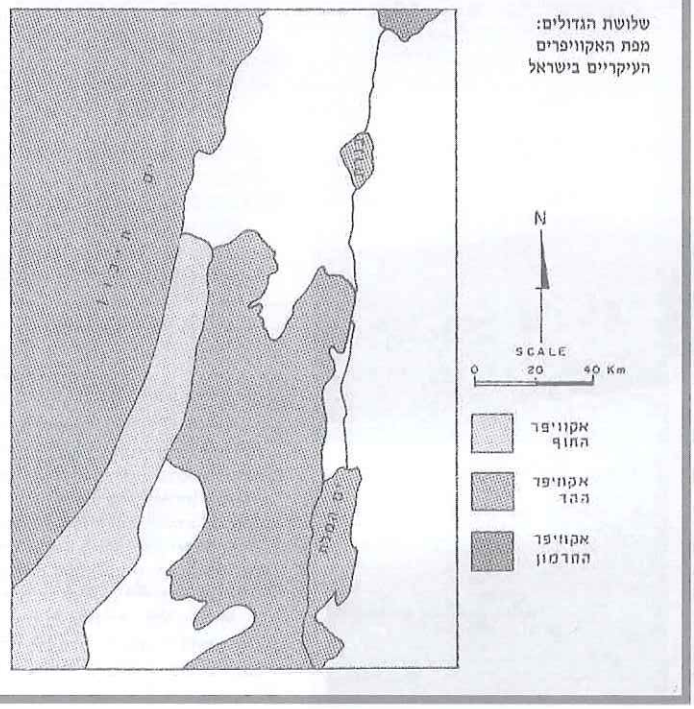


© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



קידוח במעיינות ראש העין, המספקים מים לאזור המרכז

הפער שבין צריכה של מדינת ישראל ב־1989 ובין 'ההיצע' של מקורות המים, מגיע ליותר מ־150 מלמ"ק. מיספר זה משקף שאיבת־יתר במשך שנים ארוכות מאקוויפר החוף ומאקוויפרים אחרים. זה שנים שאין באקוויפר החוף אוגר תיפעולי, אלא גירעון (כלומר, שאיבה מעבר לקו האדום) של 600 – 800 מלמ"ק, נפח הגדול פי 2 – 3 מן הכמות השנתית החודרת אליו.
הסיבה לשאיבת־יתר שנמשכה כ־25 שנה, היא הרצון לעמוד בהקצבות מים לצרכנים, ובמיוחד לחקלאות. עקב כך נוצרו באקוויפר החוף מכתשי שאיבה, בהם נמוך מיפלס מי התהום ממיפלס הים. כתוצאה מתדירת מי ים והיעדר שטיפה של מזהמים המצטברים בהם, מידרדרת והולכת איכות המים.
עיון בטבלה 1 מלמד, כי כמויות המים המוקצבות לצריכה ביתית ותעשייתית קטנות למדי (פחות משליש צריכת המים הכללית). קיצוץ באספקת המים חייב להיעשות במיגזר החקלאי. כל עוד לא יוחלט על העלאת מחיר המים לצרכנים, החלטה שבעקבותיה ניתן יהיה לפתח מקורות מים נוספים או להתפיל מים, תלוייה המדינה בכמות המים המתחדשת, שהיא גורם קבוע. בעקבות העלייה והגידול באוכלוסיית ישראל, תעלה אספקת המים עלולים להיקלע לגירעון כספי (שאיבת יתר), שבצידו 'עונשים' – החל מדיבית גבוהה על משיכת־יתר וכלה בהחזרת צ'קים (נפילת מיפלס לא רצויה והידרדרות באיכות המים המסופקים).
שתי הטבלאות שלהלן יסייעו לנו לבדוק את חשבון משאבי המים של המדינה



שלושת הגדולים: מפת האקוויפרים העיקריים בישראל

טבלה 1: צריכת המים בישראל ב־1989 (דו"ח מבקר המדינה, 1990)

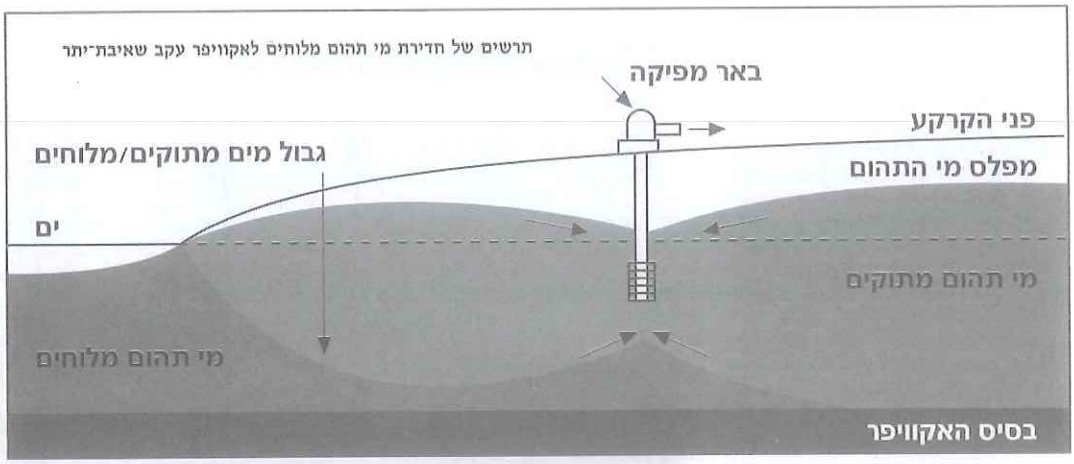
הצריכה	במלמ"ק*	נפח באחוזים
חקלאית	1309	68.5
ביתית	495	25.9
תעשייתית	107	5.6
סה"כ	1911	100.0

* מלמ"ק – מיליוני מטרים מעוקבים

טבלה 2: פוטנציאל מאגרי המים העיקריים במדינה (במלמ"ק)

אקוויפר החוף	283
אקוויפר ההר	330
אקוויפרים נוספים	240
מים זמינים בכנרת	490
שיטפונות ומי ביוב	401
סה"כ	1753

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



לשימוש ביתי ותעשייתי, וכמויות המים שיעמדו לרשות החקלאים יילכו ויקטנו. את בעיית המחסור במים ניתן לפתור על־ידי פיתוח מקורות מים חדשים, אך יקרים יותר, או על־ידי צימצום הצריכה בתיכנון חקלאי מחודש. תיכנון זה יחייב בדיקת כדאיות של גידולים מקומיים, לעומת ייבוא של מוצרים חקלאיים עתירי מים, שגידולם אינו חיוני ורווחיותם מוטלת בספק.

בעיה קשה עוד יותר, היא הידרדרות איכות המים באקוויפר החוף ושימור איכות המים בכנרת ובאקוויפר ההר. תכולת כלורידים ממוצעת במי אקוויפר החוף (המשמשת אמת־מידה לאיכות מימיו להשקיה) עלתה ב־30 השנים האחרונות מ־100 מיליגרם לליטר (מג"ל) ל־155 מג"ל בממוצע (כאשר 250 מג"ל מהווים גבול עליון לשימוש במי האקוויפר להשקיית גידולים רגישים למליחות).

תכולת החנקות הממוצעת במי האקוויפר (המשמשת אמת־מידה לזיהום מי התהום ולאפשרות השימוש בהם כמי שתייה) עלתה באותה תקופה מ־25 מג"ל ל־50 מג"ל. הריכוז המירבי של חנקות במי שתייה בארצות־הברית ובמדינות השוק האירופי המשותף, הוא 45 מג"ל ובישראל 90 מג"ל. כבר היום, אחוז מסויים ממי אקוויפר החוף אינו עומד בדרישות התקן למי שתייה או להשקייה.

איכות מי התהום באקוויפר ההר, גבוהה בהרבה מזו שבאקוויפר החוף: 98% מהמים מוגדרים כמים שפירים, וריכוז הכלורידים והחנקות בהם נמוך. אך מהירות זרימת המים בחללים הגדולים שבסלעים הבונים אותו, גבוהה בהרבה ממהירות הזרימה שבאקוויפר החוף, והתפשטות המזהמים בתוכו מהירה ביותר. לכן, יש להקפיד שבעתיים על מניעת זיהום השטח, דרכו חודרים המים לאקוויפר ההר. שפכים הזורמים בנחל שורק, מעל מחשופי האקוויפר, מלמדים שאיננו עושים די. בעיית איכות המים חמורה בהרבה מבעיית המחסור בהם.

כדי לעצור את ההידרדרות באיכות המים באקוויפרים השונים, יש לנקוט באמצעים הבאים:

1. תיכנון נכון של שאיבה
2. החדרה של מי כנרת ומי שיטפונות
3. טיפול במוקדי זיהום וחיסולם
4. מניעת החדירה של מי ים ומי תמלחות, על־ידי הגבהת מיפלס מי התהום באקוויפרים השונים
5. צימצום השקייה במים מלוחים מעל לאקוויפרים, למניעת חילחול מי השקייה מלוחים לתוכם.
6. התקנת מערכות ניקוז מרכזיות (במקום בורות ספיגה) בכל היישובים שמעל לאקוויפרים.

כדי למנוע את זיהומם של האקוויפרים, יש להפעיל אמצעי אכיפה כגון:

1. הטלת עונשים על מזהמים
2. הפעלת פיקוח מתמיד ויעיל לסילוק מוקדי זיהום במרכזים עירוניים, כפריים ותעשייתיים
3. מניעת שימוש מופרז בחומרים מזהמים, כמו חומרי דישון והדברה
4. זירוז הקמתם של מפעלים לטיהור שפכים.
5. בחינה קפדנית של ההצעה להשקות במי ביוב שדות, הממוקמים מעל אקוויפרים המכילים מים שפירים. איכות ירודה של מים אלה עלולה לגרום זיהומים כבדים והשבתת בארות נוספות.


קטע מהמוביל הארצי: מי גשמים ומי קידוחים

תיקון טעות

בשירטוט אקוויפר ההר, שפורסם בכתבת "קשיי הנזילות של המשק הישראלי" (גיליון 5, עמוד 18), נפלה טעות: תרומת המים הקטנה מתייחסת לאקוויפר האאוקני ולא לאקוויפר החוף, שתרומתו גדולה בהרבה.

לצערנו, נשמטה גם הגדרתה המקצועית של הכותבת, ד"ר רונית נתיב, שהיא חוקרת ב"מרכז סיגראם" למדעי הקרקע והמים בפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, רחובות

142 © כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגיתי", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטעים לייצוג על פי פעילויות ו' - 1 עמ' 60; ו' - 3 עמ' 62 - 66 בחוברת לתלמיד.

קטע מס' 1:

"...חלוקה כללית נוספת של חופי העולם, שמדגישה את התהליכים הדינמיים הפועלים עליהם, נקבעת לפי המשקעים (סדימנטים) המכסים אותם.

חופים שמכוסים במשקעים מכונים חופי השקעה והם חופים חוליים, חופי חלוקים או טין. מקור המשקעים העיקרי בהתפוררות ובבליית סלעים ביבשה, כשלרוב המרכיב הראשי הוא מינרל הקוורץ. באיזורים מסוימים, לדוגמא באיי הוואי הבזלתיים, הסדימנט החופי – החול והחלוקים – מורכב מרסק של סלעי בזלת וצבעו שלור. לעיתים, מקורם העיקרי של המשקעים הוא בפעילות ביאוגנית, ששלדי אורגניזמים החיים בחוף, בקרבתו או בים, כאלמוגים, אצות וצדפים, מתרסקים לחלקיקים באיזור החוף עצמו.

חלק מהחופים אינם חופי השקעה, אלא חופים ללא כסות של סדימנטים. חופים אלה הם חופים סלעיים או אירוזיביים, שהים נושק בהם ממש לסלע. בחופים אלו אין משקעים, או שהתהליכים החופיים והימיים מסירים אותם בקצב מהיר מאוד, ומותירים את החוף עירום.

את חופי העולם אפשר גם לחלק לפי משרעת הגיאות והשפל. משרעת גדולה נמצאת בטווח שמעל ארבעה מטרים, בינונית – טווח בין שניים לארבע מטרים, קטנה – טווח קטן משני מטרים וקטנה מאוד – טווח הקטן מחמישים סנטימטרים. חופי הים התיכון בכלל והחוף הישראלי בפרט שייכים לקבוצה האחרונה.

ויש גם סוגי חופים אחרים, כמו חופים עם נופים טבועים, הפיורדים בנורבגיה, למשל; איי חייץ (Barrier islands), איים חוליים צרים ומאורכים המצויים, למשל, ברוב החוף המזרחי של ארצות הברית ומפרץ מקסיקו; איי חייץ; ביצות חוף אותן אפשר למצוא באיזורים רבים, שבהם מישור החוף מאוד שטוח; שפכי נהרות באזורי גיאות ושפל (אסטוארים) וחופים המעוצבים בעיקר על ידי תהליכים ביאוגניים, כחופי אלמוגים, חופי מנגרובים וחופים שנוצרו בהשפעת עשבי ים ואצות, וממוקמים, לפיכך באזורי אקלים ובתנאים אקולוגיים מוגדרים."

מתוך: התנועה הגדולה, גיאומורפולוגיה של חופים / דניאל הרטמן, 1996, "מסע אחר", גיליון 57, עמ' 28 – 46.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 2:

"...באמצע שנות ה – 80 הקים פרופ' דוסטרובקי במכון ויצמן את המגדל הסולרי, שבבסיסו 64 הליוסטטים – מראות קעורות בעלות שטח של 56 מטרים רבועים כל אחת, המסוגלות לעקוב בעזרת מחשב אחר תנועת השמש, ולרכז את הקרינה הפוגעת בהן לעוצמה של 60 שמשות. פרופ' כוגן וצוותו נצלו את קרינת השמשה המרוכזת על הליוסטט אחד ורכזו אותה פעם נוספת העזרת מראה קעורה (פרבולית) משנית. כך הצליחו לרכז את אנרגיית השמש פי 6700 ולהשיג טמפרטורה של 2100 מעלות צלזיוס בתוך הראקטור – טמפרטורה הגורמת לפרוק אחוז ניכר של המים למימן ולחמצן.

כיצד ניתן להפריד את המימן מן התערובת? "בחרנו בשיטת ההפרדה של דיפוזיה גזית", אומר פרופ' כוגן. "העקרון הוא לבחור חומר נקבובי שעמיד לטמפרטורות גבוהות ועשוי חרירים חרירים. אם נבנה מהחומר 'קיר', שיעמוד בתוך ראקטור, יעדיפו תחילה לעבור דרכו המולקולות הקלות, שהן גם הזריזות יותר – אלה הן מולקולות המימן. כך משמש קיר זה מעין נפה שמבררת ומעבירה יותר מולקולות מימן ממולקולות חמצן". החוקרים הצליחו לפתח קרום קרמי מיוחד בשיתוף עם המכון הישראלי לקרמיקה ולסיליקטים. קרום זה מסוגל לעמוד בטמפרטורות שמעל ל – 2,000 מעלות צלזיוס, והחרירים שבו מאפשרים מעבר מימן והוצאתו מהתערובת.

הפרויקט מצוי עתה בשלב ניסויי מעבדה, ועל אחדים ממרכיבי המערכת נרשם פטנט בינלאומי."

מתוך: המוציא דלק מן המים / מרית סלוין, 1996, "גליליאו", גיליון 15, עמ' 6.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 3:

"... בתקופה נידונה היה ייבוש החולה צעד סביר, שענה על דרישות השעה. יתר על כן, אם נעשה מאזן חלקי של רווח והפסד, נראה כי מתוך כ – 70,000 דונם שנוקזו (שטח שהיה רוב השנה תחת מים ושלא ניתן לעיבוד), כ – 50,000 דונם הם, עד היום, שטחים פוריים ורווחיים, שטחים המייצרים תפוחי עץ בנאות מרדכי ואגוזי פקאן ביסוד המעלה. ההחלטה על ייבוש החולה נראית, לכן, החלטה מובנת לזמן, לתמאים ולמצב הידע שהיה קיים בשעתו, גם אם היום, בתנאים הנכונים לשעתנו, לא היינו חוזרים על מעשה זה. אולם גם היום אנו מתכננים ומבצעים דברים, ולא תמיד יש לנו שאר הרוח, הנבואה והחזון כדי לצפות השפעת מעשינו על הסביבה, כפי שזו תיראה בעוד ארבעים שנה.

לאחר השלמת הניקוז התברר, כי למרות הציפיות, גן העדן האבוד לא נמצא מתחת לצמחי הגומא שנעקרו. הממשק החקלאי שנדרש בשטחי הכבול שונה לחלוטין מזה שהיה מוכר לחקלאים בשטחים של קרקע מינרלית, והיבולים בשטחי הכבול לא היו יבולי הברכה המצופים. לא היה די בשמורת החולה לשימור הצמחייה, הדגה והעופות שהיו קיימים בחולה. יתר על כן, התברר כי תהליכי פירוק החומר האורגני המרובה, שנחשף לאוויר אחרי ניקוז השטח, מביאים להיווצרות חנקות (ניטרטים). אלה נשטפו לירדן ולכינרת ואיימו על הכנרת בהתפתחות מופרזת של אצות ובאוטרופיקציה (עושר בחומר אורגני, ומכאן פוריות גבוהה). שטח הכבול בחולה היה המקור העיקרי לחנקן שהגיע לכנרת.

ממצאים אלה, יחד עם העבודות שבהן נחזה "מוות" ביולוגי של האגם, הביאו להתעוררות של אנשי מקצוע ושל הציבור הרחב, ולאחר מכן – להחלטות ממשלתיות להקמת מנהלת הכנרת, כגוף אחראי על שמירת איכות מי הכנרת ועל בקרה על אגן ההיקוות.

שאלת הטיפול הנאות בשטחי החולה הייתה לנושא בעל עדיפות לאומית גבוהה, שהביא להקמת צוותי עבודה בין – תחומיים ובין מוסדיים, להקמת ועדת היגוי לאומית (וועדת החולה) והקצאת תקציבי מחקר לא מבוטלים. צוותי החוקרים עבדו במתואם עם אנשי הביצוע במנהלת הכנרת ועם תושבי האזור. תוך שלוש שנים מתחילת הפרויקט נקבעו ויושמו, לאור תוצאות מחקרים, נהלי ממשק לשטח החולה. הוקמו סוללות וסכרים, למניעת כניסתם של מי הירדן לשטח הכבול, הוקמו סכרים לבקרה על מפלס מי התהום ושונתה שיטת ההשקיה, כדי להביא לסילוק החנקות בתהליך דניטריפיקציה."

מתוך: החולה – ייבוש, הצפה ומה הלאה? / יורם אבנימלך, 1994, "אקולוגיה וסביבה", כרך 1, גיליון 4, עמ' 229 – 230.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 4:

בבתים רבים נעשה כיום שימוש במכשירים שונים לסינון וטיהור מים. אחד האמצעים הנפוצים הוא קנקן עשוי פלסטיק בעל תכולה של כ – 2 ליטר מים המונח על השיש במטבח, במקרר או על מדף.

לרוב, הקנקן מורכב משלושה חלקים: מכסה, מיכל לאיסוף המים ומרכיב נוסף אליו נמזגים המים. המרכיב האחרון בנוי באופן כזה שהמים הנמזגים יכולים להתנקז רק דרך מוצא אחד בו ניתן להכניס יחידת סינון מים ברת החלפה.

חתך אורך ביחידת הפילטר חושף את תכולת הפילטר: תערובת של גרגרים זעירים, בהירים ושחורים.

הגרגרים הבהירים מהווים את קולונת מחליף היונים אשר משמשת לספיחת יוני מתכות כבדות המצויים במים, אל שטח הפנים של הגרגרים. הגרגרים סופחים עופרת ונחושת המצויים לרוב במי הברז. כמו כן גרגרים אלו קושרים אליהם גם מלחי קלציום ומגנזיום.

הגרגרים השחורים הם גרגרי פחם פעיל, הסופח מזהמים אי אורגניים שונים המצויים במים כמו גם כלור המצוי לרוב במים, טעם רע וריחות הנלווים למי הברז.

תערובת הגרגרים הזעירים מהווה גם מסננת שאינה מאפשרת לחלקיקים הצפים במים, לעבור בין הרווחים של הגרגרים וכך משמשים הגרגרים גם כמסננת פיזית.

יחידת הפילטר מעוצבת כגוף גלילי. בחלקו העליון מכסה בעל חרירים מאורכים דרכם חודרים המים לתוך יחידת הפילטר.

גוף הפילטר מלא בתערובת גרגרי הפילטר.

בתחתית יחידת הפילטר, חורים ליציאת המים המסוננים. על גבי החורים, רשת דקה וצפופה המאפשרת מעבר מים ללא חלקיקי הפילטר או חלקיקים אחרים.

את יחידת הפילטר יש להחליף אחת לחודש או לאחר סינון של כ – 60 ליטר מים.

מעובד מתוך מידע המופיע באתר: http://64.14.37.118/

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

"תשובון" למורה:

להלן הצעות לדרכי ייצוג אפשריות של כל קטע. לעיתים הקטע המצורף יכול להיות מיוצג במספר דרכים. אופני הייצוג מתוארים במדריך למורה, חלק א', מבנית ו' - ייצוג ידע, עמ' 73 - 87.

קטע מס' 1: קטע זה המתאר סוגים שוני של חופי ים ניתן לייצוג חזותי בדרך של תרשים עץ למיון.

קטע מס' 2: ניתן לייצג קטע מידע זה במספר אופנים : ניתן לייצגו בעזרת איור המתאר את מבנה המערכת ; ניתן לייצגו בדרך של תרשים המתאר תהליך ; וניתן לייצג קטע מידע זה באופן מילולי כפתרון בעיה.

קטע מס' 3: קטע זה ניתן לייצוג באופן מילולי כפתרון בעיה.

קטע מס' 4: קטע זה ניתן לייצג חזותית בדרך של איור המתאר את מבנה פילטר המים.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

החושים

מאמר מדעי פופולארי וקטעי מידע בנושא

קישורים לסילבוס

"לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים"

נושא מרכזי:

ג - 6: תופעות, מבנים ותהליכים ביצורים חיים (צמחים ובעלי חיים)

6.6: החושים

תת נושאים:

6.6.1: קליטת גירויים מן הסביבה

6.6.2: איברי חוש: התאמת המבנה לתפקיד

6.6.3: מנגנוני תגובה לגירויים

ג - 4: מידע ותקשורת

4.1.2: קליטה, יצירה ואיסוף מידע:

קליטת מידע (בתהליכי גירוי ותגובה) ביצורים חיים באמצעות חושים; "קולטי מידע": חיישנים.

מתאים לשילוב עם יחידות לימוד כדוגמת:

"חושים וחישנים" / מטמו"ן

"בין פרחים ופרפרים" / משולש המוחו"ט

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



שאלון התבוננות שניה במאמר מדעי

מהלך הפעילות:

עיין שנית במאמר שלפניך.

במהלך העיון במאמר, ענה על השאלות הבאות:

שם המאמר:
"איך לצמוח? מתי לפרוח?"

שם המחבר:
יעל גבריאלי

פרטים ביבליוגרפיים:
"כמעט אלפיים" קיץ 1997, 15, 31-35.

1) מי הוא המחבר? _____

האם הוא אדם מוסמך לנושא? נמק. _____

_____

2) האם יש במאמר:

תמצית / תקציר - _____

רשימת מקורות - _____

3) ציין נקודה אחת חשובה שלמדת מתוך עיון ב:

מבוא / הקדמה - _____

_____

סיכום / דיון - _____

_____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

בסעיפים הבאים ציין את המקום במאמר בו איתרת את התשובות:

4) מהם הגורמים הסביבתיים, המשפיעים על גידולו והתפתחותו של הצמח?

_____

_____

5) מה הם חמשת המאפיינים החשובים במידע המצוי באור?

_____

6) מה מאפיין צמח יום ארוך בהשוואה לצמח יום קצר?

_____

7) הסבר את המונח:

פוטוכרום - _____

8) מהו פוטופריודיזם? ציין מספר תהליכים פוטופריודיים?

_____

_____

9) באלו אופנים יכולה הטמפרטורה להשפיע על התפתחות הצמח (ציין שלושה מנגנונים)?

_____

_____

10) מהו המסר העיקרי במאמר?

_____

_____

_____

_____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



איך לצמוח? איך לפרוח?

החושים של הצמחים

יעל גבריאלי
צילומים: ליאורה חשין

כאשר בעל-חיים צמא או רעב, הוא מחפש מזון או משקה; כאשר השמש קופחת, הוא יעבור לצל, ואם הקור עז, הוא יחפש מחסה. מרבית הצמחים אינם יכולים לעשות זאת, מאחר שהם מצויים במקום אחד מרגע נביטתם ועד סוף חייהם. הפיזיולוגיה של הצמח מאפשרת מתן פתרונות למצבים שבעל-החיים פותר בעזרת מנגנונים התנהגותיים.

בהיעדר אפשרות לזוז ממקומו, מותאמים צורתו וקצב גידולו של הצמח לתנאים השוררים בבית-גידולו. התאמה זו אפשרית רק אם קיימים בצמח מנגנונים לחישה של התנאים החיצוניים. כיום, בעזרת טכנולוגיות חדישות המאפשרות לעקוב אחר תנאי הסביבה מחד ואחר מעבר אותות בתוך התא השלם מאידך, מתקבלות עדויות מרשימות לגבי יכולתם של צמחים לחוש את המתרחש סביבם. במאמר קצר זה נבחן שני גורמים מרכזיים בסביבת הצמח - האור והטמפרטורה - כמקורות מידע לצמחים על תנאי הסביבה. חשוב לציין שהאור והטמפרטורה יש להם לעתים השפעה משולבת.

יעל גבריאלי, מנהלת המחלקה לנוער שוחר מדע במשרד החינוך התרבות והספורט

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

מקורות המידע של הצמח

תנאי סביבה חיצוניים, כגון עוצמתו, משך הזמן והרכבו של האור הנראֶה, הטמפרטורה, כוח הכבידה, זרמי אוויר (רוח), זרמי מים, כיסוי שלג, וכן השפעות כימיות שונות - כל אלה משפיעים על גידולו והתפתחותו של הצמח. גורמים אלו יכולים להשרות את התהליכים, הם יכולים להשפיע מבחינה כמותית על קצבם או על היקפם, והם יכולים לעצב את כיוון התפתחותם.

אף כי אין לצמח מערכת עצבית, מצויים בו מנגנונים לעיבוד מידע. השינויים בתנאי הסביבה מתורגמים להפעלת תהליכים ביוכימיים ופיזיולוגיים, המשפיעים על התפתחות הצמח. בעקבות חישת הגירוי הסביבתי, מועבר המידע לחלקי הצמח השונים על-ידי הורמונים צמחיים.

זהות ההורמונים תלויה במצב התפתחותו של הצמח, בגירוי החיצוני, בחלק הצמח שקיבל את הגירוי ובעיתוי הגירוי.

מבחינה אבולוציונית, חישת הסביבה אצל הצמחים התפתחה באופן שונה ביותר ממערכות החושים של בעלי החיים. ההבדל בין השניים כה גדול, עד כי חוקרי הטבע נזקקו לזמן רב לכדי גלותו. גם כיום אנו עדיין מתקשים להבין את המנגנונים לעומקם ואת השלכותיהם האקולוגיות.

האור כמקור מידע

מכיוון ש"חוש הראייה" של הצמחים פועל במנגנון כה שונה משלנו, אנו מכנים אותו "חישת אור", ולא ראייה. חשוב לזכור כי האור, עבור צמחים, נוסף על היותו מקור מידע, הוא גם מקור אנרגיה. כדי לנצל אנרגיה זו ניצול יעיל לצורכי פוטוסינתזה, הצמח "חייב" להתאים את עצמו לתנאי התאורה במקום גידולו (תמונה 1). כל התהליכים שבהם האור משפיע על שינוי צורת הצמח נקראים תהליכים פוטומורפוגנטיים.

התנאי הראשון לחישת האור הוא



PHOTOMORPHOGENESIS IN PLANTS : מקור
K. KRONENBERG EDITORS, FLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 1994

תמונה 1:
דוגמה להתאמה של צמח לתנאי התאורה במקום גידולו. חרצית שצמחה בקצה השדה ולמעלה נמוכה יותר מאשר החרצית אשר צמחה בתוך השדה למטה.



היווצרות תגובה פוטוכימית כתוצאה מבליעת פוטון אור. קולטני האור נקראים כרומופורים, והמולקולות שהן בעלות קולטנים לאור נקראות פיגמנטים.

חמישה מאפיינים חשובים במידע המצוי באור: עוצמת ההארה, הספקטרום, כיוון ההארה, הקיטוב ומשך ההארה. מרכיבים אלו יכולים לספק לצמח מידע רב, בעזרת מערכות למדידת המידע ולעיבודו. לדוגמה, כדי שהצמח יוכל לחוש את עוצמת ההארה, צריכה להתקיים מערכת המסוגלת "לספור" פוטונים. היכולת למדוד את ספקטרום ההארה מחייבת כבר מערכת מורכבת הרבה יותר: צריכה להתקיים ספירה של כמות הפוטונים ביותר מאורך גל אחד, ונוסף על כך - גם היכולת להשוות בין הכמויות השונות. כדי שיתאפשר זיהוי של כיוון האור, כמו למשל במעקב החמנית אחר השמש, על מערכת החישה של הצמח להיות מסוגלת למדוד את מפל הפוטונים במרחב, כלומר לספור את כמות הפוטונים הפוגעים בכמה מקומות בצמח, ולהשוות בין התוצאות השונות שהתקבלו מנקודות אלו. היכולת למדוד את משך ההארה מחייבת מערכת "זיכרון" מסוימת, המסוגלת למדוד את שעות החושך במהלך היממה ולהשוות בין כמה יממות.

משיקולים של פיזיקה מולקולרית, אין זה הגיוני כי קולטן אור אחד יהיה מסוגל להגיב לכל ספקטרום האור של השמש שהצמח קולט ומגיב אליו שהוא בין 290 ל-800 ננומטר (n). לכן, סביר שיהיו בצמח קולטנים רבים כחיישנים, אשר יוכלו לאסוף את מרב המידע על כל אורכי הגל של השמש. ואכן, חישת האור בצמחים מתבצעת על-ידי כמה וכמה מנגנונים הפועלים במקביל ויוצרים יחד תמונת מצב עבור הצמח לגבי המתחרים בסביבה, השעה או עונת השנה.

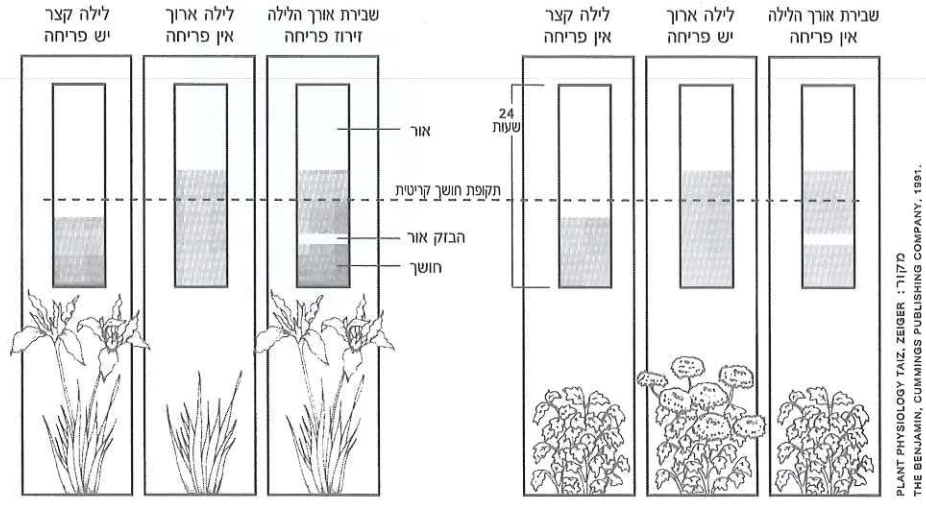
הפיטוכרום

מבין מערכות הפיגמנטים המשמשות כחיישנים קולטי אור, הפיטוכרום הוא החשוב וגם הנחקר ביותר. גילוי הפיטוכרום ובידודו, יחד עם הוכחת מרכזיותו בתהליכי התפתחות שונים בצמח - היו בין ההישגים המרשימים ביותר בפיזיולוגיה של הצמח. קדמו לכך, עוד בתחילת המאה, תצפיות שבחנו את השפעת ההארה על התפתחות נבטים הצומחים באור ובחושך. כאשר מגדלים צמח בחושך, מִפרקי הגבעולים של הנבטים גדלים מהר ומתארכים, התפתחות העלים מעוכבת, והנבטים מקבלים גוון ירקרק חיוור; תופעה זו נקראת אֶטיולציה. השינוי החל בצמחים אינו נובע מהבדל בפוטוסינתזה, מאחר שבשני סוגי הטיפול, הצמחים הצעירים



תמונה 2: שני צמחי תפוח אדמה, זהים מבחינה גנטית.
מימין צמח שגדל באור, משמאל צמח שגדל בחושך.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



מקור: PLANT PHYSIOLOGY TAIZ, ZEIGER
THE BENJAMIN, CUMMINGS PUBLISHING COMPANY, 1991.

תמונה 3:

א: צמחי יום קצר ולילה ארוך
פורחים רק כאשר אורך הלילה ותקופת החושך שולה על ערך מסוים והמסומן כאן בקו אופקי. אם שוברים את הלילה הארוך ע"י הבזק אור, מונעים את הפריחה.

ב: צמחי יום ארוך ולילה קצר
פורחים אם תקופת החושך קטנה מערך מסוים. אם שוברים את הלילה ע"י הבזק אור, מזרזים את הפריחה.

א': צמחי יום קצר

ב': צמחי יום ארוך

גדלים בעיקר על חשבון מאגרי מזון, אלא כתוצאה מהצורך של צמח הגדל בחשכה להגיע במהירות המרבית לאור, מבלי "לבזבז" משאבי גדילה על גידול איברים אחרים (תמונה 2).

באחד הניסויים לקחו נבטי אפונה שגודלו בחושך והיו חיוורים ובעלי מפרקים ארוכים, והאירו אותם בהבזק אור חלש יחסית. תוצאות הניסוי היו מרשימות. עשר דקות בלבד לאחר ההבזק ניתן היה להבחין בירידה בקצב התארכות הגבעול בנבט, ובתחילת יצירה של פיגמנטים המאפיינת את הצמחים הירוקים. פירוש הדבר כי הבזק האור, שהיה חלש מכדי להיות משמעותי בפוטוסינתיזה, שימש כאיתות לצמח לעבור מגידול מתחת לקרקע לגידול מעל הקרקע, באור.

בשנות ה-30 דיווחו תצפיות רבות על ההשפעה של האדה בתחום האדום (650-680 ננומטר) על תופעות שונות בצמחים כגון עידוד נביטה, התפתחות ניצני העלים, עיכוב התארכות מפרקי הגבעול, עיכוב פריחה, הצטברות כלורופיל ועוד. פריצת הדרך במחקר היתה כאשר נתגלה כי את השפעת האור האדום על תהליכים אלו ניתן לבטל על-ידי האדה באור אדום רחוק (710-740 ננומטר). הניסוי הראשון שהדגים זאת היה בבדיקת השפעתה של האדה על נביטת זרעי חסה. בעת שאור אדום עודד את נביטת הזרעים, האדה באור אדום רחוק, מיד אחרי ההאדה באדום, ביטלה את השפעת האדום ועיכבה את הנביטה. תוצאות אלו הביאו את החוקרים להשערה כי קולטן האור שהביא להיפוך התגובה של הצמח - חייב להיות בעצמו הפיך בתגובה להאדה (ומשמש כמו מתג off/on), כך שהוא משנה את יכולת הבליעה שלו אחרי האדה באדום או באדום רחוק. התפתחות היכולת הטכנולוגית של הספקטרו-פוטומטריה איפשרה ב-1959 לאשר הנחה זו וקולטן האור כונה פיטוכרום. זוהי דוגמה למידת הרגישות הגבוהה של הצמח ל"איתות" של האור.

המורכבות והמגוון של התהליכים הפוטומורפוגנטיים שבהם כנראה מעורב הפיטוכרום הביאו חוקרים למסקנה כי לא מדובר בקולטן אור מסוג אחד בלבד. כיום מתרבות העדויות המחזקות את ההנחה כי הפיטוכרום הוא למעשה משפחה שלמה של קולטני אור המקודדים על-ידי כמה גנים.

פוטופריודיזם

הכוונת הגידול והפריחה על-פי אורך היום והלילה יש לה חשיבות אקולוגית וגם חקלאית רבה. תופעה זו מכונה פוטופריודיזם.

האורך היחסי של תקופות האור והחושך במחזור היומי ואופן ההשתנות של תקופות אלו - מהווים לגבי צמחים רבים סמן למיקומם בלוח השנה. תהליכים בצמח המזורזים על-ידי ימים קצרים ולילות ארוכים הם "תהליכי יום קצר", ואילו ימים ארוכים ולילות קצרים מזרזים "תהליכי יום ארוך".

חשוב לציין כי ניתן להתערב בתהליכים אלו. לדוגמה: אפילו בעזרת האדה קצרה - יחסית באור אדום בעוצמה נמוכה באמצע הלילה, ניתן לשבור את אורך הלילה וליצור אפקט של יום ארוך (תמונה 3). לעובדות מסוג זה יש חשיבות חקלאית מהמדרגה הראשונה, בהכוונת מועדי הגידול והפריחה. בחממות רבות ניתן להבחין בגופי תאורה המשתלשלים מתקרת החממה. במתן הבזקי אור קצרים בעוצמות אור חלשות מווסת החקלאי את מועד הקטיף והשיווק, כך שיתאימו התאמה אופטימלית לתנאי השוק.

תהליכים פוטופריודים נוספים הם שלכת וכניסת צמחים לתרדמת חורף. שניים אלו הם כמובן תהליכים של יום קצר: כבר מאמצע הקיץ, עם התארכות הלילות, הרבה לפני ירידת הטמפרטורות, נכנסים לפעולה מנגנונים פיזיולוגיים-ביוכימיים המכינים את הצמחים לכניסה לתרדמת חורף.



© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

לעתים קורה שעצים נשירים הגדלים סמוך לפנסי רחוב, ומקבלים הארה מלאכותית, ממשיכים לצמוח בסתיו, מאחרים להיכנס לתרדמת החורף, כתוצאה מכך אף ניזוקים לעתים מפגעי הקרה.

הטמפרטורה כמקור מידע

טמפרטורת הסביבה יכולה גם היא לשמש אות לצמח להתחיל בתהליכים שונים. לכל מגדלי פקעות החורף מוכרת "העובדה" שהיקינטון והצבעוני זקוקים ל"מנת קור" כדי שיפרחו. אנו מספקים דרישה זו על-ידי אחסון הפקעות במקרר. ומי מאתנו לא השתאה אל מול הבלבול שבפריחת צמחים שונים שלא במועדם



צבעונים זקוקים למנת קור כדי לפרוח

לאחר חורף חם במיוחד!!

הטמפרטורה יכולה להשפיע על התפתחות הצמח בכמה אופנים:

היא יכולה להשפיע בעקיפין על קצב הצמיחה - בדרך כלל בכיוון של האטת הקצב כתוצאה מהאטה מטבולית (בקור, תהליכים אנזימטיים רבים הם איטיים יותר). הטמפרטורה יכולה גם לשמש השפעת רקע. לדוגמה, חרצית סתווית (צמח תרבות) היא צמח יום קצר הפורח בין סוכות לחנוכה. הגירוי של התקצרות אורך היום ייקלט על-ידי החרצית רק בטמפרטורת לילה סביב 15°C. מעניינת היא השפעת הטמפרטורה במישרין, כאות להתחלת שלב התפתחותי חדש בצמח. ישנם שלושה מנגנונים שונים בהם טמפרטורת הסביבה מבשרת לצמח כי הגיעה העת: קיוט, תרמופריודיזם ושבירת תרדמה.

א. קיוט (ורנליזציה) - בתהליך הקיוט, הטמפרטורה הנמוכה נדרשת כתנאי סף להתחלת תהליך התפתחות הפרח. במהלך הקיוט, בו הצמח נמצא בטמפרטורה מסוימת בין 0 ל-10 מעלות צלסיוס, לא חלים שינויים כלשהם בקדקוד הצמיחה של הצמח. במינים מסוימים הצמח עובר את תהליך הקיוט בשלב הזרע המיתפח, ובמינים אחרים - בשלב הצמח. לקיוט ישנן כמובן השלכות אקולוגיות בולטות. באזורים צפוניים קרים, מינים חד-שנתיים רבים נובטים בסתיו המאוחר, חורפים מתחת מעטה השלג, ומחדשים צמיחתם ופורחים באביב. לקבוצה זו שייכים השיפון, החיטה, החסה, הצנון ועוד. בברית-המועצות לשעבר ניצלו עובדה זו, ופיתחו שיטה חקלאית שבה מתפיחים זרעי דגניים חורפיים, מאחסנים אותם בטמפרטורה נמוכה במהלך החורף וזורעים אותם רק באביב. באופן זה מתאפשרים גידול מהיר, פריחה והבשלה של דגני החורף בתוך תקופה קצרה יחסית.

קבוצה שנייה של צמחים הדורשים קיוט הם צמחים דו-שנתיים, כדוגמת הסלק,



חרצית
צמח יום קצר

הכרוב והגזר, המתחילים את צמיחתם בקיץ, נכנסים לחורף כשושנת עלים או כבעלי איבר אגירה תת-קרקעי; ורק בעונת גידולם השנייה, לאחר עונת הקור, הם מחדשים את צמיחתם ופורחים.

הקבוצה השלישית היא של צמחים רב-שנתיים, כמו למשל פרחי הניו סיגל ריחני, ציפורן צפופה ופטל הגינה. הם מצמיחים מדי שנה ענפים, שלוחות או נצרים חדשים. הצימוח החדש זקוק למנת קור כדי לפרוח בשנה שלאחר מכן.

דרישת הקיוט אינה תמיד דרישת סף. במינים רבים יפרח הצמח בכל מקרה, אך פריחתו תעודד אם יקבל את מנת הקור הנדרשת.

ב. תרמופריודיזם - עבור צמחים רבים הטמפרטורה האופטימלית לגידול ופריחה משתנה בשעות היממה השונות ו/או במהלך התפתחותו של הצמח. בתחום הפיזיולוגיה של הצמח, תופעה זו נקראת תרמופריודיזם.

ההבדל בין קיוט לתרמופריודיזם הוא בכך שבקיוט לא חלים שינויים בצורת הצמח או במבנה איבריו. לא כך בתרמופריודיזם. כאשר מוציאים מהקרקע בצל של אירוס או של צבעוני בתחילת הקיץ, הוא חסר איברי פריחה. במהלך הקיץ הבצל מפתח את פקע הפריחה, וכאשר שותלים אותו שוב בסתיו, פקע הפריחה מוכן להצצה מעל הקרקע. חשוב לציין כי תרמופריודיזם קיים לא רק בצמחי בצל, אלא גם במינים רבים אחרים. כבר בתחילת המאה מצאו חוקרים

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

הולנדיים בראשות Blaauw, כי צמחי בצל כמו צבעוני, יקינטון, נרקיס, ואיריס זקוקים לטמפרטורת סביבה שונה לשלבים שונים של ההתפתחות. צמחי הבצל הללו תורבתו מצמחי-בר הגדלים באזורים בעלי אקלים סובטרופי ים-תיכוני, ועל כן פריחתם בטבע מכוונת לעונה האופטימלית מהבחינה האקולוגית - האביב.

שלב ההשראה (אינדוקציה) של הפריחה חל בטמפרטורה גבוהה של 25-30 מעלות צלסיוס. לשם התמיינות הפרח נדרשת טמפרטורה מתונה של 20-25 מעלות; השלמת איברי הפרח והתפתחותם דורשות טמפרטורה של 10 מעלות ולשם התארכות גבעול הפריחה, לצמיחה ופריחה נדרשות טמפרטורות העולות בהדרגה.

ההולנדים היו הראשונים שהבינו את החשיבות הכלכלית האדירה של תגלית הפוטופריודיזם. הם עיבדו שיטות חקלאיות לאיסוף בצלים בקיץ ואחסונם בטמפרטורות מתאימות, שאיפשרו את הכוונת הפריחה במשך כל השנה, כמעט בכל אזורי העולם. בכך ניתנה הדחיפה לפיתוח ענף גידול הבצלים בהולנד, וארץ זו



יקינטון
זקוק לתנאי קור
כדי לפרוח

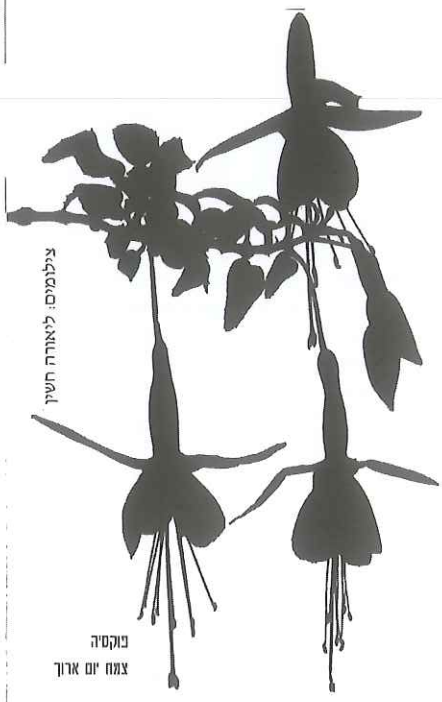
היא המובילה בעולם בתחום זה עד היום.

ג. שבירת התרדמה - הקור נדרש לצורך שבירת התרדמה של פקע הפריחה או פקע וגטטיבי, ולא לשם התמיינות או התפתחות הפרח או העלים. בדרך כלל, בצמחים שבהם נדרש קור לשם שבירת התרדמה, נוצר הפקע בשלמותו בטמפרטורות גבוהות יחסית, כלומר בקיץ, לפני בוא החורף והקור. המוכרים בצמחים אלו הם עצי פרי ונוי ממשפחת הוורדניים כדוגמת התפוח, האפרסק, השזיף והדובדבן. מספר שעות הקור שמינים שונים זקוקים לשם שבירת התרדמה שונה ממין למין, ובתוך כל מין בין הזנים השונים. כך לדוגמה, השקד מקדים לפרוח באביב, כיוון שהוא זקוק למנת קור קטנה מאשר הדובדבן, למשל.

דוגמה מעניינת להתאמה האקולוגית של מנגנון שבירת התרדמה מספק מין הסחלב Dendrobium crumenatu. מוצאו של סחלב זה מהאי ג'אווה (אינדונזיה). פקעי הפריחה מתפתחים עד לגודל של 4 מ"מ, ואז נכנסים לתרדמה. תרדמה זו נשברת תוך חצי שעה לאחר ירידה פתאומית בטמפרטורה מ-26 מעלות ל-21 מעלות, המלווה בסערת גשמים חזקה. כעבור תשעה ימים פורחים כל פרחי הסחלב ממין זה באזור הסופה.

טמפרטורה ואורך היום
כסמנים לתנאי הסביבה של הצמח

כמובן, שבצמחים רבים שלבים שונים בהתפתחות חלים כתוצאה מהגירוי החיצוני של האור ו/או הטמפרטורה. דוגמה קיצונית להשפעת תנאי הסביבה על התמיינות הצמח היא בשיח הגינה אסתר בלגיה החדשה. צמח זה דורש להתמיינות הפרח טמפטורה נמוכה ובהמשך יום ארוך. לאחר מכן, נדרש יום קצר ליצירת איברי הפרח, ולבסוף דרושים שוב תנאי יום ארוך להשלמת התפתחותם ולפריחה. ■



צילומים: ליאורה חשין

בוקסיה
צמח יום ארוך

מילון מונחים

מורפוגנזה: עיצוב צורה

פוטומורפוגנזה: עיצוב צורה המושפע מהאור

פוטופריודיזם: האור והחושך מסמנים את קצב הזמן

קיוט (ורנליזציה): דרישת סף לשהייה בטמפרטורה של 0^0-10^0 בדרך כלל כתנאי להתחלת תהליכי התפתחות בצמח

תרמופריודיזם: הטמפרטורה מסמנת את קצב הזמן

לקריאה נוספת

איימ מאיר, פיטוכרום, עלון למורי הביולוגיה 136, 1993.

שלומית גינוסר, תקשורת בצמחים, המרכז להוראת המדעים, 1993.

י.י. לשם, א.ח. הלוי, תהליכי התפתחות בעולם הצמח, יחדיו וספריית הפועלים, 1978.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטעים לייצוג על פי פעילויות ו' - 1 עמ' 60; ו' - 3 עמ' 62 - 66 בחוברת לתלמיד.

קטע מס' 1:

"תמונת העולם החיצוני עוברת דרך עדשת העין ונופלת על פני הרישתית שבחלקו האחורי של גלגל העין. בשלב זה היא נקלטת כבבואה בשכבה של תאים רגישים לאור, הנקראים פוטורצפטורים (=קולטי אור). תפקידם העיקרי של תאים אלה לבצע פעולת המרה: לקלוט אנרגית אור ולהמירה באות חשמלי, שערכו תלוי בעוצמת האור הנקלט. מספרם של הפוטורצפטורים רב, כ - 120 מיליון תאים בכל עין.

תמונת העולם החיצוני מיוצגת, אפוא, בשלב זה על ידי מספר רב של אותות נפרדים, כאשר כל אות מיצג את עוצמת האור בנקודה אחת של התמונה החיצונית.

הפוטורצפטורים מתחלקים לשני סוגים עיקריים: קנים (rods) ומדוכים (cones). שני הסוגים שונים זה מזה בצורתם ובתפקידם. לקנים צורה גלילית, רגישותם לאור גבוהה, והם משמשים בעיקר לראיה ברמות אור נמוכות. למדוכים צורה של מעין חרוטים, והם משמשים גם לראיית צבעים. ישנם שלושה סוגים שונים של חרוטים, הנבדלים זה מזה ברגישותם לאורכי גל שונים. סוג אחד הוא הסוג האדום, הרגיש לאורכי גל ארוכים יחסית (התחום האדום, שיא הבליעה, נמצא באזור אורך גל של 575 ננומטר). הסוג השני הוא הירוק, רגיש לאורכי גל נמוכים במעט, יחסית לסוג האדום (שיא בליעה באזור אורך גל של 500 ננומטר). הסוג השלישי - הכחול - רגיש לאורכי גל קצרים יחסית (התחום הכחול, שיא בליעה באורך גל של כ - 435 ננומטר). המונחים "אדום" , "ירוק" ו"כחול" מתייחסים כאן, כמובן, לסוגי רצפטורים ולא לצבעם."

מתוך: ראיה טבעית וראיה ממוחשבת / שמעון אולמן, 1984, "מדע", כ"ח - 6, עמ' 271 - 275, 287.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 2:

"אחת התעלומות המרתקות ביותר בעולם החי היא נדידת הצלופחים החיים במים מתוקים, ועם התבגרותם המינית יוצאים למע של אלפי קילומטרים בים כדי להתרבות.

מה מאיץ אותם? איך הם יודעים את הדרך?

בין הצלופחים יש לפחות 16 מינים, המתרבים במים מלוחים, אך חיים במים מתוקים. במשך שנים רבות נחקר מחזור החיים של הצלופח האטלנטי

(Anguilla anguilla), הנפוץ לאורך חופי מערב אירופה והים התיכון, לרבות בנחלי החוף בישראל. ככל הידוע מתרבה צלופח זה רק בין החודשים מרץ ליוני בים סרגוסה, שמול חופי אמריקה המרכזית, בעומק של 300 עד 700 מטרים. הצלופח היפני (*Anguilla japonica*) מתרבה באוקיינוס השקט בקרבת יפן, סין, קוריאה וטייוואן.

הצלופחים מטילים את ביציהם במי האוקינוס הביצים והזחלים, המתפתחים מהן, צפים על פני המים במשך כשלוש שנים. חלק מהחוקרים טוענים כי הביצים והזחלים נסחפים בזרמי המים, ולדברי אחרים הרוחות משפיעות על סחיפתם.

לאחר שלוש עד ארבע שנים נכנסים הצלופחים הקטנים לנחלים. בשלב זה הם נראים כחוט שקוף וקטנטן, פיותיהם סגורים והם ניזונים על ידי ספיגת חומרים אורגניים דרך העור. כאשר נפתח הלוע הופכים הזחלים לדגיגים, שמתחילים לאכול דרך הפה וגופם מתארך, בדומה לנחש.

במים מתוקים של נחלים, ביצות ואגמים חים הצלופחים בשנים הבאות כטורפים, הניזונים מדגים ובעלי חיים אחרים. גודלם עשוי להגיע ל - 1.5 מטרים, ומשקלם לעיתים עולה על קילוגרם. לאחר כ- 10 שנים הם מגיעים לבגרות מינית, ויוצאים לים הפתוח. כאן מתחילה הנדידה הגדולה מכולן, שאין לה עדיין הסבר מדעי מספק: הצלופחים זוחלים על קרקעית הים מרחק של כמה אלפי קילומטרים. מסעם נמשך חודשים רבים, ובסופו הם מגיעים לים סרגוסה - במקרה של הצלופח האטלנטי, ולמזרח אסיה - במקרה של הצלופח היפני. שם הם מתרבים.

מהו מנגנון הניווט שמאפשר להם לערוך מסע שכזה, חוצה אוקיינוס, ולהגיע בדיוק לאותה נקודה על פני הגלובוס? לכך אין עדיין הסבר. אין גם הסבר מספק לשאלה מדוע הם "מתעקשים" להגיע דווקא לאתר רבייה זה."

מתוך: הנווטים האמיצים - תעלומות אחדות בנדידת בעלי חיים / נדב לוי, 1995, "מסע אחר", גיליון 52, עמ' 76 - 82, 98.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 3:

"קבוצת סיבי העצבים המעניינת אותנו לצורך הבנת מנגנוני הכאב היא קבוצת הסיבים אשר קצותיהם מפוזרים ברקמת העור ואשר תפקידם להעביר מידע על גירויים מהחוץ פנימה (להבדיל מהסיבים המוטוריים אשר מוליכים פקודות מהמוח). סיבים אלו הם חלק ממערכת העצבים ההיקפית, והם מעבירים מסר על גירויים המופעלים על העור, שרירי שלד וכו' — מגע חם, קור, מתיחה וכיווץ. קצותיהם של סיבי העצב הללו מופעלים על ידי גירוי חיצוני אשר "מתורגם" בקצה תא העצב לאות חשמלי. האותות החשמליים מכל התאים מתקדמים לאורכם ומגיעים לחוט השדרה — נקודת הקצה השניה של תאי העצב התחושתיים.

בחוט השדרה — המהווה חלק ממערכת העצבים המרכזית — קיימת רשת מסועפת של קשרים עצביים בתוך אזור הכניסה של העצבים התחושתיים. קשרים אלו מביאים גם להפעלה מקומית של עצבים מוטוריים היוצאים מחוט השדרה לשרירים — זוהי קשת הרפלקס המוכרת.

מחוט השדרה מטפסים מעלה, לעבר המוח, מסלולי עצבים הנושאים איתם את המידע שנכנס לחוט השדרה. המסלולים השונים נבדלים זה מזה בנקודת היעד שלהם. יש מהם השולחים שלוחות במעלה הדרך חזרה אל תוך עמוד השדרה ובהמשך אל אזורים פנימיים לא ממוקדים במוח; מסלול אחר מסתיים במוח בגרעין הנקרא "תלמוס" ומסלול נוסף מסתיים במוח התיכון. קיימים עוד כמה מסלולים, אך אלה שהוזכרו קשורים בבירור להעברת מידע הקשור לכאב.

המידע המגיע לאזורים מסוימים במוח עובר תהליך של עיבוד ומועבר אף לאזורים נוספים במוח. תהליך התפיסה המוחי מתרחש בעקבות העברת מסר תחושתי מבחוץ פנימה. תהליך זה הוא ההכרה והתודעה של התחושה. כך הדבר גם בכאב; גירויי הכאב החיצוניים והפנימיים מקורם בגירויי עצבים, אשר המוח תופסם ומפרשם, והם המביאים לתחושת כאב."

מתוך: על הכאב / אביאל אילוז, 1997, "כמעט 2000", גיליון 15, עמ' 13.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 4:

"מטרת המחקר היא לפתח דרך קלה וזולה לאיתור שדות מוקשים. על פי הערכות הצלב האדום פזורים ברחבי העולם כמאה מיליון מוקשים אליהם נוספים מדי שבוע כ — 40,000 מוקשים חדשים. שטחים נרחבים במקומות רבים אינם מנוצלים בשל חשש למיקוש.

המחקר הנוכחי הוא המשכו של מחקר ממושך שבדק את אופן ההתפרקות של חומרי נפץ בטבע, בעקבותיו הוגדרו חומרים כימיים המתקבלים מהתפרקות חומר נפץ ופותחו שיטות רגישות למדידת ריכוזם. חוקרי מעבדות סנדיה חיפשו דרך פשוטה לסריקת שטח נרחב לגילוי חומרי נפץ מבלי להיכנס לשטח עצמו. התפקיד הוטל על דבורות הדבש, שבעת ליקוט האבקה והצוף מביאות לכוורת דגימות ממגוון החומרים המצויים בסביבה, בכללם חומרים הנספגים מהקרקע על ידי צמחים. בניסוי שהחל בראשית האביב הציבו החוקרים כוורות בקרבת שדה מוקשים ובמרחק מהם, ובכוונתם לבדוק נוכחות חומרי נפץ או תוצריהם בכוורת.

בנוסף מנסים החוקרים מאוניברסיטת מינסוטה בראשות ג'רי ברומנשנק לאלף דבורים לגלות חומרי נפץ. הם מספקים לדבורים מזון מזוהם בחומרי נפץ ומסתמכים על יכולת הדבורים "להריח" את חומרי הנפץ. אם ילמדו הדבורים לקשר בין הריח לבין מקור המזון ניתן יהיה להפסיק בשלב מסוים את אספקת המזון והדבורים יוסיפו לחפש אחר חומרי הנפץ. לצורך הניסוי בכוונת החוקרים להתקין משדרים זעירים על גבן של הדבורים ולעקוב אחרי תנועתן. לדבריהם, אם יצליח הניסוי, ניתן יהיה לעקוב אחרי פעילותן גם התצפית פשוטה ולאתר אזורים ממוקשים."

מתוך: דבש פיצוץ / אמיר עדן, 1999, "גליליאו", גיליון 36, עמ' 5.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 5:

"בשדה הקרב של שנות האלפיים עשויה חולצה אלחוטית הארוגה בסיבים אופטיים לאפשר לרופאים לאבחן מצבם של פצועים בשלט רחוק, ובכך לסייע בטיפול ואפילו להציל חיים. חוקרים במכון הטכנולוגי של ג'ורג'יה בארצות הברית, בשיתוף עם הצי האמריקאי, עובדים על "בטנת חישה לטיפול בפצועים", שהיא למעשה חולצת טי ממוחשבת ומתוחכמת המסוגלת לנטר את סוג הפציעה ומיקומה, וכן סימני חיים אחרים של הפצועים ולשגר אותם באופן מידי ואלחוטי אל תחנת איסוף גדודית הנמצאת בקרבת מקום, כדי לשפר את הסיכויים של הצוותים הרפואיים לקבל את ההחלטות הנכונות בזמן....

כדי להשתמש בטכנולוגיה החדשה מחבר החייל חישנים לגופו, ועליהם הוא לובש את חולצת החישה. "משדר זעיר" המותקן בצד אחד של הסיב האופטי משגר כול הזמן אות לאורך הסיב, ומקלט המותקן בצד השני קולט את האות" מסביר הממציא וראש צוות המחקר בבית הספר לטקסטיל ולהנדסת סיבים במכון הטכנולוגי של ג'ורג'יה, ד"ר סונדרסן ג'יארמן.

"כאשר חייל נפצע מירייה, הסיב האופטי נקטע, והאות אינו מגיע ליעדו. מחשב זעיר מחשב את נקודת הפגיעה המדויקת לפי המיקום שבו נפגע הסיב".

את הנתונים על הפגיעה מעבירה החולצה אל יחידת בקרה אישית קטנה, שאותה חוגר החייל למותניו. יחידת הבקרה גם מקבלת מהחישנים המותקנים על הגוף מידע בזמן אמת על קצב הפעימה של הלב, טמפרטורת הגוף, לחץ דם, קצב הנשימה ונתונים נוספים, והמידע כולו משוגר מיד באופן אלקטרוני מיחידת הבקרה אל מקרט מיוחד הנמצא אצל הצוותים הרפואיים.

באמצעות המערכת יכולים הרופאים לקלוט מידע רב על מצבם של הפצועים בשטח ולקבל באופן טוב יותר החלטות הנוגעות לאופן הטיפול. כך, למשל, הם יכולים להחליט על סדר עדיפויות נכון יותר של טיפול במספר רב של פצועים, לפי מצבם ולפי דחיפות הטיפול..."

מתוך: חולצה קסומה / דורעם גונט, 1998, "הארץ", 14 באפריל.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגיתי", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

"תשובון" למורה:

להלן הצעות לדרכי ייצוג אפשריות של כל קטע. לעיתים הקטע המצורף יכול להיות מיוצג במספר דרכים. אופני הייצוג מתוארים במדריך למורה, חלק א', מבנית ו' - ייצוג ידע, עמ' 73 - 87.

קטע מס' 1: קטע זה ניתן לייצג כשרטוט המתאר את מבנה העין, בעזרת חתך אורך או רוחב בעין. ניתן לייצג את הקטע גם כתרשים המתאר תהליך.

קטע מס' 2: קטע זה ניתן לייצג כתרשים המתאר תהליך, או מחזור חיים. ניתן לייצגו גם על ידי איור מפה ומסלול הנדידה של הצלופחים.

קטע מס' 3: קטע זה ניתן לייצוג כשרטוט המתאר מבנה או כתרשים זרימה המתאר תהליך.

קטע מס' 4: קטע זה ניתן לייצג כתיאור ניסוי במדע וטכנולוגיה או פתרון בעיה.

קטע מס' 5: קטע זה ניתן לייצג חזותית כתרשים המתאר תהליך, או כשרטוט המתאר את מבנה המערכת. אולם, ניתן לייצג קטע זה גם באופן מילולי כפתרון בעיה.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

התא

מאמר מדעי פופולארי וקטעי מידע בנושא

קישורים לסילבוס
"לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים"

נושא מרכזי:

ג - 6: תופעות, מבנים ותהליכים ביצורים חיים (צמחים ובעלי חיים)

6.1: התא

תת נושאים:

6.1.1: התא - יחידת מבנה בסיסית ביצורים חיים

6.1.2: התא וסביבתו

6.1.3: תהליכים בתא

6.1.4: מתא יחיד ליצור רב תאי

6.1.5: הזדקנות תאים

מתאים לשילוב עם יחידות לימוד כדוגמת:

"מסע בתא החי" / מטמו"ן

"התא, אחידות בעולם החי" / ת"ל + מל"מ י-ם

"סודות התא" / ספרי ת"א

"יצורונים" / משולש המוחו"ט

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



שאלון התבוננות שניה במאמר מדע

מהלך הפעילות:

עיין שנית במאמר שלפניך.

במהלך העיון במאמר, ענה על השאלות הבאות:

שם המאמר: "קרום התא - גבול וגשר בין התא לסביבתו"

שם המחבר:
נאוה מורן

פרטים ביבליוגרפיים:
"כמעט אלפיים", קיץ 1998, 19, 32-35.

1) מי הוא המחבר? _____

האם הוא אדם מוסמך לנושא? נמק. _____

_____

2) האם יש במאמר:

תמצית / תקציר - _____

רשימת מקורות - _____

3) ציין נקודה אחת חשובה שלמדת מתוך עיון ב:

מבוא / הקדמה - _____

_____

סיכום / דיון - _____

_____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

בסעיפים הבאים ציין את המקום במאמר בו איתרת את התשובות:

4) כיצד נוצר האב הקדמון של התא?

5) מדוע גבול התא איננו גבול מושלם?

6) מהן משאבות התא ומהו תפקידן?

7) הסבר את המונח:

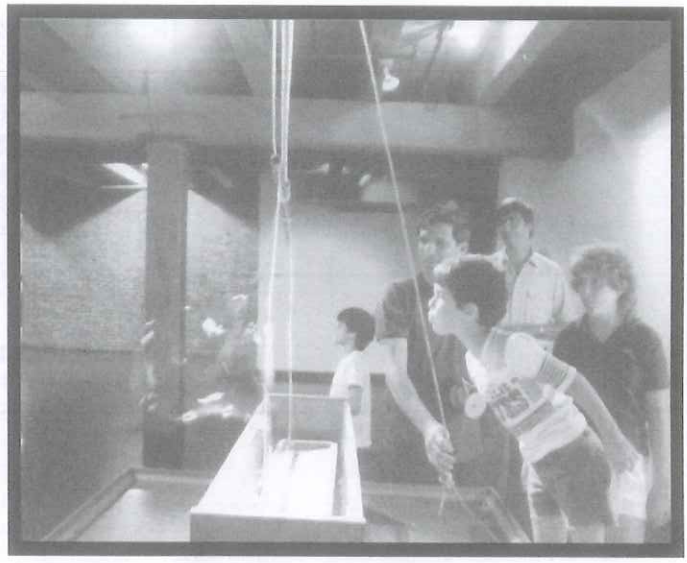
"המרק הקדום" - _____

8) מהם הגורמים המאפשרים בקרה על מעבר דרך תעלות התא?

9) מהי "דפולריזציה" ועל מה היא מעידה?

10) מהו המסר העיקרי במאמר?

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



תמונה 1: בועות סבון

קרום התא - גבול וגשר בין התא לסביבתו

נאוה מורן

מי לא נשבה - ולו פעם אחת - בקסמן של בועות סבון? נשפנו קלות בקש שנטבל במי סבון, ואז נוצרה בקצהו בועה, שכלאה בתוכה את הבל פינו החם... והיא הלכה וגדלה; לרגע השתקפו בה פנינו, כמו במראה, לרגע הבהיקה בשלל צבעי הקשת, ואז הופיעו בה כתמים שחורים והיא התפוצצה...

דווקא הכתמים השחורים של בועת הסבון, שבדרך כלל לא שמים לב אליהם, דווקא הם מעניינים אותי עכשיו: באזור הכתמים, עובי קרום הסבון קטן מאורך הגל של האור הנראה, ולכן הם נראים שחורים כשהם מוארים. הם - ולא הבועה הצבעונית - דומים מאוד בעובי לקרומים הדקים שעוטפים את התאים שמהם מורכב גופו של יצור חי. קרומי התאים - דקיקים ושבריריים ככל שיהיו - חושפים כיום בפני החוקרים חלק מחידות החיים.

ד"ר נאוה מורן, המחלקה לביוטכניקה חקלאית, הפקולטה לחקלאות, מדעי המזון ואיכות הסביבה ברחובות, האוניברסיטה העברית בירושלים.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קרום התא - יתרונות הגבול ב"מרק הקדום"

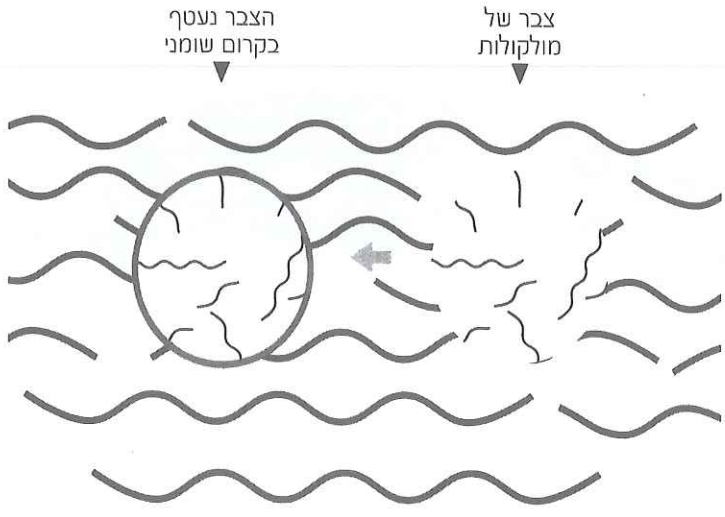
הדעה הרווחת בין חוקרי מקור החיים היא כי אי-שם, ב"מרק הקדום"* לפני כארבעה מיליארדי שנים, הופיעו צברים של מולקולות ענק כתוצאה מתגובות כימיות ספונטניות (שהתרחשו מאליהן). היו אלו - כך משערים - שרשראות של חומצות גרעין (RNA) ושרשראות של חומצות אמינו (חלבונים). שרשראות ה-RNA השתכפלו, ויש שהתגובה בין ה-RNA לחלבונים זירזה את השכפול של מולקולות ה-RNA כך שמספרן גדל במהירות. מסתבר שהחלבונים פעלו כאנזימים (זרזים של תגובות כימיות);

לפעמים (אולי בתהליכים של ספיחה), הופיע קרום שומני שעטף את צברי המולקולות והבדיל ביניהם לבין צברים אחרים (תמונה 2). סביר להניח כי כאשר שרשראות ה-RNA וה"אנזימים" המשכפלים שלהן היו יחד באותו צבר עטוף, הסיכוי שהן ישוכפלו ביעילות היה גבוה ביחס למקרים שבהם החלבונים נשטפו לים הפתוח.

כך העניק הקרום למולקולות שבטיפה העטופה (שנקרא לה האב הקדמון של התא) יתרון אבולוציוני על פני המולקולות שב"מרק הקדום", כלומר סיכוי גדול יותר להתרבות. אולם אליה וקוץ בה: הקרום שהיווה גבול ומנע את התפזרות המולקולות שכלא בתוכו, גם מנע מהן את הגישה לחומרי הגלם הדרושים לבנייתן - כלומר ל"מזון" שבסביבה. בכל זאת, חומרי הגלם חודרים לתא. כיצד?

קרום התא - גבול לא מושלם

אין יודעים בפירוט, ואנו יכולים רק לשער, כיצד התרחשה האבולוציה של התא מאביו הקדמון שהיה ב"מרק הקדום". אך גם בתאים המוכרים לנו, הקרום מהווה גבול. הרכב החומרים בתאים החיים כיום, גם ביצורים החד-תאיים וגם ברב-תאיים (כמונו, למשל) שונה לחלוטין מהרכב החומרים מחוץ לתא. למשל, בתוך תאי בעלי-החיים ובאצות החיות בים, קטן ריכוזו של מלח הנתרן פי 20 ויותר מאשר מחוץ לתא. בבעלי-החיים ובצמחים שביבשה גדול ריכוזו של מלח האשלגן בתא פי 50 ויותר מאשר מחוץ לתא, וריכוז הסידן החופשי בתא - בחי ובצומח - קטן פי 10,000 מאשר בחוץ! ועם זאת, התגלה שיונים של נתרן, אשלגן וסידן מתערבבים בין הפנים לבין החוץ, כלומר שהם מסוגלים לחצות את קרום התא. ואף-על-פי-כן, התא החי מצליח להיות ברור: הוא מרכז מולקולות מסוימות ומצליח "להיפטר" ממולקולות אחרות. הקרום הוא שעושה אותו ברור.



תמונה 2: כך משערים, נוצר האב הקדמון של התא ב"מרק הקדום".

חלבים חוצים את הקרום השומני באסלולים מיוחדים

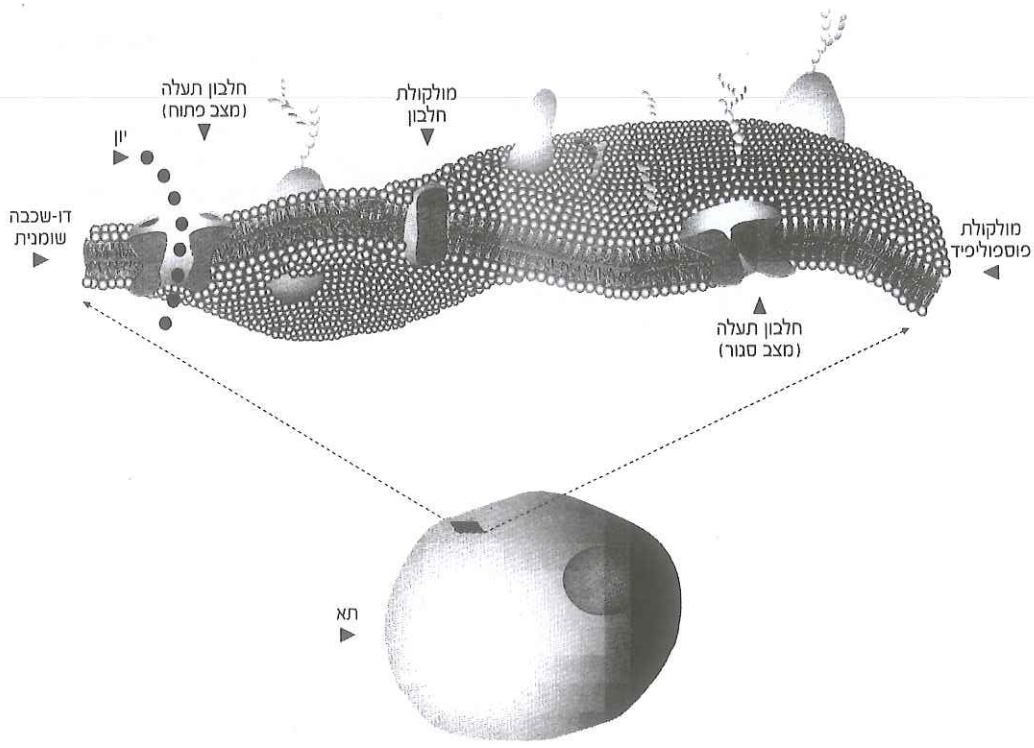
הקרום עשוי שכבה כפולה של שומנים (תמונה 3). לא ייפלא אפוא שמולקולות הנמסות בשמן חודרות דרכו בקלות יחסית. אך מי שאי-פעם ערבב שמן ומיץ לימון עם מלח לתיבול הסלט שלו, גילה כבר בוודאי שהמלח אינו נמס בשמן. איך חודרים, אם כן, המלחים דרך קרום התא? התשובה נעוצה במבנה קרום התא. שומני הקרום "ארוזים" בצפיפות בכל אחת משתי שכבותיו: אלו הם הפוספוליפידים, מולקולות בעלי זנבות של חומצות שומן וראשים הידרופילים ("אוהבי מים"). הראשים ההידרופילים הנמסים היטב במים פונים אל הסביבה המימית של פנים התא או של חוץ התא. זנבות חומצות השומן של כל אחת מהשכבות פונים אלו אל אלו ואל פנים השכבה. אך מה שמקנה לקרום את תכונת הבררנות שלו הן מולקולות גדולות של חלבונים ה"תקועות" בין הפוספוליפידים. עוביו של הקרום - כפול בערך מאורך זנבות חומצות השומן - הוא כ-50 אנגסטרום, ואילו חלק מהחלבונים ארוכים מאוד; הם מקופלים, וקיפוליהם מסתלסלים, וחוצים את הקרום לרוחבו מצד לצד הלוך ושוב, כמה פעמים. מספר הקיפולים הללו תלוי בסוג החלבון: חלק מהחלבונים חוצים את הקרום שתי פעמים, ואחרים אף 24! בחלק ממולקולות החלבון הללו, בתוככי קיפוליהן המורכבים, נחבא לו "כיס" או מסלול, שדרכו עוברים יוני המלחים את הקרום השומני בקלות יחסית, כאילו היו בתוך מים, שבהם הם נמסים היטב. לא כל יון מתאים לכל "כיס" או מסלול. יש התאמה לפי מטען היון, חיובי או שלילי - וכך, יש חלבונים המאפשרים מעבר רק לקטיונים (יונים חיוביים) או רק לאניונים (יונים שליליים). ויש חלבונים אחרים הבוררים בין יונים בעלי אותו מטען לפי גודל היון, ומבחינים למשל בין יון אשלגן ובין יון נתרן.

משאבות: מנגני הריכוזים - סוללה אוגרת אנרגיה

בשם "משאבות" אנו מכנים חלבוני קרום העושים את פעולת הריכוז או הדילול של היונים בתא והיוצרים את ההבדלים בין ריכוזי היונים בפנים התא ומחוצה לו. הבדל זה קרוי

*המרק הקדום - אגמים וימות שהכילו מלחים ותרכובות אורגניות, שבהן לפי ההשערה, התהוו החיים לראשונה.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



תמונה 3: קרום התא - פסיפס של חלבונים בתוך שכבה של פוספוליפידים. בצד שמאל רואים חלבון תעלה פתוח.
איור: גדעון דן

מפל ריכוזים. במשאבות מתרחשת תגובה כימית: פירוק של מולקולות ATP, שהן "מטבעות האנרגיה" של התא - וכתוצאה מכך קיפול מסוים בחלבון המשאבה משנה את צורתו. עם שינוי הקיפול מועבר ה"כיס" ובו יון, או יונים אחדים, מצד אחד של הקרום לצד האחר. כך מוציאה משאבת הסידן, למשל, את יוני הסידן מתוך התא החוצה ומקטינה את ריכוזם בתא פי 10,000 ביחס לריכוזם החיצוני.

בתאי צמחים וגם בתאי הקיבה שלנו, פעילה משאבה שמוציאה פרוטונים, יוני מימן, ומחמיצה את הסביבה החיצונית של התא: האנרגיה האצורה ב"מטבעות" ה-ATP מושקעת, אם כן, ביצירת מפלי ריכוזים בין שני צדי קרום התא. לשם מה מנוצלים מפלי הריכוזים?

נשאים: "יבוא אישי"

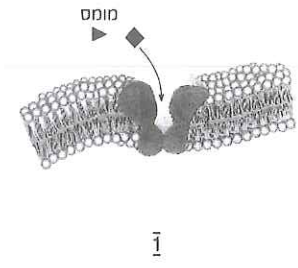
נשאים הם מולקולות בקרום המזרזות חדירה לתא של חומרים בלתי חדירים כמו המלח גם הסוכר אינו מסיס בשומני הקרום (זוכרים את הרוטב לסלט?). כיצד אפוא חודר הסוכר לתא? בתאים של בעלי-חיים, בחלבוני קרום מסוימים, קל יותר לקשור מולקולות של סוכר בנוכחות ריכוז גבוה של יוני נתרן. כשהסוכר ויוני והנתרן נקשרים לחלבון-נשא כזה (בצד החיצוני של הקרום, שם ריכוז הנתרן גבוה), בעקבות תנועות קלות של מולקולת החלבון נחשף אתר הקישור של הסוכר והנתרן לסירוגין לכל צד של הקרום, פעם החוצה ופעם פנימה. בצד הפנימי, שם ריכוזו של הנתרן נמוך משתחרר הנתרן, כושר הקשירה של הסוכר לנשא יורד, וגם הסוכר משתחרר (תמונה 4).

כך גורם מפל ריכוזי הנתרן ל"ייבוא" של מולקולת סוכר אל תוך התא, גם כשריכוז הסוכר בחוץ נמוך מאשר בתא. מולקולות שונות מיובאות לתאים על גבי נשאים. בצמחים, מולקולות קטנות שונות מובאות לתוך התא באופן דומה, תוך ניצול מפל ריכוזי הפרוטונים.

תעלות - איזה בזבוז אנרגיה משווע!

דרך מסלולי המעבר בחלבון שמאפשרים מעבר לנתרן - לא "כיסים" אלא "תעלות הנתרן" - יכול יון הנתרן המרוכז מחוץ לתא לדלוף פנימה בלי שתושקע אנרגיה (תמונה 3). כך מתמלא התא ביוני בנתרן. הוא הדין בכניסת יוני סידן דרך "תעלות סידן". יוני אשלגן, לעומת זאת, דולפים החוצה דרך "תעלות אשלגן". דרך תעלה יכולים לעבור מיליון ויותר יונים בשנייה, פי 1000 ויותר מכמות היונים העוברים באותו זמן דרך נשא או משאבה. לפנינו פרדוקס: תא חי מייצר ATP ומנצל חלק ניכר ממנו ב"שאיבה" פעילה של יונים ובשמירה על הבדלים בריכוזיהם, ואילו התעלות מאפשרות - וביעילות יתר - דליפה חזרה. איזה בזבוז משווע! האמנם רק בזבוז אנרגיה (ATP) יש בדליפה הזאת דרך תעלות? על כך בהמשך.

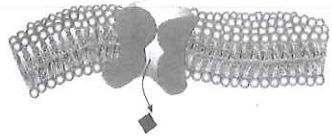
© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



1



2



3

תמונה 4: תלבון נשא בקרום התא
איור: גדעון דן

למזלנו, גם הבקרה על הדליפות דרך התעלות היא חלק מפעולות החיים שמבצע התא. תגובות כימיות שמשתתפות בהן מולקולות קטנות או יונים, כמו סידן, הנקשרים לחלבוני התעלה - יכולות לקבוע אם התעלות פתוחות או סגורות למעבר של יונים. בחלק מהתעלות גם שדה חשמלי בקרום יכול לקבוע אם הן פתוחות או סגורות. מניין נובע שדה חשמלי בקרום?

משאבת הנתרוטונים - הסוללה החשמלית של תא הצמח

הקרום השומני של התא פועל כמבודד חשמלי. רק בחלבונים מסוימים יכולים לעבור אלקטרונים - וחלבונים אלו נדירים - יחסית. הנושאים העיקריים של מטען חשמלי דרך הקרום הם היונים העוברים במשאבות, בנשאים ובתעלות. וכך בתאי הצמח, למשל, כאשר משאבת הפרוטונים מוציאה פרוטונים אל מחוץ לתא, מצטבר מטען שלילי בצד הפנימי של קרום התא (במילים אחרות: מצטבר מטען חיובי בצד החיצוני של קרום התא). טעינת הקרום יוצרת בתוכו שדה חשמלי. את הטעינה החשמלית הזאת אפשר למדוד בעזרת שתי אלקטרודות, שאחת מהן, זעירה במיוחד, מחדירים לתא. פעולת משאבת הפרוטונים בצמח יכולה ליצור הפרש מתח חשמלי השווה לחמישית מהמתח החשמלי של סוללת פנס כיס קטנה!

ושוב התעלות: ניקוד חשמלי ואיתות חשמלי

מעט מאוד ידוע עד כה על תפקיד ה"סוללה החשמלית" בתאי הצמחים, אבל כבר עתה ברור שה"סוללה" הזאת חיונית ביותר. כאשר השדה החשמלי בקרום התא גדול דיו (שלילי בפנים), נפתחות בו תעלות אשלגן הרגישות לשדה הזה. דרך התעלות נכנסים לתא יוני אשלגן חיוביים המונָעים על-ידי המתח החשמלי. כך מצטבר בתא הצמח אשלגן, בניגוד למפל הריכוזים שלו! בלי תהליך זה אין תא הצמח יכול לגדול.

תעלות בתמסורת האותות בין גירוי לתגובה

ידוע שבתגובה לגירויים שונים, נרשמים בתאי הצמח איתותים חשמליים. למשל, כשמאירים באור כחול על תת-פסיג של נבט אפונה שצמח בחושך, התארכותו נעצרת בתוך מספר שעות. אבל כמעט מיד, בתוך שניות מתחילת ההארה, נרשמת בתאים שהוארו "דפולריזציה", כלומר ירידה בטעינה החשמלית של הקרום. הסיבה העיקרית לדפולריזציה הזאת היא פתיחה של תעלות בררניות ליוני כלוריד בקרום התאים של התת־פסיג. כיוון שריכוז יוני הכלוריד בתא הצמח תמיד גדול יותר מאשר בחוץ - דולפים יוני הכלוריד החוצה דרך התעלות. כיוון שהם נושאים איתם מטען חשמלי שלילי - נעשית טעינת קרום התא פחות שלילית, או חיובית יותר, בפנים. ידוע שהדפולריזציה הזו חיונית להמשך התגובה: אם חוסמים את תעלות הכלוריד (בחומר כימי מיוחד), התת־פסיג ממשיך להתארך על אף ההארה באור כחול. שלבי הביניים, בין הגירוי לבין עצירת ההתארכות, עדיין לא ידועים.

דפולריזציה היא גם שלב ביניים בתהליכים נוספים, למשל בתגובה להורמון הגדילה בצמח, אוקסין, ביצירת סימביוזה בין חיידקים קושרי חנקן לבין שורשים של קטניות, או ביצירת חומרי מגננה בתגובה לפציעה של עלה.

שלבי הביניים בכל התהליכים הללו (תמסורת האותות בין הגירוי לתגובה) הם מהחידות ה"חמות" והמרתקות ביותר של השנים האחרונות בביולוגיה של התא. חלק ניכר מן המחקרים הללו מתמקדים בקרום התא בהיותו הגבול שבין התא, לסביבתו החיצונית. שם, בתוך הקרום או בצמוד לו, קורים השלבים הראשונים של תמסורת האותות. ■

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטעים לייצוג על פי פעילויות ו' - 1 עמ' 60; ו' - 3 עמ' 62 - 66 בחוברת לתלמיד.

קטע מס' 1:

"העור הוא האיבר הגדול ביותר בגופנו. תפקידו לא רק לכסות ולהגן על השכבות שמתחתיו; יש לו גם תפקידים חשובים בשמירה על הטמפרטורה הקבועה של הגוף. בהיותו איבר חישה, אנו מבחינים בעזרתו בתחושות של קור, חום, לחת ומגע.

... העור מחולק לשני רבדים. הרובד האחד הוא האפידרמיס - השכבה הקרנית. שכבה זו עשויה תאים קרניים מתים ועוביה משתנה מאזור לאזור: על כפות הרגליים והידיים היא עבה יחסית, ובעפעפיים היא דקה ביותר.

בבסיס האפידרמיס נמצאים תאים חיים הגדלים ומתחלקים בלי הרף ומייצרים תאים המכונים קרטינוציטים (Keratinocytes, מהמילה קרטין, שפירושה קרן) . תאים אלה מייצרים חלבון בלתי מסיס, המהווה את המרכיב העיקרי של שכבתו העליונה של האפידרמיס. הקרטינוציטים מתחלקים עוד ועוד ונודדים מהבסיס אל השכבה העליונה. תוך כדי נדידתם הם מתייבשים, נעשים שטוחים ולבסוף מתים. וכך השכבה הקרנית מתקלפת ונשחקת, ומאחר שהתאים בבסיס האפידרמיס מתחלקים כל הזמן, עורנו מתחדש כל החיים. בין התאים בבסיס האפידרמיס מצויים גם תאים מייצרי צבען (פיגמנט) המכונים מלנוציטים. הם מייצרים את המלנין (בעברית - אשחר); האחראי על צבע העור.

הרובד העבה של העור הנמצא מתחת לאפידרמיס הוא הדרמיס. זוהי רקמת חיבור שבה התאים מרוחקים זה מזה, ועיקרה חומר ביניים המצוי בין התאים. ברקמה זו מצויים חומרי הזנה שונים, בלוטות זיעה, בלוטות שומן ושורשי שערות.

אל הדרמיס חודרים גם כלי דם, לימפה וקצות עצבים. תאי הדרמיס מייצרים שני סוגי חלבונים. האחד הוא הקולגן; זהו חלבון בעל מבנה סיבי המקנה לעור את חוזקו. החלבון השני הוא האלסטין - חלבון סיבי המעניק לעור את גמישותו. האפידרמיס אינו מכיל כלי דם ועצבים משלו; הזנתו וכושר חישתו תלויים בדרמיס."

מתוך: שחורה אני ונאוה? על עור ושיזוף / מירה משולם, 1999, "כמעט 2000", גיליון 24, עמ' 42 - 45.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 2:

"...בתחילת שנות השמונים שונו לחלוטין תנאי המשחק, עם כניסתה של שיטה חדשה, שעיקרה שימוש בנשא (וקטור) חיצוני שמעביר את הדנ"א אל תוך התאים הצמחיים. כנשא משמש החיידק אגרובקטריום - חיידק קרקע שחי כטפיל על צמחים ויוצר בהם גידולים סרטניים המכונים עפצים. מדענים שחקרו את החיידק ואת הבסיס המולקולרי לפתוגניות שלו, גילו שביכולתו להחדיר מולקולות של דנ"א לתאי הצמחים. הדנ"א מגיע לגרעין התא הצמחי, מלכד עם הדנ"א של הצמח ומעניק לו תכונות גנטיות חדשות.

משהבינו המדענים שניתן להשתמש בחיידק זה להעברת דנ"א זר לצמחים, החלו בניסויים הראשונים להחדיר לחומר התורשתי שלו גנים רצויים, ולהשתמש בו כנשא כדי להעבירם לצמחים. ואכן, מאז תחילת שנות השמונים הפך השימוש באגרובקטריום לנפוץ ביותר."

מתוך: צמחים מהונדסים / ידידיה גפני, 1995, "גליליאו", גיליון 13, עמ' 16 - 21.

קטע מס' 3:

"כמו בכל תא, גם הציטופלסמה של תא החיידק עטופה בקרומית תא (ממברנה) דקיקה, המצטיינת בחדירות בררנית, אך בניגוד לתאיהם של בעלי חיים, מוגנת קרומית תא החיידק בדופן העוטפת אותה מבחוץ. לדופן התא חוזק מכני ניכר, המונע את קריעתה של הקרומית והתפוצצות תא החיידק עקב חדירה אוסמוטית של עודף מים. דופן מגינה מוכרת גם מתאי הצמחים, אלא שההרכב הכימי של דופן התא הצמחי שונה לחלוטין מהרכבו הכימי של דופן תא החיידק. פגיעה בשלמות הדופן גורמת בדרך כלל לחדירת מים ופיצוץ אוסמוטי של החיידק. דופן תא, הגם שהיא מצטיינת בחוזק מכני ניכר, היא נקבובית, כך שאינה מהווה מחסום בפני מעבר מולקולות קטנות, כגון תרופות.

את החיידקים ממיינים לפי אופן צביעתם בשיטת צביעה המכונה "צביעת גראם". מקצת החיידקים נצבעים בסגול שאינו ניתן לשטיפה, והם מכונים לפיכך "גראם חיוביים", ומקצתם מאבדים את הצבע בשטיפה והם מכונים "גראם שליליים". הבדלים אלו בצביעה מורים על הבדלים בתכונות. בחיידקים גראם שליליים עטופה הדופן מבחוץ בשכבה של מעין קרומית תא. קרומית חיצונית זו - בדומה לקרומית תא - היא בעלת חדירות בררנית, כך שחומרים רבים ובהם תרופות, מתקשים להגיע לדופן החיידק הגראם שלילי. בעוד שדרכם לדופן התא בחיידק גראם חיובי (שהוא חסר קרומית חיצונית) פתוחה. בתוך הקרומית החיצונית, שהיא יחסית בלתי חדירה, ערוכים חלבונים מיוחדים, היוצרים כעין תעליות המקלות את המעבר של חומרים מסיסים במים. הבדל נוסף בין החיידקים הגראם חיוביים לגראם שליליים הוא בעובי הדופן: עובי רב יחסית בגראם חיוביים, ומועט יחסית בגראם שליליים."

מתוך: אנטי אנטיביוטיקה / צבי עִצמון, 1994, "גליליאו", גיליון 7, עמ' 18 - 23.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 4:

"... במהלך המאה העשרים השקיעה הקהילה המדעית משאבים אדירים בממון ובכוח אדם - בניסיון להבין את התהליכים הגורמים להתפתחות גידולים סרטניים ולפתח טיפולים יעילים במחלה.

מהי מהות התהליך הסרטני? רוב התאים בגופו של אדם בוגר נמצאים במצב מנוחה - הם אינם עוברים תהליכי חלוקה, ומיעוטם, בהם תאי העור או תאי דופן המעי, מתחלקים חלוקה מתמדת. כל התאים מצוידים במערכות בקרה הקובעות מתי ייצא התא ממנוחה, מתי יתחלק ומה יהיה אופי החלוקה וקצבה. כאשר נפגעות מערכות בקרה אלה באחד התאים, עלול התא לעבור למצב של חלוקה מהירה ובלתי מבוקרת. כך מתפתח גוש תאים המתחלקים ללא הרף - זוהי ראשיתו של גידול סרטני. גידול זה ייקרא ממאיר אם יעבור למצב בו נפרדים ממנו תאים החודרים לכלי דם, מגיעים דרכם לאזורים שונים בגוף ויוצרים גרורות. בשלב זה קשה מאוד לטפל במחלה, ובסופו של דבר יכריעו הגידולים את מערכות הגוף.

תאי הגוף חשופים להשפעות סביבתיות כמו קרינה, חומרי מזון, ותוצרי עישון, שעשויים לפגוע במערכות הבקרה של התאים וכך להוליד תהליך סרטני.

...כיום ברור כי סביבה ותורשה ממלאים תפקיד חשוב בגרימת סרטן, אולם הגורם החשוב ביותר הוא טיבם של התהליכים המתרחשים באופן טבעי בתאי גופו של אדם במהלך חייו. בתהליכים אלה חלה הצטברות אטית של פגמים בתאים, אשר בסופו של דבר עלולים לשבש את פעולת מערכות בקרת החלוקה באחד מהם."

מתוך: הבסיס הגנטי למחלת הסרטן / איתי בן - פורת, 1996, "גלילאו", גיליון 16, עמ' 14 - 21.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 5:

"התצפית שמקצת נקבות העכבישים אוכלות את בני זוגן הסעירה את דימיונם של חוקרים רבים. מקובל היה לחשוב שהתנהגות קניבלית זאת על רקע מיני מקנה יתרון רב לנקבת העכביש. אולם כעת טוענים שני המדענים השוודים גורן והנריקסון (Goran & Henriksson) כי זוהי טעות מצערת של הטבע לא רק מבחינת הזכרים, אלא גם מבחינת הנקבות, שההתנהגות נעוצה ב"הרגלי ילדות" שלהן. הזכר ללא ספק הוא המפסיד העיקרי, ולעיתים תכופות הוא אפילו אינו מספיק להפרות את ביצי העכבישה. הנקבה, כך היה נראה, מרוויחה הפריה או ארוחה ולעיתים אף את שניהם.

בניסוי שערכו שני המדענים נבחנו שתי קבוצות של נקבות עכביש הדיג (Fishing Spider), קבוצה אחת הורעבה והאחרת פוטמה. למרבה ההפתעה, שתי הקבוצות - המורעבות והשבעות - טרפו באותה מידה את בני זוגן. כך היה המצב גם עם נקבות שזכו או לא זכו בהפריה: הנקבות ה"בתולות" טרפו באותה מידה את בני זוגן, לעיתים יותר מאחד, כמו הנקבות ה"מופרות". נראה, אם כן, שה"רעב" להפריה או לאוכל אינו הגורם לקניבליות אלא משהו אחר.

ממצא מרתק נוסף הראה כי בשליש מהנקבות, אף שפגשו מספר רב של זכרים, הגיע מספר הביצים המופרות למחצית מכלל הביצים...נראה כי תאבונן של הנקבות היה להן לרועץ.

כיצד התפתחה התנהגות כזו כאשר הנקבה וגם הזכר יוצאים מופסדים? לדעת שני החוקרים הדבר נעוץ בתקופת הילדות של הנקבות. מתברר שיכולת הנקבה להטיל מספר רב של ביצים מותנית בגודלה, ולכן מיום היוולדן עסוקות נקבות העכביש בטריפה.

חיזוק לכך משמשות תצפיות המראות כי נקבות העכביש טורפות גם זו את זו. מכאן נובע שהברירה הטבעית דורשת התנהגות מאוד תוקפנית מצד הנקבות. הסברה שהעלו גורן והנריקסון היא שהתנהגות הזלילה והטריפה נשלטות על ידי הורמון יחיד, ולכן אין הוא ניתן ל"כיבוי" מהיר כאשר מגיע זמן ההזדווגות.

האם מכאן ניתן להסיק שבגרות היא תנאי הכרחי לקיום יחסי מין?"

מתוך: סקס, נעורים והפרעות אכילה / יהודית הרלבן, 1996, "גליליאו", גיליון 16, עמ' 2.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

"תשובון" למורה:

להלן הצעות לדרכי ייצוג אפשריות של כל קטע. לעיתים הקטע המצורף יכול להיות מיוצג במספר דרכים. אופני הייצוג מתוארים במדריך למורה, חלק א', מבנית ו' - ייצוג ידע, עמ' 73 - 87.

קטע מס' 1: קטע זה ניתן לייצג חזותית בעזרת איור המתאר מבנה של חתך בעור.

קטע מס' 2: ניתן לייצג את קטע המידע הזה בעזרת תרשים המתאר את תהליך החדרת קטע דנ"א זר לתא צמחי בעזרת חיידק. ניתן לייצג קטע זה גם באופן מילולי כתיאור של פתרון בעיה.

קטע מס' 3: קטע זה ניתן לייצוג כשרטוט המתאר מבנה של דופן התא החיידקי או בעזרת טבלה הממיינת ומשווה בין שני סוגי החיידקים.

קטע מס' 4: קטע זה ניתן לייצג חזותית בדרך של תרשים המתאר את התהליך הסרטני.

קטע מס' 5: קטע זה ניתן לייצג באופן מילולי כתיאור שלבי ניסוי במדע וטכנולוגיה.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

מערכות הובלה

מאמר מדעי פופולארי וקטעי מידע בנושא

קישורים לסילבוס

"לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים"

נושא מרכזי:

ג - 6: תופעות, מבנים ותהליכים ביצורים חיים (צמחים ובעלי חיים)

6.5: מערכות הובלה, תיווך ותיאום ביצורים חיים

תת נושאים:

6.5.1: קליטה, מעבר ופליטת חומרים

6.5.2: מערכות הובלה בצמחים

6.5.3: מערכות הובלה בבעלי חיים

6.5.4: תיאום וקשר בין מערכות

מתאים לשילוב עם יחידות לימוד כדוגמת:

"מערכות הובלה - לב העניין" / מטמו"ן

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים



שאלון התבוננות שניה במאמר מדעי

מהלך הפעילות:

עיין שנית במאמר שלפניך.

במהלך העיון במאמר, ענה על השאלות הבאות:

שם המאמר: "מערכת הדם: הרבה יותר מאוסף צינורות"

שם המחברת: חיה גרוס

פרטים ביבליוגרפיים: "כמעט אלפיים", קיץ 1999, 23, 31-35.

1) מי הוא המחבר? _____

האם הוא אדם מוסמך לנושא? נמק. _____

_____

2) האם יש במאמר:

תמצית / תקציר - _____

רשימת מקורות - _____

3) ציין נקודה אחת חשובה שלמדת מתוך עיון ב:

מבוא / הקדמה - _____

_____

סיכום / דיון - _____

_____

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

בסעיפים הבאים ציין את המקום במאמר בו איתרת את התשובות:

4) במה עדיפה מערכת הדם ממערכת הובלה מלאכותית?

5) כיצד מבנה כלי הדם תואם את תפקודם?

6) מהו המחזור הגדול והמחזור הקטן?

7) הסבר את המונח:

לחץ דם - _____

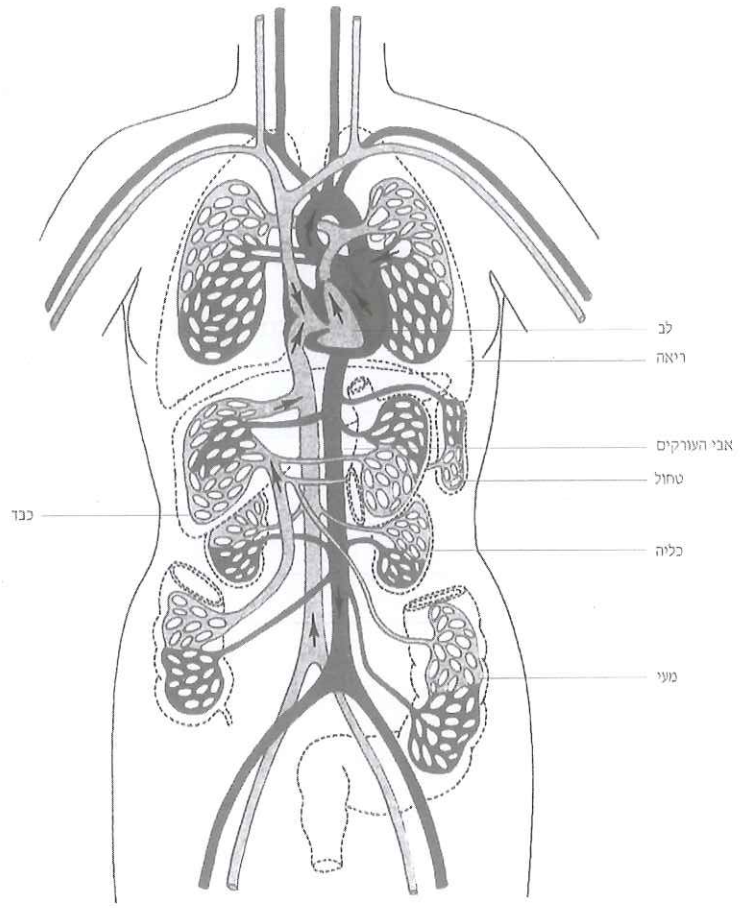
8) מה תורם להתנגדות כלי הדם לזרימת הדם?

9) אילו גורמים מאפשרים בקרה על זרימת הדם?

10) מהו המסר העיקרי במאמר?

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

מערכת הדם: הרבה יותר מאוסף צינורות



חלק מהמחזור הדם בארם - בכלי הדם המסומנים באדום זורם דם עשיר בחמצן בכלי הדם המסומנים בורוד זורם דם עשיר בפחמן דו-חמצני

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

כתבה: חיה גרוס

מקובל מאוד לדמות את מערכת הדם למערכת אינסטלציה, שבה הנוזל המוזרם הוא דם, הצינורות הם כלי הדם, והלב - משאבה. מערכת הדם אכן מתפקדת כמערכת הובלה: באמצעותה מובלים חמצן, חומרי מזון והורמונים אל רקמות הגוף, וגם מוּרחקים חומרים מיותרים.

אולם, מערכת הדם עדיפה לאין ערוך ממערכת הובלה מלאכותית. אורכה הכולל של מערכת זו באדם בוגר הוא כ-100,000 ק"מ (אפשר להקיף בה את כדור הארץ יותר מפעמיים!), והיא כוללת מיליוני צינורות בגדלים שונים. זרימת הדם בחלקים שונים של המערכת עשויה להשתנות בתוך זמן קצר ביותר, בהתאם לשינויים בצורכי הגוף; ולבסוף - אם שומרים עליה כראוי, היא בדרך כלל מחזיקה מעמד עשרות שנים ללא צורך ב"חלקי חילוף" או בתיקונים.

אילו מרכיבים כלולים במערכת הדם בבני אדם?

ראשית כל, **הדם** עצמו. הדם מורכב מתאים ומפלסמה (נוזל הדם), והמרקם שלו נוזלי-צמיגי. בבני אדם הדם הוא כ-8% ממשקל הגוף ונפחו כחמישה ליטרים.

שנית - **הלב**. איבר שרירי זה מתכווץ ומזרים את הדם במערכת. אצל היונקים, ובכלל זה אצל האדם, מצוי לב אחד, המורכב למעשה משתי משאבות הפועלות בתיאום זו לצד זו.

אנו נמקד את עיקר דיוננו כאן במרכיב השלישי של המערכת - **כלי הדם**.

מבניהם של כלי הדם השונים תואמים את תפקודיהם:

מהלב מוזרם הדם בלחץ לתוך **עורקים**, המתפצלים לעורקיקים. בדפנות של כלי הדם האלה יש רקמה אלסטית, וסביבה שכבה נוקשה של שרירים. העורקים נמתחים (מתרחבים) כשהלב מתכווץ ודוחף דם לתוכם, ולאחר הרפיית הלב הם חוזרים לקוטרם הראשוני.

הדם זורם מהעורקיקים אל **נימים**, שהם הקטנים שבכלי הדם, והם המגיעים לכל מקום בגוף. הנימים מורכבים משכבה אחת בלבד של תאים, וקוטרם הממוצע (פחות מקוטר שערה!) כמעט אינו עולה על קוטר תא דם אדום. ואכן, תאי הדם האדומים זורמים בנימים זה אחר זה כמו בשורה עורפית, כשבינם לבין פנים הנים שטח מגע גדול. צמידות זו, יחד עם הדקוּת של דופן נימי הדם, מאפשרות מעבר יעיל של חומרים בין הדם לנוזל הבין-תאי.

ניתן למדוד את קצב פעימות הלב על ידי בדיקת קצב התרחבות העורקים והרפייתם: זוהי מדידת דופק. ניתן לחוש דופק בעורקים שונים הנמצאים קרוב לפני הגוף - ברקות, בצוואר, במפשעה, ביד ועוד.

מהנימים הדם נאסף לווֹרידונים, המתמזגים **לוורידים**. צינורות אלה מתאפיינים בגמישות רבה - רקמת השריר שבהיקפם יוצרת מעט מאוד התנגדות לדם הזורם דרכם. הודות לגמישות זו הם משמשים כמאגרי דם: בשעת מנוחה, כ-50% מנפח הדם נמצא בכלי דם אלה. בווֹרידים מצויים מבנים ייחודיים - מסתמים, המונעים זרימת דם בכיוון ההפוך, כלומר מהווֹרידים חזרה לנימים. בגפיים מצויים הרבה מסתמים - שם הדם בווֹרידים זורם כלפי מעלה, בניגוד לכבידה.

אחד התפקידים המרכזיים של מערכת הדם הוא להוביל חמצן אל רקמות הגוף, ולסלק מהן פחמן דו-חמצני - תוצר תהליך זה.

חילוף הגזים מתבצע כאשר חמצן מהאוויר הנשאף אל הריאות עובר אל הדם שבנימים הצמודים לריאות, ופחמן דו-חמצני עובר בכיוון ההפוך: מהדם שבנימים אל האוויר שבריאות, ובהמשך - מהריאות אל מחוץ לגוף, בנשיפה.

אם כן, הדם היוצא מהריאות "נקי", ועשיר יחסית בחמצן - ואילו הדם הזורם מהלב אל הריאות טעון בכמות גדולה יותר של פחמן דו-חמצני. לעומת זאת, דם הזורם מהלב אל יתר רקמות הגוף משופע בחמצן, ובדרכו חזרה מהרקמות אל הלב הדם עשיר בפחמן דו-חמצני.

בהתאם לכך נהוג להבחין במערכת הדם בין שני מחזורים המחוברים זה לזה בלב:

במחזור הקטן דם יוצא מהלב וזורם אל הריאות, ומהריאות בחזרה אל הלב;



כלי דם שונים

רוב הרקמות בגוף עשירות בנימי דם. כמעט שאין תא בגוף שהמרחק בינו לבין נים עולה על שתי מיליוניות הסי"מ. יש גם יוצאים מן הכלל: בגידים וברצועות יש מעט נימים; בסחוס אין נימים כלל, וכך גם בקרנית ובעדשה של העין.

במחזור הגדול דם זורם מהלב אל שאר רקמות הגוף, בחזרה מהגוף אל הלב.

ביצד זורם הדם?

חוקי הפיזיקה המתארים זרימה מחזורית במערכת סגורה תקפים גם לזרימה במערכת הדם - על ההתאמות הייחודיות לה. על פי חוקים אלה, זרימה (הנמדדת ביחידות של נפח ליחידת זמן) תלויה בשני מרכיבים:

1. הלחץ המופעל על הצינור על ידי הנוזל שזורם בו;

2. ההתנגדות של הצינור לזרימה.

וליתר דיוק: הזרימה בין שתי נקודות נמצאת ביחס ישר להפרש (מפל) הלחצים ביניהם, וביחס הפוך להתנגדות.

לחץ דם הוא הלחץ המופעל על דופן הכלי על ידי הדם שבו. (לחץ מבוטא ביחידות של מ"מ כספית. בהקשר הרפואי, על פי רוב, המונח לחץ דם מתייחס ללחץ בעורקים במחזור הגדול.)

ככל שנוזל המוזרם במערכת באמצעות משאבה קרוב יותר למשאבה - כך הלחץ המופעל עליו גדול יותר. תופעה זו ניכרת במערכת הדם, שבה, כאמור, הלב משמש משאבה: בעורק היוצא מהלב (אבי העורקים) הלחץ גדול ביותר, ובווריד המחזיר את הדם הלחץ נמוך ביותר (ראו גרף 1). ההפרש בלחצים לאורך כלי הדם הוא הכוח המניע את הזרימה במערכת; הזרימה היא תמיד בכיוון הלחץ הנמוך יותר.

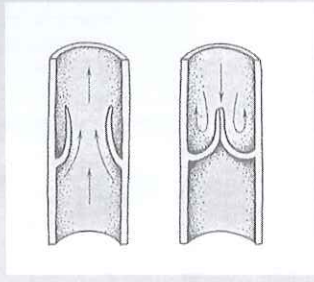
כשהלב מתכווץ, הדם המוזרק בלחץ גורם להתרחבות העורקים ולעלייה בלחץ הדם

חיה גרוס מפתחת חומרי למידה במרכז להוראת המדעים

קיץ 1999 23 זמנים

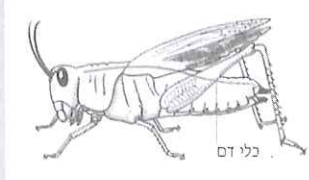
© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

דליות (המכונות גם "ורידים ברגליים") הן ורידים שנעשו רפויים ונפוחים בגלל מסתמים לא תקינים. לתופעה זו גורמים תורשתיים ואחרים, כגון עמידה ממושכת, עודף משקל והריון.



מסתם בוריד - מסתמים מונעים מהדם לחזור אחורה, ובכך מכתיבים זרימה חד-כיוונית של הדם.

הרציפות של כלי הדם במערכת הדם בבני אדם (ובכל בעלי החיים בעלי-חוליות) יוצרת מערכת סגורה, כלומר הדם זורם בצינורות מוגדרים לכל אורך המערכת. ישנם בעלי חיים שאצלם בחלק מהמחזור, הדם אינו זורם בתוך כלי דם, אלא נמצא בחללים פתוחים, במגע ישיר עם הרקמות. מערכת כזו מכונה מערכת דם פתוחה, והיא מאפיינת את מרבית הרכיכות (חלזונות, צדפות ועוד), ואת כל פרוקי הרגליים (חרקים, סרטנים ועוד). במרבית החרקים כל מערכת הדם מורכבת מצינור מרכזי אחד. בחלק האחורי של צינור זה מצויים פתחים המוגסתים על ידי מסתמים. צינור הדם והמסתמים הם גם הלב (או הלבבות) של החרק. עם התכווצות הצינור נלחץ דם החוצה דרך סעיפי הצינור אל חללי הגוף. הרפיית שרירי הצינור מושכת את הדם בחזרה פנימה, דרך החורים שבצינור.



מערכת הדם בחרגול

קצת היסטוריה

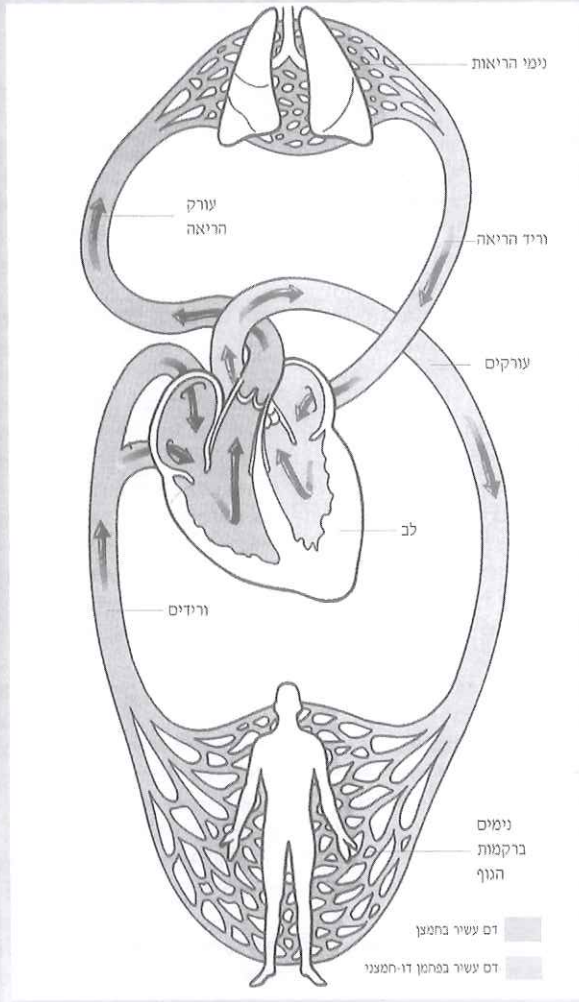
בתקופתו של אריסטו (שחי ביוון במאה הרביעית לפני הספירה), היתה הדעה הרווחת שהדם משמש לבניית רקמות הגוף, ומה שלא מנוצל ממנו למטרה זו מופרש בצורת זיעה או שתן. סברו שהדם נוצר בכבד, זורם ממנו אל הלב ואל שאר חלקי הגוף באמצעות ורידים. בעת העתיקה כאשר חוקרים בדקו נוויות, הם ראו אמנם עורקים, אך לא שייכו אותם למערכת הובלת הדם, שכן העורקים בנוויות היו תמיד ריקים מנוזל. עובדה זו מסבירה את שמו של כלי דם זה באנגלית: artery - "צינור אוויר" (בלועזית aer-קידומת שמשמעה אוויר). כחמש מאות שנה אחרי תקופת אריסטו הרופא היווני גאלנוס, גילה שגם בעורקים זורם דם.

החוקר האנגלי ויליאם הארווי (1578-1657) ערך ניסויים רבים במינים שונים של בעלי חיים, ובעקבותם הגיע למסקנה שזרימת הדם בגוף היא מחזורית, ושהלב פועל כמשאבה. עבודתו של הארווי לא רק תרמה להבנת מחזור הדם; היא הניחה את היסודות לפיזיולוגיה המודרנית, המסבירה את תפקודי הגוף החי במונחים של כימיה ופיזיקה. הארווי לא ראה נימים, אך שיער את קיומם; ארבע שנים לאחר מותו של הארווי ראה החוקר האיטלקי מרצילו מלפיגי (1628-1694) נימי דם במיקרוסקופ.



ויליאם הארווי (1578-1657)

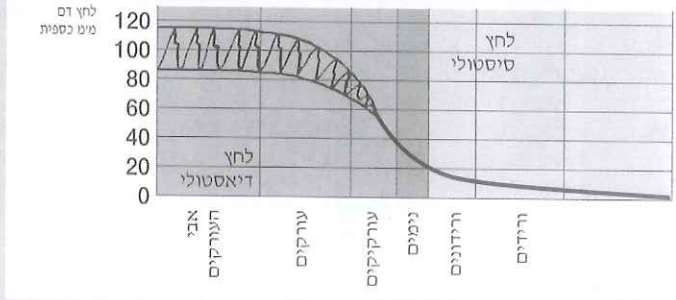
שימו לב: בשני המחזורים, הדם היוצא מהלב זורם בעורקים, והדם זורם אל הלב - בוורידים. כלומר, כלי הדם השונים מתאפיינים בכיוון הזרימה בהם (מהלב או אל הלב) - ולא בריכוז הגזים (חמצן ופחמן דו-חמצני) שהם מובילים.



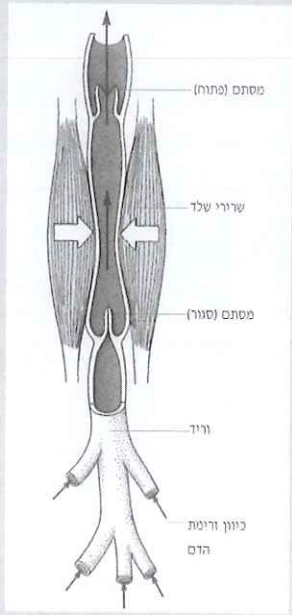
המחזור הגדול והמחזור הקטן

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

לחץ הדם הוא, כאמור, הכוח המניע את זרימת הדם. לפיכך ניתן היה לשער שלחץ גבוה הוא תופעה חיובית; אולם לא כך הדבר: כשהלב צריך לדחוף דם בלחץ גבוה - הוא נתון לעומס גדול מאוד. כמו כן, לחץ דם גבוה עלול לפגוע בכלי דם ולגרום לדימום ברחבי הגוף.
עלייה זמנית בלחץ הדם מתרחשת באופן טבעי בזמן מחלות המלוות בחום, בשעת מאמץ גופני, וכן בתגובה להתרגשות. לחץ דם גבוה מתמשך - או יתר לחץ דם - עלול להיות מסוכן. בין הגורמים המשפיעים על יתר לחץ דם: משקל הגוף, תזונה, גיל, תורשה, עקה (stress) ועישון.

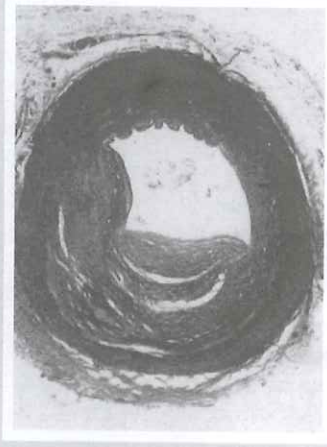


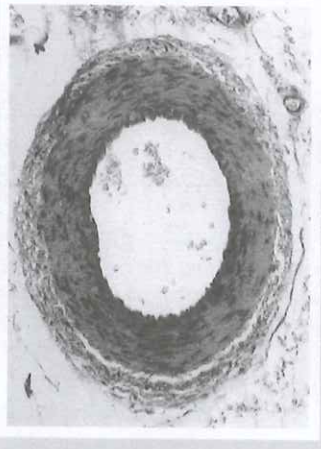
גרף 1: לחץ הדם בכלי הדם השונים



פעילות השרירים מסייעת להזרמת הדם בוריד

סתימות במערכת
במחלת טרשת העורקים (atherosclerosis) כלי דם נחסמים, או נחסמים חלקית, בגלל התעבויות בדופן כלי דם. ההתעבויות מכילות שומנים, ובעיקר כולסטרול; ההתעבויות מצרות את כלי הדם, ובשלבים מתקדמים גם גורמות לכך שכלי הדם מאבדים מגמישותם. עקב זאת חלה הפרעה בזרימת הדם, ויש גם יצירה מוגברת של קרישי דם - המגדילים גם הם את הסיכויים לחסימת כלי דם. תופעה זו עלולה להתפתח בכל כלי הדם, אך נמצא שאבי העורקים, וכלי הדם המזינים את הלב - פגיעים במיוחד.
חסימת כלי דם בעורק המזין את הלב עלולה להביא לנמק - מוות מקומי של תאים באזור שאספקת הדם אליו נמנעה ממנו, ובכך נגרמת פגיעה בתפקוד הלב. במקרים חמורים של חסימת כלי דם בלב מבצעים לפעמים ניתוח מעקפים, שבו משתילים בלב כלי דם שאינם חסומים, בניסיון לשפר את הזרימה המגיעה אל הלב. לוקחים אותם למשל מרגלו של החולה.



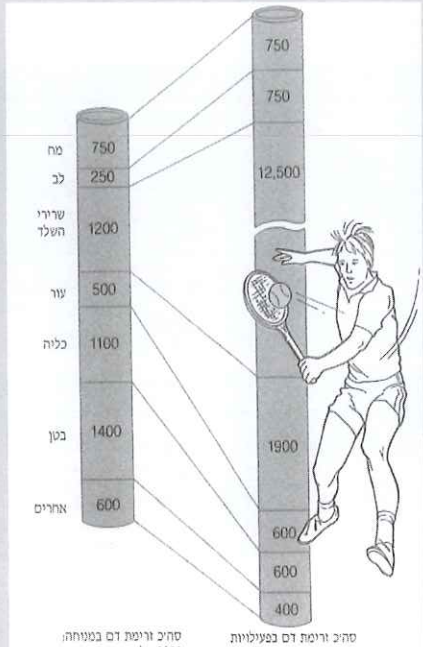


טרשת עורקים
משמאל - חתך רוחב בעורק תקין והגדלה פי בערך 170. מימין - חתך רוחב בעורק הסתום באופן חלקי כתוצאה מטרשת והגדלה פי 30 לערך.

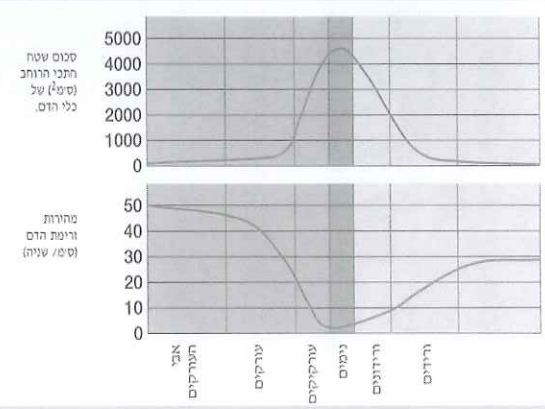
© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

טיפולים רפואיים רבים משפיעים על בקרת זרימת הדם בגוף. לדוגמה: התרופה המדוברת ויאגרה מגבירה את זרימת הדם בפין, ומשום כך ניתנת במקרים מסוימים של אין-אונות הקשורים לזרימת דם, ועוד: שיטה אפשרית לטיפול בגידול סרטני שנחקרת עתה ומעוררת תקוות גדולות היא על ידי מניעה מבוקרת של התפתחות כלי דם בגידול.

הסמקה היא תוצאה של הזרמה מוגברת של דם לנימים בפנים, בתגובה להתרגשות.



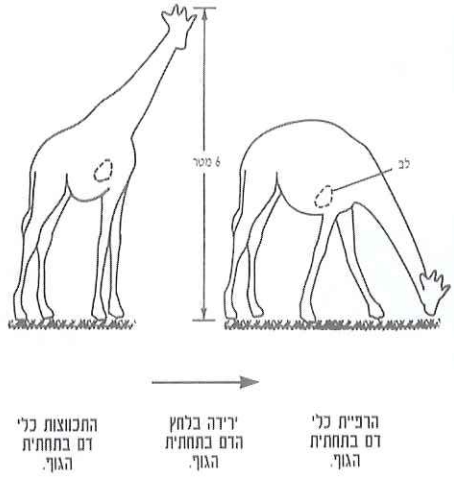
זרימת הדם ברקמות שונות בגוף בשעת מנוחה ובעת פעילות מאומצת.



גרף 2: היחס בין סכום שטח החתך הרוחב בכלי דם שונים ומקומה עליונה, לבין מהירות זרימת הדם ומקומה תחתונה.

ראשה של ג'ירפה נמצא כשישה מטרים מעל האדמה, וכשני מטרים מעל הלב. כיצד מתגבר הדם על הפרשי הגובה וזורם לגובה כה גדול בניגוד לכוח הכובד? (היזכרו בבניינים גבוהים שבקומות העליונות. זרם המים בברזים ובמקלחת הוא נמוך; ג'ירפה לא יכולה להתקיים אם דם יגיע למוחה בזרזיפים!).

התשובה היא שהדם של הג'ירפה עולה לגובה כזה בעזרת לחץ דם גבוה מאוד באבי העורקים, סמוך ללב הג'ירפה. ומה קורה לזרימת הדם כאשר ג'ירפה מכופפת את ראשה? או אז, לחץ הדם בעורקים שבגובה הלב מוקטן באופן משמעותי. כתוצאה מכך, דם זורם לראש הג'ירפה בקצב פחות או יותר קבוע, למרות שינויי התנוחה. העורקים באיברים אחרים בגוף פועלים בהתאמה עם מנגנון זה: כשהג'ירפה מתכופפת ולחץ הדם יורד, כלי הדם באיברים השונים מתרחבים (ההתנגדות קטנה), וכך מגיעה אליהם כמות מספקת של דם, על אף הירידה בלחץ; כשהג'ירפה זוקפת את ראשה ולחץ הדם עולה, כלי הדם שבהיקף הגוף מתכווצים (עולה בהם ההתנגדות), והזרימה אליהם אינה עולה על אף השינוי במפל הלחצים.



זרימת הדם בג'ירפה העומדת עמידה זקופה, וכאשר היא מנמיכה את הראש.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

המופעל עליהם. עם הרפיית הלב, קוטרם של העורקים חוזר לגודלם הבסיסי, ולחץ הדם שבהם פוחת. ככל שהדם מתרחק מהלב, הלחץ שהוא מפעיל על כלי הדם פוחת. תנודות בלחץ הדם - בתלות בהתכווצות הלב - ייחודיות לעורקים ולעורקיקים, והן מתאפשרות הודות לאלסטיות המאפיינת אותם.

כאשר הדם מגיע לנימים, הלחץ שלו נמוך בהרבה משהיה ביציאתו מהלב; הנימים כל כך עדינים, שזרימה בלחץ גבוה היתה עלולה להרוס אותם!

הלחץ בווריד‍ונים ובווריד‍ים נמוך עוד יותר מאשר בנימים; ומה שחשוב עוד יותר לגבי הזרמת הדם: הפרש הלחצים לאורך הווריד‍ים קטן מכדי שיוכל להניע את הדם בדרכו בחזרה ללב. זרימת הדם בווריד‍ים תלויה במידה רבה ב"עזרתם" של שרירים סמוכים לווריד‍ים, שפעילותם דוחפת את הדם, וכן במסתמים, המונעים מהדם לזרום בניגוד לכיוון הרצוי.

להתנגדות כלי הדם לזרימה תורמים כמה גורמים, ביניהם:

צמיגות: עלייה בצמיגות הדם גורמת לעלייה בהתנגדות לזרימה. צמיגות הדם קבועה פחות או יותר, אולם יש מצבים פיזיולוגיים שבהם חל שינוי בצמיגות הדם; לדוגמה: במחלת האנמיה, שבה חלה ירידה בכמות תאי הדם האדומים, יורדת צמיגות הדם, וכך גם פוחתת ההתנגדות של כלי הדם.

אורך כלי הדם: ככל שכלי דם ארוך יותר, כך ההתנגדות לזרימה גדלה; כלומר, בין ההתנגדות לבין אורך כלי הדם קיים יחס ישר. הכרס גדלה? צריך גם להוסיף כמות מתאימה של כלי דם! תוספת זו עלולה להגדיל באורח משמעותי את התנגדות המערכת לזרימת הדם. בכך מוסבר הקשר ההדוק בין עודף משקל למחלות לב.

אצל אנשים בריאים, צמיגות הדם ואורך כלי הדם נשארים בטווח די קבוע; אך יש גורם שלישי המשפיע באופן הרב ביותר על ויסות התנגדות כלי הדם לזרימה. גורם זה הוא קוטר כלי הדם.

קוטר כלי הדם: בכלי דם שקוטרו קטן גדולה ההתנגדות לזרימה מההתנגדות בכלי דם שקוטרו גדול יותר. הסיבה לכך היא שבצינור שקוטרו קטן, הכמות היחסית של הנוזל המתחכך עם הדופן גדולה מהכמות היחסית של הנוזל המתחכך בדופן צינור שקוטרו גדול יותר. חִשבו על מים הזורמים בנהר: במרכז הנהר המים זורמים בחופשיות ובמהירות, ואילו בשולי הנהר המים מתחככים עם הגדות, ונעים לאט יותר.

שינוי בקוטר משפיע השפעה משמעותית ביותר על ההתנגדות. (התנגדות נמצאת ביחס הפוך לחזקה הרביעית של רדיוס הצינור.) לדוגמה: עם הגדלת הרדיוס (מחצית הקוטר) של כלי דם פי שניים, ההתנגדות לזרימה בו קטנה פי שישה-עשר!

מהירות זרימת הדם

מהירות הזרימה במערכת הדם בכל אחד מהמחזורים קבועה, פחות או יותר. כשהאדם במנוחה, לבו מזרים כחמישה ליטרים דם בדקה אחת. כמות זו שווה בקירוב לכל הדם בגוף; אך אין להסיק מכך שכל טיפת דם עוברת דרך הלב אחת לדקה: דם הזורם לאיברים הקרובים ללב יכול להשלים מחזור בזמן קצר בהרבה, ואילו לדם הזורם אל אזורים מרוחקים, כמו למשל אל כפות הרגליים, יכול לקחת דקות מספר להגיע אל יעדם ובחזרה ללב.

כמו כן, מהירות הזרימה שונה בכלי הדם השונים: באבי העורקים המהירות גבוהה ביותר, בנימים הזרימה איטית, ובווריד‍ים חלה עלייה במהירות (ראו עקומה תחתונה בגרף 2).

שוב ניעזר בחוק פיזיקלי: כאשר כל התנאים מלבד קוטר הצינור קבועים, מהירות הזרימה נמצאת ביחס הפוך לשטח חתך הרוחב של הצינור.

לפי חוק זה, מהירות הזרימה גבוהה יותר בצינור צר מאשר בצינור רחב. מדוע אם כן זרימת הדם בנימים - כלי הדם הקטנים ביותר - איטית יותר מאשר בכלי הדם האחרים? אם נתבונן בסכום שטחי חתך הרוחב של כלל הנימים בגוף (4,500 ס"מ^2), נמצא שהוא גדול לאין ערוך מזה של כלי הדם האחרים (ראו עקומה עליונה בגרף), ולכן מהירות הזרימה הנמוכה יחסית בנימים גם תואמת את חוקי הפיזיקה.

בקרה על זרימת הדם

מערכת הדם כוללת, כאמור, שני מחזורים נפרדים: גדול וקטן. נוסף על כך, זרימת הדם אל איברי הגוף במחזור הגדול מפוצלת לכמה מעגלים מקבילים; סידור זה מאפשר הזרמה מבוקרת של דם אל האיברים השונים, בהתאם לצורכיהם.

הבקרה על הזרימה נעשית תוך ויסות הגורמים המשפיעים עליה: לחץ הדם וההתנגדות.

זרימת הדם מבוקרת על ידי מערכת העצבים המרכזית ועל ידי בקרה מקומית, כלומר על ידי תאי הרקמה שבה זורם הדם. מערכת העצבים המרכזית יכולה להשפיע על זרימת הדם באזורים נרחבים של הגוף בתוך שניות; אל כל שרירי דפנות העורקים מגיעים עצבים שפעילותם גורמת לכיווץ השרירים, כלומר להצרת העורקים. עצבים אלה מופעלים על פי מידע המתקבל במוח על אודות שינויים בלחץ הדם במערכת, ועל שינויים בלחץ החלקי של החמצן בדם.

גם גירויים נפשיים, כמו מתח, התרגשות ופחד, משפיעים על הבקרה של מערכת העצבים על זרימת הדם.

הבקרה המקומית של זרימת הדם מבוססת במידה רבה על ניצול מזון או חמצן או שניהם יחד בזמן נתון: ירידה ברמת החמצן ברקמה, כמו גם הצטברות של פחמן דו-חמצני, גורמת להרפיית השרירים בדפנות העורקים, כלומר להרחבתם.

כדוגמה לבקרת זרימת הדם בגוף, נציין את השינוי בזרימת הדם באיברים השונים בשעת מאמץ גופני: בשעת מנוחה, המוח מקבל כ-13% מזרימת הדם, הלב - 4%, ושרירי השלד - המהווים כמחצית ממשקל הגוף - כ-20%. בשעת מאמץ, חלוקה זו משתנה שינוי משמעותי: זרימת הדם לכליות ולאיברים אחרים פוחתת, ואילו זרימת הדם בשרירי השלד ובעור (שממנו משתחרר חום הנוצר בפעילות השרירים) מוגברת באופן ניכר.

לסיום: גדולתה של מערכת הדם היא ביכולתה להתאים את עצמה למצבים פיזיולוגיים שונים. הכרה טובה של מערכת הדם והבקרה על פעילותה מראה, שאף על פי שהיא פועלת במידה רבה בדומה למערכת של צינורות, אין עדיין מערכת מלאכותית שתשווה לה. ■

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגיה", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטעים לייצוג על פי פעילויות ו' - 1 עמ' 60;
ו' - 3 עמ' 62 - 66 בחוברת לתלמיד.

קטע מס' 1:

"...נחזור להצהרה בראשית הרשימה ונשאל: מה הקשר בין סוכר ומחלות לב? בשנים האחרונות התברר כי דווקא סוכר קנה (סוכרוז), הוא הסוכר המשמש בתפריטנו, מהווה גורם סיכון. סוכר הקנה נכנס לתפריטנו היום יומי רק במאה השנים האחרונות. עם השנים עלתה צריכתו והגיע היום לכ – 50 ק"ג לנפש בשנה בארצות המפותחות ובכללן ישראל.

בגוף מתפרק סוכר הקנה לשני סוכרי יסוד המרכיבים אותו: גלוקוז ופרוקטוז. הגלוקוז נקלט בכל רקמות הגוף ומשמש כמקור אנרגיה, ואילו הפרוקטוז מופנה לכבד, כי רק בכבד מצויה המערכת האנזימתית המפרקת אותו.

כמות גדולה של פרוקטוז המגיעה לכבד עוברת בו פירוק, והתוצרים משמשים כחומרי מוצא ליצירת שומנים.

יש לזכור כי אצל בני אדם הכבד הוא המקור הבלעדי לשומני הדם, והצפתו בחומרי אב אשר מקורם בפרוקטוז גורמת להפרשה מוגברת של שומני הדם – טריגליצרידים וכולסטרול, שהם גורמי הסיכון העיקריים למחלות הלב.

ניסויים שהודגמו בחיות מעבדה הוכיחו כי תזונה עשירה בסוכר מביאה לעליה ניכרת של שומני הדם, עליה בלחץ הדם ושינויים בכליות ובכלי הדם הדומים לטרשת העורקים.

נדגיש כי סוכרים רב-מולקולריים, כמו עמילן למשל אינם בעלי השפעה מזיקה, הואיל והם מתפרקים בגוף לגלוקוז בלבד."

מתוך: מחלות לב - סיכון וסיכוי / מרית סלוין, 1989, "מדע", גיליון ל"ג 5, עמ' 247 – 248.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 2:

"הדרך משדה הקרב לחדרי הניתוח קצרה. באחרונה נפרצה דרך כזאת במסלול מפתיע, על ידי מהנדסים שהתאימו מערכת לראיית לילה לצורך מעקב אחר זרימת דם בעורקי הלב, תוך כדי השתלת מעקפים. שיטת ההדמיה, שפותחה לצורך ראיית לילה בשדה הקרב, מתבססת על זיהוי עצמים לפי אנרגיית החום שהם מפיקים. חיישנים אינפרא-אדומים קולטים הפרשי טמפרטורות בין עצמים לסביבתם והופכים אותם לסיגנלים חשמליים, המומרים לתמונת וידיאו.

...'הבעיה היתה לעשות למערכת הסבה – ממערכת שפועלת בשדה ראייה רחב ובהפרשי טמפרטורה גדולים, לכזו שעובדת בשדה ראייה קטן – חזה של אדם – ובהבדלי טמפרטורה של מעלה אחת ומטה', אומר ד"ר מנתם צוקר, ראש החטיבה הרפואית באופגל, שהגה את רעיון היישום האזרחי של המערכת הצבאית.

...הדבר נעשה כך: בזמן הניתוח מוצבת מצלמה, עם חיישני החום, מעל בית החזה הפתוח. לאחר שהמנתח מחבר את שתל הוריד אל העורק הכלילי, בעוקפו את האזור החסום, הוא מזרים דרכו תמיסה פיזיולוגית רגילה לצורך שטיפה – הליך רגיל בכל ניתוח מעקפים.

לצורך ההדמיה מקררים את התמיסה בכמה מעלות, בהשוואה לטמפרטורת שריר הלב של המנותח. ההבדל בין הטמפרטורות יוצר על גבי צג הווידיאו, תמונה של הוריד המושתל ושל כל שלוחות העורקים המתחברים אליו, שדרכם זורמת התמיסה.

המידע שמקבל המנתח מאפשר לו לשפר את המעקפים, אם מתברר שחידוש זרימת הדם אינו מספק. חשוב להדגיש כי כך יכול המנתח לבחון גם זרימה בכלי דם שאינם נראים לעין, השקועים בעומק של כשני מילימטר בתוך שריר הלב, וכל זאת בזמן הניתוח.

שיטת ההדמיה, המנצלת הבדלי חום וקור, חוסכת את השימוש בחומרים מסוכנים או בקרינת רנטגן."

מתוך: הדם זורם ומצטלם / מרית סלוין, 21.2.1996 , "הארץ", עמוד ב - 4.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 3:

"...למרות המיגוון הרב בצורה ובתפקיד, מוצאם של כל תאי הדם מתא – אב אחד המכונה "תא גזע" (stem cell) או תא מוצא. תאי האב ממוקמים במח העצם, שם מתחילה התפתחותם לתאי הדם השונים. מכך ניתן היה לכאורה לצפות שתאי אב יאזלו בהדרגה, אולם לא כך הדבר. תאי האב מצטיינים בתכונה יוצאת דופן המתבטאת בכושר חלוקה לתאי אב נוספים, ובעת הצורך הם מתפתחים לתאי הדם השונים בתהליך של התמיינות. במהלך ההתמיינות נפרד כל תא לדרכו ומתפתח לתא בוגר מסוג אריתרוציט, לויקוציט או תרומבוציט. רק עם השלמת ההתבגרות נפסקת החלוקה התאית ומתקבל "תא סופי" שאינו בר חלוקה. תא האב, לפיכך, הוא רב יכולת ומצטיין בתכונת התחדשות עצמית. לשם פשטות נהוג לראות את התפתחות מערכת הדם כתבנית שמוצאה מתא אב אחד והמשכה בהתפצלות לשתי שורות תאים עיקריות: השורה הלימפואידית, הכוללת את הלימפוציטים והשורה המיילואידית, הכוללת את האריתרוציטים, התרומבוציטים ושאר הלויקוציטים".

מתוך: התפתחות מערכת הדם / יוסף שבו, 1990, "מדע", גיליון ל"ד 6, עמ' 302 – 309.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

קטע מס' 4:

"מזה עשורים אחדים עוסקים חוקרים רבים במחקר ופיתוח של תמיסות נושאות חמצן, וזאת בשל מספר סיבות: ראשית, לדם הטבעי טווח אחסון מוגבל של 35 יום. שנית, יש צורך בצוות וציוד מיוחדים לאיסופו, שימורו ואיפיון מרכיביו. יתרה מכך, ייתכנו סיבוכים ובעיות בחולים המקבלים דם תוך כדי העירוי ולאחריו. למשל: הרס הדם לאחר עירויו למקבל, תגובות אלרגיות לדם, הפרעות במצבו הכללי של החולה עקב עירוי של נפח גדול מדי, פיזור תסחיפים בגוף, רעילות של חומר השימור מהמוסף לדם, הפרעות במנגנון הקרישה, ואפשרות מסויימת של העברת מחלות נגיפיות עם הדם הטבעי (בקר דלקת-כבד ואיידס). לתמיסות החייאה חלופיות המסוגלות לשאת חמצן חשיבות מיוחדת בתחום הצבאי. ניתן להזליפן מיידית לפצועי מלחמה כבר בשדה המערכה, מקום בו לא ניתן לקבל דם טבעי.

... תמיסות נושאות חמצן הנחקרות הן משני סוגים: 1) תמיסות המוגלובין. 2) פרפלואורו-כימיקלים.

... בעת הכנת תמיסות המוגלובין יש להבטיח שני דברים: ראשית, ההמוגלובין צריך להיות נקי ממרכיבים רעילים, כגון, קרומי הכדוריות האדומות; שנית, שיטת ההכנה צריכה להיות פשוטה יחסית כדי שאפשר יהיה ליישם אותה להכנת כמויות גדולות.

השיטה הקיימת מבוססת על הפקת המוגלובין מכדוריות אדומות ישנות, ולאחר מכן, ניקוי וגיבוש מולקולות ההמוגלובין המתואר, שטיפת הגבישים וחיטויים. שיטת הגיבוש ניתנת ליישום בקלות יחסית לשם הכנת כמויות גדולות של המוגלובין. כך מושג היתרון החשוב של שימור חומר יבש בצורת אבקה, דבר המקטין את הנפח ומקל על האיחסון. גם תנאי האחסון פשוטים: בתנאים של אוויר החדר. לפני העירוי יש להוסיף מים מזוקקים סטריליים לאבקה ואת התמיסה למהול בנושל פיזיולוגי לעירוי. ברור אם כן, שהכנת אבקת המוגלובין תקטין מאוד את הבעיות הקשורות באספקתו, שימורו והעברתו לשימוש מהיר בשדות המערכה או בפציעות המוניות".

מתוך: דם מלאכותי – הייתכן? / ראובן אור, 1989, "לדעת", גיליון כ/ 3, עמ' 17-20.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

"תשובון" למורה:

להלן הצעות לדרכי ייצוג אפשריות של כל קטע. לעיתים הקטע המצורף יכול להיות מיוצג במספר דרכים. אופני הייצוג מתוארים במדריך למורה, חלק א', מבנית ו' - ייצוג ידע, עמ' 73 - 87.

קטע מס' 1: קטע זה ניתן לייצג כתרשים המתאר תהליך.

קטע מס' 2: את קטע המידע הזה ניתן לייצג במספר דרכים: ניתן לייצגו באופן מילולי כפתרון בעיה, ניתן לייצגו בעזרת תרשים המתאר תהליך ואף ניתן לשרטט את מבנה המערכת ומרכיביה.

קטע מס' 3: קטע זה ניתן לייצוג כתרשים עץ הממיין את שורות תאי הדם מתא אב ראשוני.

קטע מס' 4: קטע זה ניתן לייצג כתיאור של פתרון בעיה ואף ניתן לייצג חלק מהמידע המופיע בקטע גם כתרשים לתיאור תהליך יצירת תמיסת ההמוגלובין.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים

לקריאה נוספת:

Briscoe, M. H. 1990. A Researcher's guide to Scientific and Medical Illustrations. Brock / Springer Series in Contemporary Bioscience. Springer - Verlag. N.Y.

Scherz, Z., Michman M. & Tamir P. (1986). Attitudes of University Candidates Towards Learning Activities Aimed at Preparation for Science Studies. *Research in Science & Technological Education*, 4 (2), p. 183-194.

בארי, ט. וברנהולץ, ח. 1996. איך עורכים מחקר מדעי? בהוצאת המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

בוריסטין דניאל, 1983, המגלים, הוצאת כתר. מומלץ הפרק האחרון הדן ב"הכפלת העולם" וב"התרחבות קהילות הידע".

ברק ג'ימס, 1988, היום בו השתנה הכל, הוצאת מעריב. מומלץ הפרק "זאת עובדה".

דוקינס ריצ'רד, 1993, השען העיוור, הוצאת דביר. מומלץ הפרק "הכוח והארכיונים".

חנני אורי, 1995, העיתון והספר האלקטרוני - חזון ומימושו, גליליאו, גיליון 10, 29-22.

טאובס גארי, 1994, ג'ק המדומה, גלילאו, חוברת 6, 30-35.

ישע סיוון, 1996, מדור ה-MTV לדור ה- LLL דרך ה-WWW : על תפקידו הייחודי של התקשוב במערכת החינוך, איאוריקה, גיליון 2, 27-22.

ליפשיץ רוני, 1994, צמחי מרפא בשרות המדע, גלילאו, חוברת 6, 26-29.

ליפשיץ רוני, 1994, מדע ללא מעבדה, גלילאו, חוברת 4, 36-39.

פארן, ח. 1995. המדריך ללמידה - כיצד לשפר כישורים והישגים לימודיים? בהוצאת כתר הוצאה לאור והאוניברסיטה הפתוחה.

פריס טימותי, 1992, מעבר לגבול התודעה, הוצאת מעריב. מומלץ הפרק "ספרית האמזונס".

שמעוני שרה, 1998, יש לו דרכים משלו לעבד מידע. אאוריקה, 6, ע"מ 14-17.

שפירא רועי, 1994, מהפכת המידע - רשתות תקשורת ועיתונות אלקטרונית, גליליאו, גיליון 4, 29-24.

שריג, ג. 1992, חכמת הלמידה - שעורים ברכישת דעת מטקסטים. בהוצאת מסדה והמכללה לחינוך, סמינר הקיבוצים.

© כל הזכויות שמורות, "תקשורת מדעית - טכנולוגית", מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים