

שם ביה"ס:
מכון דוידסון לחינוך
מדעי

ישוב:
רחובות

תחום הדעת:
מדעים

מס' יחידות לימוד:
5 יחידות לימוד

סמל מוסד:

כותבי התכנית:
ד"ר נועה פינסקר-
זכריה, אורית רוט,
ד"ר ליאת יקיר

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף א' לפיתוח פדגוגי

תאריך עדכון
תשפ"א

מדעי המוח



מדעי המוח

Neural Science



רציונל וסילבוס

מדעי המוח
Neural Science
רציונל וסילבוס לתכנית ייחודית

מעודכן לספטמבר 2016

מכון דוידסון לחינוך מדעי

מכון וייצמן, רחובות



מכון דוידסון לחינוך מדעי

ת.ד. 26, רחובות 76100

טלפון 08-9378300

<http://davidson.weizmann.ac.il>

ספטמבר 2016

5.....	1. רציונל	1
5.....	1.1 תחום הדעת.....	1
6.....	1.2 התלמידים והתלמידות	2
8.....	1.3 צוות פיתוח התוכנית	3
8.....	1.4 הצורך בתוכנית.....	3
9.....	1.5 בית ספר למדע עכשווי במכון דוידסון לחינוך מדעי	3
10.....	1.6 ייחודיות התוכנית	6
10.....	2. מטרות התוכנית	10
12.....	3. דרכי הוראה-למידה והערכה כלליות.....	12
13.....	4. מפרט התכנים ודרך ההערכה המסכמת	13
13.....	1. יחידת לימוד ראשונה (90 שעות) -	13
18.....	2. יחידת לימוד שניה (90 שעות) -	18
21.....	3. יחידת לימוד שלישית (90 שעות) -	21
24.....	4. יחידת לימוד רביעית (90 שעות) -	24
25.....	5. יחידת לימוד חמישית (90 שעות) -	25
27.....	5. סיכום דרך ההערכה המסכמת:	27
29.....	References	29

רציונל וסילבוס למקצוע חדש: מדעי המוח

פיתוח תכנית: ד"ר נועה פינסקר-זכריה, אורית רוט, ד"ר ליאת יקיר
ועדת היגוי: פרופ' רוני פז (מכון ויצמן), פרופ' רפי מלאך (מכון ויצמן), פרופ' ענת ירדן (מכון ויצמן), פרופ' אורי אשרי (אוניברסיטת תל אביב), פרופ' אילנה גוזס (אוניברסיטת תל אביב), ארנה פרידמן (מנהלת בית הספר ברנקו וייס מקיף רבין), ד"ר ליאת יקיר (מכון דוידסון), ד"ר אריאל היימן (מכון דוידסון), ירדן בן חורין (מכון דוידסון), ד"ר נועה פינסקר-זכריה (מכון דוידסון) וד"ר דב שמחון (תוכניות לימוד ייחודיות)

1. רציונל

1.1 תחום הדעת

חקר מדעי המוח נמצא היום בחזית המחקר המדעי ומשלב מחקר רב תחומי מתחומי הביולוגיה, הפסיכולוגיה, הרפואה, הפיסיקה, המתמטיקה ומדעי המחשב.

תחום מרתק זה נוגע בשאלות מסקרנות רבות בתחומים מגוונים, מרמת תא העצב הבודד ועד הרמה המערכתית בה מיוצגים בין השאר זכרון ולמידה, קשב, מודעות, שפה, חושים ותפישה, תנועה ונושאים רבים נוספים.

תכנית ללימוד מדעי המוח כמקצוע בחירה מורחב לבגרות (5 יחידות לימוד) תפותח במכון דוידסון כתכנית לימודים חדשנית שיכולה להוות מודל לחדשנות במספר מובנים:

- א. חדשנות מבחינת התכנים: תכנים מחזית המדע הכוללים לצד בסיס הידע בתחום גם מחקרים מן השנים האחרונות, שניתן לאפשר לתלמידים להיחשף להם ואף ללמוד אותם לעומק.
- ב. התכנית תיישם דרכי הוראה ולמידה מתקדמות, העושות שימוש במדיות למידה מתקדמות ומתקדמות, תיתן מגוון רחב של אפשרויות ללמידה עצמאית ומחקר וכן תעודד ותקדם למידה שיתופית, וזאת מבלי לוותר על עקרונות חינוכיים וערכיים ועל מיומנויות שחשוב להנחיל לצעירים בגילאים אלו.
- ג. הלמידה תיישם עקרונות בהקשר ללמידה שנלמדים ממחקרים במדעי המוח כגון למידה מרווחת, למידה באמצעות שליפה, למידה חברתית ועוד.

מודל הלמידה יהיה למידה דרך הרשת, צורת למידה המתפתחת מאוד בשנים האחרונות, בשילוב מפגשים פנים אל פנים. הדבר יאפשר לתלמידים מכל רחבי הארץ להשתתף בתכנית ללא תלות במקום או בכוחות הוראה וזאת מבלי לוותר על איכות הלמידה ואיתגור התלמידים במגוון משימות ודרכים.

במסגרת התכנית התלמידים יערכו מסע מרתק אל תוך המוח האנושי, יכירו את חלקיו השונים ואת תפקודם, ילמדו כיצד פועל המוח ברמה העצבית, ברמה התפקודית וברמה החישובית. במהלך התוכנית יתוודעו התלמידים למקרים מרתקים, יצפו בהדגמות ויבצעו ניסויים. נבחן ונחשוב כיצד הידע על דרך פעולת המוח בתחומים הקוגניטיביים, התפישיים והתנועתיים יכול לגרום לנו להסתכל על העולם מזווית קצת אחרת.

בתחום מדעי המוח ישנן עדיין שאלות פתוחות רבות. במסגרת התוכנית יתנסו התלמידים בקריאה ביקורתית של מחקרים בתחום, וכן יבצעו בעצמם פרויקט מחקרי שיאפשר את פיתוח החשיבה היצירתית, הסקרנות הפעילה והמוטיבציה לבירור עצמאי.

1.2 התלמידים והתלמידות

קהל היעד הוא תלמידים ותלמידות מצטיינים בוגרי כיתות ט' מכל רחבי הארץ, שהינם בעלי אוריינטציה מדעית – תלמידים הלומדים ביולוגיה, פיסיקה, כימיה (5 יחידות לימוד) ומתמטיקה (4 או 5 יחידות לימוד), ולהם עניין ורצון להרחיב את לימודיהם בתחום מדעי המוח.

על המועמדים לגלות עניין מובהק בלמידה ובחקר בתחום המדעים, ולהיות בעלי ציונים טובים גם במקצועות הלימוד הרלוונטיים (מדעים ומתמטיקה) בבית הספר.

המועמדים יעברו מספר שלבים לפני קבלתם לתוכנית:

א. ביצוע משימת חקר ממוקדת – מובאת להלן.

ב. ראיון אישי.

תלמידים שיתקבלו יקבלו ליווי ממורה שימונה על ידי בית הספר שלהם, שיסייע להם בהתארגנות בבית הספר, בניהול הזמן ובסוגיות שונות שיעלו תוך כדי השנה.

משימת החקר הנדרשת לצורך קבלה לתוכנית:

בחרו אחת מתוך שלוש המשימות שלפניכם/ן, וכיתבו עליה (עד חצי עמוד):

1) אחד הויכוחים החשובים בקרב חוקרי מוח הוא האם לכל תא עצב ולכל איזור במוח יש תפקיד ספציפי משלו אותו הוא מבצע בלי קשר לאחרים, או שכל איזור כשלעצמו אינו ספציפי, ותפקידי המוח מבוצעים על ידי פעילות משותפת של הרבה תאי עצב והרבה איזורים.

א. הציעו ניסוי שיאפשר להכריע בויכוח זה.

ב. אדם נפגע באיזור ספציפי במוח. מה תהיה תוצאת הפגיעה לפי כל אחת מהתיאורות?

2) חוקרי מוח מסכימים כי למבנה במוח הנקרא היפוקמפוס יש תפקיד חשוב בזכרון.

א. הציעו ניסוי שיאפשר להסיק האם ההיפוקמפוס חשוב רק ביצירת זכרונות חדשים או גם בשמירה על זכרונות קיימים.

ב. נזק להיפוקמפוס לא פוגע ביכולת ללמוד מיומנות חדשה או בזכירת מיומנות (למשל, רכיבה על אופניים). כיצד ניתן להסביר זאת?

3) א. כיתבו על תגלית חדשה בתחום מדעי המוח שמעניינת אתכם/ן.

ב. הציעו רעיון לניסוי המשך בעקבות התגלית שתיארתם/ן.

1.3 צוות פיתוח התוכנית

התכנית מפותחת על ידי צוות היגוי המורכב ממדענים במכון ויצמן ובאוניברסיטת תל אביב ומאנשי חינוך. בראש צוות הפיתוח עומדת ד"ר נועה פינסקר-זכריה ממכון דוידסון. ד"ר נועה פינסקר-זכריה היא חוקרת בתחום מדעי המוח והחישוביות העצבית שסיימה את לימודי הדוקטורט בתוכנית לחישוביות עצבית באוניברסיטה העברית (נושא המחקר: ייצוג פרמטרים קינמטים ודינמיים במוח האדם). בנוסף לכך צברה ניסיון בשנים האחרונות בפרויקטים הקשורים להוראת המדעים, מלמדת 3 שנים בתוכנית הייחודית לבגרות "מדע חישובי – פיסיקה" וכן מעבירה והעבירה קורסים אקדמיים באוניברסיטה העברית, במכללה האקדמית הדסה ובמכון ויצמן.

חברי ועדת ההיגוי הם: פרופ' רוני פז (מכון ויצמן, המחלקה לנורוביולוגיה), פרופ' רפי מלאך (מכון ויצמן, המחלקה לנורוביולוגיה), פרופ' ענת ירדן (מכון ויצמן, המחלקה להוראת המדעים), פרופ' אורי אשרי (אוניברסיטת תל אביב, ראש בית הספר סגול למדעי המוח), פרופ' אילנה גוזס (אוניברסיטת תל אביב, בית הספר סגול למדעי המוח), ד"ר דב שמחון (האגף תוכניות לימוד ייחודיות), ארנה פרידמן (מנהלת בית הספר ברנקו וייס מקיף רבין), ד"ר ליאת יקיר (מכון דוידסון), ד"ר אריאל היימן (מכון דוידסון, מנכ"ל), ירדן בן חורין (מכון דוידסון, מנהל יחידת התלמידים).

בשנה הראשונה יערך פיילוט במסגרתו ד"ר נועה פינסקר-זכריה תלמד בפועל את תלמידי התוכנית. בהמשך יצטרפו מורים נוספים.

1.4 הצורך בתוכנית

תחום מדעי המוח צבר תאוצה אדירה בשנים האחרונות. פיתוח מואץ זה התאפשר בזכות שתי התפתחויות משמעותיות.

- א. התפתחות טכנולוגיות ובניית מיכשור פיזיקאלי המאפשר מעקב ניטור ורישום של אותות מן המוח בטכניקות שונות וברזולוציות שונות בזמן ובמרחב ואף גירוי של המוח ברמות שונות.
- ב. התפתחות משמעותית ביכולת הניתוח של בסיסי נתונים גדולי ממדים. בעקבות פיתוחים אלו אנו יודעים היום על המוח יותר מאי פעם, וידע זה הולך וגדל במהירות. בתי ספר ייעודיים, מחלקות ותוכניות לימוד ייחודיות לתחום זה נפתחים בכל האוניברסיטאות המובילות בארץ ובעולם.

כאמור לעיל, תחום מדעי המוח מאגד בתוכו תחומי דעת מדעיים רבים. במסגרת תוכניות הלימוד הקיימות במדעים בבתי ספר כיום, תחום זה לא נלמד לעומק, וההתייחסות המועטה אליו בדרך כלל מגיעה מתחום הביולוגיה בלבד, אינה כוללת היבטים נוספים ואינה מאפשרת עבודת חקר. פיתוח התוכנית במודל של למידה רשתית יאפשר לתלמידים מצטיינים ומתעניינים מכל רחבי הארץ להיחשף לתחום ייחודי זה, תחום מרתק הן בשל הנושאים בהם הוא עוסק והן בשל היותו בתנופה מחקרית מדעית התחלתית שעדיין ישנן שאלות מחקר פתוחות רבות בצידה. הדבר יאפשר לאתגר ולעודד תלמידים רבים ללימוד מדעים, כשהלמידה המתקשבת תאפשר חשיפה למחקרים השונים, תוך שילוב חקר עצמאי ושיתופי בנושאים שבחזית המדע. התוכנית אינה חופפת או מהווה תחליף ללימודי הביולוגיה, הפיסיקה או הכימיה הנלמדים במסגרת בתי הספר.

1.5 בית ספר למדע עכשווי במכון דוידסון לחינוך מדעי

התוכנית למדעי המוח תפותח במסגרת בית הספר למדע עכשווי במכון דוידסון לחינוך מדעי הממוקם במכון ויצמן למדע, רחובות.

לצד היותה תוכנית מתקשבת רשתית שתילמד ברמה ארצית, יגיעו התלמידים מספר פעמים בשנה (3-4) לבית הספר למדע עכשווי למפגש פנים מול פנים המהווה חלק בלתי נפרד מן הלמידה. במסגרת מפגשים אלו יערכו סמינרים, ניסויים, דיונים, סיורים במעבדות, מפגשים עם חוקרים והרצאות.

בית הספר למדע עכשווי הינו מסגרת לימודים מאתגרת לתלמידי כיתות י"ב' מצטיינים ומתעניינים במדעים. הקורסים המוצעים בו ניתנים כהשלמה וכתוספת למקצועות היסוד הניתנים בבית הספר. כל התכניות מוכרות על-ידי משרד החינוך ומזכות את המשתתפים ב-5 יחידות לבגרות. תכניות הלימוד כוללות נושאים ייחודיים וחדשניים בתחומי הדעת הבאים: מדעי המחשב, פיסיקה, ביולוגיה, כימיה, ומדעי כדור הארץ והסביבה. הקורסים מפגישים את התלמידים עם המחקר המדעי העכשווי, עם מדענים מובילים באקדמיה ועם חוקרים בתעשיות עתירות ידע. לצד ההרצאות העיוניות ניתן דגש להתנסות מעשית, לניסויים מתקדמים, לסיורים ולמפגשים בלתי-אמצעיים עם המדע והטכנולוגיה המודרניים – על כל היבטיהם.

מכון דוידסון לחינוך מדעי הינו הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע. תכניותיו המגוונות של מכון דוידסון עוסקות בפיתוח מקצועי למורים, בהעשרת הידע המדעי של תלמידים, בטיפוח מצוינים, בקידום אוכלוסיות חלשות, בפיתוח יישומים טכנולוגיים מתקדמים, ובקירוב צעירים ומבוגרים לנושאי המדע השונים. עיסוק בחינוך מדעי של כל שכבות הגיל באוכלוסייה מאפשר למכון דוידסון לפתח ראייה ייחודית של תהליכי למידה לאורך חיי אדם (Life Long Learning) והבנה מעמיקה של צרכי האוכלוסיות השונות המרכיבות את החברה הישראלית, ולגבש עמדות לגבי עתיד החינוך המדעי בישראל, הנבחנות ללא הרף בהקשר בין-לאומי. מדעני מכון ויצמן נוטלים חלק מרכזי בפעילות מכון דוידסון ותורמים מזמנם וכישרונם לקידום האוריינות המדעית של קהלי היעד השונים.

1.6 ייחודיות התוכנית

תכנית מדעי המוח הינה היחידה המוצעת לתלמידי תיכון במסגרתה ילמדו תלמידים למידה רב תחומית המשלבת את בסיס הידע בתחום לצד מחקרים מן השנים האחרונות, ויתאפשר להם לגבש מבט רב תחומי על המוח. התלמידים יחשפו למחקר עכשווי עדכני מחזית המדע בתחום, כולל התנסות בו, כאשר תלמידים מצטיינים במיוחד ישולבו במעבדות מחקר אקדמיות ובמידת האפשר אף יבצעו בהן את פרויקט המחקר שלהם.

מודל הלמידה המשלב למידה רשתית עם מפגשים פנים אל פנים מאפשר הגעה לקהלי יעד הפזורים בכל רחבי הארץ.

בנוסף על כך יתרונו של מכון דוידסון נובע ממיקומו בתוך מכון ויצמן שיאפשר לתלמידי התכנית לשמוע הרצאות של מדענים מהמכון ואף להשתתף בסדורים במעבדות מחקר במסגרת המפגשים.

2. מטרת התוכנית

מטרת על: בוגר התוכנית יחשף לתחומים מגוונים במדעי המוח, וידע לעשות אינטגרציה בין ידע ביולוגי, רפואי, קוגניטיבי וחישובי. בוגר התוכנית יוכל להשתמש בידע שרכש על מנת לנסח שאלת מחקר ולבנות כלים למענה על שאלה זו.

בוגר התכנית יבין את הקשר בין ממצאי המחקרים העדכניים בנושא המוח להתנהגויות, תופעות מחיי היומיום והשלכות מעשיות בתחומים שונים כגון פסיכולוגיה, אסטרטגית הוראה ולמידה ורפואה.

מטרות ערכיות וחברתיות-תרבותיות:

1. עידוד תלמידים להמשיך בלימודים גבוהים בתחומי המדע והטכנולוגיה.
2. פיתוח ועידוד חקר והתנסות, סקרנות ומוטיבציה פנימית.
3. פיתוח יושר מדעי ואמינות.
4. פיתוח יכולת עבודה ולמידה עצמאיות ויכולת לייצור ידע ולשתף בידע.
5. פיתוח היכולת לעבוד בצוות ולערוך מחקר בו משתתפים תלמידים מאזורים גיאוגרפים שונים.
6. בניית רשת חברתית לתלמידים המתעניינים במדע במסגרתה יפגשו תלמידים נוספים, עמם יוכלו לחלוק תחומי עניין, תוך הרחבת המעגל החברתי ותחושת השייכות של המשתתפים.
7. מתן הזדמנות לתלמידים לערוך מחקרים שיכולים לקדם את המדע כאשר חלק מן המחקרים יערכו בשיתוף חוקרים מהאקדמיה ומכוני מחקר.
8. קידום עתודה מדעית של חוקרים צעירים איכותיים בתחום מדעי המוח והמדע בכלל.
9. חשיפה להיבטים האתים הנובעים ממחקר בחיות ובבני אדם במדעי המוח.

מטרות קוגניטיביות:

1. פיתוח היכולת להבנה וקריאה ביקורתית של עבודה מדעית ושל המסקנות שניתן להסיק ממנה.
2. פיתוח מיומנויות חשיבה בדגש על יכולות חשיבה יצירתית וביקורתית.
2. פיתוח היכולת של ניסוח שאלת מחקר, תכנון וביצוע מחקר.
3. פיתוח היכולת לשילוב ידע מתחומים שונים - מתן הזדמנות לתלמידים ללמידת מקצוע בין תחומי המשלב תחומי ידע מגוונים מפיזיקה, כימיה, ביולוגיה ואף פסיכולוגיה.
4. הכרה והבנה של תכנים מחזית המדע בנושא שנמצא היום במוקד החקר בארץ ובעולם.

מטרות בתחום מיומנויות הלמידה:

1. פיתוח יכולת שימוש במדיה אינטרנטית ככלי לחיפוש מידע, עיבודו ושיתופו.
2. פיתוח יכולת הפקת נתונים תוך שימוש במכשור מדעי, ניתוחם והסקת המסקנות מתוצאות.
3. פיתוח יכולת למידה לשם הבנה תוך יישום ביצועי הבנה מגוונים.

3. דרכי הוראה-למידה והערכה כלליות

דרכי הוראה:

הלמידה תעשה במודל למידה דרך הרשת בו מרבית הלמידה תעשה באופן סינכרוני וא – סינכרוני. הלמידה הרשתית במהלך השנה תערך באמצעים מגוונים, ולצד חומרים כתובים תכלול למידה באמצעות צפייה בסרטונים ובהרצאות אקדמיות בתחום ממקורות מגוונים, עבודות חקר בקבוצות קטנות ("אתגרים"), תחרויות, הוראת תכנים נבחרים על ידי התלמידים עצמם, התנסויות ראשוניות בחקר על ידי ביצוע ניסויים או ניתוח נתונים של הדמיות מוחיות, חקירת סימולציות, הצגה של שאלות פתוחות, חשיפה למחלוקות עדכניות ועכשוויות בתחום, וקריאה ביקורתית של מאמרים קלאסיים ועכשוויים שעברו התאמה ועיבוד. הלמידה תיישם עקרונות ותיאוריות ביחס ללמידה ממחקרים במדעי המוח הנוגעים בתהליכי הלמידה, תהליכי הזיכרון, ארגון הלמידה ועוד.

הלמידה עצמה תעשה בגישת שיעור הפוך ברובה: התלמידים ילמדו תחום מוגדר בעזרת מקורות, ניסויים, טקסטים והפניות לקטעי ווידאו רלוונטים.

השיעור יתמקד בביצועי הבנה בהקשר לתוכן שנלמד באופן עצמאי, בהשלכות ובהקשר הדברים לתחומים נוספים. בנוסף יאותגרו התלמידים בשיעור בהפקת חומרי למידה, כתיבת שאלות לבחינות בהקשר לחומר, בתכנון ניסויים בהקשר לשאלות שעולות בעיקבות הלמידה ובאתגרים נוספים.

מספר פעמים בשנה יערכו מפגשים פנים אל פנים, במכון דוידסון, (יתכן שבהמשך יתקיימו מפגשים במרכזי למידה ברחבי הארץ). במסגרת מפגשים אלו יערכו סמינרים, ניסויים, דיונים, סיורים במעבדות והרצאות. כמו כן יתקיימו בימים אלו פעילויות חברתיות ופעילויות העשרה.

במסגרת התכנית יערכו כאמור התלמידים מחקרים עצמאיים אותנטיים משלהם בסוגיות אמיתיות בתחומי מדעי המוח. המחקרים יערכו, לאחר הכנה מתאימה, במהלך כיתה יב', כולל מחנה מרוכז בחופש הגדול בין כיתה יא' לכיתה יב'. המחקרים, שיבוצעו ביחידים או בזוגות, יאפשרו לתלמידים לרכוש מיומנויות חקר, למידה עצמאית, עבודת צוות ופתרון בעיות.

עם סיום המחקר התלמידים יציגו את המחקר שערכו (כולל תוצאותיהם ואת מסקנותיהם) בפוסטר כנהוג באקדמיה (בבתי הספר ובערב סיכום של התוכנית), ויפיצו אותו גם בקרב הגורמים שיכולים לגלות בו עניין.

תלמידים מצטיינים במיוחד יוכלו לבצע את המחקר במעבדות במוסדות אקדמיים ברחבי הארץ.

הערכה:

ההערכה תבוצע הן באמצעות:

- א. ביצוע העבודה לאורך השנה בכיתות י', י"א ו-י"ב – שיעורים א-סינכרוניים (15%).
 - ב. מבחנים בכיתות י', י"א ו-י"ב (15% מהציון).
 - ג. הערכה של שתי עבודות שיוגשו במהלך שנת הלימודים בכיתה י' ובכיתה י"א (30% מהציון – פירוט העבודות מובא להלן).
 - ד. הערכה של תרגילים בתחום שיטות המחקר שיבוצעו במהלך שנת הלימודים בכיתה י"א (20%).
 - ה. הערכת תהליך ותוצרי פרויקט המחקר שיבוצע בכיתה י"ב (20% מהציון).
- פירוט ינתן בסעיף הבא ("4 – מפרט התכנים ודרך ההערכה המסכמת") ובזה שאחרי ("5 – סיכום דרך ההערכה המסכמת").

4. מפרט התכנים ודרך ההערכה המסכמת

היקף השעות הכולל בתוכנית הוא 450 שעות, כאשר פירוט הנושאים, מספר שעות הלימוד, המושגים, המטרות, דרך ההוראה וההערכה מובא להלן. הלימודים פרוסים ע"פ 3 השנים, י', י"א וי"ב ומורכבים מהוראה מתוקשבת ומפרויקטי המחקר. 150 שעות ילמדו בכיתה י' (5 שעות שבועיות), 120 שעות ילמדו בכיתה י"א (4 שעות שבועיות) ו-180 שעות ילמדו בכיתה י"ב (6 שעות שבועיות) – עבודה על פרויקטים ולמידה של נושאים על פי המפורט בהמשך

1. יחידת לימוד ראשונה (90 שעות) -

יחידה זו תילמד במהלך כיתה י'. ביחידת הלימוד הראשונה מטרת העל היא לחשוף את התלמידים למגוון ולרב-תחומיות של תחום מדעי המוח, הן בהקשר של תפקודי המוח השונים (קוגניטיבי, רגשי, תפיסתי ותנועתי), הן בהקשר של הרמות השונות של הייצוג העצבי (מרמת הנורון הבודד ועד רמת המוח כולו), והן בהקשר לתחומי הידע השונים המעורבים בחקר המוח (ביולוגיה, מחקר קוגניטיבי וחישוביות). דגש ינתן לתחום הנורון הבודד, קשרים בין נוירונים, מערכות החוש בכלל וראייה בפרט.

ההתנסות המחקרית בשלב זה תהיה ראשונית בלבד ותכלול רק ניסויים קצרים וממוקדים, משימות חיפוש, עיבוד והצגת מידע רלוונטי וקריאה וניתוח של מאמרים מעובדים.

ההערכה ומתן הציון על הנושאים שילמדו ביחידה זו תתבסס על מבחנים. המבחנים יערכו בימי המפגש הנערכים במכון דוידסון פעמיים בשנה, ויתבצעו באתר הקורס באופן ממוחשב. מועדי ב' במידת הצורך יערכו במחשב בבית הספר של התלמיד/ה.

להלן פרוט התכנים והשעות:

מבוא (3 שעות)

מטרת חלק זה היא להציף את הידע הקיים של התלמידים בתחום מדעי המוח, ולעורר אותם לחשיבה ראשונית לגבי הפונקציות המבוצעות על ידי מערכת העצבים בכלל והמוח בפרט.

הנושאים שילמדו בחלק זה:

1. היסטוריה ופילוסופיה בהקשר של מדעי המוח, התפתחות והפרכה של מיתוסים.
2. מדוע אנו זקוקים למערכת העצבים?
3. מהו ההבדל בין מערכת העצבים לשאר מערכות הגוף?
4. תיאור בסיסי של תפקודי המוח השונים – תפקודים קוגניטיביים, רגשיים, תפישתיים ותנועתיים.
5. תיאור היתרונות שקיום מערכת עצבים מקנה בביצוע תפקידים מסוימים לעומת ביצועם ללא מערכת עצבים (תוך הצגה של מינים בעלי מערכת עצבים ומינים חסרי מערכת עצבים).

דרך ההוראה תכלול בין השאר קריאת טקסטים, חידונים קצרים של מיתוסים במדעי המוח, צפייה באנימציות ובסרטונים המדגימים את הנושאים הנלמדים (נושא 5) והדגמות קצרות דרך תיאורי מקרה של תפקודי המוח השונים (נושא 4).

רקע בביולוגיה של התא (11 שעות)

בחלק זה ילמדו בקצרה מושגים ביולוגיים בסיסיים, על מנת לתת בסיס לנושא הבא העוסק בנוירון הבווד ובקשרים סינפטיים.

הנושאים והמושגים שילמדו בחלק זה:

1. התא.
2. מולקולות אורגניות: חלבונים, חומצות גרעין, ליפידים וסוכרים.
3. גרעין התא והחומר הגנטי – כרומוזומים, גנים, הדוגמה המרכזית (מ-DNA לחלבון), בקרת ביטוי גנים, פקטורי שיעתוק.
4. הממברנה.
5. תעלות ומנגנוני טרנספורט.
6. מתח וזרם.
7. יונים וזרימת יונים על פני הממברנה.

הלמידה תעשה גם בחלק זה בגישת "שיעור הפוך" – התלמידים יקראו ויצפו בסרטונים קצרים הנותנים בסיס לחומר השיעור, ולאחר מכן ידונו המושגים שנלמדו בשיעור עצמו.

הנורון הבודד וקשרים סינפטים (25 שעות)

בחלק זה יחשפו התלמידים לרמת הנורון הבודד ולקשרים בין נורונים בודדים המהווים את הבסיס להתהוות של רשתות במוח. כמו כן, יועלו שאלות על הקשר בין פלסטיות סינפטית ללמידה, והשילוב של גנטיקה לעומת סביבה וניסיון ביצירת קשרים עצביים.

הנושאים והמושגים שילמדו בחלק זה:

1. התאים במוח – תאי עצב ותאי גליה.
2. מעבר מידע בנוירון הבודד.
3. מתח מנוחה.
4. פוטנציאל פעולה ומודל הודג'קין-האקסלי.
5. הסינפסה – פוטנציאלים סינפטים, נוירטרנסמיטרים, רצפטורים, עירור ודיכוי. סינפסות כימיות וחשמליות.
6. תרופות וסמים והשפעתם על מעבר אותות בסינפסה. השלכות על תפקודי מערכת הגוף ועל התנהגות של התמכרות.
7. פלסטיות סינפטית ולמידה.
8. הבסיס הגנטי של תעלות יונים ושל פלסטיות סינפטית.
9. השילוב של גנטיקה וניסיון (experience) ביצירת קשרים סינפטים.
10. יצירת נורונים חדשים (neurogenesis)
11. דוגמאות של חישובים וייצוגים ברמת הנורון הבודד (לדוגמא – ייצוג כיוון תנועת האור, ייצוג מקור קול, ייצוג טמפרטורת העור ועוד).
12. הנורון הבודד לעומת רשת של נורונים.

הידע בחלק זה ירכש באמצעות אמצעים מגוונים, כגון: ביצוע ניסויים באמצעות חקירת סימולציות (של מודל הודג'קין-האקסלי), קריאת קטעים מותאמים ממחקרים בנושא פלסטיות סינפטית ודיון מונחה בקבוצות קטנות ובפורום רחב על קטעים אלו, וכן הצגת הנושאים דרך הצגת מקרים קליניים וניסויים (בתת-נושאים 6, 7 ו-9).

בסיום חלק זה יערך מפגש פנים אל פנים במכון דוידסון, שישמש להבהרת נקודות חשובות בחומר ולהבנת הנושאים שנלמדו, לשמיעת הרצאת אורח של חוקר בתחום ובמידת האפשר לביקור במעבדה החוקרת את תחום הנורון הבודד במכון ויצמן או באוניברסיטת תל אביב.

מערכות ורשתות במוח (6 שעות)

חלק זה יהווה גשר בין רמת הנוירון הבודד לרמת מערכות המוח והמוח השלם, שתילמד מכאן ואילך. תינתן הקדמה לעקרונות כללים בארגון מערכות המוח, ולמבנים העיקריים המצויים בו, שאליהם ניכנס בהמשך הלימוד.

הנושאים והמושגים שילמדו בחלק זה: – המוח – מבנה ותפקוד

1. אנטומיה של מערכת העצבים המרכזית והפריפריית (הצרברום, המיספירות, חומר אפור – קורטקס, חומר לבן, גרעינים תת-קורטיקלים, גזע המוח, הצרבלום, חוט השדרה), והצגת מושגים נוירואנטומיים בסיסיים (למשל דורזלי-ונטרלי, חתך סגיטלי ועוד).

2. התפתחות עוברית של מערכת העצבים.

3. עיקרון הלוקאליזציה (מיקום של פונקציות במוח) – המחלוקות בין מיקום של פונקציה ומיקום של תפקוד.

הידע בחלק זה ירכש בין השאר על ידי משחקים וחידונים המצויים ברשת הבוחנים ידע בנוירואנטומיה וסימולציות תלת מימדיות. כמו כן, יובאו תיאורים של תוצאת פגיעה במיקומים שונים. בתת נושא 3 יקבלו התלמידים מספר עדויות ממחקרים עכשוויים התומכות בכל אחד מהצדדים, יערכו דיון ויציעו ניסויים להכרעת המחלוקת.

חישה ותפישה (20 שעות)

חלק זה פותח את הדיון במערכות החוש, ומציג עקרונות כללים של מערכות אלו. הדוגמאות שינתנו בחלק זה יגיעו מחושים שונים, ולא יתמקדו במערכת מסוימת.

הנושאים והמושגים שילמדו בחלק זה: חישה ותפישה

1. מהו חוש וכמה חושים באמת יש לנו.

2. חישה לעומת תפישה.

3. מגבלות החישה ומגבלות התפישה.

4. בעיית הקשירה (binding problem).

5. קשרים טוריים, קשרים לטרלים וקשרי היזון חוזר.

6. תאי רצפטור והתמרת גירוי.

7. שדה רצפטיבי ורזולוציה מרחבית.

8. ארגון טופוגרפי.

9. איזורים תחושתיים ראשוניים ואיזורים תחושתיים גבוהים.

במסגרת חלק זה יבצעו התלמידים ניסוי ראשוני שמטרתו הכרת מושג השדה הרצפטיבי, הגודל המשתנה שלו באזורי גוף שונים והקשר שלו לרזולוציה מרחבית. הניסוי יתבצע בחוש המגע (הבדלה בין שתי נקודות מגע באיזורים שונים בגוף) או בחוש הראייה (חדות הראייה במרחקים שונים מנקודת הפיקסציה).

מערכת הראייה והקדמה לשיטות מחקר במדעי המוח (25 שעות)

בשל חשיבותה והידע הרב שנצבר לגביה, מערכת הראייה היא מערכת החוש שתילמד בפרוטרוט, ויודגמו בה רבים מן העקרונות שהוצגו בנושא "חיישה ותפישה". דגש ינתן על הבנה של המעבר מחיישה לתפישה על המעבר מייצוג מידע ברמת הנוירון הבודד לרמה התפישית ועל ייצוג פרמטרים בנוירון הבודד וברמת האוכלוסיה. כמו כן, ינתן דגש על הבנת הקשר בין ניסויים מדעיים שיוצגו לידע בתחום מערכת הראייה.

הנושאים והמושגים שילמדו בחלק זה:

1. חשיבות הראייה.
2. מבנה העין, הרשתית, פוטורצפטורים (כולל שדות רצפטיבים).
3. הקורטקס הראייתי הראשוני (כולל שדות רצפטיבים).
4. בין חישת ראייה ותפישת ראייה.
5. המסלול הדורזלי והמסלול הונטרלי.
6. זיהוי אובייקטים וזיהוי פנים. תפישת צבע ותפישת עומק.
7. תפישת תנועה.
8. העין הביונית.
9. עיוורים – מה ניתן ללמוד על פלסטיות במוח.
10. הכרת שיטות עכשוויות בחקר המוח, יתרונות וחסרונות, רזולוציות בזמן ובמרחב (דגש על רישום נוירון בודד ועל fMRI).

במסגרת נושא זה יובא סיפורם של מספר ניסויים פורצי דרך בחקר הראייה, ויובן הקשר בין ביצוע הניסוי למסקנות הנגזרות ממנו. יובאו הדגמות של אשליות ראייתיות ומה ניתן ללמוד מהן על תפישת הראייה שלנו ברמות הנמוכות והגבוהות. כמו כן, יובאו תיאורי מקרה של אגנוזיות ראייתיות ועיוורים, וילמד הקשר בין חקר של אובדן פונקציה להבנת התפקוד התקין של המערכת. ילמדו שיטות שונות בחקר מדעי המוח תוך צפייה בסרטונים וקריאת מאמרים מותאמים, ותגבש ההבנה באיזו שיטה כדאי לחקור סוגיות שונות בתחום. התלמידים יחולקו לקבוצות ויכתבו בשיתוף ערכי ויקי על נושאים המשיקים לנושאים שנלמדו בתחום הראייה, לפי בחירתם.

כחלק מההערכה (15% מהציון הסופי) יבחרו התלמידים בשלב זה שאלה פתוחה באחד מתחומי הידע, ויבנו יחידה הוראתית הכוללת סקירת ספרות בתחום, הבהרת כיווני המחקר האפשריים, וכן ניסוח שאלת מחקר וניסוי ספציפי שיאפשר לפתור אותה. התלמידים יגישו היחידה ההוראתית כעבודה בהיקף של כ-10 עמודים ויצגו אותה לתלמידים האחרים בהרצאה של 10 דקות. עבודה זו תלווה בהנחיה אישית.

בסיום חלק זה יערך מפגש פנים אל פנים במכון דוידסון, שישמש להבהרת הנקודות החשובות בחומר והבנת הנושאים שנלמדו, לשמיעת הרצאת אורח של חוקר בתחום ובמידת האפשר לביקור במעבדה החוקרת את תחום הראייה במכון ויצמן או באוניברסיטת תל אביב. המפגש ישמש גם לשמיעת הרצאות התלמידים בפורמט של כנס – על ה"יחידות ההוראתיות" שבנו.

2. יחידת לימוד שניה (90 שעות) -

יחידה זו תילמד במהלך כיתה י' ובמהלך כיתה יא'. היחידה תתמקד בתחום הייצוגים הקוגניטיביים, הרגשיים וההתנהגותיים במוח. תחומים אלו ילמדו תוך התוודעות למחקרים קלאסיים ומחקרים עכשוויים, ליתרונות ולחסרונות של שיטות שונות, ולהערכה ביקורתית של תוצאות ומסקנות של ניסויים שונים. במסגרת היחידה יגישו התלמידים עבודת חקר המהווה 15% מן הציון הסופי.

הבסיס הנוירולוגי של ההתנהגות ותהליכים קוגניטיביים ורגשיים (90 שעות)

נושא זה ילמד בכיתה י' ובכיתה יא' ויכלול בתוכו מגוון רחב של תהליכים קוגניטיביים ורגשיים המיוצגים במוח, ועל התוצאות של פגיעה בתהליכים אלו. בשל ההיקף הנרחב של יחידה זו, מובא פירוט הזמנים של כל תת-נושא בתחום. היחידה מחולקת למספר חטיבות, כמובא להלן.

הנושאים והמושגים שילמדו בחלק זה:

חטיבה ראשונה (25 שעות) – תהליכים קוגניטיביים ושינה.

1. מבוא (שעתיים):

א. בין ביולוגיה למחשבה, בין מוח לנפש – האם מדובר בשאלה מחקרית וכיצד ניתן לגשת אליה.

Theory of mind

ב. מהם תהליכים קוגניטיביים? האם אנחנו זקוקים בכלל לתהליכים קוגניטיביים? לשם מה?

2. זיכרון ולמידה - מהי למידה, מה אנחנו לומדים וכיצד. זיכרון, סוגי זיכרון, הבסיס הנוירונלי של

הזיכרון, פגיעות בזיכרון. אינטליגנציה.

3. שפה ו-linguistics – אפזיות, איזורי ברוקה וורניקה, התפתחות השפה בבני אדם.

4. שינה – היבטים פיזיולוגיים, מדוע אנו זקוקים לה ומהם האזורים המוחיים האחראיים לה. חלומות.

חטיבה שנייה (20 שעות) – רגש ומוח.

1. הרגש כאלגוריתם חישובי.

2. ייצוגים נוירונלים של רגשות.

3. המערכת הלימבית.

4. השפעת הרגש על למידה.

5. זיהוי רגשות ואמפתיה.

6. אהבה ומוח.

חטיבה שלישית (30 שעות) – ה"אני" במוח – מודעות, קשב ועוד.

1. מודע ותת מודע.

2. קשב והפניית קשב. הפרעות קשב.

3. ייצוג ה"אני" במערכות שונות במוח (כגון מערכת ברירת המחדל, מערכות סנסוריות), ייצוג האני

לעומת ייצוג הסביבה (neglect, תסמונות out of body).

4. קבלת החלטות.

5. דמיון – הבסיס הנוירונלי לדמיון ותפקידו.

חטיבה רביעית (15 שעות)

הפרעות נפשיות ומחלות נוירולוגיות:

א. אלצהיימר

ב. דמנציה.

ג. סכיזופרניה.

ד. אוטיזם.

ה. דכאון וחרדה.

ו. תרופות פסיכיאטריות והשפעתן.

קריאה ביקורתית של מאמרים קלאסים ועכשוויים, הצגה של תיאורי מקרה וניסויים רלוונטים והדגמות ניסיוניות קצרות ישולבו כחלק אינטגרלי של הלימודים בחטיבה זו.

כחלק מההערכה (15% מהציון הסופי) יבחרו התלמידים בשלב זה שאלה פתוחה באחד מתחומי הידע, ויבצעו ניסוי בהיקף קטן. הניסוי יתבצע בהנחיית מורה התוכנית או סטודנטים לתואר שלישי בתחום הרלוונטי. הניסוי יהיה ניסוי פסיכופיזי או התנהגותי. במידת הצורך יספק מכון דוידסון תנאים וציוד לביצוע הניסוי. שנועד לבדוק את השאלה. התלמידים יכינו פוסטר שיסכם את שלבי המחקר שלהם ויציגו אותו במהלך המפגש השלישי במכון דוידסון.

בסיום חלק זה יערך מפגש פנים אל פנים במכון דוידסון, שישמש להבהרת הנקודות החשובות בחומר והבנת הנושאים שנלמדו, לשמיעת הרצאת אורח של חוקרים בתחום ולביקור במעבדה רלוונטית במכון ויצמן. כמו כן, יבצעו התלמידים ניסויים במעבדות תלמידים במכון דוידסון. המפגש ימש גם לשמיעת הרצאות התלמידים בפורמט של כנס – על ה"יחידות ההוראתיות" שבנו.

3. יחידת לימוד שלישית (90 שעות) –

יחידה זו תילמד במהלך כיתה יא'. מטרת היחידה היא להכיר את המערכת המוטורית ואת מערכות החוש הנוספות, ובנוסף להתחיל להיחשף לשיטות מחקר וניתוח נתונים במדעי המוח. הערה של יחידה זו תעשה באמצעות מבחן והערכת העבודה השוטפת, וכן בדיקת התרגילים בשיטות מחקר, ותהווה 20% מהציון הסופי.

תנועה והמערכת המוטורית (35 שעות)

בנושא זה, שילמד בכיתה יא', יתוודעו התלמידים לקשרים בין התפתחות התנועה להתפתחות מערכת העצבים, לאותות עצביים לצורך שליטה לעומת אותות עצביים לצורך ייצוג, לארגון המערכת המוטורית ולמחלות הקשורות בתנועה.

1. תחילתה של מערכת העצבים – תחילתה של תנועה.
2. השרירים ותכונותיהם, נוירונים מוטורים, רפלקסים.
3. יצוג תנועה ברמות שונות (רמת המשימה, רמת המסלול, רמת הפעלת השרירים).
4. איזורים במוח המעורבים בהכנה לתנועה ובתנועה – איזורים קורטיקלים, הגרעינים הבזאליים, הצרבלום, המסלולים היורדים.
5. ייצוג פרמטרים הקשורים לתנועה (סומטוטופיה, כיוון תנועה) לעומת שליטה בתנועה בקורטקס המוטורי הראשוני, ברמת הנוירון הבודד וברמת הרשת.
6. דמיון מוטורי ולמידה מוטורית.
7. מחלות עצביות הקשורות בתנועה, קטועי גפיים וההשפעה על הייצוג המוחי.

גם בחלק זה תשולב קריאה ביקורתית של מאמרים קלאסים ועכשוויים, הצגה של תיאורי מקרה וניסויים רלוונטיים. התלמידים יצרו בקבוצות קובץ ויקי על נושא הקרוב לנושאי הלימוד לפי בחירתם.

בסיום חלק זה יערך מפגש פנים אל פנים במכון דוידסון, שישמש להדגשת? והבנת הנושאים שנלמדו, לשמיעת הרצאת אורח של חוקר בתחום ובמידת האפשר לביקור במעבדה החוקרת את תחום התנועה במכון ויצמן או באוניברסיטת תל אביב.

מערכות חוש נוספות (30 שעות)

בנושא זה יושלמו מספר מערכות חוש נוספות, כאשר הדגש יהיה על תיאור כל מערכת משלב קליטת האותות החיצוניים ועד רמת הקורטקס, תוך התייחסות למושגים שנלמדו בנושאים "חיישה ותפישה" ו"מערכת הראייה והקדמה לשיטות מחקר במדעי המוח".

1. מערכת השמיעה – מן האוזן אל הקורטקס השמיעתי.
 2. המערכת הוסיטובולרית.
 3. מערכות הריח והטעם. ההבדל בין טעם לבשומת flavor.
 4. המערכת הסומטו-סנסורית – מגע, פרופריאוספציה וכאב.
- הלמידה תלווה בצפייה בסרטונים, בהכרה של פגיעות ובניסויים פסיכופיזיים קצרים וממוקדים.

שיטות מחקר (50 שעות) – 25 שעות ביחידה השלישית ו-25 שעות ביחידה הרביעית

בחלק זה ינתן רקע מעמיק בשיטות המחקר הנהוגות היום במדעי המוח, ליתרונותיהן ולחסרונותיהן. חלק זה יהווה למעשה מבוא לפרויקט המחקר שיבצעו התלמידים החל מהמחצית השנייה של יא', ובמסגרתו יתנסו התלמידים בניתוח נתונים מסוגים שונים. ינתן דגש על הכרת המחקר הפסיכופיזי כשיטה בה ניתן לבצע מחקרים במסגרת בית הספר ועל נבדקים אנושיים, וכן על התנסות מעשית בניתוח נתונים.

ההערכה של חלק זה תתבצע באמצעות בדיקת התרגילים אותם יבצעו התלמידים. ההערכה תהווה 20% מהציון הסופי.

הנושאים והמושגים שילמדו בחלק זה:

1. מהן הסקאלות (במרחב ובזמן) של התופעות השונות במערכת העצבים? באילו כלים מחקריים אנחנו יכולים להשתמש על מנת לחקור את התופעות הללו, בסקאלות השונות שלהן? (הצגה כללית של שיטות מחקר)
2. פסיכופיזיקה וניתוח תוצאות מחקרים פסיכופיזיים. מה תוצאות פסיכופיזיות יכולות ללמד אותנו על תהליכים פיסיוולוגים?
3. fMRI, EEG, הקלטות תוך וחוץ תאיות (אלקטרודות), ביואינפורמטיקה, צבעים רגישים למתח – מהם האותות המתקבלים בכל שיטה, מהם היתרונות והחסרונות של כל שיטה, מהי הרזולוציה בזמן ובמרחב.
4. דוגמאות למידע ממערכת מוחית מסוימת תוך שימוש בשיטות השונות.
5. מבוא לשיטות מחקר וסטטיסטיקה.
6. התנסות מעשית בניתוח נתונים המתקבלים בשיטות השונות (הכנה לפרויקט מחקרי) וניסוח התוצאות והמסקנות מניתוח זה.
7. Human brain project.
8. כיצד מציבים שאלה מחקרית, כיצד ניגשים לחקור אותה (ניתוח מאמר).
9. אתיקה במחקר – מחקר בבעלי חיים, מחקר בחולים, מחקר בכריאים.

בחלק זה תבוצע עבודה מעשית רבה במהלך השיעור, שתחשוף את התלמידים לסוגים שונים של ניתוח נתונים ולהבניית המסקנות שניתן להסיק מהם. תרגילים אלו יהוו 20% מן הציון הסופי. תרגילים אלו יוגשו על ידי התלמידים ויבדקו על ידי המנחה.

בסיום חלק זה יערך מפגש פנים אל פנים במכון דוידסון, שישמש להדגשת והבנת הנושאים שנלמדו, לשמיעת הרצאת אורח של חוקרים בתחום ולצפייה במכשור מדעי מתקדם במדעי המוח (EEG, fMRI, אלקטרודות). כמו כן, יבצעו התלמידים ניסויים רלוונטים במעבדות תלמידים במכון דוידסון במערכת EEG.

4. יחידת לימוד רביעית (90 שעות) –

יחידה זו תילמד במהלך כיתה יב' במקביל לביצוע פרויקט המחקר. מטרת היחידה היא המשך הלמידה על שיטות מחקר וניתוח נתונים, וכן ליצור אינטגרציה של כל היחידות שנלמדו עד כה כמו גם הבנה של תפקוד המוח עצמו כיחידה אינטגרטיבית, ולהוות הכנה לפרויקט המחקר בכיתה יב' – בהתאם לכך, היחידה תתמקד בשילוב של מערכות מוח ושל מוח ומכונה, ובשיטות מחקר במדעי המוח. בתחילת היחידה יושלמו בקצרה מספר מערכות חוש שטרם הוזכרו עד כה.

שיטות מחקר – כמתואר לעיל ביחידת לימוד השלישית. 25 שעות ביחידה הרביעית.

המוח כיחידה אינטגרטיבית (50 שעות)

בנושא זה נאחד את הידע שנלמד ביחידות הלימוד השונות, ונבין את המוח כמערכת אינטגרטיבית אחת, שבה כל המערכות פועלות בשילוב זו עם זו. בנוסף, יובאו דוגמאות לשילוב של מערכות שונות ושל המוח עם מכשירים היצוניים או מוחות אחרים.

כמו כן, תינתן הצצה לא מתמטית לתחום הבינה המלאכותית ולקשר שלו לחקר מדעי המוח.

1. קישוריות אנטומית ותפקודית במוח.
2. שילוב מערכות חוש – האונה הפרייטלית, סינסתזיה, מכשירי התמרה חושית.
3. מעגל התחושה-תנועה.
4. תחושה לשם ייצוג לעומת תחושה לשם תנועה.
5. נירוני מראה (mirror neurons) והמוח החברתי.
6. צפייה בתנועה ביולוגית.
7. מודלים מוחיים של תחושה ותנועה (forward model ו-inverse model).
8. אינטראקציה מוח-מכונה ומוח-מוח.

9. מהמוח לבינה מלאכותית – כיצד אנו מגדירים אינטליגנציה ולמידה במערכות מלאכותיות, מודלים מלאכותיים של נוירונים ורשתות ומטרותיהם.

מחלות נוירולוגיות ופגיעות מוחיות (15 שעות)

בנושא זה יובא ידע מעולם הרפואה על מחלות נוירולוגיות או פגיעות מוחיות שלא נדונו ביחידות הקודמות.

1. מוות מוחי, תרדמת, קומה, תסמונת נעילה.
2. פגיעות ראש, שבץ מוחי, גידולים.
3. מחלות ומצבים נוירולוגיים כגון אפילפסיה, טרשת נפוצה ועוד.

5. יחידת לימוד חמישית (90 שעות) -

יחידה זו מהוות את פרויקט המחקר העיקרי אותו יבצעו התלמידים, והן יבוצעו במהלך כיתה יב'. פרויקט המחקר יבוצע ביחידים או בזוגות ויהווה 20% מן הציון הסופי. טרם תחילת העבודה על הפרויקט יתקיים מחנה מרוכז לפני כיתה יב', ובו ידונו בין השאר כיווני מחקר אפשריים ושאלות מחקר רלוונטיות.

הפרויקט יבוצע בהנחייה צמודה של מורה או של סטודנט לתואר שלישי שיונחה על ידי המורה.

הפרויקט עצמו יבוצע על פי אבני דרך מוגדרות מראש, בהנחייה אישית שתסייע בהתגברות על קשיים שיעלו בדרך, ובשאיפה לרמה גבוהה תוך ביצוע כל שלבי המחקר. תלמידים מצטיינים במיוחד יוכלו לבצע את הפרויקט במעבדות מחקר אקדמיות. הפרויקטים יבוצעו תוך שימוש ואיסוף של נתונים פסיכופיזיים, או נתונים שיאספו במעבדות תלמידים במכון דוידסון, או נתונים פתוחים המצויים ברשת.

שלבי הפרויקט:

בכל שלב יגישו התלמידים את תוצרי השלב למנחה לקבלת הערות ויבצעו תיקונים במידת הנדרש.

שלב ראשון – ספטמבר-נובמבר

- א. בחירת נושא.
- ב. איסוף מידע מן הספרות בתחום הנבחר.
- ג. כתיבת הצעת מחקר ראשונית וקבלת אישור.
- ד. השלמות של שיטות מחקר במידת הצורך (עד 30 שעות).

שלב שני – דצמבר-מרץ

- א. תכנון מפורט של המחקר.
- ב. ביצוע המחקר (איסוף הנתונים).
- ג. ניתוח הנתונים ועיבוד תוצאות.

שלב שלישי – אפריל עד יוני

- א. סיכום התוצאות הסקת מסקנות ודיון על ממצאים.
- ב. חשיבה על כיווני מחקר משלימים ועתידיים.
- ג. סיכום המחקר בפורמט של מאמר (הקדמה ורקע, שיטות, תוצאות ודיון).
- ד. הכנת פוסטר ומצגת של רבע שעה.
- ה. הגנה בעל פה על העבודה בפני צוות של חוקרים מהתחום.

תוצאות המחקרים יוצגו ביום סיום שיהווה כינוס יעודי לתלמידי התוכנית ולחוקרים בתחום. עבודות ייחודיות תעלנה לשיפוט ויוצגו בכנס סיום בו יבחרו שלושת המקומות הראשונים שאף יזכו הזוכים בהם בפרסים.

הערכת הפרויקט תבוצע על סמך תהליך העבודה ותוצרי הפרויקט:

1. הערכה כללית של תהליך העבודה – השקעה, עבודה בצוות, מורכבות, רצינות, התמדה, מקוריות, יצירתיות ואמירה, תובנה או עשייה בולטת במיוחד שמעבר לנדרש – **15%**
2. הערכת סיכום המחקר בפורמט של מאמר – סה"כ **45%**:
 - א. סקירת ספרות: תיאור תמציתי של ספרות מחקרית העוסקים בנושא הנחקר או בנושאים קרובים אליו. על התיאור להיות מבוסס על לפחות ארבעה מקורות שונים ומגוונים (אינטרנט, ספרי לימוד, מאמרים). – **5%**
 - ב. הגדרת שאלת החקר והשערות מבוססות ידע בנוגע לתוצאות החקר – חשיבותה, בהירותה, והבנת מגבלותיה. **5%**
 - ג. שיטות מחקר ואופן ביצוע המחקר – **5%**.
 - ד. ניתוח הנתונים – הערכה של ניתוח הנתונים ועיבודם. **10%**
 - ה. תיאור של מגבלות ניתוח הנתונים. **2%**
 - ה. הצגת תוצאות מסודרת ואינפורמטיבית (טקסט, גרפים, טבלאות ותמונות) **10%**

ו. דיון – תיאור של התשובה לשאלת החקר, של המסקנות שניתן להסיק מן התוצאות ושל מגבלותיהן, התייחסות למשמעות ולהשלכות של המסקנות על הידוע בספרות והתייחסות לכיווני המשך אפשריים למחקר. 8%

3. הערכת הפוסטר – בהירות, שליטה בחומר בהצגת הפוסטר, הצגת רכיבי המחקר: שאלת החקר, ביצוע המחקר, איסוף תוצאות, ניתוח התוצאות, והמסקנות באופן מסודר ואינפורמטיבי ובשפה מדעית ומדויקת. ארגון חזותי ברור של הפוסטר. - 10%

4. הערכת המצגת – בהירות, שליטה בחומר, ארגון לשוני וחזותי של המצגת - 10%

5. הערכת ההגנה בעל פה – סה"כ 20%:

א. הצגה מסודרת ומקיפה של המחקר – 5%

ב. שליטה בחומר – 10%

ג. מענה על שאלות השופטים – 5%

5. סיכום דרך ההערכה המסכמת:

כפי שתואר לעיל, הציון הסופי יורכב באופן הבא:

א. 15% - עבודה במהלך השנה בכיתות י', יא' ו-יב' (ביצוע שיעורים א-סינכרוניים לאורך השנה).

א. 15% - מבחנים בכיתה י' ו-יא' על החומרים ביחידות הלימוד הראשונה, השנייה והשלישית.

ב. 15% - בנייה והצגה של יחידת הוראתית בנושא מערכת הראייה (יחידת לימוד ראשונה, מחצית שניה של כיתה י').

ג. 15% - ביצוע ניסוי בהקף קטן והצגת התוצאות בפוסטר בנושא "הבסיס הנוירולוגי של התנהגות ותהליכים קוגניטיביים ורגשיים" (יחידת לימוד שלישית, מחצית שניה של כיתה יא').

ד. 20% - תרגילים בשיטות מחקר (יחידת לימוד שלישית, מחצית שניה של כיתה יא').

ה. 20% - פרויקט המחקר. הערכת הפרויקט תבוצע לפי הקריטריונים שהובאו לעיל. (יחידת לימוד חמישית, כיתה יב').

<u>מספר יחידה</u> <u>מאפיינים</u>	<u>ראשונה</u>	<u>שנייה</u>	<u>שלישית</u>	<u>רביעית</u>	<u>חמישית</u>
<u>נושאים</u>	מבוא. רקע בביולוגיה של התא. הנירון הבודד וקשרים סינפטים. חישה ותפישה. מערכת הראייה.	הבסיס הניורוני של ההתנהגות. תהליכים קוגניטיביים ורגשיים. שינה. ייצוג האני. הפרעות נפשיות.	תנועה והמערכת המוטורית. מערכות חוש נוספות. שיטות מחקר – חלק א'.	שיטות מחקר – חלק ב'. המוח כיחידה אינטגרטיבית. מחלות ניורולוגיות ופגיעות מוחיות.	פרויקט מחקר שיבוצע בזוגות בנושא לפי בחירת התלמידים.
<u>כיתה</u>	י'	סוף כיתה י' וכיתה יא'.	כיתה יא'	כיתה יב'	כיתה יב'
<u>היקף שעות</u>	90 שעות	90 שעות.	90 שעות.	90 שעות.	90 שעות.
<u>אופן הערכה</u>	(1) ביצוע עבודה במהלך השנה **. (2) עבודה מידענית (15%) (3) מבחנים **. (3)	(1) ביצוע עבודה במהלך השנה **. (2) עבודת חקר (ניסוי). (15%) (3) מבחנים **. (3)	(1) ביצוע עבודה במהלך השנה **. (2) תרגילים בשיטות מחקר (10%). (3) מבחנים **. (3)	(1) ביצוע עבודה במהלך השנה **. (2) תרגילים בשיטות מחקר (10%). (3) מבחנים **. (3)	(1) הערכת תהליך העבודה (3%). (2) הערכת עבודה כתובה (9%). (3) הערכת מצגת ופוסטר (4%). (4) הערכת הגנה על הפרויקט (4%).
<u>אחוז מהערכה</u> <u>סופית (*)</u>	22.22%	22.22%	17.77%	17.77%	20%

* יחידות 1 ו-2 הן בעלות משקל גדול מעט מיחידות 3 ו-4 משום שהעבודה המידענית ועבודת החקר המבוצעות בהן הן בעלות משקל גדול יותר מהתרגילים בשיטות מחקר המוגשים ביחידות 3 ו-4.

** ביצוע העבודה במהלך השנה הוא 5% מהציון ב'י, יא' ויב' (סה"כ 15%).

** בכל שנה יערכו שני מבחנים על החומר הנלמד – אחד במחצית א' ואחד במחצית ב'. משקל כל מבחן הוא 2.5% (סה"כ 15%)

References

1. ספרים:

- E.R. Kandel & J.H. Schwartz (2013), *Principles of Neural Science*, 5th edition.
- M.F. Bear, B.W. Connors and M.A. Paradiso (2006), *Neuroscience – Exploring the Brain*, 3rd edition.
- E.B. Goldstein (2013), *Sensation and Perception*, 9th edition.
- M.S. Gazzaniga (2009), *The Cognitive Neurosciences*, 4th edition.
- קרלסון נ', (2008), *הפיזיולוגיה של ההתנהגות* האוניברסיטה הפתוחה, כרך א' +ב'
- דן זכאי, נורית גרונאו (2006), *פסיכולוגיה קוגניטיבית: תפיסה ונירופסיכולוגיה קוגניטיבית*, האוניברסיטה הפתוחה
- המוח הרגשי (2005), ג'וזף לדו, עם עובד.
- ההרגשה של מה שקורה (2003), אנטוניו ר. דמאסיו, הוצאת ברנקו וייס.

2. מאמרים:

בכל אחד מן התחומים ישולב הידע מספרים אלו עם ידע ממאמרים קלאסים ועדכניים.

דוגמאות למאמרים קלאסיים:

- D. H. Hubel and T.N. Wiesel (1959), *Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex*, The Journal of Physiology.
- A.P Georgopoulos et al (1986), *Neuronal Population Coding of Movement Direction*, Science.

דוגמאות למאמרים עדכניים:

- S. Nishimoto et al (2011), *Reconstructing Visual Experiences from Brain Activity Evoked by Natural Movies*, Current Biology.
- Wodlinger et al (2015), *Ten-dimensional anthropomorphic arm control in a human brain-machine interface: difficulties, solutions, and limitations*, J. Neural Eng.

