

## תיאור היחידה

עלולים הרפואה נמצאת בהפתחות טכנולוגיות חדשות. העליום בתוחלת החיים והרצון לשפר את איכות החיים מציבים את תחומי ההנדסה הביו-רפואית והרפואה בחזיות המחקר ההיפותזה. ההנדסה הביו-רפואית עוסקת במגוון רחב של נושאים ומערכות בקשר בין המדעים, ההנדסה והרפואה. התהווים משלב ידע וכליים מתחומי ההנדסה השונים לצורכי פיתוח שיטות, התקנים, אביזרי עיר, מערכות לאבחון וטיפול רפואיים וכליים לחקר פיזיולוגים של מחולות.

ההפקולטה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רב-תחומית בה עוסקים ביישום הידע והכליים של תחומי ההנדסה השונים לפיתוח שיטות אבחון וטיפול רפואיות ולחקר הבסיס הביופיזיולוגי של מחלות. עם עליית רמת החיים ותוחלת החיים בכעולים ועלית הדרישת לרמה גבוהה ול מגוון רחב של שירותים רפואיים, עליה הדרישת למערכות רפואיות ולמכשור חדשניים. במקביל, תעשית החיטוך הביו-רפואית הינה בין החממות ביותר בעולם ובכך גיזולה. מגוון הפעוליות של התעשייה הביו-רפואית כולל תוספיים, מכשור רפואיים ממלאכתיים, צורים מלאכותיים מושתלים, אלבון רפואי וטיפול, ציוד לצנתור וחדמה רפואיים, הנדסה שיקומית, עזר נכים, הנדסה ביוכימית, הנדסת רקמות עצירתית ידע, מותת יצואו ומואפיינית בחדשנות, תחכום וחיפוש מתמיד אחר אתגרים חדשים.

ההפקולטה להנדסה בי-רפואית מציעה תוכניות לימודים לתואר ראשון ותוכניות השtamמות לתארים מגיסטר ודוקטור לסטודנטים המעניינים בשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכנון הנדסיים, עם מדעי הרפואה, הבiology והbiotecnology.

הנדסה בי-רפואית משלבים בתעשייה החביו-רפואית וכן בתעשייה אחרת. הבוגרים מאיישים תפקידים מפתח בקבוצות פיתוח וייצור, בשיווק ובפיתוח מומצאים בשותרי ההיי-טק וכן בחברות הזנק (Startup) רבות בתעשייה הביו-רפואית המפתחת כיום בקצב מהיר ביותר.

לឧישיה הביו-רפואית קיימת פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע רב בתחום הפסיכולוגיה. בפועל מודעות מתקדמות בשיטות החדשנות ומערכות מחשבים מצוינות היבט.

## מעבדות מחקר

## מעבדה למדידות באולטרסאונד פרופ' אמריטוס דן אדם

## מעבדה להדמיה רפואי אמריתוס חיים אזהרי

## מעבדה לבינה מלאכותית ברפואה פרופ"ח יואכימס בהר

## מעבדה לביופיזיקה וננו-דינמיקה פרופ' יובל גראיני

# ראמז דניאל מעבדה לביו-טכנולוגיה מולקולרית וביו-אלקטרו ניקת פ羅פ'ח

## מעבדה למכנו-ביולוגיה של סרטן ופצעים פרופ' ח' דפנה ויס

## מעבדה לדימויות רב-מערכת פרא-קליני ד"ר קתרין ונדורנה

## מעבדה לאופטיקה ביו-רפואית פרופ' ח' דבר יLIN

# מעבדה למערכות ביו-אנרגטיות וביו-חסמיות פרופ' יעל ניב

## מעבדה להנדסת רקמות ותאי גזע פרופ' שולמית לבנברג

## מעבדה לביו-חומרים פרופ' אמריתוס נח לוטן

# מעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית וחקיר השדריר פרופ' ח' אמיר לנדברג

## הפקולטה لهנדסה ביו-רפואית

חברי הסגל האקדמי

## דיקון הפקולטה שניטמן ג'וזואה

פרופסורים  
גרעיני יובל  
יניב יעל  
לבנברג שולמית  
מלר עמית  
שניטמן גיזואה

פְּרוֹפְּסֹרִים חֶבְרִים  
בָּהָר יוֹאכִים  
דָּנִיאֵל רָאָמוֹ  
וַיֵּסֶךְ דָּפָנָה  
יְלִין דָּבֵר  
לְנַדְסָבָר אָמֵיר  
מְמוֹאָסִי פִּירָאָס  
פְּרִיְימָן מָוָיִ  
סְלִיקְטָר דָּרוֹר  
קָוְרֵין נַתְנָאָל  
שְׁכַטְמָן יוֹאָב  
שְׁמָאִי יוֹסִי

פרופסור מונה / מרצים בכירים  
בר ציון איבנעם  
נדורנה קתרין  
לנדאו שירה  
סולומון אדי  
פיישר אריאל  
פריעפל לימור  
רוטנברג מנחם (חמי)  
שמרון אפרת

פרופסורים אמריטי  
אדם בן  
ازורי חיים  
גוט יצחק  
לוטן נח  
לניר יורם  
מזרחי יוסן  
קיימל איתן

בבשותינו משנית  
בלנק אהרו  
גפשטיין ליאור  
ההורוביץ קראוס ציפי  
קיישוני רועי  
קפלן אריאל  
שילר גקי  
שרודר אברהם

## מסלול לימודי

בפקולטה להנדסה ביו-רפואית קיימים שלושה מסלולי לימוד לתואר ראשון:

**מסלול בהנדסה ביו-רפואית** המקנה תואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית BSc. משך הלימודים 4 שנים.

**מסלול משולב בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה** המKENה תואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה BSc. משך הלימודים 4 שנים.

מסלול הלימודים המשולב בהנדסה ביו-רפואית ופיזיקה מיועד לסטודנטים המעניינים לפתח ידע מדעי וטכנולוגי בשילוב עם ידע ומבנה פיזיקליים עזומים יותר של תופעות וכליל מחקר מודרניים בהנדסה ביו-רפואית. מטרת המסלול היא להכשיר מהנדסים/מדענים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק זה בהנדסה הביו-רפואית והן בפיזיקה. ראייה משולבת רחבה כזו נדרשת כיוון במידה גוברת בחזית היפותוח של הננו-ביוטכנולוגיה והפיתוח של מכשור ביו-רפואית המסתמך על תופעות פיזיקליות מורכבות, למשל בתחום האופטיקה הביו-רפואית, הדימיות הגרעינית והמגנטית והנו-רפואה. כמו כן, רבים ממנשיים המחקר מתקדים מסתמכים כיוון במידה רבה מאוד על כלים ניסיוניים ותיאורטיים שפותחו בפיזיקה ובנויה ומסתמכים על ידע פיזיקלי והנדסי מתקדם.

**מסלול לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ורפואה** מיועד לתלמידים מצטיינים בעלי סכום גבוה במגוון.

מטרת התואר להכשיר בוגרים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק זה בהנדסה והן ברפואה, שיוכלו להשתלב ולהוביל בכל אחד מתחוםם, בנפרד ובסתורו המקצועי, הפיתוח והתעשייה הדורשים ידע בשניהם. הרפואה המודרנית, בצדיה האבחנתי ובצדיה הטיפולית, הופכת למורכבות יותר ווותר, עקב הידע הרב המצבר ומורכבותו השיטית, הצד והמכשור המשמשים ליפוי ולאבחנה. כיוון שנווא הרפואה תופס מקום חשוב בחינוי והמשאים הכלכליים, האנושיים, הלאומיים והאישיים המופגמים לנושא זה הולכים וגdim, קיימ צורך הולך וגובר גם בכוח אדם מימון. תעשיית ההי-טק מתפתחת גם היא בקצב מהיר וכיום כמחצית מהחברות ההזנק בארץ עוסקות בפיתוח שיטות ומוסרים רפואיים וביולוגיים. האנשים המובילים היום בעולם המערבי במחקר, בפיתוח ובkilיניקה הרפואית הם ברובם בעלי השכלה משולבת – הנדסית/מדעית ורפואית.

בתכנית ילמדו תלמידים שהתקבלו ללימודי רפואי ומעניינים ללימוד נוסף לתואר בהנדסה ביו-רפואית.

משך התואר הכפול חמיש שנים. בשנים הראשונות נלמד הבסיס במדעים מודרניים, בהנדסה, במדעי החים וברפואה. בהמשך התכנית נלמדים מקצועות רפואיים, במקביל למקצועות בהנדסה ביו-רפואית.

התכנית מקנה תואר כפול: בוגר למדעים (BSC) במדעי הרפואה ובוגר למדעים (BSC) בהנדסה ביו-רפואית.

סטודנטים שעימדו בתנאי המעבר לחתיבת הקלינית, ימשיכו ל-3 שנים נוספת אשר בסיסו יקבלו תואר MD (ההאמות לתכנון רפואי). לאחר קבלת תואר MD, על הבוגר להשלים שנת סטאז' בהתאם להנהלי משרד הבריאות לטובת קבלת רישיון לעסוק ברפואה בישראל.

השלמת החובות בכל תואר הם בהתאם להנהלי הפקולטה הרלונטית.

קורסים מקבילים לקורסיו רפואי יוכרו לטובת התואר הקפוא רק עבורי סטודנטים שישלימו את התוכנית לתואר כפול במלואה, כמתואר בתוכנית הלימודים.

סיום אחד התארים בלבד יחייב השלמה מלאה של דרישות אותו התואר.

מעבדה למחקר והנדסת שיקום התנועה רפואי כפראס מואסי

מעבדה לביופיזיקה מולקולרית ונוו-ביוטכנולוגיה רפואי עמידת מלר

מעבדה להנדסת רקמות וביו-חומרים רפואי כדרור סליקטר

מעבדת MRI חישובית רפואי כוטי פרימן

מעבדה לנירו-הנדסה ד"ר לימור פריפלד

מעבדה להנדסת ננו-רפואה קרדיו-סקולרייט רפואי כדרן נתנאל קורין

מעבדה למשקדים ביו-חשמליים וביו-מכניים ד"ר מנחם רוטנברג (חמי)

מעבדה לננו-ביו-אופטיקה רפואי יואב שכטמן

מעבדה להנדסת ננו-רפואה ממוחשבת לסלון רפואי יוסי שמאלי

מעבדה לזרומים ביולוגיים רפואי גיזואה שניטמן

מעבדה למחקר בעיות במערכת שריר-שלד והתקנים רפואיים לבישים ד"ר אריאל פישר

מעבדה לאולטרסאונד טיפול מונחה הדמיה ד"ר אבינועם בר-צוו

## לימודי תואר ראשון

תכנית הלימודים בהנדסה ביו-רפואית בטכניון מKENה לסטודנטים רكע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד, במדעי החיים ורפואי וידע רחב ומעמיק בהנדסה ביו-רפואית. תשתיות השכלתית מגוונת זו, המשולבת בתמחות במספר נושאים, מאפשרת לבוגריה לתפוס מקומות מרכזיות בתחום פיתוחם תעשייתי היי-טק על תחומי השינויים ובמכוני מחקר ביו-רפואית.

התכנית מורכבת מקורס חובה ומגוון רחב של קורסי בחירה בתחוםים שונים. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיזיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים והרפואה (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה ופיזיולוגיה), במקצועות הנדסיים המועדים לתת בסטיס הנדי-רחב (אוטומוביל, מכונות, תכנון ביו-חשמלי, יסודות המכנית, תכנון מכני, בי-חומר, תופעות מעבר ויסודות אופטיקה). כמו כן נכללים במקצועות החובה הפקולטיטיים מקצועות שמרותם להענין לסטודנטים ניסיוני מעשי ומעבדתי ולעודד יצירתיות. בינוים קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית וקורסי פרויקט במעבדות מחקר או בתעשייה, בהם מישימים הסטודנטים ידע הנדי שרכשו בתכנון של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. בנוסף, קורסים בתכנית הלימודים קורס פרויקט קליני-הנדסי שמתוקים במחלקות קליניות בתמי החולמים וחושך בפני הסטודנטים את הסביבה הקלינית ומעלה צרכים הנדרדים הדורשים מענה, ופרויקט יומי כחלק מהותוחות מושנית במנהיגות יזמית.

סמסטר 5				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
3.5	-	1	3	1340113
4.0	-	2	3	3340009
3.5	-	1	3	3340023
3.0	-	2	2	3350010
2.5	-	1	2	3360022
3.5	-	1	3	3360100
<b>20.0</b>				

המלצת סמסטר זה :  
להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה פוליטית.

<sup>4</sup>במוקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לחתות 0940423 מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
4.0	-	2	3	3340011
2.0	4	-	-	3350001
<b>6.0</b>				

המלצת סמסטר זה :  
להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

סמסטר 7				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
4.0	9	-	-	3340014
2.0	4	-	-	3350002
<b>6.0</b>				

סמסטר 8				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
3.0	9	-	-	3350015
2.0	4	-	-	3350003
<b>5.0</b>				

#### 5 בחירה פוליטית:

בمسلسل לימודיים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 30.0 נק' בחירה פוליטית יש ללמוד לפחות 2 קבוצות בחירה בתנומי הנדסה ביו-רפואית לבחירת הסטודנט. לפחות 8 מקורסי הבחירה יהיו מוחפקות להנדסה ביו-רפואית (xx0xxx).

#### הערות:

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק מרשורת, אך מומלץ מאוד ללמוד לפי התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכונו שינויים בתכנית הלימודים, אך על כל סטודנט להתעדכן בתחלת כל שנה אקדמית בפרטיו השינויים, באם יחולו.

### תכנית הלימודים

### لتואר ראשון בהנדסה ביו-רפואית

**033033-1-000**

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 160.0 נקודות לפי הירירות הבא :

**מקצועות חובה**

**מקצועות בחירה פוליטית**

**מקצועות בחירה כלל טכניונית**

**6.0 נק' בחירה חופשית,**

**2.0 נק' חינוך גופני**

מקצוע אנגלית טכנית למתקדמים ב- נכלל בנקודות חובה לתואר. קורסי אנגלית טכנית לחיברים לפיזיוג טכניוני יש למדוד עד סמסטר 4 כולל.

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, נק' - נקודות

### להלן מקצועות החובה – השימוש המומלץ לפי סמסטרים

#### סמסטר 1

ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'
0.0	-	4	-	0440102
5.0	-	2	4	1040042
5.0	-	2	4	1040065
3.5	-	1	3	1140071
3.0	-	2	2	1250001
3.0	-	-	3	1340058
<b>19.5</b>				

המלצת סמסטר זה :  
להירשם לקורס 3340021 מוגנות בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

להירשם לקורס 1040000 מוגנות מתמטית לפיזיקה במסגרת בחירה חופשית.

להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

<sup>1</sup>במקום 1040042 חד"א 1 מ' ניתן לחתות 1040018 חד"א 1 מ'.

<sup>2</sup>במקום 1040065 אלגברה 1 מ' ניתן לחתות 1040016 אלגברה 1 מ'.

#### סמסטר 2

ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'
5.5	-	3	4	1040013
2.5	-	1	2	1040038
4.0	-	2	3	1040136
3.5	-	1	3	1140052
2.5	-	1	2	1240801
4.0	2	2	2	2340128
<b>22.0</b>				

<sup>3</sup> סטודנטים חסרי סיווג בפיזיקה-ח شامل יכולים לחתות קורס 1140078 פיזיקה 2 לשוכר במקום 1140052 פיזיקה 2.

#### סמסטר 3

ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'
4.0	-	2	3	0440105
2.5	-	1	2	1040214
2.5	-	1	2	1040215
2.5	-	1	2	1040220
2.5	-	1	2	1240503
2.5	-	1	2	1340019
2.0	-	-	2	3340274
<b>18.5</b>				

המלצת סמסטר זה :  
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

#### סמסטר 4

ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'	ת' מ'	ה' נק'
5.0	-	2	4	0440131
3.5	-	3	3	1040034
2.5	-	1	2	3340221
4.0	-	2	3	3340222
3.0	-	2	2	3360537
<b>18.0</b>				

סמסטר 5	ה'	ט'	מ'	נק'
מכניקה אנגלית	3	2	-	4.0
מכניקת זורמים בולוגיים	3	2	-	4.0
טטטיטטיקה	3	1	-	3.5
תclin בימכני בסיסי	2	2	-	3.0
פיזיולוגיה לمهندסים	3	1	-	3.5
קורס בחירה פקולטית				(5)
1140101				
3340009				
3340023				
3350010				
3360100				
18.0				

המחלכה לสมטר זה:  
הילדרמן לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה  
פקלאטית.  
הילדרמן וגוריס גינז גופני לבחירת הסטודנט.

במוקם 3340009 מכנקות זורמים ביולוגיים ניתן להקחת 1160027 תורו  
ההציג. הפרסן נקודת יש להשלים בביבליה הפקולטיות.  
במוקם 3340023 סטטיסטיקה להנדסה בי-רפואית ניתן להקחת 0940423  
מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6				
נק'	מ'	ת'	ה'	
5.0	-	2	4	פיזיקה סטטיסטית ותרמית
5.0	-	2	4	פיזיקה קוונטית 1
4.0	-	2	3	תיכון בו-הشمלי
1.0	2	-	-	מעבדה בהן בו-רפואית לפיזיקאים
3.0	-	2	2	אופטיקה ופוטוניקה (6) קורסי בחרה פולטיטית (5)

המחלקה לסתמוטר זה:  
להליחושים לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת  
ובילרה חופשית.

<sup>6</sup> במקום 3360533 אופטיקה ופוטוניקה ניתן לקחת 1160210 אופטיקה.

סמסטר 7	ה' נק'	ט' מ'	ה' מ'	מעבדה לפיזיקה 4 מח	1140037
	1.5	3	-	פיזיקה קוונטיית 2	1150204
	5.0	-	2	פרויקט 1 בהנ' ביו-רפואית	3340014
	4.0	9	-	מעבדה בהנ' ביו-רפואית 3	3350003
	2.0	4	-	קורס בחירה פקולטית (5)	

12.5

ה' מ' נק'				אלektромגנטיות ואלקטרודינמיקה	1140246
5.0	2	4	-	פרויקט 2 בתחום ביזטופאיות	3350015
3.0	9	-	-	קורס בחירה פקולטית <sup>(5)</sup>	
8.0					

### בחירה פקולטית:

במסלול לילומודים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 22.5 נק' בחירה מושתת בפקולטות: הנדסה בי-רפואית ופסיכיק (ראה שירותי רפואי בחירה בהנדסה בי-רפואית וקורסי בחירה בפסיכיק).  
יש ללמוד לפחות 18 נק' בחירה מתחום הנדסה בי-רפואית ע"פ כליל הקבוצה ובחירה הטעונית.  
לפחות 5 מקורסי החירה יהיו מפקולטה להנדסה בי-רפואית (3350002).  
בנוסף לשירותים קורסי החירה, במסלול זה בלבד קורסיםים 3360022-2 מעורבב בהנדסה בי-רפואית 2-3360022-2 מותאם לຄמה ייחשבו כבחירה נוספת.

הנאות

החלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרות, אך מומלץ מאוד למדוד לפי התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בלבויים החורא.

במהלך הלימודים יתכוño شيئاוים בתכנית הלימודים, כגון על בסיס תודעון להציג כל שנה אקדמית בפרטיו החדשניים, באם חולן.

## תכנית הלימודים לתואר משולב בהנדסה ביו-רפואה וביופיזיקה 033133-1-000

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 178.0 נקודות  
לפי הפירוט הבא:

143.5 נק'	מקצועות חובה
22.5 נק'	מקצועות בחירה פקולטית
12.0 נק'	מקצועות בחירה כלל טכניונית
	6.0 נק' העשרה, 4.0 נק' בחירה חופשית, 2.0 נק' חינוך גופי

מקצוע אונגליית טכנית למתכדים ב' נכלל בנקודות חובה לתואר. קורס אונגליית טכנית לחיבטים לפי סיוג טכניוני יש למוד עד סמסטר 4 כולל.

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, נק' - נקודות

### להלן מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמיטרים

סמסטר 1				בתיותם
נק'	מ'	ת'	ה'	בתיותם
0.0	-	-	4	0440102
5.0	-	2	4	1040042 חו"א 2מ <sup>(1)</sup>
5.0	-	2	4	1040065 אלגברה 2מ <sup>(2)</sup>
1.5	3	-	-	1140020 מבודה בפיזיקה 1מ
5.0	-	2	4	1140074 פיזיקה 1פ
3.0	-	2	2	1250001 כימיה כללית
3.0	-	-	3	1340058 ביולוגיה 1

המחלקה לסמינר זה:  
להירשם לקורס 3340021 מגמות בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה  
חוישית.  
להירשם לקורס 1040000 מוכנות מתמטית לפיזיקה במסגרת בחירה  
הנדסית.

<sup>1</sup> במקומות 1040042 ו-1040018 ניתן לקחת חדו"א 1 מ'.  
<sup>2</sup> במקומות 1040065 ו-1040016 ניתן לקחת אלגברה 1 מ'.

סמסטר 2				
נק'	מ'	ת'	ה'	
5.5	-	3	4	חדר"א 2 ת 1040013
2.5	-	1	2	אלגברה 2 מ 1040038
4.0	-	2	3	מד"ר מ 1040136
5.0	-	2	4	פיזיקה פ2 1140076
2.5	-	1	2	כימיה אורגנית 1ב 1240801
4.0	2	2	2	מבוא למחשב שפת פיתון 2340128

סמסטר 3			
ה'	ת'	מ'	נק'
4.0	-	2	3
2.5	-	1	2
2.5	-	1	2
2.5	-	1	2
1.5	3	-	-
3.5	-	1	3
2.5	-	1	2
2.0	-	-	2
תורת המנגלים החשמליים			
סורי פוריה			
פוקנציות מושכבות א			
מד"ח ת			
מעבדה לפיזיקה 2מ			
גלאים			
ביוכימיה ואנימולוגיה			
אנטומיה של האדם			
0440105	1040214	1040215	1040220
1140021	1140086	1340019	3340274

סמסטר 4				
נק'	מ'	ת'	ה'	
5.0	-	2	4	אותות ומערכות 0440131
3.5	-	3	3	הסתברות ח 1040034
1.5	3	-	-	מעבדה לפיזיקה 3 1140035
4.0	-	2	3	מכניקת מוצקים 3340222
3.0	-	2	2	בפיזיקה ווריאפיוילוגיה 3360537

המליצה לסמינר זה:  
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

סמסטר 5				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
4.0	-	2	3	3340009
3.5	-	1	3	3340023
3.0	-	2	2	3350010
2.0	6	-	-	2740142
4.5	1	1	4	2740323
4.0	1	1	3	2740348
<b>21.0</b>				

המליצה לסמסטר זה:  
להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה פקולטת.

<sup>4</sup>מקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לקחת מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
4.0	-	2	3	3340011
2.5	-	1	2	3340221
2.0	4	-	-	3350001
2.0	6	-	-	2740143
3.5	-	1	3	2740165
3.5	-	1	3	2740262
5.0	-	2	4	2740268
<b>22.5</b>				

המליצה לסמסטר זה:  
להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

סמסטר 7				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
4.0	9	-	-	3340014
2.0	4	-	-	3350003
1.0	3	-	-	2740234
2.0	-	-	2	2740242
3.0	-	-	3	2740243
3.0	3	-	2	2740260
2.0	-	-	2	2740320
<b>17.0</b>				

סמסטר 8				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
3.0	9	-	-	3350015
1.0	3	-	-	2740235
2.0	-	-	2	2740246
4.0	-	-	4	2740261
1.0	3	-	-	2740265
3.5	1	-	3	2740267
<b>14.5</b>				

סמסטר 9				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
2.5	-	1	2	2740231
2.0	-	-	2	2740258
2.0	-	-	2	2740322
1.0	3	-	-	2740326
3.0	1	-	3	2740336
4.5	2	-	4	2740372
3.0	2	1	2	2740375
1.5	-	-	2	3240397
<b>19.5</b>				

סמסטר 10				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
2.0	-	-	2	2740251
2.0	-	-	2	2740252
2.0	-	-	2	2740318
2.0	-	-	2	2740319
1.0	3	-	-	2740327
3.0	-	-	3	2740328
2.0	-	-	2	2740352
4.0	-	2	3	2740367
3.0	-	-	3	2740369
2.0	-	-	2	2740376
<b>23.0</b>				

**תכנית הלימודים לתואר כפול  
בהנדסה ביו-רפואית ורפואה  
027399-1-000**

על מנת להשלים את התואר בהנדסה ביו-רפואית ואת הלימודים הפרה-קליניים ברפואה יש לצبور 0 נקודות לפי הפירוט הבא:

מקצועות חובה
מקצועות בחירה בהנדסה
מקצועות בחירה ברפואה
מקצועות בחירה כלל טכניונית
1.0 נק' בחירה חופשית, 2.0 נק' חינוך גופני

מקצוע אנגלי טכנית למתודים ב' נכלל בנקודות חובה לתואר. קורסי אנגלי טכנית לחיבים לפיזיוגרפיה כלילית ופיזיוקלינית יש ללמידה עד סמסטר 4 כולל.

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, נק' - נקודות

**להלן מקצועות החובה – השימוש המומלץ לפי סמסטרים**

סמסטר 1				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
0.0	-	-	4	0440102
5.0	-	2	4	1040042
5.0	-	2	4	1040065
3.5	-	1	3	1140071
5.0	-	2	4	1240507
3.5	-	1	3	2740167
<b>22.0</b>				

המליצה לסמסטר זה:  
להירשם לקורס 3340021 מגמות בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.  
להירשם לקורס 10400000 מוכנות מתמטית לפיזיקה במסגרת בחירה חופשית.  
להירשם לקורס 1040042 חזרה גוףני לבחירת הסטודנט.

<sup>1</sup>מקום 1040042 חזרה מ' 1 מ' 2 ניתן לקחת 1040018 חזרה מ' 1. <sup>2</sup>מקום 1040065 אלgebra 1 מ' 2 ניתן לקחת 1040016 אלgebra 1.

סמסטר 2				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
5.5	-	3	4	1040013
2.5	-	1	2	1040038
4.0	-	2	3	1040136
3.5	-	1	3	1140052
3.0	-	2	2	1250803
4.0	2	2	2	2340128
<b>22.5</b>				

סטודנטים חזרה גוףני בפיזיוקה-חלמלל יכולים לקחת קורס 1140078 פיזיקה 2 לסייע בבחירה במקום 1140052 פיזיקה 2.

סמסטר 3				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
4.0	-	2	3	0440105
2.5	-	1	2	1040214
2.5	-	1	2	1040215
2.5	-	1	2	1040220
4.5	-	1	4	2740241
6.0	3	-	5	2740257
<b>22.0</b>				

המליצה לסמסטר זה: להירשם לקורס חזרה גוףני לבחירת הסטודנט.

סמסטר 4				
ה' נק'	ת' מ'	ה'	מ'	נק'
5.0	-	2	4	0440131
3.5	-	3	3	1040034
4.0	-	2	3	3340222
4.0	-	2	3	2740253
6.0	3	-	5	2740266
<b>22.5</b>				

## רשימת קורסי בחירה פקולטית

כל קבוצת קורסי בחירה חייבת לכלול:

סה"כ 5 קורסים לפחות

מתוכם לפחות 2 קורסים ליבה (מהמודגשים)

קורס המופיע במספר קבוצות ייחשב רק באחת מהן לפי בחירת הסטודנט.

### בחירה בתחום הדמיה ואותות רפואיים

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה בתחום הדמיה ואותות רפואיים	מספר קורס
2.5	-	1	2	טופעות ביו-חשמליות	3360020
3.0	-	2	2	עיבוד תמונות רפואיות	3360207
3.0	-	2	2	שיטות באנגליזה של אותות ביולוגיים	3360208
2.5	-	1	2	ויתוח נזוניים וערוד	3360326
2.5	-	1	2	עקרונות הדמיה	3360502
3.0	-	2	2	בקרה בע"ב ביו-רפואיות	3360522
3.0	-	2	2	אופטיקה ופוטוניקה	3360533
3.0	2	1	2	מערכות לומדות בתחום הבריאות	3360546
2.5	-	1	2	אולטרסאונד ברפואה	3360325
2.5	-	1	2	משകים ביו-אלקטرونים	3360404
2.5	-	1	2	עקרונות תחוודה מגנטית	3360504
3.5	-	1	3	עקרונות הנדסיים של מערכות הקרדיוסוסקולריות	3360521
2.5	-	1	2	אולטרסאונד טיפולי	3360535
2.5	-	1	2	שיטות במדעי העצב	3360536
2.5	-	1	2	עקרונות הנדסיים לחישות מולקולות	3360538
2.5	-	1	2	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360540
2.5	-	1	2	מעגלים גנטים	3360544
2.0	-	-	2	רפואה גרעינית ורדיותרפיה	3350545
2.5	-	1	2	דימויות אופטיות חישובית	3360547
3.0	-	2	2	טכניקות רצוף DNA	3360549
2.5	-	1	2	ביופיזיקה חישובית	3360550
4.0	-	2	3	מבוא ליחסוב מדעי והנדסי	0340056
3.0	-	1	2	מבוא למערכות תוכנה	0440101
3.0	-	1	2	מבוא לuibוד ספרתי של אוניות	0440198
3.0	-	1	2	אותות אקראיים	0440202
3.0	-	1	2	מעגלים אלקטرونניים	0460188
3.5	-	2	2	לאותות מערביים	0460195
3.0	-	1	2	מערכות לומדות	0460197
3.0	-	1	2	שיטות חישוביות באופטימיזציה	0460200
3.0	-	1	2	עובד וניתוח תמונות	0460201
3.0	-	1	2	עיבוד אותות אקראיים	0460217
3.5	1	2	2	למידה عمוקה	0460332
3.0	-	1	2	מערכות ראייה ושמייה	0460745
3.0	-	1	2	עיבוד ספרתי של אותות אלגוריתמיים וישומיים	0460746
3.0	-	1	2	בראה ממוחשבת	2360523
2.5	-	1	2	מבוא לביו-אינפורטיקה	2360781
3.0	1	1	2	למידה عمוקה על מאיצים חישוביים	

### בחירה פקולטית בהנדסה:

במסלול לימודים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 21.5 נק' בחירה בהנדסה ביו-רפואית (ראה רשימת קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית).

יש למדוד לפחות 5 קורסים בחירה אחת מתחומי המיטה ביו-רפואית ע"פ כללי הקבוצה ולבחרות הסטודנט.

פחות 5 מקורסי בחירה יהיו מוח�ולטה להנדסה ביו-רפואית (XXXXXX).

בנוסף לרישימת קורסי הבחירה, במסלול זה בלבד קורסים 3350002 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 ו-3360022 מותא לרקע ייחשבו כבחירה פקולטית בהנדסה.

### הערות:

להלן מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, لكن מומלץ מאוד למדוד לפחות 5 קורסים בחירה המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכנו שינויים בתכנית הלימודים, لكن על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם חולו.

## בחירה בתחום ביופיזיקה רפואית

## בחירה בתחום ביומכניקה וזרימה

ה'	ת'	מ'	נק'	טופעות ביו-חשמליות ישומי אופטיקה ביו-רפואית ניתוח נתוניים ושערך פרמטרים בקה במע' ביו-רפואיות אופטיקה ופוטוניקה עקרונות הנדסיים לחישת מולקולות ביופיזיקה חישובית	3360020 3360023 3360326 3360522 3360533 3360538 3360550	ה'	ת'	מ'	נק'	ניטוח נתוניים ושערך פרמטרים ביומכניקה שיקומית ביו-הנדסה של התא בקה במע' ביו-רפואיות זירה בערבות נשימה זירה בערכת קרייזו	3360326 3360506 3360517 3360522 3360539 3360541
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
3.0	-	2	2			3.0	-	2	2		
3.0	-	2	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			3.5	-	1	3		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			3.0	-	2	2		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			4.0	-	2	3		
3.5	-	1	3			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			3.0	-	2	2		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			2.5	-	1	2		
2.5	-	1	2			3.0	-	-	3		
2.0	-	-	2			3.0	-	1	1		
2.5	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	1	1	2		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			4.0	-	2	3		
3.0	-	1	2			2.0	-	-	2		
3.0	-	1	2			2.0	-	-	2		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	2		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	1	2			3.0	-	-	3		
3.0	-	-	3			3.0	-	-	3		
3.0	-	2</td									

## לימודים תאריכים מתקדמים

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מציעה תוכניות השתלבות לתואר מגיסטר ולתואר דוקטור, לסטודנטים המעניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכנון הנדסיים בכל תחומי הרפואה.

בפקולטה מעבדות מחקר מתקדמות המאפשרות רכישת מיומנות וניסיון מעשי בתחום מוגנים הנמצאים בחזות המדע בתחום. החוקרים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית עוסדים בשיתופי פעולה רבים עם מוסדות מדעיים מובילים בעולם.

תוכניות השתלבות מיועדות לבוגרי הנדסה ביו-רפואית, בוגרי הנדסה, בוגרי תואר במדעים מודיקים, בוגרי מדעי החינוך ופואת שהישגיהם בלימודי התואר הראשו/or השינוי נbowהmis.

### התאריכים המוענקים ע"י היחידה:

**מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)** מסלול השתלבות הכלול בעבודת מחקר והגשת תזה ומילוי לתואר ראשון הנדי.

**מגיסטר למדעים (MSc)** מסלול השתלבות הכלול בעבודת מחקר והגשת תזה ומילוי לסטודנטים המשתלבים בתחום השונה באופן מהותי מתחום לימודיהם הקודם, ללא צורך בהשלמות להשתלבות בתחום ההשתמלה החדש.

**מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME לא תזה)** מסלול השתלבות הכלול לימידי מקצועות בתחום ההנדסה הביו-רפואית ללא בעבודת מחקר ולא הגשת תזה ומילוי במילוי לאישי תעשייה עם דגש על מקצועות הטכנולוגיים וניהוליים.

**דוקטור לפילוסופיה (PhD)** מסלול השתלבות הכלול בעבודת מחקר והגשת תזה מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בתחום ההנדסה הביו-רפואית.

### שתי הנקודות העיקריים:

#### ביומכניקה וזרימה

- ביומכניקה של מולקולות ונוו-חלקיקים
- ביומכניקה ומכנו-ביולוגיה של התא
- ביומכניקה של רקמות ואברים בבריאים ובחולמים
- ביומכניקה של הלב והשריר
- זרימה במערכות הגוף (מחזור הדם, ריאה)
- מיקרו-זרימה וביו-רפואיה
- שיטות למדידת זרימה
- אבחון וטיפול בבעיות זרימה
- תופעות מעבר ומטבוליזם
- בקרה של מערכות פיזיולוגיות
- תכנון ביומכני
- איברים מלאכותיים והתקני עזר
- ביו-מכניקה בהנדסת רקמות
- ביומכניקה של התנועה
- ביו-רוביוטיקה למערכות שריר שלד
- חישונים חכמים לבישים
- פיתוח אלגוריתמים של מערכות לומדות לחיזוי וגילוי
- פטולוגיות שריר שלד
- אינטראקציות בין מערכות הנשימה והלב

#### רפואת מולקולרית ותאיית

- חישונים ביולוגיים בرمת המולקולה הבודד
- גנטיקה ופרוטיאומיקה בرمת התא הבודד
- בקרת מרגוםמערכות אוקריוטיות
- כלים לאיתור פטוגנים וריצופם
- דימות ותאי מיתקדים

- המנוועים המולקולריים של עולם החי
- ננו-חלקיקים להדמיה תאית
- תרפיה תאית וטיפול בעורת חלקיקים חוץ-תאים
- **אותות ומערכות ביולוגיות**
  - עיבוד אותות ותמונה רפואיים וביולוגיים
  - אופטו-פיזיולוגיה ואפטו-גנטיקה
  - ניתוח, סיוג תבניות ויזיהו פטולוגיות
  - מערכות בקרה פיזיולוגיות
  - תכנן מכשור רפואי ממוחשב
  - מכשור רפואי וטנדריטים
  - מושגים לומדים לאנליה פיזיולוגיות בזמן
  - עיבוד אותות נויראליים והתנהגותיים
- **הנדסת רקמות וביו-חומרה**
  - התמיינות ושימוש בתאי נזע
  - ביו-רפואוגיה
  - מכנו-ביולוגיה, אינטראקציות תא-טissue
  - ביו-חומרים ושתלים ביו-קומפטיביליים Lab-on-Chip
  - מחקר ודיاغנוזה קלינית
  - מערכות לשחרור מבוקר של תרופות
  - איברים מלאכותיים לתמיכה במוטבליים
  - הנדסת מולקולות
  - ניתוח מרקרים בדם לזיהוי מוקדם של מחלות
  - שתלים מגנטים לగירוי חשמלי ומגנטי אל-חווי
  - שתלים משועלי אויר
- **מחקר המוח והנדסת שיקום תנועה**
  - מושגים עצביים ופרוטזות
  - חישוביות עצבית והנדסה עצבית
  - חקר המוח והמערכת המוטורית
  - אפויון, כימיות והנדסת שיקום לפגעי מוח
  - שיקום פגיעות חוט שדרה
  - שיקום פגיעות אורתופדיות וספורט
  - מושגים תוך תאים במערכות ננו-אלקטרודות
  - רגנרציה של מערכות העצבים ההיקפית
  - ייצוג מידע חושי וקבלת החלטות ע"י המוח
  - אפיון קשרי מבנה-תפקוד במוח הבריא ובמחלות נירולוגיות
- **המערכת הקרדיולוגית**
  - צימוד חשמלי-מכני בשדריר הלב
  - בקרת התמורה של האנרגיה בלב
  - זרימה במערכות מחזור הדם
  - שחרור מבוקר של תרופות במחזור הדם
  - יישומי ננו-טכנולוגיה במערכות מחזור הדם
  - כשל מכני של הלב
  - דיאגנוזטיקה ומתקני עזר לב הכושל
  - הדמיה של תפקוד הלב
  - אלקטרופיזיולוגיה והפרעות קצב והולכה
  - קיצוב לב אל חוטי
  - מАЗן אנרגיה לב
  - אבחון מחלות לב בעורת למידה חישובית
- **טכנולוגיות לאבחן וטיפול בסרטן**
  - ננו-חלקיקים להדמיה, אבחון וטיפול בסרטן
  - מכנו-ביולוגיה של תאי סרטן
  - תחליכים ביצירת גוררות סרטניות
  - מערכות מושלבות לגליות וטיפול בסרטן
  - ריצוף מולקולות לזיהוי סרטן
  - מיקרוסקופיה לגליות תאים סרטניים
  - פיתוח מערכות לזיהוי סרטן

לעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ד. בוגר מודיעי החיים (תואר תלת-שנתי) או אחר, בעל ממוצע של 87 שיוולט לקבלו, יחויב בהתאם לתכנית לימודים של השלה כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעטם של סטודנטים "משלימים". סטודנט יוכל לעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ה. בוגר פקולטה הנדסה או מודיעים מודוקים בעל ממוצע בין 82-84 שיוולט לקבלו, יחויב אף הוא בדרישות מסווגים א-ז, אולם יתקבל תחיליה במעטם "משלימים", כאשר במשך שנת הלימודים הראשונה יהיה עליו ללמידה לפחות 10 נקודות ברמות הסטטיקה/תאורים מתקדמים בהתאם לקביעת הוועדה ולהישג בהם ממוצע 85 לפחות וציון 65 לפחות בכל מקצוע.

תנאי הקבלה ללימודים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית כמפורט ותקנות ביה"ס לתארים מתקדמים. החלטתה על קבלת תחיליה במעטם הועדה הפקולטת ללימודים תארים מתקדמים על פי שיקוליה המקצועיים. בזיוון בבקשת קבלה של מועמד, תתחשב הוועדה הפקולטת ללימודים לתארים מתקדמים ברקע האקדמי של המועמד, בממוצע המוצבר בלימודיו הסטטיקה/תארים מתקדמים, בהישגיו במקצועות ספציפיים בלימודיו הסטטיקה/תארים מתקדמים ובנתונים נוספים לגבי היכילות האקדמית, המדעית והמקצועית שלו. כמו כן, יובאו בחשבון שיקולים פקולטיטים נוספים (כגון הגבלה במספר המקומות וופטנציאל ההנחיה).

בעת ההרשמה יש להגיש קורות חיים ולצין שמות של 2-3 ממליצים. הועודה תפנה לממליצים בהתאם לשיקוליה. בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית פטורים מהגשת שמות ממליצים.

#### מועד להגשת נושא המחקר ואישורו

סטודנט מן המניין בمسلسل עס תזה - בתחילת ההשתלמות. סטודנט במעטם "משלימים" - תוך שני סמסטרים מתחילת ההשתלמות ולאחר המעבר ל"מן המניין".

### לימודי תואר מגיסטר למדעים (MSc) להנדסה ביו-רפואית (ME)

מגיסטר למדעים (MSc) ללא ציון שם הפקולטה הוא מסלול השתלמות הכלול עס תזה - בתחילת ההשתלמות. לסטודנטים המשתלמים בתחום השונה באופן מוחשי מתחום לימודיים הקודם.

#### דרישות הלימוד ותנאי קבלה

בוגרי תואר ראשון תלת-שנתי יידרשו לצBOR לפחות 52 נקודות לתואר ויתקון ויידרשו במקצועות השלה על פי שיקול דעת הפקולטה.

### לימודי תואר מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME) מסלול לא תזה

#### דרישות הלימוד

על הסטודנט לצBOR 42 נקודות לימוד, מותוכן 2 נקודות בגין אנגלית מורחבת והגשת פרויקט גמר. על בוגר הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בטכניון יש ללמידה 13 נקודות לפחות במקצועות הפקולטה ועל בוגר פקולטה אחרת לפחות 20 נקודות ממקצועות הפקולטה, כולל פיזיולוגיה של מערכות הגוף לمهندסים 3370002.

#### תנאי הקבלה

תנאי הקבלה לمسلسل למדים מגיסטר להנדסה זהים לתנאי הקבלה למדים מגיסטר להנדסה (ראה סעיפים א-ה).

#### ביופיזיקה רפואית

- שיטות אפיון של מולקולות בודדות
- ננו-ביו-פיזיקה
- ננו-חלקיים להדמיה תאית
- המנוועים המולקולריים של עולם החיה
- ריצוף מולקולות בעורת ננו-חרירים

#### הנדסת ננו-רפואית

- שיטות חישוביות לנביוי הרכבה עצמית של ננו-חלקיים תרופתיים
- שימוש בקרינה מייננת להכוונת ננו-חלקיים
- פיתוח מייצבי-על פלורנסטיים לננו-גבישים אוטומציה בתהליכי פרומוליציה
- ריצוף מולקולות בעורת ננו-חרירים
- ננו-חלקיים מונחי הדמיה
- ננו-תרופות למערכת קרדיוסקופלית
- העברת תרופות ממוקדת
- פיתוח חלקיים ננו לחקר התא ובקרת ביוטו גנים

#### הדמייה רפואית

- US, CT, PET, MRI
- שיטות מיקרוסקופיה מתקדמת
- טיפולים רפואיים מונחי הדמיה
- אולטרסאונד טיפול רפואי
- ביו-פוטוניקה, אופטיקה ואלקטרו-אופטיקה ביו-רפואית
- למידת מכונה ולמידה עמוקה לדימות תהודה מגנטית
- שיטות הדמיה MRI לזיהוי מחלות אורתופדיות

#### חקר הגרעין ויישומיו

- חקר ארגון הגנים בגרעין התא
- חקר אינטראקציה בין חלבונים - DNA
- אפיון קשיי מבנה-תפקוד בגרעין התא

### לימודי תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

#### דרישות הלימוד

על הסטודנט לצBOR 40 נקודות כאשר מותוכן 18 נקודות יהיו מקורסים ברמות מתקדמים, 2 נקודות בגין אנגלית מורחבת, 1-20 נקודות בגין הגשת עבודת מחקר.

על בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בטכניון יש ללמידה 6 נקודות לפחות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה, ועל בוגרי פקולטות אחרות יש ללמידה לפחות 9 נקודות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה, כולל פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 3370002.

סטודנט המעניין בתביב מחקרי (להבדיל ממסלול לא תזה) ייצור קשר עם מנהה ויקבל את הסכמתו לפני ההרשמה. הצגתו נושא מחקר עם ההרשמה תקנה עדיפות למועדן.

#### תנאי הקבלה

א. בוגר הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בטכניון בעל ממוצע 83 ומעלה, יתקבל במעטם של סטודנט "מן המניין". במידה וממוצע ציוניו של הבוגר בין 82-83 ישיקל קבלתו "על-תאי".

ב. בוגר פקולטה הנדסית בעל ממוצע של 84 שיוולט לקבלו, יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך, ויתקבל במעטם של סטודנט "מן המניין".

ג. בוגר מודיעים מודוקים (תואר תלת-שנתי), בעל ממוצע של 84 שיוולט לקבלו, יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעטם של סטודנט "משלימים". סטודנט יוכל

ההשלמות יעבר הסטודנט למעמד "מן המניין". מעבר למעמד "מן המניין" יתאפשר לאחר אישור נושא המהקר. בכל מקרה, הסטודנט צריך לחשג ציון 65 "עובד" (ציון 65 באופן כלל, פרט למקצועות המופיעים בטבלת מקצועות ההשלמה, בהם נדרש לקבל ציון של 75 לפחות).

סטודנט שחל את לימודי בمسلسل ללא תזה (ME) יוכל לעبور בمسلسل עם תזה (MSc) בהמלצת המנהה והוועדה ללימודים מתקדמים, ובתנאי שהמועמד נמצא מתאים לעדי הוועדה הפוקולטת ואושר נושא מחקר ובהתאם לכללי בית"ס לתארים מתקדמים.

### טבלת דרישות ההשלמה

הערות	מספר נקודות השלמה	רקע אקדמי	לימודים לקבעת תואר
3370004 אנטומיה עוד לפחות 3.0 נק' מקורסים הפוקולטה במסגרת 9.0 נק' הדורשות לתואר	1.0	MSC בהנדסה / מדעיים מדוייקים	דוקטור לפילוסופיה PhD
ראאה של מקצועות <sup>2</sup> ההשלמה <sup>1</sup>	10.0	MSC במדעי החיים / MD במדעי הרפואה	
ראאה של מקצועות <sup>1</sup> ההשלמה <sup>1</sup>	6.0	תואר הנדי	
ראאה של מקצועות <sup>2</sup> ההשלמה <sup>2</sup>	10.0	תואר-ארבע-שנתית במדעי החיים	מגיסטר למדעים בהנדסה בית-רפואית MSE או מגיסטר להנדסה ME
ראאה של מקצועות <sup>1</sup> ההשלמה <sup>1</sup>	6.0	תואר-ארבע-שנתית במדעיים מדוייקים	
ראאה של מקצועות <sup>2</sup> ההשלמה <sup>2</sup>	20.0	תואר-שלוש-שנתית במדעיים מדוייקים	
ראאה של מקצועות <sup>2</sup> ההשלמה <sup>2</sup>	20.0	תואר-תלת-שנתית במדעיים החיים	

### **1. מקצועות השלמה בסיסיים למועמדים ללא רקע מתקדם במדעי החיים:**

3360022 מותा לרקמה (2.5 נק')  
3370001 ביופיזיקה ונוירופיזיולוגיה למתודים (2.5 נק')  
3370004 מבוא לאנטומיה למתודים (1.0 נק')

### **2. סל מקצועות השלמה לבוגרי תואר ראשון תלת שנתי / ארבע שנתי במדעי החיים:**

א. בסיס כוחה (למועמדים ללא רקע בשפות תכונת):

2340128 מבוא למחשב שפת פיתוח (4.0 נק') או שפת תכונות אחרת

ב. בסיס בחירה מתמטי-פיזיקלי (יש לבחור מקצוע אחד לפחות):

1040016/1040064/1040065 אלגברה 1/1/1 (5.0 נק')  
1040018/1040041/1040042 חד"א 1/1/1 (5.0 נק')  
1040038 אלגברה 2 (2.5 נק')  
1040036 מד"ר מ (4.0 נק')  
1040220 מד"ח ת (2.5 נק')  
1040215 פוקנציות מרכובות א (2.5 נק')  
1040214 טורי פורייה (2.5 נק')  
1140071 פיזיקה 1 (3.5 נק')

ג. בסיס בחירה בהנדסה ביו-רפואית (יש לבחור מקצוע אחד לפחות):

0440105 תורת המעלים החשמליים (4.0 נק')  
0440131 אוטות ומערכות (5.0 נק')  
3340221 מכניות זורמיים פואריים (2.5 נק')  
3340009 מכניות מושגים (4.0 נק')  
3340222 מכניות מושגים בהנדסה בי-רפואית (4.0 נק')

### **לימודי תואר דוקטור לפילוסופיה (PhD)**

השתלמות לתואר דוקטור לפילוסופיה בפקולטה להנדסה ביו-רפואית מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בתחום ההנדסה הביו-רפואית.

#### **דרישות הלימוד**

ציבור של 9 נקודות והגשת עבודת מחקר.

#### **תנאי קבלת**

כדי להתקבל ללימודי תואר דוקטור לפילוסופיה בפקולטה להנדסה ביו-רפואית, המועמד חייב בדרך כלל להיות בעל תואר שני והישגיו בלימודים ובמחקר חיברים להיות טובים מאוד. כמו כן, הוועדה הפוקולטת ללימודים מתקדמים תבסס את שיקוליה לקבלת המועמד על תעודות, קורות חיים, השיים מקצועים ומכתבי המלצה מקצועים. על המועמד לעמוד בדרישות מינימום של ממוצע 85 בלימודים המgistר וציון תזה מעל .85.

מועמד שישים תואר שני בנתיב "לא תזה" יהיה מעוניין להמשיך בלימודי דוקטורט, במידה וימצא מתאים על ידי הוועדה, יידרש להשלים עבודת מחקר במסגרת לימודים "שללא לתואר" בבית"ס לתארים מתקדמים (למצטיינים בלבד).

#### **מועד להגשת נושא הממחקר ואישורו**

על המועמד לתואר דוקטור חובה למצוא מנהה ולהגיש הצעת מחקר לפני הרשותו. המועמד יגיש הצעת מחקר אשר תיבדק ותאושר ע"י הוועדה לתארים מתקדמים.

#### **בחינת מועמדות**

סטודנט לתואר דוקטור יגיש הצעת מועמדות (תיאור תמציתני של הצעת הממחקר), אשר תוגש לוועדה פוקולטתית ותתמש כבסיס לבחינת המועמדות, תוך 11 חודשים מהתחלת ה小姑娘.

#### **לימודי השלמה**

לימודי השלמה נועדו להקנות למשתלים את הרקע ההנדסי הספרטני הדרוש להתמכחותו ולביצוע עבודות הממחקר. מועמד בעל רקע שונה מהנדסה ייקבע בהתאם לרקע האקדמי של מקצועות השלמה. ייקבע בהתאם למקצועה על פי רשימה שתכון הוועדה וכן מתוך המקצועות העיוניים הלימודים מסגרת למדדי תואר ראשון בפקולטה, למעט מעבדות, פרויקטים ומקצועות סמינרים. מקצועות השלמה יבחרו על ידי המנהה ויאושרו על ידי הוועדה הפוקולטתית לתארים מתקדמים. ה小姑娘 כוללת מקצועות לימוד בהנדסה ביו-רפואית, לפי המכסה המתווארת בטבלה דרישות ה小姑娘 מטה.

במקרה של שינוי כיוון מהותי בהתמכחות ביחס להkdirן, רשיי המנהה לדרוש ה小姑娘 ידע על ידי לימוד קורסים מעבר למכסה הנ"ל.

על הסטודנט המשלים לקבל ממוצע ציונים במקצועות ה小姑娘 מעל 85, כאשר בכל מקצוע, הסטודנט צריך לחשג ציון "עובד" (ציון 65 באופן כלל, פרט למקצועות המופיעים בטבלת מקצועות ה小姑娘, בהם נדרש לקבל ציון של 75 לפחות).

בתוקף ה小姑娘 לסטודנט המגיע ממסלול תלת שנתי הסטודנט יהיה במעמד של "סטודנט משלים". לאחר סיום

יתר הנקודות להשלמת המכסה הנדרשת יש ללמידה ממקצועות הפקולטה בהתאם להמלצה ואישור המנהה או ועדת הקבלה הפקולטתית. קורסי מעבדה, פרויקטים וסמינרים לא ייחשבו כקורסי השלהה (ראה רשיונות קורסים אסורים בהשלמות<sup>3</sup>).

**<sup>3</sup>רשימת קורסים אסורים בהשלמות:**

3340021	מגמות בהנדסה ביו-רפואית
3340331	מפגשים עם התעשייה
3340014	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1
3340015	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2
3350016	פרויקט קליני-הנדסי
3340019	מעבדה מתקדמת בהנדסה ביו-רפואית 1
3340020	מעבדה מתקדמת בהנדסה ביו-רפואית 2
3340305	פרויקט מהקרי למצטינאים
3350001/2/3/5	מעבדות בהנדסה ביו-רפואית 1
3360001	רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי
3360024	חדשנות רפואית במודול ביודיזיין 1
3360025	חדשנות רפואית במודול ביודיזיין 2
3360543	יזמות – מודעון למוצר

**מידע נוסף:**  
מועדורת תארים מתקדמים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית  
טל' 073-3784130  
דוא"ל: [bm.g.ad@technion.ac.il](mailto:bm.g.ad@technion.ac.il)