

# הפקולטה להנדסה ביו-רפואית

## חברי הסגל האקדמי

**דיקן הפקולטה**  
מזרחי יוסף

### פרופסורים

אדם דן  
ביאר רפאל \*  
דינר אורי  
זאבי יהושע \*  
לניר יורם  
מזרחי יוסף  
מרמור אברהם \*  
פרת הלל \*  
שיצר אברהם \*

### פרופסורים חברים

אינציגר פנחס \*  
גור משה  
לנדסברג אמיר  
מאיר רון \*  
קימל איתן

### מרצים בכירים

אזהרי חיים  
ויס דפנה  
ילין דביר  
לבנברג שולמית  
סליקטר דרור  
שהם שי

### פרופסורים אמריטי

גת יצחק  
זידמן שמואל  
לוטן נח  
מרודס אליס

\* בהשתייכות משנית

## תארים

**תואר ראשון (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית**  
תואר זה מקנה את הזכות לרישום בספר המהנדסים ואת הבסיס להמשך השתלמות לתארים גבוהים. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הוא כ-4 שנים.

**תואר ראשון (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-מכנית \***  
מסלול משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה להנדסת מכונות. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הוא כ-4 שנים.

**תואר כפול (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ותואר MD ברפואה.**

מסלול משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לרפואה בטכניון. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הוא כ-9 שנים בלבד במקום 11 שנים.

### תואר שני (M.Sc.) - מגיסטר למדעים

ההשתלמות לתואר השני מיועדת להרחיב ולהעמיק את הידע וההתמחות בהנדסה ביו-רפואית. להשתלמות זו מתקבלים גם בוגרי פקולטות אחרות. הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מעניקה תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית, תואר מגיסטר למדעים וכן תואר מגיסטר להנדסה (M.E) המוקנה ללא כתיבת תיזה.

### תואר שלישי (Ph.D.) - דוקטור לפילוסופיה

ההשתלמות לתואר דוקטור מיועדת להכשיר את המשתלם להיות חוקר מדעי עצמאי. במהלך ההשתלמות מבוצע מחקר יסודי בהיקף נרחב.

\* בכפוף לאישור המלי"ג

## לימודי הסמכה

תכנית הלימודים מקנה לסטודנט רקע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד וידע רחב בהנדסה (הנדסת חשמל, מחשבים, מכונות וכד'), במדעי החיים והרפואה. תשתית השכלתית מגוונת זו, המשולבת בהתמחות במספר נושאים, תאפשר לבוגר לתפוס מקום מרכזי בתחומי פעילות שונים בתעשיית ההיי-טק על תחומיה השונים, במכוני מחקר ביו-רפואי, בבתי חולים פרטיים וציבוריים ובארגוני בריאות ממשלתיים ובינלאומיים.

תכנית הלימודים מורכבת מקורסי חובה וממגוון רחב של קורסי בחירה. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיזיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה של התא ופיסיולוגיה), במקצועות הנדסיים (המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב במכניקה, באלקטרוניקה ובקרה, בביוחומרים ובתופעות הסעה) ובמקצועות פקולטיים המעמיקים את הידע ומרחיבים את היריעה בכיוון ההנדסה הביו-רפואית (תופעות ביו-חשמליות, בקרה פיזיולוגית, מכניקה של תאים ורקמות וכד'). כמו כן, נכללים במקצועות החובה הפקולטיים שני קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית, קורסי תכן ותכן מערכת, ושני קורסי פרויקט בהם מיישם הסטודנט ידע הנדסי שרכש, בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. הפרויקטים מתבצעים בשיתוף פעולה עם התעשייה הביו-רפואית. שנת הלימודים הרביעית כוללת קורס פרויקט הנדסי קליני במחלקות קליניות בבתי החולים. קורס זה נועד להכין את הבוגר לעבודה בסביבה הנדסית/קלינית.

### קבוצות התמחות

רשימת מקצועות הבחירה מורכבת מקורסים מקבוצות ההתמחות הבאות:

**1. הדמיה ומכשור רפואי:** מכשור דיאגנוסטי וטיפול, טכניקות לא חודרניות, טכניקות הדמיה, עיבוד אותות ועיבוד תמונות ברפואה, בקרה פיסיולוגית, שימושי אופטיקה ואולטראסאונד בהדמיה וטיפול.

## תאור היחידה

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רב-תחומית בה עוסקים ביישום הידע והכלים של תחומי ההנדסה השונים לפיתוח שיטות אבחון וטיפול רפואיות ולחקר הבסיס הפיזיולוגי של מחלות. עם עליית רמת החיים ותוחלת החיים בעולם ועליית הדרישה לרמה גבוהה ולמגוון רחב של שרותי בריאות, עולה הדרישה למערכות רפואיות ולמכשור חדשניים. במקביל, מתפתחות התעשייה הביו-רפואית והיא כיום בין המובילות ברמתה ובקצב גידולה. מגוון הפעילויות של התעשייה הביו-רפואית כולל תחומים כגון: איברים מלאכותיים, עזרים מלאכותיים מושתלים, מכשור רפואי לאבחון וטיפול, ציוד לצנתור והדמיה רפואיים, הנדסה שיקומית, עזרי נכים, הנדסה ביוכימית והנדסת רקמות. בכל תחומי הפעילות, התעשייה הביו-רפואית היא עתירת ידע, מוטת ייצוא ומאופיינת בחדשנות, תחכום וחיפוש מתמיד אחר אתגרים חדשים.

החל משנה"ל תש"ס מקיימת הפקולטה מסלול לימודים לתואר ראשון. כמו-כן, מציעה הפקולטה תכניות השתלמות לתארי מגיסטר ודוקטור לסטודנטים המעוניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכן הנדסיים, עם מדעי הרפואה, הביולוגיה והביוטכנולוגיה. הפקולטה מציעה קורסים ושטחי מחקר רבים ועדכניים בתחומים עיוניים וניסויים. בפקולטה מעבדות מתקדמות בשטחים השונים ומערכות מחשבים מצוידות היטב.

נסיון העבר עם בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מלמד כי הם השתלבו בצורה מרשימה בתעשייה הביו-רפואית בארץ וכן בתעשיות אחרות. בוגרי הפקולטה מאיישים תפקידי מפתח בקבוצות פיתוח, בייצור, בשיווק וביישום מוצרים בשרותי הבריאות וכן בחברות הזנק רבות בתעשייה הביו-רפואית המתפתחת כיום בקצב מהיר ביותר.

בנוסף לתעשייה הביו-רפואית קיימת פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע במספר תחומים הנדסיים וביולוגיים-רפואיים.

## תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 164.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

124.0 נק'	מקצועות חובה
30.0 נק'	מקצועות בחירה במסלול הפקולטי
10.0 נק'	מקצועות בחירה חופשית

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

### מקצועות החובה - השינוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	2	-	5.0	אלגברה 1 מ' 104016
4	3	-	5.5	חדו"א 1ת' 104012
3	1	-	3.5	פיסיקה 1 מ' 114071
2	2	3	3.5	כימיה כללית + מעבדה 125011
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת C 234112
				או
2	2	2	4.0	מבוא למדעי המחשב 234111
<hr/>				21.5

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
2	1	-	2.5	מד"ר ת' 104135
4	2	-	5.0	חדו"א 2ת' 104014
3	1	-	3.5	פיסיקה 2 114052
-	-	3	1.0	מעבדה בפיסיקה 1 ח' 114032
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 134058
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 1 ב' 124801
			1.0	חינוך גופני 394800
3	-	-	3.0	אנגלית טכנית 324012
<hr/>				21.5

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
2	1	-	2.5	טורי פוריה 104214
2	1	-	2.5	פונקציות מרוכבות 104215
2	1	-	2.5	מד"ח ת' 104220
2	-	-	2.0	מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו' 274001
2	1	-	2.5	יסודות הביוכימיה והאנזימולוגיה 134067
2	1	-	2.5	כימיה פיסיקלית 1 ב' 124503
2	1	-	2.5	יסודות של חומרים רפואיים 334221
3	1	-	4.0	תורת המעגלים החשמליים 044105
<hr/>				21.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
2	2	-	3.0	ביופיסיקה ונוירופיסיולוגיה למהנדסים 276010
2	1	-	2.5	מבוא לתהליכים ביולוגיים 336004
3	2	-	4.0	מכניקת מוצקים 1 034028
3	2	-	4.0	מבוא לביומכניקה של תנועה 335334
3	1	-	4.0	אותות ומערכות 044130
1	-	-	1.0	מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית 334331
-	-	-	1.0	חינוך גופני 394800
<hr/>				19.5

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
3	1	-	3.5	מבוא להסתברות ח' 104034
2	2	-	3.0	פיסיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 276011
2	1	-	2.5	מתא לרקמה 336022
3	2	-	4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים 334009
3	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי 334011
<hr/>				קורסי בחירה פקולטיים
<hr/>				17.0

2. מערכות ביומכניות: הנדסת הרקמה והתא, איברים ועזרים מלאכותיים, מערכות זרימה ביולוגית, מערכות נשימה, מערכות ביו-חיישנים, מערכות השלד, השרירים והמפרקים, וביומכניקה אורטופדית ושיקומית.

3. ביוחומרים וביוטכנולוגיה: הנדסה ביוכימית, הנדסה מולקולרית, הנדסת רקמות, ביוסנסורים, איברים מטבוליים מלאכותיים, שחרור מבוקר של תרופות.

כל סטודנט יבחר קורסים מתוך 2 רשימות מוצעות: קורסים בהיקף של 20 נקודות מרשימת מקצועות הליבה וקורסים בהיקף של 10 נקודות מרשימת מקצועות ההתמחות. על כל קבוצת התמחות מופקד יועץ, שניתן להתייעץ עמו בבחירת הקורסים.

### מעבדות ועזרי למידה

לפקולטה להנדסה ביו-רפואית שורה של מעבדות ועזרי למידה מתקדמים, אשר עומדים לרשות הסטודנטים בנוסף לספריה פקולטית, חוות מחשבים ובתי מלאכה:

- מעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית, תאית, ומערכתית - פרופ"ח אמיר לנדסברג

- מעבדה להתמיינות תאי גזע בהנדסת רקמות - ד"ר שולמית לבנברג

- מעבדה להנדסת רקמות - ד"ר דרור סליקטר

- מעבדה להנדסת ממשקים עצביים - ד"ר שי שהם

- מעבדה לדימויות רפואית - ד"ר חיים אזהרי

- מעבדה לחקר הראיה - פרופ"ח משה גור

- מעבדה לביומכטרוניקה אורתופדית ושיקומית - פרופ' יוסף מזרחי

- מעבדה לעבוד והדמיית אותות ותמונות באולטרסאונד - פרופ' דן אדם

- מעבדה למכניקה ותפקוד של אברים ורקמות - פרופ' יורם לניר

- מעבדה למיקרו זרימה - פרופ' אורי דינר

- מעבדה למכניקה של תאים - פרופ"ח איתן קימל

- מעבדה לביו-מיקרו-ריאולוגיה - ד"ר דפנה ויס

- מעבדה לביו-פוטוניקה - ד"ר דביר ילן

### קבלה

אופיה הרב-תחומי של ההנדסה הביו-רפואית מתאים במיוחד למועמדים בעלי התעניינות רחבת אופקים ורצון לשלב ידע בתחומים שונים של מדעים מדויקים ורפואה. במקרים רבים ימצא המהנדס הביו-רפואי כי עליו להוות גשר בין עולם ההנדסה לבין עולם הרפואה. אי לכך חייב המהנדס הביו-רפואי להיות בעל כושר לשלב חשיבה אנליטית עם יכולת אינטגרטיבית, בתוספת מידה ניכרת של סקרנות, מקוריות מחשבתית ויצירתיות.

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור	מספר
2	1	-	2.5	מכשור רפואי – סטנדרטים ובטיחות	336523
2	-	-	2.0	איברים מטבוליים מלאכותיים **	336526
2	1	-	2.5	ניתוח הנדסי של מערכות נשימה	336530
2	2	-	3.0	אנליזה נומרית מ'	034033
2	1	-	2.5	מבוא לרובוטיקה	035001
2	2	-	3.0	תכן ויצור של התקנים מיקרו-מכניים	035021
2	3	-	3.0	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית	035022
3	-	-	3.0	שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 1	036015
3	-	-	3.0	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	036049
2	1	-	3.0	מכשור אלקטרוני	044294
2	1	-	3.0	שיטות חישוב באופטימיזציה	046197
2	1	-	3.0	עיבוד וניתוח תמונות	046200
2	1	-	3.0	מבוא לעיבוד אותות אקראיים	046201
2	1	-	3.0	מערכות ראייה ושמיעה	046332
2	-	-	2.0	חומרים בהנדסה ביו-רפואית	315018

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור	מספר
3	1	-	3.5	מבוא לסטטיסטיקה	094423
3	2	-	4.0	תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות	336403
3	2	-	4.0	תכן ביומכני בסיסי	334010
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1	334012
-	-	-	-	קורסי בחירה פקולטיים	
					13.5
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2	334013
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1	335014
-	-	-	-	קורסי בחירה פקולטיים	
					5.0
1	-	3	2.0	פרויקט קליני-הנדסי	334016
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2	335015
-	-	-	-	קורסי בחירה פקולטיים	
					5.0



**קורסי בחירה בקבוצות ההתמחות**

1. מקצועות הליבה (יש לבחור 20 נקודות)

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור	מספר
2	1	-	2.5	הדמיה ומכשור רפואי	336020
2	1	-	2.5	תופעות ביו-חשמליות	334017
2	1	-	2.5	שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים	336208
2	1	-	2.5	עקרונות הדמיה ברפואה	336502
2	2	-	3.0	מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות	*336522
2	1	-	3.0	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	044198
2	1	-	3.0	אותות אקראיים	044202
2	1	-	2.0	זרימה במערכות ביולוגיות	336305
2	1	-	2.5	ביומכניקה ואיברים מלאכותיים	336506
2	1	-	2.5	ביומכניקה של רקמות	336509
2	2	-	3.0	מעבר חום במערכות ביולוגיות	336518
2	2	-	3.0	מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות	*336522
2	-	-	2.0	ביוחומרים וביוטכנולוגיה	336405
2	1	-	2.5	יסודות הנדסיים בביוטכנולוגיה	336517
2	1	-	2.5	ביו-הנדסה של התא	336528
2	1	-	2.5	שחרור מבוקר של תרופות	336529
2	1	-	2.5	תחליפים ביולוגיים והנדסת רקמות	336529

\* מומלץ ביותר מקבוצת ההתמחות אחת

2. מקצועות ההתמחות (יש לבחור 10 נקודות)

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור	מספר
-	-	6	2.0	** ניתן לבחור אחד מביניהם	
-	-	6	2.0	*** מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית 1	334019
-	-	6	2.0	*** מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית 2	334020
2	-	-	2.0	המוח והמחשב	334303
2	1	-	2.5	ננו-חלקיקים	336021
2	2	-	3.0	אופטיקה ביו-רפואית	336023
2	1	-	2.5	נתוח תהליכים במערכת הראיה	336214
2	2	-	3.0	איברים מלאכותיים	336314
2	1	-	2.5	אולטראסאונד ברפואה	336325
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	336326
2	-	-	2.0	ביוחומרים	336401
2	1	-	2.5	סיווג ואישיכול בזהוי תבניות ביולוגיות	336501
2	-	-	2.0	עקרונות תהודה מגנטית	336504
2	-	-	2.0	** ביופיסיקה של רקמות חיבור	336508
2	1	-	2.5	** שתלים אורטופדיים	336520
3	1	-	3.5	** עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיווסקולרית	336521

## המסלול לתואר כפול הנדסה ביו-רפואית - רפואה

מסלול לימודים משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לרפואה בטכניון. התכנית מיועדת למספר מצומצם של סטודנטים מצטיינים, אשר בנוסף להכשרתם כמהנדסים מעוניינים להשתלב בלימודי הרפואה. מסלול יחודי זה מקנה תואר משולב: מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית ותואר ברפואה MD וזאת לאחר 9 שנות לימוד בלבד במקום 11 שנים.

מטרת המסלול היא להכשיר את טובי המדענים/רופאים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה והן ברפואה, שיוכלו להוביל מחקרים, פיתוחים ויישומים קליניים בשטחי הרפואה, האקדמיה והתעשייה. הרפואה המודרנית, הן בצד האבחנתי והן בצד הטיפולי הופכת למורכבת יותר ויותר, הן עקב הידע הרב המצטבר והן עקב מורכבות השיטות, הציוד והמיכשור המשמשים לטיפול ולאבחנה. כיוון שנושא הרפואה תופס מקום יותר ויותר חשוב בחיינו, והמשאבים הכלכליים והאנושיים, הלאומיים והאישיים המופנים לנושא זה הולכים וגדלים, קיים צורך הולך וגובר גם בכוח אדם מיומן. כמובן שגם תעשיית ההיי-טק מתפתחת בקצב מהיר בכיוון זה, וכיום 45% מחברות ההזנק בארץ עוסקות בפיתוח שיטות ומוצרים רפואיים וביולוגיים. האנשים המובילים היום בעולם המערבי במחקר, בפיתוח ובקליניקה הרפואית הם ברובם בעלי השכלה משולבת – הנדסית/מדעית ורפואית.

סטודנטים שיתקבלו למסלול המשותף ילמדו בשנתיים הראשונות בעיקר מקצועות מתחום ההנדסה הביו-רפואית ובהמשך, רוב המקצועות יהיו מתחום הרפואה מהשלב הקדם-קליני. בסוף השנה החמישית יוענק לסטודנטים תואר מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית וכן תואר ראשון B.Sc. במדעי הרפואה. החל מהשנה השישית יצטרפו הסטודנטים לשלב הלימודים הקליניים (ראה מידע בפקולטה לרפואה), שבסיומם יוסמכו כרופאים ויקבלו תואר MD.

המועמדים יהיו חייבים לעמוד בדרישות הקבלה לשתיהן הפקולטות ובנוסף לעבור ראיון ע"י ועדת הקבלה ברפואה.

## תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר הכפול יש לצבור 238.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות מהנדסה ביו-רפואית	125.5 נק'
מקצועות מרפואה	113.0 נק'
סה"כ נקודות לקבלת התואר הכפול	238.5 נק'

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

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
אלגברה 1 מ'	4	2	-	5.0
חדו"א 1 ת'	4	3	-	5.0
פיסיקה 1 מ'	3	1	-	3.5
כימיה כללית + מעבדה	2	2	3	3.5
אנגלית טכנית	3	-	-	3.0
חינוך גופני				1.0
	<hr/>			
	21.5			

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מד"ר ת'	2	1	-	2.5
חדו"א 2 ת'	4	2	-	5.0
פיסיקה 2	3	1	-	3.5
מעבדה בפיסיקה 1 ח'	-	-	3	1.0
מבוא למחשב שפת C	2	2	2	4.0
מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית	1	-	-	1.0
חינוך גופני	-	-	-	1.0
ברפואה				
כימיה אורגנית מ'	4	2	-	5.0
	<hr/>			
	23.0			

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מבוא להסתברות ח'	3	1	-	3.5
טורי פוריה	2	1	-	2.5
מד"ח ת'	2	1	-	2.5
תורת המעגלים החשמליים	3	1	-	4.0
יסודות של חומרים רפואיים	2	1	-	2.5
ברפואה				
כימיה פיסיקלית ר'	3	2	-	4.0
אנטומיה 1	3	-	3	4.0
	<hr/>			
	23.0			

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מכניקת מוצקים 1	3	2	-	4.0
מבוא לסטטיסטיקה	2	1	-	3.5
פונקציות מרוכבות	2	1	-	2.5
מבוא לביומכניקה של תנועה	3	2	-	4.0
אותות ומערכות	3	1	-	4.0
ברפואה				
אנטומיה 2	4	-	3	4.5
	<hr/>			
	22.5			

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מכניקת זורמים ביולוגיים	3	2	-	4.0
יסודות תכן ביו-חשמלי	3	2	-	4.0
קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית *	10.0			
ברפואה				
מהי פילוסופיה	2	-	-	1.5
להיות רופא - חשיפה למקצוע הרפואה - (1)	-	-	1.5	0.5
התא 1	3	1	-	3.5
	<hr/>			
	23.5			

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
תכן ביומכני בסיסי	2	2	-	4.0
תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות	3	2	-	4.0
מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1	-	-	4	2.0
קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית *	10.0			
ברפואה				
התא 2	3	1	1	3.5
סוגיות בפילוסופיה של מדעי החיים	2	-	-	1.5
להיות רופא - חשיפה למקצוע הרפואה - (2)	-	-	1.5	0.5
	<hr/>			
	25.5			

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2	-	-	4	2.0
פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1	-	-	9	3.0
ברפואה				

## המסלול להנדסה ביו-מכנית

מטרת המסלול המשותף להנדסת מכונות והנדסה ביו-רפואית היא להוות מסגרת לימודית לתואר ראשון בה יוכשרו מהנדסי מחקר ופיתוח, תוך רכישת ידע מדעי-טכנולוגי במגוון הרחב של תחומי הנדסת מכונות והנדסה ביו-רפואית.

התכנית פועלת כמסגרת לימודית משותפת לפקולטה להנדסת מכונות ולפקולטה להנדסה ביו-רפואית, שתקראנה להלן "יחידות האם", ובכפופות מלאה לשתי היחידות ביחד. התכנית אינה מהווה יחידה אקדמית והפעלתה מתבצעת ע"י ראשי שתי יחידות האם.

בתום לימודיהם יקבלו בוגרי התוכנית את התואר "מוסמך למדעים בהנדסה ביו-מכנית".

### קבלת סטודנטים

1. לתוכנית יתקבלו סטודנטים על פי סכם הקבלה לטכניון של המסלול. סטודנטים אלה יהיו רשומים למסלול המשותף. עם הקבלה למסלול, יציין כל מועמד את פקולטת האם אליה ירצה להשתייך.

2. מעבר לקבלה זו על פי סכם, סטודנטים משתי יחידות האם יוכלו לבקש לעבור למסלול במהלך לימודיהם. הטיפול בבקשות אלו יהיה לפי נוהל "מעבר פקולטה", והקבלה תהיה תלויה ברמת ההשגים האקדמיים של המבקש ובמספר המקומות הפנויים במסלול. בקשות אלו יופלו בועדה המורכבת מסגני דיקנים להוראה משתי פקולטות האם. עם הגשת הבקשה, יציין כל מועמד את פקולטת האם אליה ירצה להשתייך.

3. סטודנט שסיים את לימודיו בתכנית, יוכל להמשיך בלימודי מוסמכים בכל אחת משתי יחידות האם, ללא השלמות מיוחדות הנובעות מהשתייכותו הפקולטית וזאת בלי לפגוע בתקנות ביה"ס ללימודי מוסמכים.

4. יחידות האם תקבענה יועצים מיוחדים לסטודנטים במסלול. סטודנט שהתקבל לתכנית יופנה ליועץ המתאים ביחידתו.

5. דיונים ובקשות של סטודנטים מהמסלול יטופלו בפקולטת האם אליה משתייך הסטודנט ובתיאום עם בעלי התפקידים הרלוונטים משתי פקולטות האם.

6. בוגר המסלול יקבל תעודה עליה יחתמו נשיא הטכניון ודיקן פקולטת האם ואשר תינתן בטקס משותף לכל בוגרי המסלול.

ה'	ת'	מ'	נק'		
1	-	3	2.0	מבוא לרפואה דחופה	274109
2	-	-	2.0	מבוא לפסיכולוגיה קלינית	274221
3	-	-	3.0	אמבריולוגיה	274202
3	-	3	4.5	היסטולוגיה	276200
3	1	-	3.5	תורשת האדם	274215
5	-	-	5.0	ביוכימיה כללית ר'	274226
-	1	3	1.5	מעבדה בביוכימיה	274227
26.5					

### סמסטר 8

#### בהנדסה ביו-רפואית

335015	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2	-	-	9	3.0
	קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית *				7.0

#### ברפואה

274213	ביופיסיקה	3	2	2	5.0
274222	חשיפה למערכות רפואיות 2	-	-	4	1.0
274230	אימונולוגיה	4	-	3	5.0
274311	מעבדה בביוכימיה קלינית	-	1	3	1.5
276310	ביוכימיה קלינית	4	-	-	4.0
26.5					

### סמסטר 9

#### ברפואה

274318	אפידמיולוגיה	2	-	-	2.0
274320	אתיקה ומשפט	2	-	-	2.0
274323	פיסיולוגיה 1	3	1	3	4.5
274324	פיסיולוגיה 2	2	1	3	3.5
276203	מבנה ותפקוד המוח	5	1.5	-	5.5
274328	אנדוקרינולוגיה	3	-	-	3.0
274331	בקטריולוגיה	4	-	3	5.0
25.5					

### סמסטר 10

#### ברפואה

274334	תזונה קלינית	1	-	-	1.0
274340	המטולוגיה	2	-	1	3.0
274329	חשיפה – חברה, תרבות ורפואה	2	-	3	3.0
274308	פתולוגיה כללית	3	-	3	4.0
274314	פריזיולוגיה	1	-	1	1.0
274332	וירולוגיה	3	-	-	3.0
274333	מיקולוגיה	2	-	1	2.0
274337	פרמקולוגיה בסיסית	3	2	-	4.0
21.0					

\* קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית – ראה תכנית הלימודים של הפקולטה להנדסה ביו-רפואית

בשנה"ל ה- 6, 7, 8 ילמדו הסטודנטים את השנים ד', ה' ו' של לימודי רפואה.

בשנה"ל ה- 9 יתבצע הסטאז'.

## תוכנית הלימודים במסלול להנדסה ביו-מכנית

על הסטודנט לצבור לתואר ראשון 161.0 נקודות לפי הפירוט בא:

סמסטר 6		נק'	
3.0	תכן מכני 1	034015	3.0
או		או	
4.0	תכן ביומכני בסיסי	334010	4.0
2.5	מבוא למכטרוניקה	034022	2.5
או		או	
4.0	תורת המעגלים החשמליים	044105	4.0
2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1	334012	2.0
4.0	תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות	336403	4.0
1.0	חינוך גופני		1.0
12.5			12.5
(15.0)			(15.0)
סמסטר 7		נק'	
3.0	פרויקט ביומכניקה 1		3.0
2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2	334013	2.0
5.0			5.0
סמסטר 8		נק'	
3.0	פרויקט ביומכניקה 2		3.0
3.0			3.0
מקצועות ליבה		נק'	
2.5	ביומכניקה שיקומית	336506	2.5
2.0	מכניקה של מערכות השלד והמפרקים	336507	2.0
3.0	מבוא לבקרה במערכות ביו רפואיות	336522	3.0
2.5	מבוא לרובוטיקה	035001	2.5
2.5	קינמטיקה של מכניזמים	035010	2.5
3.0	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית	035022	3.0
3.0	מבוא למערכות משולבות חיישנים	035033	3.0
3.5	מכניקת מיקרומערכות	035041	3.5
3.5	תורת הבקרה	035188	3.5
2.5	קינמטיקה, דינמיקה ובקרה של רובו'	036026	2.5
2.5	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	036049	2.5
הערות:		נק'	
א. מקצועות הליבה (20.0 נקודות) יבחרו מרשימת מקצועות הליבה.		4.0	
ב. מקצועות סל הבחירה (12.0 9.5) נקודות יבחרו מתוך רשימת כל מקצועות הנדסה ביו-רפואית והנדסת מכונות.		4.0	
ג. יש להקפיד על מלוי כל דרישות הקדם למקצועות הליבה וסל הבחירה.		2.5	
		19.5	
סמסטר 1		נק'	
104012	חדו"א 1 ת'		5.5
104016	אלגברה 1 מ'		5.0
או			
104167	אלגברה א'		5.0
125011	כימיה כללית + מעבדה		3.5
234111	מבוא למדעי המחשב		4.0
או			
234112	מבוא למחשב – שפת סי		4.0
324012	אנגלית טכנית		3.0
		21.0	
סמסטר 2		נק'	
034036	מבוא לשרטוט הנדסי		2.0
104014	חדו"א 2 ת'		5.0
104135	מד"ר ת'		2.5
114051	פיסיקה 1		2.5
134058	ביולוגיה 1		3.0
124801	כימיה אורגנית 1ב'		2.5
314533	מבוא להנדסת חומרים מ'1		3.5
	חינוך גופני		1.0
		22.0	
סמסטר 3		נק'	
034028	מכניקת מוצקים 1		4.0
034035	תרמודינמיקה 1		4.0
104220	מד"ח ת'		2.5
114052	פיסיקה 2		3.5
114032	מעב' לפיסיקה ח1		1.0
274001	מבוא לאנטומיה מיקרו. ומאקרו.		2.0
134067	יסודות הביוכימיה והאנזימולוגיה		2.5
		19.5	
סמסטר 4		נק'	
034029	מכניקת מוצקים 2		4.0
034037	שרטוט הנדסי ממוחשב		2.0
034032	מערכות לינאריות מ'		4.0
276010	ביופיסיקה ונוירופיסיקה למהנד.		3.0
335334	מבוא לביומכניקה של התנועה		4.0
		17.0	
סמסטר 5		נק'	
034040	מבוא לבקרה		3.0
034033	אנליזה נומרית מ'		3.0
094480	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה		3.5
276011	פיזיולוגיה של מעי הגוף למהנדסים		3.0
334009	מכניקת זורמים ביולוגיים		4.0
336022	מתא לרקמה		2.5
		19.0	

## לימודי מוסמכים

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רב-תחומית, בה עוסקים ביישום של שיטות הנדסיות וידע טכנולוגי בשטחי הרפואה השונים. במחלקה 13 חברי סגל בזמן מלא, 7 חברי סגל בהשתייכות משנית ו-4 פרופ' אמריטוס. המחלקה מהווה ישות טכניונית עצמאית בתחומי ההוראה והמחקר.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מציעה תכניות השתלמות לתואר מגיסטר ולתואר דוקטור, לסטודנטים המעוניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכן הנדסיים, עם מדעי הרפואה, הביולוגיה והביוטכנולוגיה. המחלקה מציעה קורסים ושטחי מחקר רבים ועדכניים בתחומים עיוניים וניסויים. במחלקה מעבדות מתקדמות בשטחים השונים ומערכות מחשבים מצוידות היטב. תוכניות ההשתלמות מיועדות לבוגרי תואר ראשון/שני בפקולטות ההנדסיות, בפקולטות למדעים (מדעי המחשב, פיסיקה, מתמטיקה וכימיה) ולבוגרי פקולטות למדעי החיים (ביולוגיה ומדעי הרפואה) שהשיגיהם בלימודי התואר הראשון/והשני גבוהים.

### התארים המוענקים ע"י היחידה הם:

מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME ללא תזה)

מגיסטר למדעים (MSc)

דוקטור לפילוסופיה (PhD)

### שטחי המחקר העיקריים:

#### ביומכניקה ואורטופדיה

- ביומכניקה מולקולרית ותאית
- מכניקה ומבנה של תאים, רקמות ואברים
- דינמיקה של שלד ושרירים
- חקר תנועה והליכה
- משוב תחושת
- הנדסה שיקומית
- גפיים מלאכותיות ומפרקים מלאכותיים
- הפעלת שרירים משותקים באמצעות גירוי חשמלי פונקציונלי
- התעייפות שרירים והשפעותיה על מערכת השלד והמפרקים
- רקמות חיבור ורקמות תופחות
- מבנה ותפקוד רקמות סחוסיות נורמליות ובמצבי הזדקנות
- מחלות פרקים וגב
- פולי-אלקטורוליטים ומעבר של נוזלים ומומסים - מטבוליטים

#### אותות ומערכות ביולוגיים והדמיה רפואית

- הדמיה רפואית (אולטרה-סאונד, MRI, PET, CT)
- עיבוד תמונות רפואיות
- טיפולים מונחי הדמיה
- זיהוי תבניות וסיווג תבניות בסיגנלים ותמונות רפואיות
- ניתוח אותות ופירושים הפיסיולוגי
- אלקטרופיסיולוגיה
- פוטנציאלים מעוררים
- סימולציה של תהליכי ראייה
- מודליזציה של אותות ביולוגיים
- עיבוד דיבור במחלות נירולוגיות
- מערכות מיקרו לנטור פעילות הגוף
- Lab on Chip למחקר ודיאגנוזה קלינית
- ביומכניקה של החמ

### ביו-חומרים וביוטכנולוגיה

- ריאקטורים אנזימטיים ומערכות לשחרור מבוקר של תרופות
- אלקטרוניקה מולקולרית, מערכות לוגיות ופולימרים מוליכים
- הנדסת רקמות
- שתלים קומפטבייליים
- הנדסה ביוכימית
- איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם וטיפול בדם
- הפרדה וטיהור של מוצרים ביוטכנולוגיים
- תחליפים לדם ולפלסמת הדם

### המערכת הקרדיו-וסקולרית

- צימוד חשמלי מכני בשריר הלב
- בקרה תוך תאית
- התמרת אנרגיה כימית למכנית
- יישומי אלקטרו-אופטיקה בחקר השריר
- אלקטרופיסיולוגיה
- זיהוי וטיפול בהפרעות חשמליות
- כשל מכני של הלב
- מתקני עזר ללב ולב מלאכותי
- אנליזה תלת ממדית של הלב
- מיפוי תלת-ממדי של מהירויות זרימת הדם בעורקים
- זרימה כלילית - זיהוי ואבחון טרשת עורקים
- סימולציה תלת ממדית של תפקוד הלב
- בקרת הסידן התוך תאי
- מיפוי פוטנציאלים על פני הגוף
- אלקטרוקרדיוגרפיה - הבעיה קדימה והבעיה ההפוכה
- אקטיבציה של רקמות השריר והיווצרות אריתמיות
- מטבוליזם ומעבר מסה
- זרימה במערכות ביולוגיות (עצמות, מפרקים, ריאה ועוד)
- ביומכניקה של מערכת מחזור הדם
- חקר זרימה במערכת הלב
- זרימה במיקרוצירקולציה
- מערכות בקרה במערכת מחזור הדם
- מדידות פולשניות ובלתי פולשניות למדידות זרימת דם

### לימודים לתואר מגיסטר ודוקטור

#### תנאי הקבלה ודרישות הלימוד

תנאי הקבלה ללימודים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית כפופים לדרישות ותקנות ביה"ס ללימודי מוסמכים. בדיון בבקשת קבלה של מועמד, תתחשב הוועדה ללימודי מוסמכים המחלקתית בממוצע המצטבר בלימודי הסמכה/מוסמכים, בהישגיו במקצועות ספציפיים בלימודי הסמכה/מוסמכים, ובנתונים נוספים לגבי היכולת האקדמית, המדעית והמקצועית שלו. כמו כן יובאו בחשבון שיקולים מחלקתיים נוספים (כגון הגבלה במספר המקומות ופוטנציאל ההנחיה).

סטודנט המעוניין בנתיב מחקרי (להבדיל ממסלול ללא תזה) חייב ליצור קשר עם מנחה פוטנציאלי ולקבל את הסכמתו לפני ההרשמה. הצגת נושא מחקר עם ההרשמה תקנה עדיפות למועמד.

**תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)**

**תנאי הקבלה**

א. בוגר פקולטה הנדסית בעל ציון ממוצע מעל 83 שהוחלט לקבלו יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך, ויתקבל במעמד של סטודנט "מן המניין".

ב. בוגר פקולטה מדעית בתואר תלת-שנתי, בעל ציון ממוצע מעל 83 שהוחלט לקבלו יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". הוא יעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ג. בוגר מדעי החיים ואחרים, בעל ציון ממוצע מעל 87 שהוחלט לקבלו יחויב בהתאם לתכנית לימודי השלמה כמפורט בטבלה בהמשך, ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". הוא יעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ד. בוגר פקולטה הנדסית/מדעית בעל ציון ממוצע 83-80 ובוגר מדעי החיים/אחרים בעל ציון ממוצע 87-84 שהוחלט לקבלם, יחויבו אף הם בדרישות הנ"ל (1-3), אולם יתקבלו תחילה במעמד "משלים" על תנאי, לתקופה של עד שנה. סטודנט שהתקבל כ"משלים" על תנאי חייב להשלים בהצלחה (ציון 75 בכל מקצוע וממוצע 80 לפחות) לפחות חמישה קורסים במקצועות הסמכה/מוסמכים, שתקבע ועדת הקבלה.

**המדדים לקבלה הינם:** הישגים בתארים קודמים, מציאת מנחה פוטנציאלי והצגת נושא מחקר, קורות חיים והמלצות. בעת ההרשמה יש לציין בטופס שמות של 2-3 ממליצים. הוועדה תפנה לממליצים בהתאם לשיקוליה. בוגרי המחלקה פטורים מהגשת שמות ממליצים.

**מועד הבקשה להגשת נושא המחקר ואישורו:**

- סטודנט מן המניין בוגר הנדסה או מדעי החיים - תוך סמסטר מתחילת ההשתלמות.
- סטודנט במעמד "משלים" - תוך שני סמסטרים מתחילת ההשתלמות.

**תואר מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME ללא תזה)**

**תנאי הקבלה**

- תנאי הקבלה למגיסטר להנדסה (ME) זהים לתנאי הקבלה למגיסטר למדעים (MSc)
- תואר זה מבוסס על השתתפות בקורסים מלימודי מוסמכים, ללא הגשת חיבור (תזה).
- התכנית מיועדת במיוחד לסטודנטים חיצוניים.

**מעבר למסלול עם תזה**

ניתן לעבור למסלול עם תזה, בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה ללימודי מוסמכים, במקרה שהמועמד נמצא מתאים ושהוגדר נושא מחקר מתאים, או שהעבודה התפתחה לממדים המצדיקים הגדרתה כעבודת גמר או מחקר.

**המשך לימודים לתואר דוקטור**

סטודנט המשתלם במסלול "מגיסטר להנדסה" החפץ להמשיך בלימודי דוקטורט, יידרש להשלים תזה ברמת מחקר (התזה עשויה להיות קשורה לעבודתו הסמינריונית במסלול "מגיסטר להנדסה"). סטודנט כזה, בעל תואר "מגיסטר להנדסה", יוכל להתקבל למסגרת של לימודי מוסמכים "שלא לתואר", לתקופה בה הוא משלים את תזת המחקר.

**לימודים לתואר דוקטור לפילוסופיה (PhD)**

ההשתלמות לתואר "דוקטור לפילוסופיה" (PhD) בפקולטה להנדסה ביו-רפואית מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בשטח של הנדסה ביו-רפואית. המועמד חייב בד"כ להיות בעל תואר שני והישגיו בלימודים ובמחקר חייבים להיות טובים מאוד. כמו כן, החלטת הוועדה הפקולטית ללימודי מוסמכים תתבסס על תעודות, קורות חיים, הישגים מקצועיים, מכתבי המלצה מקצועיים והמלצת ועדה מראיינת.

**תנאי קבלה**

**א. מועמדים בוגרי פקולטות הנדסיות/ מדעיות**

מועמד בעל ציון ממוצע מעל 85 בלימודי מגיסטר וציון תזה מעל 85 שהוחלט לקבלו, יחויב בדרישות לימודיות על פי הטבלה בהמשך.

**ב. בוגרי מדעי החיים ואחרים**

מועמד שאינו בעל רקע הנדסי וכן מועמד בעל תואר דוקטור ברפואה, יחויב במקצועות השלמה להשלמת רקע מלימודי הסמכה מהרשימה של מקצועות ההשלמה מדעית/הנדסית וכן מקצועות בהתאם לרקע הסטודנט והמלצות המנחה. הוא יתקבל במעמד של סטודנט "משלים" ויעבוד למעמד "מן המניין" לאחר שישלים בהצלחה לימודים בהיקף של 30 נקודות.

**הערה:** במקרה של שינוי כיוון מהותי בהתמחות ביחס לתואר הקודם, רשאי המנחה לדרוש השלמת ידע על ידי לקיחת קורסים מעבר למכסה הנ"ל.

**נושא ומנחה**

על המועמד לתואר דוקטור למצוא מנחה ולגבש נושא לפני הרשמתו. לאחר גיבוש הנושא יעבור המועמד, במידת הצורך, ראיון קבלה ע"י ועדה "אד-הוק" שתורכב משלושה חברי סגל (שאינה כוללת את המנחה) ותיתן חוות דעת על התאמת המועמד ללימודי תואר דוקטור. ההמלצה תעבור לוועדת לימודי מוסמכים של המחלקה לאישור סופי.

**בחינת מועמדות**

- סטודנט לתואר דוקטור במעמד "מן המניין" - תוך 11 חודשים מתחילת הלימודים עליו להגיש תאור תמציתי של הצעת המחקר לקראת בחינת המועמדות ולעמוד בהצלחה בבחינה.  
 - סטודנט לתואר דוקטור במעמד "משלים" - לאחר סיום נקודות התנאי יעבור למעמד "מן המניין" ותוך 11 חודשים מהמעבר ל"מן המניין" יהיה עליו להגיש תאור תמציתי של הצעת המחקר לקראת בחינת המועמדות ולעמוד בהצלחה בבחינה.

**תכנית לימודי השלמה**

לימודי השלמה נועדו להקנות למשתלם את הרקע ההנדסי הספציפי הדרוש להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר.

**מקצועות השלמה בהנדסה ביו-רפואית יהיו מתוך המקצועות העיוניים הנלמדים במסגרת לימודי תואר ראשון בפקולטה, למעט מעבדות, פרויקטים ומקצועות סמינרים.**

**השלמות פקולטיות במדעי החיים (11 נקודות)**

2.0	מבוא לאנטומיה	274001
3.0	ביולוגיה 1	134058
	או	
2.5	תהליכים ביולוגיים	336004
3.0	ביופיסיקה ונירופיסיולוגיה למהנדסים	276010
3.0	פיסיולוגיה של מערכות הגוף	276011

**מקצועות השלמה יבחרו ע"י המנחה הארעי ואושרו ע"י הוועדה הפקולטית ללימודי מוסמכים.**



הערה: במקרה של שינוי כיוון מהותי בהתמחות ביחס לתואר קודם רשאי המנחה לדרוש השלמת ידע ע"י לקיחת קורסים מעבר למכסות הנ"ל.

על הסטודנט המשלים לקבל ממוצע ציונים במקצועות ההשלמה מעל 83, כאשר בכל מקצוע הציון יהיה מעל 75. בתקופת ההשלמות הסטודנט יהיה במעמד של "סטודנט משלים". רק לאחר סיום ההשלמות יעבור למעמד של "סטודנט מן המניין".

**הדרישות הלימודיות עבור המסלולים השונים**

נקודות מוסמכים	נקודות השלמה בהסמכה		רקע	לתואר
	הנדסה	מדעי החיים		
18	-	-	הנדסה ביו-רפואית	מגיסטר למדעים MSc בהנדסה ביו-רפואית
18		11	הנדסה	
18	30	11	מדעי 3 שנתי	
18	10	11	מדעי 4 שנתי	
18	30	11	מדעי החיים 3 שנתי	
18	20	11	מדעי החיים 4 שנתי	
18	30	11	מדעי 3 שנתי	מגיסטר למדעים MSc (ללא ציון הפקולטה)
18	-	11	מדעי 4 שנתי	
40	פירוט דרישות זהה לזה של מגיסטר למדעים בהנדסה ביו רפואית			מגיסטר להנדסה ME בהנדסה ביו רפואית
6-10	-	-	מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית	דוקטור לפילוסופיה PhD בהנדסה ביורפואית
6-10	-	11	מגיסטר למדעים במדעים או בהנדסה	
6-10	30	-	דוקטור MD ברפואה או מגיסטר במדעי החיים	



