

# המחלקה להנדסת ביוטכנולוגיה

**רקע כללי**  
**חברי סגל המחלקה**  
**תכנית לימודים לתואר ראשון**  
**תכנית לימודים לתואר שני**

## רקע כללי

תחום הביוטכנולוגיה תופס תאוצה בשנים האחרונות בגלל החזון שהוא יוצר- חזון שמתחיל בפיתוח תרופה או תרפיה גנטית למחלה חשוכת מרפא, דרך שכפול איברים חיוניים לצורך השתלה ועד לטיפול במפגעים סביבתיים ושמירת איכות החיים. המחלקה להנדסת ביוטכנולוגיה באוניברסיטת בן-גוריון בנגב מכשירה אנשים להתמודד עם אתגרים אלו, ומשלבת הוראה ומחקר רב-תחומי, על-ידי מגוון חברי סגל מתחומי ההנדסה, הביולוגיה, הכימיה, והפיזיקה.

המחלקה מציעה תוכניות לימוד לתואר ראשון (B.Sc.), שני (M.Sc.) ושלישי (Ph.D.) המבוססות על הוראה והכשרה בין-תחומית מגוונת. ארבע שנות הלימוד לתואר מהנדס ביוטכנולוגיה מאפשרות לתלמידים ללמוד שילוב ייחודי של קורסים בסיסים במדעי ההנדסה, ביולוגיה, כימיה ופיזיקה ואחר-כך, קורסים מתקדמים בהנדסת ביוטכנולוגיה הכוללים: הנדסה גנטית, ביוראקטורים והפרדת חלבונים, תרביות תאים, כמו גם אתיקה ומשפט בביוטכנולוגיה ומנהל עסקים. בשנת הלימודים האחרונה לתואר, במהלך פרויקט הגמר התלמידים מתנסים במחקר עצמאי במעבדות חברי הסגל או כחלק מעבודה בתעשיית הביוטכנולוגיה. בוגרי המחלקה מוכשרים לעבודה ומחקר בסביבות עבודה רב-תחומיות וגם כאלו יותר ספציפיות וממוקדות – וזו איכות נדירה שהמחלקה מעודדת.

תוכניות הלימודים למוסמכים – שנתיים לתואר שני (M.Sc.) וארבע שנים לתואר שלישי (Ph.D.), מבוססות בעיקר על מחקר במעבדות המחלקה בהנחיית חברי הסגל. מהתלמידים נדרשת עבודת מחקר ברמה גבוהה המתפרסמת בכתבי עת מובילים בתחום. מבחר נושאי המחקר במחלקה רחב ביותר, ומתמקד באלו הנחשבים לטכנולוגיות העילית שבביוטכנולוגיה, כגון: הנדסת רקמות ותאי גזע, ביו-חומרים חכמים, ביו-שבבים, ביו-חיישנים, ננו-ביוטכנולוגיה, הנדסה גנטית, פרוטאומיקה וגליקומיקה, שחרור מבוקר של תרופות, סביבה, אנרגיה מתחדשת, כמו גם תהליכים ביוטכנולוגיים מסורתיים מבוססי ביוראקטורים, תהליכי הפרדה לייצור תרופות וטיפול במפגעים סביבתיים.

בוגרי התוכנית שלנו התקבלו כחברי סגל או ככתר-דוקטורנטים באוניברסיטאות יוקרתיות. אחרים נושאי תפקידים מאתגרים בתעשייה הביוטכנולוגית והפארמצבטית בארץ ובחו"ל. בין הבוגרים שלנו יש כאלו שפנו ליזמות והקימו חברות הזנק המבוססות על פיתוחים במהלך לימודיהם.

## **חברי הסגל**

### **פרופסור מן המניין**

שושנה ארד  
רוני גרנק  
זאב וייסמן  
סמדר כהן  
רוברט מרקס

### **פרופסור חבר**

אמיר ברמן  
לוי גבר – רמ"ח  
רזי וגו  
אלכס סיון  
אריאל קושמרו  
חנה רפפורט

### **מרצה בכיר**

עיסאם ח'לאילה  
רחל ליכטנשטיין  
ניב פפו

### **מורים**

יהושע אלוני  
רויטל דובדבני  
עידית דהאן  
משה הרצברג  
מחמוד חליחל  
עינב כץ  
צ'רלס לינדר  
אלון מונסונגו  
דוד קטושבסקי  
מריאנה שטרית

## תכנית לימודים לתואר ראשון

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, נק"ז-נקודות זכות

### שנה א סמסטר א

מס' מקצוע	שם מקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	חובת מעבר	מקצוע צמוד
15315051	אנגלית מתקדמים ב	4	-	-	2		
20119551	אלגברה ליניארית להנדסת ביוטכנולוגיה	3	1	-	3.5		
20119561	חדו"א 1 להנדסת ביוטכנולוגיה	4	2	-	5		
36010011	הדרכה בספרייה*	1	-	-	0		
36911041	מבוא להנדסת תהליכים בביוטכנולוגיה א'	3	1	-	3.5		
36912011	כימיה כללית א להנדסת ביוטכנולוגיה	3	2	-	4		
36913011	התא	3	1	-	3.5		
	סה"כ	21	7	-	21.5		

\*על כל תלמיד להשתתף ב"הדרכה בספרייה" בתחילת שנה א.

### סמסטר ב

20119571	חדו"א 2 להנדסת ביוטכנולוגיה	4	2	-	5	20119561	
20119581	משוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת ביוטכנולוגיה	3	1	-	3.5	20119551 20119561	20119571
20311361	פיזיקה 1 להנדסת ביוטכנולוגיה	3	1	-	3.5	20119561	
36911001	מעבדה בכימיה כללית להנדסת ביוטכנולוגיה + ניתוח כמותי	-	2	3	1.5	36912011	36912021
36911042	מבוא להנדסת תהליכים בביוטכנולוגיה ב'	3	1	-	3.5	36911041	
36912021	כימיה כללית ב' להנדסת לביוטכנולוגיה	2	1		2.5	36912011	
36912032	עקרונות כימיה אורגנית להנדסת ביוטכנולוגיה	3	2	-	4	36912011	
	סה"כ	18	10	3	23.5		

כל תלמיד חייב לסיים את חובותיו באנגלית עד תום שנה ב.  
על כל תלמיד להשלים 4 נקודות זכות במסגרת לימודים כלליים, מתוך רשימת מקצועות המוצעת לפקולטה למדעי ההנדסה.

### שנה ב סמסטר ג

מס' מקצוע	שם מקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
20119591	משוואות דיפרנציאליות	3	1	-	3.5	20119581	

						חלקיות להנדסת ביוטכנולוגיה	
	36912032	1	3	0	0	מעבדת כימיה של חומרי טבע להנדסת ביוטכנולוגיה	36911002
		3.5	-	1	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	36911012
	36912032	3.5	-	1	3	עקרונות ביוכימיה א להנדסת ביוטכנולוגיה	36912051
	20311361	3.5	-	1	3	עקרונות פיסיקה 2 להנדסת ביוטכנולוגיה	36912121
36912121	20119571 36912021	3.5	-	1	3	עקרונות תרמודינמיקה להנדסת ביוטכנולוגיה	36914031
20119591	20119581 20119571	3.5	-	1	3	עקרונות זרימה להנדסת ביוטכנולוגיה	36914041
		22	3	6	18	סה"כ	

**סמטר ד**

36912061	36912051	1	3	-	-	מעבדה בביוכימיה	36911003
36913041		1	3	-	-	מעבדה במיקרוביולוגיה	36911004
	36912051 36914031	3.5	-	1	3	עקרונות ביוכימיה ב להנדסת ביוטכנולוגיה	36912061
	20119581 36912021 36914031 36914041	2.5	-	1	2	עקרונות כימיה פיסיקלית להנדסת ביוטכנולוגיה א'	36912071
	36913011	2	-	-	2	פרקים בהתפתחות מערכות רב תאיות	36913021
	36913011	2.5	-	1	2	מיקרוביולוגיה כללית להנדסת ביוטכנולוגיה	36913041
36914052	20119591 36911042 36914031 36914041	2.5	-	1	2	עקרונות מעבר חום להנדסת ביוטכנולוגיה	36914051
36914051	20119561 36914031 36914041 36914042	3.5	-	1	3	עקרונות מעבר חומר להנדסת ביוטכנולוגיה	36914052
		18.5	6	5	14	סה"כ	

**שנה ג  
סמטר ה**

	36914051	1	4	-	-	מעבדת תהליכים ביוטכנולוגיים	36911008
--	----------	---	---	---	---	-----------------------------	----------

		3.5	-	1	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה* <b>חד פעמי לשנה ג.</b>	36911012
		0	-	-	1	מפגשים בנושאי מחקר ותעשייה	36911016
	36912071	2.5	-	1	2	עקרונות כימיה פיסיקלית להנדסת ביוטכנולוגיה ב'	36912072
	36913011	3.5	-	1	3	מערכות צמחיות להנדסת ביוטכנולוגיה	36913013
	36912061 36913041	4	-	2	3	גנטיקה קלאסית ומולקולרית	36913171
	36912011 36914031	2.5	-	1	2	מבוא לחומרים להנדסת ביוטכנולוגיה	36914061
	36912071 36914051 36914052	4	-	2	3	ביוראקטורים א	36914081
		4	-	2	3	תכנות הנדסי א'	37111671
		25	4	10	20	סה"כ	

#### מסטר ו

36914171 36914082		1	4	-	-	מעבדה בפרמנטציה והפרדה	36911093
		2.5	-	1	2	אימונולוגיה לביוטכנולוגיה	36912151
	36913171	2	-		2	הנדסה גנטית להנדסת ביוטכנולוגיה	36913061
	36914081 36911083	3	-	2	2	ביוראקטורים ב	36914082
36914082	20119581 36914031 36914041 36914081	2.5	-	1	2	דינמיקה ובקרה	36914161
36911093	36912071 36914052	4	-	2	3	תהליכי הפרדה להנדסת ביוטכנולוגיה	36914171
		15	4	6	11	סה"כ	

#### שנה ד

#### מסטר ז

מס' מקצוע	שם מקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
36911005	מעבדה בהנדסה גנטית	-	-	4	1	36913061 36911004	
36913151	פיזיולוגיה כללית והיבטים ביוטכנולוגים להנדסת ביוטכנולוגיה	3	-	-	3		
36914071 ***	***פרויקט הנדסי א'	-	-	8	4	כל קורסי החובה עד שנה ג' כולל	
36917043 ***	***פרויקט תכנוני א'			4	2	כל קורסי החובה עד שנה ג' כולל	
	סה"כ	4	-	12	8		

+ קורסי בחירה

**סמסטר ח**

		4	8	-	-	***פרויקט גמר ב'	36914072 ***
		3	6			***פרויקט תכנוני ב'	36914072 ***
		4	8	-	4	סה"כ	

+ קורסי בחירה

136 נק"ז למקצועות חובה, 4 נק"ז לימודים כלליים חובה מתוך היצע פקולטי, ו-20 נק"ז מקצועות בחירה.

\*\*\*- תלמידים בתום שנה ג', אשר ממוצע ציוניהם מתחת ל-75, יירשמו לפרויקט תכנוני א' +ב', באישור ובתיאום וועדת הוראה. אלו יצטרכו להשלים את הנק"ז ע"י הרשמה לקורסי בחירה.  
בשני המקרים, סה"כ 160 נקודות זכות לתואר.

**מגמות לימוד במחלקה:**

במחלקה שלוש מגמות לימוד.

בכל מגמה על התלמיד להירשם לקורסי החובה ולשלושה קורסי בחירה, לפחות. בסמסטר א' של שנה ד ללימודים חובה להירשם לקורס אחד (בחירה או חובה-בהתאם לרשימת הקורסים שייפתחו). במקרים בהם קורס חובה, לא ייפתח, אחד מקורסי הבחירה מתוך המגמה, יוכר במקומו. מודגש כי אופציית מגמות זו, איננה חובה. תלמיד שאינו מעוניין בכך, יוכל להירשם לכל אחד מקורסי הבחירה הקיימים ולסיים לימודיו ללא מגמה מוגדרת. להלן פירוט המגמות והקורסים המוצעים: (ייתכנו שינויים בפתיחת המגמות בהתאם למספר הנרשמים).

**מגמה רפואית:**

**קורסי חובה**

מס' קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	חובת מעבר	מקצוע צמוד
369-1-1131	פרמקולוגיה	2	-	-	2		
369-1-1007	מעבדה בתרביות תאים אנימליות	-	-	4	2		
369-1-5061	תאי גזע	2	-	-	2		

**קורסי בחירה- יש לבחור שלושה מתוך הרשימה:**

מס' קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	חובת מעבר	מקצוע צמוד
369-2-6473	מקרוסקופיית אור והדמאה דיגיטלית + מעבדה	3	-	1	3.5		
369-1-2171	מיקרוביולוגיה של מים	3	-	-	3		
369-1-1061	וירולוגיה: הכרת עולם הנגיפים	2	-	-	2		
369-1-7753	פרקים נבחרים במעבר אותות בתא	3	-	-	3		
369-1-4231	תרופות חדשניות ממקור ימי	2	-	-	2		



		2	-	-	2	מינרלים ביולוגיים וביוממטיקה	369-2-6637
		3	-	-	3	טיפול בנתונים מספריים בביו	369-2-6633
		2	4	-	-	מעבדה בתרביות תאים אנימליות	369-1-1007
		3	-	-	3	פפטידים: מבנה, פעילות ויישומים	369-2-5061
		3	-	-	3	ביוחשניים מתקדמים	369-2-6611
		3	-	-	3	עקרונות פיסיקו כימיים בביוחומרים ובמערכות דומות	369-2-5081
		3	-	-	3	פרקים נבחרים בדינמיקה תוך תאית ושל חומר רך	-369-2
		2	-	-	2	פרמקולוגיה	369-1-1131
		2	4	-	-	מעבדה בתרביות תאים אנימליות	369-1-1007

### רשימת קורסי בחירה לתואר ראשון\* (ייתכנו שינויים)

מס' מקצוע	שם מקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	חובת מעבר	מקצוע צמוד
369-1-1061	וירולוגיה: הכרת עולם הנגיפים	2	-	-	2		
369-1-1007	מעבדה תעשייתית בתרביות תאים אנימליות	-	-	4	2		
369-1-2171	מיקרוביולוגיה של מים	3	-	-	3		
369-1-1131	פרמקולוגיה	2	-	-	2		
369-1-2161	מערכת העצבים המרכזית וההיקפית: ביולוגיה קלינית, שיטות מחקר וביוטכנולוגיה	2	-	-	2		
369-1-3091	ביוטכנולוגיה ואתיקה רפואית	3	-	-	3		
369-1-3181	יזמות ביוטכנולוגית והיבטים משפטיים	3	-	-	3		
369-1-4231	תרופות חדשניות ממקור ימי לתלמידי הנ. ביוטכנולוגיה	3	-	-	3		
369-1-5041	ביוטכנולוגיה מיקרוביאלית	3	-	-	3		
369-1-5071	תאי גזע: התפתחות וסרטן	3	-	-	3		
369-1-7753	פרקים נבחרים במעבר אותות בתא לביו	3	-	-	3		

\*תלמידים שנה ד' יכולים לבחור קורס בחירה מההיצע של קורסי הבחירה לתואר שני.  
 תינתן אפשרות להירשם לקורסי בחירה מהפקולטה למדעי הטבע באישור ועדת הוראה.  
 \*\* - לא פתוח לתלמידי תואר שני.



# תכנית לימודים לתואר שני

## תנאי קבלה

הקבלה מותנית בהמלצת ועדת המוסמכים של המחלקה. להלן דרישות הקבלה המינימאליות של מחלקתנו לבוגרי אוניברסיטאות:

- 1) ממוצע לתואר ראשון 85.
- 2) מיקום התלמיד ב-30% העליונים במדרג של מחזורו. תלמידים שאינם בוגרי אב"ג יידרשו לצרף מכתב רשמי מהמוסד בו סיימו. במקרים מסוימים יתקבלו מועמדים בעלי מדרג נמוך יותר לאחר עמידה בראיון קבלה כאמור בסעיף 5 למטה.
- 3) שתי המלצות מאנשי סגל אקדמי ו/או חוקרים בכירים בתעשייה – טפסי המלצה בצרוף מכתב.
- 4) מכתב הסכמה מאיש סגל במחלקה להנחות את התלמיד במחקרו. במידה ולא יצורף מכתב תהיה הקבלה על תנאי.
- 5) לפי שיקול ועדת הוראה יוזמנו מועמדים לראיון קבלה. הריאיון יכלול שיחה וכן שאלות הקשורות לחומר הלימוד של התואר הראשון.

דרישות הקבלה המינימאליות לבוגרי מכללות הינן זהות להנ"ל למעט: במקום האמור בסעיף 2 לעיל, נדרש מיקום התלמיד ב-15% העליונים במדרג של מחזורו.

בוגרי הפקולטות למדעי הטבע, ההנדסה והבריאות רשאים להגיש מועמדות ללימודי תואר גבוה במחלקה אך יידרשו ללימודי השלמה, כפי שיפורט בהמשך. ציון מינימאלי למעבר קורס השלמה הינו הציון הממוצע בקורס לאותו הסמסטר בו נלמד. ועדת ההוראה תהא רשאית לקבוע בנוסף לכל תלמיד ממוצע ציונים מינימאלי לכל קורסי השלמה.

## תכנית הלימודים

תכנית הלימודים לקראת תואר "מגיסטר" בביוטכנולוגיה מורכבת מקורסי חובה, קורסי בחירה ומעבודת גמר (תזה).

**קורסי חובה** - שני קורסי חובה בהיקף כולל של 6 נק"ז, כפי שיפורט בהמשך.

**קורסי בחירה** - קורסי הבחירה יחד עם עבודת הגמר, מובילים להתמחות. את קורסי הבחירה יבחר התלמיד, מבין קורסי הבחירה המוצעים בתכנית, או מבין קורסי התואר השני בפקולטות למדעי הטבע, הבריאות וההנדסה (ניתן לקחת עד קורס אחד ממחלקות אחרות מבין קורסים שאושרו על-ידי ועדת מוסמכים).

**עבודת גמר** - התזה היא חלק מהדרישות לתואר שני. על התלמיד לבחור מנחה לעבודת הגמר **עד תחילת לימודיו** במעמד של תלמיד "מן המניין". כל חבר סגל אקדמי בכיר במחלקה יכול לשמש מנחה. בנוסף, כל חבר סגל בכיר מהאוניברסיטה או מאוניברסיטה אחרת, וגם מהתעשייה יכול לשמש כמנחה, ביחד עם חבר סגל המחלקה. התלמיד יציג לוועדת המוסמכים את תכנית המחקר שלו, כשהיא מאושרת בידי המנחה או המנחים, תוך שישה חודשים מתחילת לימודיו. ועדת המוסמכים תמליץ על אישור.

התלמיד ייבחן על התזה שלו וכן על תחומים הקרובים לה בהתאם לנהלים הקיימים בפקולטה למדעי ההנדסה.

## דרישות לתואר

על התלמיד לצבור בסך הכל 36 נק"ז: 6 נק"ז חובה, 18 נק"ז קורסי בחירה, ו- 12 נק"ז לתזה.

" כל תלמיד העובד 4 שעות לפחות ביממה, 3 ימים בשבוע במשך חודשיים בשנה חייב לעבור קורס בטיחות כימית וביוטכנולוגית במעבדה (קורס חובה) ". את הקורס צריך לקחת כל שנה במהלך הלימודים. הקורס הינו מקוון וניתן לגשת אליו דרך הוראה מתוקשרת  
HIGHLEARN  
מספר הקורס 900-5-2002

להלן טבלת סיכום הנק"ז:

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז	סוג מקצוע
36926629	ביוטכנולוגיה אנליטית	3	חובה
	קורס על פי תחום באישור ועדת מוסמכים	3	חובה
36921121	סמינר מחלקתי א'	0	חובה
36921122	סמינר מחלקתי ב'	0	חובה
36922111	סמינר מחלקתי ג'	0	חובה
36922211	סמינר מחלקתי ד'	0	חובה
36921123	סמינר מחקרי א	0	חובה
36921124	סמינר מחקרי ב	0	חובה
36921125	סמינר מחקרי ג'	0	חובה
36921126	סמינר מחקרי ד	0	חובה
	קורסי בחירה	18	
36926001	תיזה	12	חובה

## רשימת קורסי השלמה:

מס' מקצוע	שם מקצוע
36911005	מעבדה בהנדסה גנטית
36911093	מעבדה בתהליכים ביוטכנולוגים: פרמנטציה והפרדה
36913061	הנדסה גנטית לביוטכנולוגיה
36914081	ביוראקטורים א'
36914082	ביוראקטורים ב'
36914171	תהליכי הפרדה להנדסת ביוטכנולוגיה

רשימת קורסי בחירה לתואר שני: (ייתכנו שינויים ולא כל הקורסים המופיעים כאן ייפתחו)

מס' מקצוע	שם מקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	חובת מעבר	מקצוע צמוד
36924271	הנדסת חלבונים ועיצובם	3	-	-	3		
36924281	מנגנוני תמותת תאים	2	-	-	2		
36925041	ביוטכנולוגיה של סוכרים	3	-	-	3		
36925061	פפטידים: מבנה, פעילות ויישומים	3	-	-	3		
36925231	עקרונות מולקולריים של ביו-	3	-	-	3		

					חומרים ברפואה רגנרטיבית	
		3	-	-	3	מבוא לפולימרים ומקרומולקולות
		3.5	1	-	3	ביודלקים ואנרגית ביומסה
	36911004 36913041 36913061	3	1		2	גישות מולקולריות לאקולוגיה מיקרוביאלית וביוטכנולוגיה סביבתית (+מעבדה)
		3	-	-	3	הנדסת רקמות
		3	-	-	3	חומרים פעילי שטח
		3	-	-	3	תהליכים פיסיקו כימיים
		3	-	-	3	ביו-חיישנים מתקדמים
		2	-	-	2	תאי דלק ביולוגיים
		2	-	-	2	סדנא בתעשיית אנרגיה
		2	-	-	2	ביו' וביורפואה של תאי סרטן
		3.5	1	-	3	מיקרוסקופיית אור
		2	-	-	2	מינרלים ביולוגיים וביומימטיקה
		3	-	-	3	בקרת זיהום מים
		2	-	-	2	מודלים מתמטיים של מערכות נוזל/מוצק
		2	-	-	2	מודלים מתמטיים של מערכות אויר
	369-1-4082 369-1-4161 369-1-4041 369-1-4171	3	-	-	3	עקרונות בתכנון מתקן ייצור ביוטכנולוגי
		3	-	-	3	**כימיה "סופר מולקולות" בהעברת אנרגיה

בהמלצת היועץ והמנחה ניתן להירשם לקורס בחירה מתוך רשימת קורסי בחירה מחלקתית שתוצע בפתיחת שנה"ל.