

התוכנית לגנומיקה ולחישוביות ביו-רפואית



מרכז רפואי
שיבא



אוניברסיטת
בר-אילן



חוברת מידע

מחזור 10 - שנה"ל תש"פ 2019-2020

www.bio-medical.info



Genomics and Biomedical Informatics

תוכן עניינים

3	.....	אודות התוכנית
5	.....	מתכונות התוכנית
6	.....	תכני הקורסים
9	.....	על התפתחות התחום ותוכנית הלימודים
10	.....	מפרט תוכנית הלימודים לשנה"ל תש"פ
11	.....	תאריכי שיעורים ובחינות

אודות התוכנית

הגידול המדהים בכמות המידע בכל שטחי הביולוגיה והרפואה, ובכללו המידע העצום בהיקפו שנצבר בזכות פרויקטי הגנום השונים, מציב בפני המחקר הרפואי אתגר המחייב פיתוח כלים, שיטות וגישות חדשות. הירידה המתמדת בעלויות הריצוף הגנטי מקרבת אותנו בצעדי ענק למציאות, שבה מפה גנומית אישית תהיה דבר שבשגרה, ועלינו למצוא דרכים שיאפשרו לרופאים לנצל מידע זה לתועלת החולים.

פריצות דרך טכנולוגיות נוספות, כמו מהפכת הסמארטפונים, ההליכים המואצים למחשוב תיקים רפואיים אישיים, הרשתות החבריות, המחשוב הלבניש, המדפסות התלת-מימדיות, המציאות הרבודה ועוד, תורמות גם הן למהפכה בעולם הרפואי. מהפכה זו מתאפיינת בשיפור משמעותי של יכולות הניבוי, ההתאמה האישית, המניעה וההשתתפות של המטופל.

המגמה לביולוגיה חישובית ב**פקולטה למדעי החיים של אוניברסיטת בר-אילן** בשיתוף **המרכז הרפואי שיבא – תל השומר** מקיימים זו השנה העשירית תוכנית לימודים ייחודית לרופאים, לחוקרים ולאנשי הייטק בכירים, העוסקת בתחומי הגנומיקה והחישוביות הביו-רפואית.

קהל היעד של התוכנית

- רופאים בכל ההתמחויות (מתמחים, מומחים ובכירים)
- חוקרים בכירים בתחומי הרפואה והביולוגיה
- אנשים העוסקים בתחומי הביו-טק/ההיי-טק

מטרת התוכנית

הקניית הידע המדעי והכלים המעשיים להשתלבות במהפכת ה-data והמידע ברפואה. התוכנית מכשירה את בוגריה להבין ולהשתמש בגישות החדשניות לטיפול ולמחקר, המבוססות על טכנולוגיות חישוביות מתקדמות. בכלל אלה ניתן למנות, בין היתר, את:

- מיפוי הגנום האישי של פציינטים ופענוח המשמעויות הרפואיות של המידע הטמון בו.
- חיזוי מצבו הרפואי העתידי של החולה האינדיבידואלי, גילוי מוקדם של מחלות וניבוי מסלול התפתחותן.

(המשך בעמוד הבא...)

אודות התוכנית

- התאמה אישית של הטיפול הרפואי על בסיס מידע גנומי והיסטורי של הפציינט, לשם העלאת סיכויי ההחלמה שלו והפחתת תופעות הלוואי.
- גילוי תופעות, קורלציות ומנגנונים בין-רפואיים שלא היו ידועים בעבר, זאת בזכות הגידול המדהים בכמות המידע הרפואי ובעוצמת הטכנולוגיות החישוביות.

שכר הלימוד

- 18,000 ש"ח + 457 ש"ח דמי הרשמה. שכר הלימוד נפרס לתשלומים לאורך שנת הלימודים.
- **אופציות שונות לקבלת מלגה תוצגנה למועמדים במהלך תהליך ההרשמה.**
- סטודנטים הממשיכים לתואר מאסטר (M.Sc.) או דוקטורט (Ph.D.) יקבלו החזר מלא של שכר הלימוד עם סיום לימודי המאסטר, או עם אישור הצעת המחקר של הדוקטורט.
- במקרה שהסטודנט מפסיק את לימודיו באמצע, יחולו עליו תשלומי שכר הלימוד היחסי, עפ"י הנוהל המופיע באתר אוניברסיטת בר-אילן ובאתר התוכנית.

צוות התוכנית

- ראשי התוכנית: פרופ' רון אונגר (אוניברסיטת בר-אילן) ופרופ' גידי רכבי (המרכז הרפואי שיבא)
- מנהל התוכנית: ד"ר רונן טל-בוצר
- יו"ר התוכנית: ד"ר רחל לוי-דרומר

יצירת קשר והרשמה

לשאלות ולמידע נוסף ניתן לפנות אלינו באמצעי התקשורת הרשומים להלן. לצורך ההרשמה בפועל יש לקבוע ראשית שיחה עם מנהל התוכנית. לנוחיותכם, מומלץ לקבוע את מועד השיחה (לשאלות ו/או להרשמה) באמצעות הטופס הייעודי.

- מייל: contact@bio-medical.info, טלפון: 03-6733003
- טופס לקביעת מועד לשיחה עם מנהל התוכנית: director.bio-medical.info
- טופס להשאת פרטים לביורורים או להרשמה: register.bio-medical.info

מתכונות התוכנית

מתכונת הבסיס

שישה קורסים אקדמיים הנפרשים על-פני יום בשבוע, יום ב', במשך כשבעה חודשים קלנדריים, מ-11\11\2019 עד 15\06\2020. יום הלימודים מתחיל ב-08:30 ומסתיים ב-15:45. מתכונת זאת מחולקת לשני סמסטרים, שבסיום כל אחד מהם מתקיימת תקופת בחינות ו/או פרויקטים במשך שלושה שבועות. סיום תקופת הבחינות של הסמסטר השני הוא ב-13\07\2020. בעמוד האחרון מובאים תאריכי השיעורים והבחינות בפירוט מלא.

כל הקורסים בתוכנית מוכרים אקדמית כקורסים לתארים מתקדמים (M.Sc. / Ph.D.) וכן מזכים את הרופאים ב-300 נקודות זכות לגמול השתלמות.

לימודי המשך למאסטר ולדוקטורט

התוכנית מעודדת את משתתפיה להשתלב במחקר אקדמי בתחום החישוביות הביו-רפואיות. סטודנטים שהשלימו את מתכונת הבסיס בהצלחה (ממוצע ציונים מעל 80 ובכפוף לראיון אישי) יוכלו לעבור למסגרת של לימודים מתקדמים, מאסטר (M.Sc.) או דוקטורט (Ph.D.). מאחר שהקורסים הם בעלי הכרה אקדמית כקורסים לתארים מתקדמים, הרי שהסטודנטים צוברים חלק ניכר מחובות הקורסים לתואר כבר במהלך מתכונת הבסיס. לפיכך, הסטודנטים יוכלו לאחריה להתרכז בעיקר בעבודת המחקר ובפרסום מאמרים. לסטודנטים שימשיכו לתארים מתקדמים (M.Sc. / Ph.D.) יוחזר שכר הלימוד בתוכנית, כפי שפורט לעיל.

מדעי היסוד למתמחים

אחת לשנתיים התוכנית ניתנת במתכונת של שלושה ימים בשבוע, כך שתתאים במיוחד לתקופת מדעי היסוד של רופאים מתמחים. במסגרת זאת, התוכנית כוללת גם עבודת מחקר, ובכך מהווה חלופה למרכיב מדעי היסוד שבמסגרת ההתמחות, באישור ובתמיכה של המועצה המדעית בהר"י. השנה התוכנית אומנם לא ניתנת במתכונת זאת, אך ייתכן ומתמחים אחדים יוכלו, בכפוף לראיון ולהתאמה אישית של תוכנית הלימודים, לשלב את התוכנית במסגרת תקופת מדעי היסוד שלהם ו/או במסגרת תואר מאסטר (M.Sc.).

למידה מקוונת

בדומה למגמה החדשה הרווחת באוניברסיטאות המובילות בעולם, ומתוך התחשבות בדרישות התפקיד של הרופאים, כל ההרצאות והתרגולים יצולמו ויהיו זמינים לצפייה בכל זמן. ייתכן ולצורך כך, חלק או כל הקורסים יועברו בשפה האנגלית.

תכני הקורסים

מתכונת הבסיס של התוכנית מורכבת משישה קורסים, המקיפים את תחומי הגנומיקה והחישוביות הביו-רפואית המודרנית. הקורסים מוכרים כקורסים לתארים מתקדמים מבחינה אקדמית. כאמור, בוגרי התוכנית שימשיכו לתארים מתקדמים (M.Sc. / Ph.D.) יצברו חלק ניכר מדרישות הקורסים הפרונטאליים לאתרים אלה, כך שיוכלו להתרכז בעיקר בעבודת המחקר ובפרסום מאמרים.

מסטר א'

קורס 80662 – שיטות מתקדמות לאנליזת הגנום

החל בריענון נושאים בסיסיים בביולוגיה מולקולארית וכלה בסקירת הגישות המתקדמות ביותר בחקר מערכת של התא, כגון ריצוף עמוק, שבבי DNA, בקרת גנים באמצעות RNA לא מקודד ועוד.

- הרצאות: פרופ' נינט אמריליו (המרכז הרפואי שיבא), ד"ר ערן אייל (המרכז הרפואי שיבא) ופרופ' ארז לבנון (אוניברסיטת בר-אילן)

- תרגולים: לא קיימים בקורס זה

- סילבוס: לחץ כאן

קורס 80660 – ביואינפורמטיקה רפואית

ביואינפורמטיקה היא המדע העוסק בחקר הגנום באמצעות אלגוריתמים חישוביים. בקורס יוצגו השיטות החישוביות, כלי התוכנה ומאגרי המידע העכשוויים בתחום הביואינפורמטיקה. כמו כן, יינתן דגש מיוחד על האפליקציות הקליניות של מדע זה.

- הרצאות: פרופ' רון אונגר (אוניברסיטת בר-אילן) וד"ר ערן אייל (המרכז הרפואי שיבא)

- תרגולים: ד"ר חיבה ולדמן בן-אשר, מנהלת היחידה לביואינפורמטיקה (אוניברסיטת בר-אילן)

- סילבוס: לחץ כאן

תכני הקורסים

קורס 80663 – ביוסטטיסטיקה וניסויים קליניים

קורס מתקדם בסטטיסטיקה, הניתן מתוך גישה מעשית ובעזרת ניתוח מחקרים קליניים. דגש מיוחד יינתן לאנליזה המתאימה לשיטות החדשניות בביולוגיה וברפואה, אשר מייצרות כמות עצומה של נתונים ומידע.

- הרצאות: [ד"ר רחל לוי-דרומר](#), יועצת סטטיסטית (והמזכיר האקדמי של אוניברסיטת בר-אילן)
- תרגולים: [ד"ר ג'ניפר ישראל כהן](#), מנהלת היחידה לייעוץ סטטיסטי (אוניברסיטת בר-אילן)
- סילבוס: [לחץ כאן](#)

סמטר ב'

קורס 80665 – למידת מכונה וכריית מידע רפואי

כמות הנתונים והמידע הרפואי שנצברו בחמש השנים האחרונות גדולה מזו שנצברה באלף השנים שקדמו להן. לכך אחראיות שלוש מהפכות שהתרחשו לאחרונה: מהפכת הביואינפורמטיקה, מהפכת מחשוב התיקים הרפואיים ומהפכת האינטרנט והמובייל. הקורס מציג שיטות מתחומי למידת המכונה והבינה המלאכותית להפקת תובנות רפואיות חדשות מתוך מידע זה.

- הרצאות: [ד"ר רונן טל-בוצר](#) (Clinetix - חברת בינה מלאכותית)
- סילבוס: [לחץ כאן](#)

קורס 80664 – ביולוגיה מערכתית רפואית

בשנים האחרונות ישנו מעבר, הן בביולוגיה והן ברפואה, מאנליזה של גנים בודדים לחקר של מערכות ומסלולים ביולוגיים מורכבים. הקורס מקנה את הכלים החישוביים הנדרשים לאנליזות רחבות היקף אלו, תוך שימוש בשפת תכנות המתאימה לשימושים ביואינפורמטיים.

- הרצאות: [פרופ' סול עפרוני](#) (אוניברסיטת בר-אילן) ו[פרופ' ינאי עופרן](#) (אוניברסיטת בר-אילן)
- תרגולים: [ד"ר הותם בן-חמו](#) (מכון ויצמן למדע) ו[וספיר פלד](#) (אוניברסיטת בר-אילן)
- סילבוס: [לחץ כאן](#)

תכני הקורסים

קורס 80666 – גנומיקה אישית

אנו מתקרבים בצעדי ענק למציאות שבה הגנום של המטופל יהווה שיקול מכריע בבחירת הטיפול עבורו. הקורס יתאר מה ניתן ללמוד היום מתוך מידע גנומי אישי, החל מייעוץ טרום לידתי, דרך התאמה אישית של תרופות ועד לטיפולים אישיים במחלת הסרטן ובמחלות מורכבות נוספות. הקורס יתייחס גם לשאלות אתיות ומשפטיות ולשיקולי פרטיות הנובעים ממידע גנומי.

- הרצאות: [פרופ' רון אונגר](#) (אוניברסיטת בר-אילן) ו**[פרופ' גידי רכבי](#)** (המרכז הרפואי שיבא)
- תרגולים: [ד"ר מורן גל](#) (המרכז הרפואי שיבא)
- סילבוס: [לחץ כאן](#)

תכנות לצורכי מחקר בשפת Python - קורס רשות מתוקשב בשמיעה חופשית

התוכנית אינה מתעתדת להכשיר את בוגריה כמתכנתים (כאלה יש בשפע). מטרתה היא להכשיר אותם לעשות את החיבור הכה ייחודי בין עולם הרפואה לעולם המחשבים, ולכן הכוונה היא שבוגרי התוכנית יוכלו לתקשר/להשתתף עם מתכנתים בפיתוח פתרונות תוכנה לבעיות רפואיות. יחד עם זאת, במחזורים הקודמים סטודנטים רבים ביקשו בכל-זאת לרכוש כישורי תכנות בסיסי, על מנת שיוכלו להתנסות בעצמם ו"לגעת בידיים" בתחום מופלא זה. לפיכך, אנחנו נלמד תכנות באוריינטציה מחקרית, תוך התמקדות בצד המעשי הנדרש למחקרים בתחום הגנומיקה והחישוביות הביו-רפואית.

Deep Learning ובינה מלאכותית ברפואה – קורס רשות מתוקשב בשמיעה חופשית

קורס זה הינו קורס משלים, בגישה מעשית, לקורס "למידת מכונה וכריית מידע רפואי". עולם הבינה המלאכותית עובר מהפיכה של ממש בשנים האחרונות. לצד דהירתן של מכונות אוטונומיות, פריחתם של העוזרים האישיים, סוכני שירות הלקוחות האוטומטיים וכד', גם אפליקציות שונות בתחום הרפואי הופכות תבניות יותר ויותר, רבות בזכות טכנולוגיית ה-Deep Learning. פריצות הדרך מתרחשות בכל תחום, החל מאבחון מדויק יותר באמצעות ראייה ממוחשבת, דרך הפקת תובנות בעזרת ניתוח טקסטים ממאמרים מדעיים או מאמירות של מטופלים ברשתות חברתיות, וכלה בניבוי מותאם אישית של תגובת גידול סרטני לטיפול זה או אחר. השיעורים יציגו הן את הבסיס האלגוריתמי לטכנולוגיות אלה, הן את הכלים לממש אותן והן את האפליקציות העכשוויות בשוק.

על התפתחות התחום ותוכנית הלימודים

החזון ההולך ומתגשם של רפואה מותאמת אישית תלוי לחלוטין בדיסציפלינה המתפתחת של החישוביות הביורפואית. זהו תחום המחקר שעוסק בדרכים לנתח, לנצל ולנהל מידע ביו-רפואי, ובכלל זה מידע גנומי, מידע קליני ומידע מולקולרי. שיטות וגישות שפותחו בתחום כבר מחוללות מהפכה, לא רק במחקר הביורפואי התיאורטי, אלא גם בטיפול הרפואי המעשי והיומיומי.

ישראל היא מובילה עולמית בתחום הביולוגיה החישובית. יתר על-כן, בישראל קיימת רפואה מודרנית ומתוחכמת בעלת גישה לטכנולוגיות מתקדמות. בשל מבנה הרפואה הציבורית בישראל, קופות החולים ובתי החולים מנהלים מאגרי מידע רפואיים מקיפים יותר מאשר בכל מקום אחר בעולם. לכן ישראל איננה רק כר אידיאלי לפיתוח האינפורמטיקה הרפואית, אלא אף בעלת פוטנציאל להיות מובילה עולמית בתחום.

יחד עם זאת, חסר בישראל כוח אדם רפואי בעל הכשרה רלוונטית, המודע לחשיבות התחום ולפוטנציאל הטמון בו. בעוד שבבתי ספר מובילים לרפואה בארה"ב ובאירופה הולכות ונבנות תוכניות לימוד ומחקר בתחום זה, בישראל אין מערכות הכשרה לרופאים בתחום החישוביות הביורפואית.

הפקולטה למדעי החיים בבר-אילן הינה חלוצה בתחום החישוביות הביולוגית, והייתה הראשונה בארץ שיזמה כבר לפני כ-20 שנה פתיחת תוכנית לימודים לתואר ראשון, שני ושלישי בביולוגיה חישובית. כיום כבר קיימות תוכניות דומות בכל האוניברסיטאות בארץ, והן תרמו תרומה משמעותית להצלחת תחום הביולוגיה החישובית בישראל.

בשנת 2010 נוסדה בפקולטה למדעי החיים, בשיתוף עם המרכז הרפואי שיבא, התכנית הראשונה בארץ (ואחת הראשונות בעולם) להכשרת רופאים בתחומי הגנומיקה והחישוביות הביורפואית. התכנית משלבת בין הביולוגיה החישובית, שהפכה בינתיים לדיסציפלינה בפני עצמה, ובין הרפואה.

בתשע השנים האחרונות בהן התקיימה תוכנית הלימודים השתתפו מדי שנה כמה עשרות רופאים מצטיינים מהתמחויות שונות (אונקולוגיה, גניקולוגיה, כירורגיה, גנטיקה, פנימית, נפרולוגיה, אנדוקרינולוגיה ועוד). הרופאים הגיעו לתוכנית בשלבים שונים של ההתפתחות המקצועית שלהם, החל מסטאז'רים, דרך מתמחים, וכלה ברופאים ותיקים ומנהלי מחלקות.

המשובים שקיבלנו מהרופאים שהשתתפו בתוכנית היו חיוביים ביותר, מעל ומעבר למה שהם ואנחנו מעולם ציפינו! רבים מהם העידו שהתוכנית פתחה בפניהם אופקים חדשים, הוסיפה ממד חדש לאופן שבו הם עוסקים ברפואה ואפילו "שינתה את חייהם". אחדים מהם אף דיווחו שצורת החשיבה והכלים החישוביים שהם הכירו גרמו להם לעיתים לשנות את הטיפול הרפואי בחולים מסוימים ולהביא לשיפור משמעותי במצבם.

מפרט תוכנית הלימודים לשנה"ל תש"פ (2019-2020)

קורסי רשות 6 שיעורים	סמטר ב' 12 שבועות		סמטר א' 12 שבועות		שם הקורס / שעות שבועיות
	תרגול	הרצאה	תרגול	הרצאה	
שיעור מתוקשב					
			---	2	שיטות מתקדמות לאנליזת הגנום
			1	2	ביואינפורמטיקה רפואית
			1	2	ביוסטטיסטיקה וניסויים קליניים
	1	2			כריית מידע רפואי
	1	2			ביולוגיה מערכתית רפואית
	1	2			גנומיקה אישית
2					תכנות לצורכי מחקר ב-Python
2					Deep Learning ובינה מלאכותית
4	3	6	2	6	סה"כ שעות הרצאה/תרגול שבועיות
24	36	72	24	72	סה"כ שעות הרצאה/תרגול לסמטר
24	108		96		סה"כ שעות לסמטר
228					סה"כ שעות לשנה"ל

תאריכי שיעורים ובחינות

מפגש	סמסטר א'	סמסטר ב'
1	11 בנובמבר 2019	16 במרץ 2020
2	18 בנובמבר 2019	23 במרץ 2020
3	25 בנובמבר 2019	30 במרץ 2020
4	2 בדצמבר 2019	20 באפריל 2020 *
5	9 בדצמבר 2019	27 באפריל 2020
6	16 בדצמבר 2019	4 במאי 2020 **
7	23 בדצמבר 2019	11 במאי 2020
8	30 בדצמבר 2019	18 במאי 2020 ***
9	6 בינואר 2020	25 במאי 2020
10	13 בינואר 2020	1 ביוני 2020
11	20 בינואר 2020	8 ביוני 2020
12	27 בינואר 2020	15 ביוני 2020
חופשה	3 בפברואר 2020	22 ביוני 2020
בחינה	10 בפברואר 2020	29 ביוני 2020
בחינה	17 בפברואר 2020	6 ביולי 2020
בחינה	24 בפברואר 2020	13 ביולי 2020
חופשה	9 במרץ 2020	

* השיעור מתקיים לאחר חופשה בת שבועיים לרגל חג הפסח. ביום זה תיערך גם בחינת מועד ב'.

** ביום זה תיערך בחינת מועד ב'.

*** ביום זה תיערך בחינת מועד ב'.