

חוזר מפמ״ר

לשנת הלימודים תשפ״ז

תמר פרץ-מנחמוב, מפמ"ר מגמות ביוטכנולוגיה ומערכות בריאות
אגף א' STEM, מינהל חדשנות וטכנולוגיה, משרד החינוך
כתובת דוא"ל: tamarme@education.gov.il

משרד החינוך
מינהל חדשנות וטכנולוגיה
הפיקוח על מגמות ביוטכנולוגיה ומערכות בריאות

דבר המפמ"ר 2
מינהל חדשנות וטכנולוגיה 3
קשר עם מורי המגמה 3
מטרות ודגשים מרכזיים לשנת תשפ"ז 4
מערך הלמידה 5
הערכה ובחינות הבגרות 7
הערכה חלופית (30%) מבוא לביוטכנולוגיה 7
הערכה חיצונית (70%) מערכות ביוטכנולוגיה 7
תרגול לקראת הבחינה 7
תדרוך פדגוגי על בחינת הבגרות 8
בחינת הדמייה 8
יישומי ביוטכנולוגיה (783589 או 783387) 9
טוהר הבחינות 9
שיבוץ מורים כבוחנים ומעריכים 9
חומרי הוראה והדרכה 10
אתרי המגמה 10
הערכה חלופית 30% 10
הערכה חיצונית - מערכות ביוטכנולוגיה 10
יישומי ביוטכנולוגיה 11
מעבדה והתנסות מעשית 12
בטיחות במעבדה 12
לבורנטים 12
פיתוח מקצועי 13
בינה מלאכותית בהוראת ביוטכנולוגיה 14
שילוב AI בתהליכי ההוראה וההערכה 14
שימוש ב-AI בעבודות החקר ובפרויקטים 14
דגשים ארגוניים ואתיקה מקצועית 14
כשירויות STEM 15
פרוייקטים ייחודיים וקשרי אקדמיה 15
תוכניות כיתתיות ומסלולי אקדמיה 15
תכנית "סמסטר ראשון כבר בתיכון" 15
תכניות פרטניות, תחרויות ומסלולי מצוינות 16
קהילת תלמידים וערוצי תקשורת 17
מרתון תרגול וחזרה ע"י צוות הפיקוח 17
הנצחת בוגרים 17
פתיחת מגמת ביוטכנולוגיה 18
עדכון מכסת תלמידים 18
פרטי קשר וערוצי תקשורת 18

דבר המפמ״ר



מורים, רכזים ומנהלים יקרים,

שנת הלימודים תשפ״ז יוצאת לדרך, ואני שמחה לפתוח אותה בחוזר מפמ״ר מקיף למגמת ביוטכנולוגיה.

ביוטכנולוגיה היא תחום מדעי־יישומי, דינמי ומתפתח, הנמצא בחיבור מתמיד בין מדעי החיים, כימיה, פיזיקה, טכנולוגיה, הנדסה, רפואה, חקלאות ותעשייה. התפתחות התחום בשנים האחרונות מדגישה יותר מתמיד את חשיבות החיבור בין ידע מדעי מעמיק לבין היכולת ליישם אותו, לחקור, לשאול שאלות ולפתח פתרונות חדשים לאתגרי החברה והעולם.

מגמת ביוטכנולוגיה מאפשרת לתלמידים להיחשף לעולם מדעי מרתק, תוך שילוב בין למידה עיונית, התנסות מעבדתית, חקר ויישומים טכנולוגיים. לצד הידע המדעי, המגמה מפתחת בתלמידים מיומנויות של חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות, עבודה בצוות, ניתוח מידע והתמודדות עם שאלות מורכבות.

בשנה החולפת שמנו דגש על חיבור עם האקדמיה, חיבור לתלמידים ופיתוח מקצועי של מורי המגמה. גם בשנת תשפ״ז נמשיך לפעול לחיזוק הזהות הייחודית של המגמה, להעמקת ההוראה המדעית והמעשית, להרחבת החיבור למחקר ולאקדמיה ולחיזוק הקשר בין הנעשה בכיתה ובמעבדה לבין עולם הביוטכנולוגיה וה-BioConvergence העכשווי.

אני רואה במורים את ליבת העשייה המקצועית. הידע, הסקרנות, היצירתיות והמחויבות שלכם הם שמאפשרים לתלמידים לחוות מדע והנדסה באופן משמעותי ולהבין שהם אינם רק לומדים על המדע – הם חלק ממנו.

מאחלת לכולנו שנת לימודים של סקרנות, למידה, עשייה וגילוי, ובעיקר – שנה שבה נמשיך להצמיח את דור העתיד של המדענים, החוקרים והיזמים.

בברכת שנה פורייה ומוצלחת,
תמר פרץ מנחמוב
מפמ״ר ביוטכנולוגיה ומערכות בריאות
מינהל חדשנות וטכנולוגיה, משרד החינוך

משרד החינוך
מינהל חדשנות וטכנולוגיה
הפיקוח על מגמות ביוטכנולוגיה ומערכות בריאות

מינהל חדשנות וטכנולוגיה

מגמת ביוטכנולוגיה פועלת במסגרת אגף טכנולוגיה שבאגף א' STEM במינהל חדשנות וטכנולוגיה.
אגף STEM במינהל חדשנות וטכנולוגיה רואה בחינוך המדעי-טכנולוגי מנוע צמיחה לאומי ומפתח לעתידם של תלמידות ותלמידי ישראל. מכוח החלטת הממשלה "ישראל ריאלית", אנו פועלים להצמחת דור של בוגרים מצטיינים במקצועות ה-STEM מכל מגזר ומכל יישוב, תוך צמצום הפערים בין המרכז לפריפריה והנגשת המצוינות לכלל האוכלוסיות. בליבת דרכנו עומד חינוך STEM מבוסס כשירויות בעידן של בינה מלאכותית: לצד ידע דיסציפלינרי מעמיק, אנו מטפחים פתרון בעיות, חשיבה ביקורתית, שימור המאמץ הקוגניטיבי ולמידה לאורך החיים. חזון זה הוא המצפן של כלל מקצועות ה-STEM. יחד, נצעיד את דור העתיד של ישראל אל קדמת המדע והטכנולוגיה - מתוך אמונה שבכל תלמידה ותלמיד טמון הפוטנציאל לפרוץ גבולות ולעצב את המחר.

קשר עם מורי המגמה

אני מאמינה בחשיבות של קשר ישיר, פתוח ובלתי אמצעי בין הפיקוח לבין צוותי ההוראה בשטח. קשר זה הוא הלב הפועם של העשייה שלנו – הוא המאפשר לנו להעניק לכם מענה מדויק, ללוות מקצועית, ולעדכן אתכם בשוטף בכל החידושים וההנחיות.

מטרות ודגשים מרכזיים לשנת תשפ״ז

שנת הלימודים תשפ״ז תעמוד בסימן **"מהלכה למעשה: מדע, טכנולוגיה ואחריות עתידית"**. בעולם שבו הגבולות בין מדע הדמיוני למדע הישומי מטשטשים, תפקידנו במגמה אינו רק להקנות ידע – אלא להצמיח חוקרים ויזמים בעלי סקרנות, חשיבה ביקורתית ומיומנויות מעשיות.

במהלך השנה נמקד את העשייה הפדגוגית בארבעה צירים מרכזיים:

1. **חקר יוצר משמעות (Impact-Driven Research):** נשים דגש על למידה מבוססת שאלות, ולא רק למידת עובדות. התלמידים יתנסו בתכנון ניסויים, בניתוח נתונים מורכבים ובפתרון בעיות אמיתיות מתחומי הרפואה, ביוטק, הסביבה, הפוד-טק והחקלאות.



2. **המדען הדיגיטלי – בינה מלאכותית ואוריינות נתונים:** הטמעת כלי AI וביואינפורמטיקה כחלק בלתי נפרד מארגז הכלים של הלומד. נתרגל שימוש ב-AI לתכנון ניסויים, עיבוד נתונים וסינתזה של מידע, לצד פיתוח חשיבה ביקורתית מול פלטים ממוחשבים. נשתמש בכלי בינה מלאכותית כדי



להעמיק את הידע ולהגיע לתובנות חדשות.

3. **המעבדה כמיקרוקוסמוס לתעשייה ולמחקר:** חיזוק המיומנויות המעשיות והאחריות המקצועית במעבדה. נעמיק בעבודה עם ציוד מתקדם, עבודה בטוחה ותקנית, תיעוד מדויק ויכולת להציג ממצאים מדעיים ברמה אקדמית.



4. **חיבור לדופק של הביוטכנולוגיה העכשווית (BioConvergence):** חשיפה מתמדת למחקרים מקוריים, חברות הזנק (Start-ups) ומפגשים עם פריצות דרך מהתעשייה והאקדמיה בארץ ובעולם, כדי שהלומדים יבינו את ההקשר הרחב של מה שהם חוקרים ולומדים בכיתה.



מערך הלמידה

מערך הלמידה במגמת הביוטכנולוגיה מבוסס על אופייה הבין־תחומי של הביוטכנולוגיה ועל השילוב בין מדעי בסיס לבין יישומים טכנולוגיים מתקדמים. מבנה המקצוע מורכב ממקצוע מדעי, מקצוע מוביל, ומקצוע התמחות, לפי חוזר מנכ"ל לחינוך טכנולוגי.

מקצוע מדעי: תלמידי המגמה מחוייבים בלימוד 5 יח"ל מקצוע מדעי מורחב (פיזיקה, ביולוגיה, כימיה). המקצוע המדעי מהווה בסיס חשוב ומשמעותי בלימודי ביוטכנולוגיה ומשמש כעוגן מדעי בסיסי ברמת הידע המדעי והכשירויות הנלמדות במגמות המדעיות.

מקצוע מוביל: מערכות ביוטכנולוגיה. סמל מקצוע 842

המקצוע המוביל מהווה את מרכז הלמידה במגמת ביוטכנולוגיה ומציג בפני התלמידים את השילוב בין המדעים, הטכנולוגיה וההנדסה, שיוצר את הייחודיות והחדשנות של הביוטכנולוגיה במחקר ובתעשייה. מערכות ביוטכנולוגיה מבוססות על הנדסה גנטית, ביואינפורמטיקה, כישורי מעבדה כמו גם בסיסי ידע בתרביות תאים ואימונולוגיה.

סמל שאלון ראשי 842580

הערכה חלופית 30%

סמל שאלון 842283 - ציון פנימי.

בתי ספר שאינם מוכרים, או תלמידים המעוניינים בבחינה חיצונית להערכה חלופית - סמל שאלון 842282.

היבחנות חיצונית 70%

סמל שאלון 70%: 842387

לנבחנים בתכנית סמסטר ראשון כבר בתיכון:
סמל שאלון בחינה באקדמיה (30%): 842351
סמל שאלון בחינה חיצונית (40%): 842357

תוכניות הלימודים ומיקוד לתשפ"ז מפורסם באתר המגמה.

מבנה הבחינה:
פרק א': הנדסה גנטית (חובה לפחות שאלה אחת), תרביות תאים, אימונולוגיה (3/6)
פרק ב': ביואינפורמטיקה (1/2)
פרק ג': חקר מעבדתי - שאלת חובה

מקצוע התמחות: יישומי ביוטכנולוגיה. סמל מקצוע 783

מקצוע ההתמחות מהווה את פסגת הלמידה בביוטכנולוגיה ומאפשר לתלמידים ליישם הלכה למעשה את תשתית הידע שנלמד במגמה. ההתמחות בביוטכנולוגיה מאפשרת לתלמידים לפתח את כשירויות STEM, ולהתמודד עם עבודת צוות, למידה עצמאית, חשיבה ביקורתית ופתרון בעיות מורכבות מעבר לידע והמיומנויות הנדרשים במעבדה.

סמל שאלון 5 יח"ל 783589,
סמל שאלון 3 יח"ל 783387
תוכנית לימודים מעודכנת לתלמידים הנבחנים החל מתשפ"ח נמצאת באתר המגמה, כמו גם ת"ל לתלמידים שהתחילו את הפרויקט ונבחנים בתשפ"ז.

מגמת ביוטכנולוגיה מאפשרת לתלמידים לקבל תעודת הסמכה טכנולוגית ברמה 3.3 הכוללת זכאות לתעודת בגרות מלאה + **15 יח"ל טכנולוגיות ומדעיות** (הרכב של 5-5-5: 5 יח"ל מקצוע מוביל, 5 יח"ל מקצוע התמחות, 5 יח"ל מתמטיקה/מדעים) המאפשרת בהמשך מסלולי עתודה אקדמית ומדעית יוקרתיים.

הערכה ובחינות הבגרות

ההערכה במגמת ביוטכנולוגיה נועדה לבחון לא רק זכירת ידע, אלא גם הבנה, יישום, ניתוח, חשיבה מדעית ויכולת להתמודד עם מידע חדש.

הערכה חלופית (30%) מבוא לביוטכנולוגיה

ההערכה החלופית היא הערכה בית ספרית ובאחריות המורה. ספר הלימוד החדש 'מבוא לביוטכנולוגיה' מגדיר את תחומי הלימוד ורמת העומק הנדרשת. לימודי מבוא לביוטכנולוגיה כוללים הבנה של ידע תיאורטי לצד התנסות במעבדה.
מורים המבצעים את פרויקט ביוטק, נותנים דגש על פיתוח כשירויות חקר אצל התלמידים כבר בשלב זה של ההוראה במגמה. מורים המלמדים במסלול זה נדרשים לאישור ביצוע ביוטק ע"י הפיקוח ודיווח הציונים בטופס 9588 (באחריות רכז הבגרויות). שימו לב, החל מהשנה, הגשת בקשות לביצוע ביוטק יתקבלו רק דרך מערכת לניהול בגרויות. ללא אישור מפמ"ר דרך המערכת לא יתקבל תשלום על ביצוע ביוטק. את מתווה ביוטק המעודכן ניתן למצוא באתר המגמה.

אנו מאמינים בשיתופי פעולה עם האקדמיה והתעשייה, ושזו הדרך הטובה ביותר ללמוד ולהכיר לעומק את האופי הייחודי והמורכב של הביוטכנולוגיה. תוכנית מיקרוביום של גידולים סרטניים במכון דוידסון הינה תוכנית ייחודית חדשה, שתפתח במחצית ב' של תשפ"ז. התוכנית כוללת חקר והיכרות עם שיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות, באופן מותאם לתלמידי כיתה י' ומאפשרת חלופה לתוכנית הביוטק. בתי הספר המעוניינים להרשם לתוכנית - יש לפנות לצוות הפיקוח.

עבור בתי ספר שהשלימו רק 90 שעות במערכות ביוטכנולוגיה: החל מתשפ"ז לא תתקיימנה בחינות חיצוניות לצורך השלמת 90 שעות במקצועות טכנולוגיים (182 בסיומת השאלון). נבחן משנה שירצה לשפר/להיבחן יוכל להבחן בשאלון החיצוני שמחליף את חלופת ההערכה (842282).

הערכה חיצונית (70%) מערכות ביוטכנולוגיה

הבחינה החיצונית במערכות ביוטכנולוגיה היא בחינה מתוקשבת ועל כן חובה שיהיה מחשב בבית הספר לכל תלמיד וציוד מתאים על מנת לאפשר את המבחן כראוי. על רכז הבגרויות להתעדכן בדרישות המחשוב, לפי דרישות מט"ח ומשרד החינוך.

תרגול לקראת הבחינה

רישום תלמידים לבחינות תרגול משנים קודמות מתבצע ישירות באתר התפעולי של iTest בהתאם למדריך הרישום המפורסם בכל שנה ע"י מט"ח, תרגול זה מאפשר חשיפה לבחינות בגרות ישנות לאחר הורדתן מהשרת. כמו כן, ניתן לגשת לבחינות בגרות החל מ-2017 דרך בחינות מתוקשבות בית ספריות.

תדרוך פדגוגי על בחינת הבגרות

תדרוך למורי המגמה על בחינת הבגרות של תשפ"ו נערך על-ידי מנהלת המקצוע, מיטל למברג, באופן מקוון. התדרוך מאפשר מעבר על בחינת הבגרות בשנה האחרונה, תוך דגשים ייחודיים לבחינת הבגרות שתתקיים בתשפ"ז. חובת נוכחות כל מורי המגמה המלמדים את נושאי מערכות ביוטכנולוגיה בכל מפגשי התדרוך.

מפגש תדרוך חלק א': 18.10.26 ז' חשוון תשפ"ז 20:00

מפגש תדרוך חלק ב': 28.10.26 י"ז חשוון תשפ"ז 20:00

לקבלת קישור למפגשים יש להתעדכן באתר מורי המגמה, ובקבוצת עדכוני הפיקוח.

בחינת הדמייה

בחינת ההדמיה היא בחינה ארצית המדמה את בחינת הבגרות.
בחינת ההדמיה תתקיים ביום שלישי 6.4.27, כ"ח אדר ב' בשעה 9:00 בבוקר.

הבחינה מהווה שלב קריטי בהבטחת היערכות מיטבית של תלמידים, צוות ההוראה, מט״ח ומערכות בית ספריות. מטרתה המרכזית היא לדמות באופן מלא את סביבת העבודה של בחינת הבגרות, לרבות אופן ההתחברות למערכת, תקינות אמצעי הקצה, וההתמודדות עם רכיבים דיגיטליים ייחודיים לבחינת הבגרות בביוטכנולוגיה, כגון שימוש בקבצי אקסל ובסביבת JSMOL. הדמיה זו מאפשרת זיהוי מוקדם של קשיים טכניים ופדגוגיים, עוד טרם מועד הבחינה הרשמי.

לביצוע בחינת ההדמיה יש משקל כבד בשיקולים להתחשבות בתלמידים במקרה של תקלות טכניות בזמן הבחינה. יש לבצע את ההדמיה בהשתתפות כל התלמידים האמורים להיבחן, כולל העלאת כל קבצי התשובות לשרת הבחינות הארצי.

שימו לב - ההשתתפות בבחינת ההדמיה היא חובה לכל התלמידים הניגשים לבחינת הבגרות, ואינה בגדר המלצה. במקרים חריגים ובאישור מפמ״ר תתאפשר אי השתתפות, ואין מועד חלופי לבחינה זו. בתי ספר שקיבלו אישור לאי ביצוע בחינת ההדמיה במועד נדרשים לקבוע תאריך תרגול לבחינה.

רישום תלמידים לבחינות

רישום לבחינת ההדמייה ובחינת הבגרות מתבצע במערכת רישום לבגרות של אגף הבחינות. על רכז הבגרויות לוודא כי בוצעה ההרשמה בהתאם להנחיות אגף הבחינות, כמו כן על הרכז לוודא כי הוזנו התאמות התלמידים באתר התפעולי של iTest לפני ההדמייה.
היערכות הנהלת בית הספר וזמינותו של רכז התקשוב או מתאם המחשוב נדרשות לאורך כל שלבי הבחינה, החל מתחילתה ועד לקבלת אישור ("וי ירוק") על קליטת כלל קבצי התשובות בשרת הבחינות הארצי, בסיומה.

התאמה ללקויות למידה - בהתאם להנחיות אגף הבחינות הבחינה מתוקשבות מותאמת לנבחנים בעלי לקויות למידה ומאפשרת: תוספת זמן (25%, 33%, 50%), השמעת השאלון, הקלטת תשובות והגדלת הגופן בהתאם להתאמת ההיבחנות של הנבחן. אין זכאות להיבחנות על ידי גורם אנושי.

תלמידים הזכאים למבחן מותאם – בכל אחת מהשאלות שיבחרו יש לענות על שני סעיפים מבין שלושת הסעיפים בשאלה. מבנה בחינות מותאמות .

יישומי ביוטכנולוגיה (783589 או 783387)

יישומי ביוטכנולוגיה הוא מקצוע מחקרי-יישומי ועל כן בחינת הבגרות מורכבת מהגשת עבודה כתובה ומבחינת הגנה בעל-פה מול בוחן המשובץ לבית הספר.

על מנת לקבל שיבוץ לבוחן, יש להקפיד על תהליך הרישום (באחריות רכז הבגרויות):

א. הזמנת שאלון לבחינה החיצונית במערכת הבגרויות BBG.
ב. רישום קבוצות התלמידים בשילובית והזמנת בוחן חיצוני.

ללא רישום בשתי המערכות - לא יתאפשר שיבוץ בוחן לבית הספר.

שימו לב: היבחנות במקצוע יישומי ביוטכנולוגיה (783589) מותנית בהיבחנות במקצוע מערכות ביוטכנולוגיה (842387), ובקבלת אישור הפיקוח לביצוע הפרויקט.

חוברת היערכות ונהלים מפורטת לקראת הבחינות במערכות ביוטכנולוגיה וביישומי ביוטכנולוגיה - תשלח בצמוד לפתיחת מועד קיץ. יש להתעדכן באתר המגמה ובקבוצת עדכוני הפיקוח.

טוהר הבחינות

בכל שנה אנו מעלים את רמת תשומת הלב והדגש על טוהר הבחינות. כמורים ורכזים, עליכם להקפיד על חינוך לטוהר הבחינות עוד לפני מועד הבחינה, ולהדגיש את החשיבות של מבחן ועבודות הוגנים, ובשפה ראויה.

שיבוץ מורים כבוחנים ומעריכים

אנו מזמינים את מורי המגמה לבצע רישום לשמש כמעריכים במערכות ביוטכנולוגיה וכבוחנים ביישומי ביוטכנולוגיה. הרישום מתבצע באתר המרב"ד, דרך מאגר המומחים (רישום נפרד למעריכים ובוחנים). יש להקפיד על מילוי מלא של כל הפרטים והעלאת כל המסמכים הנדרשים.
רק לאחר השלמת התהליך ואישור מנהלתי של משרד החינוך ניתן יהיה לאשר מורים כמעריכים ובוחנים בהתאם לצרכי המערכת.

כדי לשמש כמעריכים במערכות ביוטכנולוגיה, מעריכים חדשים נדרשים להשתתף בלפחות שתי השתלמויות מהשנתיים האחרונות, תשפ"ו-תשפ"ז, ומעריכים קיימים נדרשים להירשם להשתלמות אחת לפחות בשנת הלימודים תשפ"ז. בנוסף, יש לעדכן באתר המומחים את טופס נתוני ההעסקה.

כדי לשמש כבוחנים ביישומים בביוטכנולוגיה, בוחנים חדשים נדרשים להשתתף בשנת הלימודים תשפ"ז בשתי השתלמויות: יישומים בביוטכנולוגיה והנדסה גנטית. בוחנים קיימים נדרשים להירשם להשתלמות אחת לפחות בשנת הלימודים תשפ"ז.

גם לאחר אישור מינהלתי ופדגוגי, אין התחייבות לשבץ לבוחן פרויקטים לבחינה, או לזמן מעריך לבדיקת בגרויות במועד.

חומרי הוראה והדרכה

באחריותו של כל מורה להצטייד בתוכנית הלימודים לשנת הלימודים הנוכחית ולהכיר את העדכונים בחומרי ההוראה הרלוונטים.

אתרי המגמה

חדר המורים של המגמה ואתרי המודל קיימים וזמינים לכל מורי המגמה. בחדר המורים מתפרסמים עדכונים, תכניות לימוד מפורטות וחומרי הוראה והערכה לשימושכם.
מורים המעוניינים בכך ניתן לשכפל לתלמידים את אתרי המודל במקצועות הלימוד השונים בביוטכנולוגיה.
באתרים מופיעים ספרי הלימוד, ותרגולים לקראת בחינת הבגרות.

אתר המגמה במרחב הפדגוגי של משרד החינוך עבר שדרוג ועדכון. האתר זמין ונגיש לכולם, ומכיל את כל המידע על המגמה, עדכונים ותכניות לימודים.
שימו לב האתר פתוח לכולם, הודעות ופרסומים למורים בלבד אינם מופיעים באתר.

הערכה חלופית 30%

ספר הלימוד במבוא לביוטכנולוגיה יצא לאור ומופיע באתרי המגמה. למורים יש גישה לקלאסרום המכיל פעילויות מותאמות לספר הלימוד. במהלך השנה הקלאסרום ייתעדכן ויתווספו פעילויות ותכניות חדשות.
הספר מכיל את הידע התיאורטי הנדרש ללימודי מבוא לביוטכנולוגיה, ומגדיר את רמת ההעמקה הנדרשת בכל נושא בת"ל.

הערכה חיצונית - מערכות ביוטכנולוגיה

נושאי הלימוד המחייבים לבחינת הבגרות הם הנדסה גנטית, ביואינפורמטיקה וחקר מעבדתי.
בנוסף לכך חובה לפחות אחד מנושאי הבחירה - אימונולוגיה או תרביות תאים.

דגשים חשובים:

- בנושא ביואינפורמטיקה ישולבו שלושה כלים ביואינפורמטיים בשאלות הבחינה - ENTREZ, BLAST,JSMOL.
- בנושא חקר מעבדתי - פורסמו 4 מעבדות החובה לקראת הבגרות כהקלה בעקבות השנים האחרונות שהיו מורכבות במיוחד. אחת ממעבדות החובה שתופיע בבחינת הבגרות היא CRISPR.

ניתן להזמין את הקיטים לעבודה בכיתה מביורד או דרך מעבדות שולמן, לחלופין ניתן לבצע את המעבדה באחד ממכוני ההשמה המאפשרים ביצוע של מעבדת קריספר בתשלום.

יישומי ביוטכנולוגיה

ת"ל החדשה בביוטכנולוגיה כוללת בתוכה נספחים המפנים להדרכות אפקטיביות לכתיבת העבודה. ניתן להפיץ לתלמידים את הנספחים לעזרה בכתיבת העבודה.

שימו לב: תכנית הלימודים המעודכנת הינה עבור תלמידים הניגשים לבחינה החל מתשפ"ח.

נושא יישומי ביוטכנולוגיה כולל למידה תיאורטית, ביצוע מעבדות מחקר, עיבוד נתונים ודיווח אקדמי. על כן יש להקפיד להתחיל את תהליך הלמידה וביצוע הניסויים במעבדות המחקר בכיתה י"א. בתי ספר המתקשים למצוא תאריכים מתאימים - ניתן לפנות לד"ר ליאורה סגל לקבלת אישור לביצוע ניסויי החקר בכיתה י"ב עד סוף חודש אוקטובר.

שלבי ביצוע פרויקט יישומי ביוטכנולוגיה מופיעים באופן מפורט בתוכנית הלימודים.

שלבים ודגשים מרכזיים:

- יצירת קשר עם מעבדת המחקר. רשימת מרכזי השמה ונושאים לפרויקט
- מילוי טופס הצהרת כוונות לביצוע פרויקט - עד סוף אוקטובר 2026.
- הוראת הנושא בכיתה.
  אין להגיע למעבדות המחקר ללא הכנה תיאורטית ומעשית.
- הגשת בקשה לאישור ניסויי החקר

אין לבצע את ניסויי החקר ללא אישור מהפיקוח.

- עיבוד הנתונים והנחיית כתיבת העבודה, באחריות המורה המגיש.

מעבדה והתנסות מעשית

המעבדה היא מרכיב מרכזי בזהותה של מגמת ביוטכנולוגיה. התנסות מעשית מאפשרת לתלמידים לחוות את תהליך העבודה המדעי באופן בלתי אמצעי: משאלה מדעית, דרך תכנון הניסוי ועד לאיסוף נתונים, עיבודם והסקת מסקנות.
התנסות במעבדה וקיום חקר מדעי שזור לאורך כל שנות הלימוד במגמה החל ממבוא לביוטכנולוגיה בכיתה י', דרך בחינת הבגרות במערכות ביוטכנולוגיה והפרויקט המעשי במכוני המחקר במקצוע יישומי ביוטכנולוגיה.

ההצטיידות למעבדות באחריות נציגי הבעלות או העירייה ובתקציבי גפ"ן ע"פ תקן ההצטיידות במגמה, המופיע באתר המגמה ובאתר מינהל חדשנות וטכנולוגיה.

בטיחות במעבדה

בטיחות התלמידים והמורים היא תנאי בסיס לכל פעילות מעבדתית.

יש להקפיד על:

- עבודה בהתאם להנחיות הבטיחות (אגף הבטיחות)
- שימוש בציוד מגן מתאים
- אחסון וסימון חומרים
- פינוי פסולת בהתאם להנחיות
- הדרכת תלמידים לפני ביצוע פעילות מעשית

כחלק מחובה זו - יש להקפיד על הגשת בקשה לביצוע החקר ביישומי ביוטכנולוגיה, וקבלת אישור הפיקוח עוד בטרם ביצוע ניסויי החקר במעבדות המחקר והמרכזים הטכנולוגיים.

לבורנטים

באחריות הלבורנטים לעבוד לפי כללי הבטיחות המופיעים באגף הבטיחות, ומותאמים מעת לעת. יש לעקוב אחרי הפרסומים למפגשי לבורנטים במעבדות ביוטכנולוגיה והשתלמויות לבורנטים. מומלץ ללבורנטים של המגמה להיכנס לקבוצת הלבורנטים. פרטים אצל צוות הפיקוח של המגמה.

פיתוח מקצועי

אני מאמינה כי איכות ההוראה נשענת בראש ובראשונה על איכות ההתפתחות המקצועית של צוותי ההוראה. בשנת הלימודים תשפ״ז נפעל להרחבת ההזדמנויות ללמידה מקצועית, לשיתוף בידע ולטיפוח קהילת מורים פעילה ומובילה.

תוכניות הפיתוח המקצועי בביוטכנולוגיה כוללות השתלמויות המתמקדות בהעמקת הידע התוכני, בפיתוח כשירויות ובשדרוג מיומנויות פדגוגיות. מרבית ההשתלמויות מתקיימות במתכונת מקוונת. על מנת לאפשר למידה משמעותית והפריה הדדית, יש להקפיד על השתתפות פעילה ועל פתיחת מצלמות לאורך כל המפגשים.

החל מתשפ"ז ישנה חובת השתתפות בהשתלמות אחת בשנה (לפחות). אני מזמינה את כלל המורות והמורים במגמה לקחת חלק פעיל בהשתלמויות המגוונות, מתוך רצון להתקדם ולהתפתח, ומעבר לשיקולי צבירת גמולים.

ניוזלטר המגמה

הניוזלטר של המגמה מתפרסם בתחילת כל חודש, וכולל כתבות להעשרת הידע, מערכי שיעור ופעילויות להוראה בכיתה, לצד עדכונים שוטפים וחשובים מטעם הפיקוח.

מורים המעוניינים לשתף בעשייתם ולפרסם תכנים בניוזלטר מוזמנים לפנות לאוולין יקובוביץ.

כנס מורי הביוטכנולוגיה

כנס מורי הביוטכנולוגיה השנתי מהווה אבן שואבת לחיזוק קהילת המורים, להרחבת האופקים המקצועיים ולביסוס הקשר הישיר עם המפמ"ר וצוות הפיקוח. **השתתפות כלל מורי המגמה בכנס הינה חובה.** פרטים מלאים ומועד הכנס יתפרסמו בהמשך באתר המגמה ובקבוצת עדכוני פיקוח.

בינה מלאכותית בהוראת ביוטכנולוגיה

תחום הביוטכנולוגיה נמצא בעיצומה של מהפכה מדעית וטכנולוגית, שבה כלי בינה מלאכותית אינם רק אמצעי עזר פדגוגי, אלא חלק בלתי נפרד ממתודולוגיית המחקר והפיתוח בעולם המודרני. שילוב AI בהוראת המגמה נועד להקנות לתלמידים כלי חשיבה יזמיים, מיומנויות חקר מתקדמות וחשיבה ביקורתית, תוך היכרות מעמיקה עם חזית המדע.

שילוב AI בתהליכי ההוראה וההערכה

- **משאב לימודי חדש:** לקראת שנת הלימודים, יצא לאור ספר הלימוד החדש להערכה חלופית – **מבוא לביוטכנולוגיה**. לערכה זו קושרו פעילויות מבוססות AI המזמינות את התלמידים ללמידה פעילה, לחקר עצמאי ולניתוח תרחישים מורכבים. אני ממליצה לכלל המורים לשלב פעילויות אלו ברצף ההוראה בכיתה, ולהוסיף פעילויות התורמות להבנה ברמה גבוהה, ופיתוח כשירויות בינה מלאכותית.
- **שימוש בכלים דיסציפלינריים ייעודיים:** אנו מעודדים חשיפה ושימוש בכלים מתקדמים העומדים במרכז המחקר הביולוגי והביוטכנולוגי כיום, כדוגמת **AlphaFold** לחיזוי וניתוח המבנה התלת-ממדי של חלבונים, וכלים חישוביים נוספים לניתוח ביואינפורמטי. התנסות זו מעניקה לתלמידים הצצה אמיתית לעבודתם של מדענים בתעשייה ובאקדמיה. אני מזמינה אתכם להתנסות בכלים אלו ולשלב אותם בהוראה בכיתה ובמהלך החקר ביישומי ביוטכנולוגיה.

שימוש ב-AI בעבודות החקר ובפרויקטים

השימוש בכלי AI גנרטיביים בפרקי התיאוריה והחקר בפרויקטים מבורך, אך מחייב עבודה מודעת ומשמעותית. כדי למנוע שימוש סתמי או שטחי:

- **תיעוד שקוף של תהליך החשיבה:** יש להנחות את התלמידים לתעד את אופן העבודה עם הכלים, ולהצהיר כמקובל על השימוש בכלים.
- **עומק דיסציפלינרי:** התשובות וההסברים בתוצרי הסופיים נדרשים להיות מותאמים וספציפיים לשאלת המחקר ולמערכת הביולוגית הנבדקת, ולא להישאר ברמה הכללית.
- **רפלקציה והערכה ביקורתית:** על התלמידים להפגין חשיבה ביקורתית כלפי התוצרים שהופקו ע"י ה-AI, לבחון את אמינות המקורות, לזהות הטיות או אי-דיוקים מדעיים, ולנסח רפלקציה אישית על תרומת הכלי לתהליך הלמידה שלהם.

מסמך מדיניות הפיקוח לשימוש בכלי בינה מלאכותית

דגשים ארגוניים ואתיקה מקצועית

- **מדיניות משרד החינוך:** יש להקפיד על שימוש בכלים המאושרים על ידי משרד החינוך ומופיעים בקטלוג החינוכי.
- **אישורי הורים:** עבור כלים הדורשים אישור הורים, יש להקפיד על החתמת טופס ייעודי מראש.
- **אחריות ואתיקה מדעית:** מוטלת עלינו החובה לחנך לעבודה אתית, לשמירה על טוהר הבחינה והיושרה המדעית, ולשימוש מושכל ואחראי בטכנולוגיה.

כשירויות STEM

מגמת ביוטכנולוגיה מהווה זירה טבעית ליישום גישת **STEM** (Science, Technology, Engineering, Mathematics), המחברת בין מדע בסיסי, טכנולוגיה מתקדמת, תכנון הנדסי וניתוח כמותי. בשנת הלימודים תשפ״ז נתמקד בפיתוח ארבע כשירויות ליבה בקרב התלמידים, החיוניות להכשרת הבוגר בעולם מדעי וטכנולוגי משתנה:

- **פתרון בעיות מורכבות**
- **חשיבה ביקורתית**
- **עבודת צוות ושיתופיות**
- **למידה עצמאית ואוטונומית**

כשירויות אלו באות לידי ביטוי בצורה האופטימלית והשלמה ביותר במסגרת פרויקט יישומי ביוטכנולוגיה. תהליך החקר והפיתוח בפרויקט מעמיד את התלמידים בחזית העשייה המדעית והטכנולוגית, ומחייב אותם להפעיל מיומנויות אלו באופן פעיל ומתמשך.

כדי להעניק לכם את הכלים הפדגוגיים והמעשיים להובלת התהליך, תתקיים השנה **השתלמות ייעודית בנושא שילוב כשירויות STEM והנחיית פרויקטים**. ההשתלמות מאפשרת להיות שותפים להובלת הפדגוגיה החדשנית במגמה ולבנות מערך הוראה לפיתוח כשירויות אצל התלמידים.

פרוייקטים ייחודיים וקשרי אקדמיה

מגמת ביוטכנולוגיה רואה בחיבור לאקדמיה, לתעשייה ולמחקר בחזית המדע אבן ראשה בפיתוח מנהיגות מדעית-טכנולוגית צעירה. שיתופי פעולה אלה מעניקים לתלמידים הזדמנות להתנסות במחקר עכשווי, לפתח מיומנויות חשיבה ברמה אקדמית ולהשתלב בתכניות מצוינות ארציות ובינלאומיות.

תוכניות כיתתיות ומסלולי אקדמיה

תכנית "סמסטר ראשון כבר בתיכון"

תכנית ייחודית המאפשרת לתלמידי המגמה לצבור נקודות זכות אקדמיות כבר במהלך לימודיהם בתיכון, תוך שילוב בין תכנית הלימודים הבית-ספרית לבין קורסים אקדמיים במוסדות להשכלה גבוהה. השנה נפתח למגמות ביוטכנולוגיה **קורס וירוסים באוניברסיטת ת"א.**

- מורים המלמדים בתכנית ישתתפו בהשתלמות ייעודית המקנה כלים פדגוגיים להובלת הלמידה האקדמית בכיתה.
- כחלק מדרישות התכנית, יתקיים סיור לימודי-מחקרי במוסד האקדמי המלווה. הסיור כולל חשיפה למעבדות מחקר מתקדמות, הרצאות מפי חוקרים ומפגש בלתי אמצעי עם עולם המדע.
- שימו לב לתאריכי הבחינה האקדמית (שאלון 842351, המהווה 30% מהערכת המקצוע המוביל החיצוני) הבחינות תתקיימנה בימי שישי, מלבד בחינות למגזר הערבי. בבקשה היערכו בהתאם.
- תלמידים הנבחנים באקדמיה בשאלון 842351, יש להירשם גם לשאלון 842357 להשלמת מקצוע מוביל

תוכניות פרטניות, תחרויות ומסלולי מצוינות

הפיקוח מעודד את בתי הספר לרשום תלמידים מצטיינים ובעלי מוטיבציה גבוהה לתכניות ולתחרויות היוקרתיות. תוכניות אלו תורמות לחיזוק תחושת המסוגלות והסקרנות של הלומדים, מאפשרות לתלמידים למצות את הפוטנציאל האישי שלהם, ומביאות גאווה רבה לבית הספר ולמגמה.

תכנית המרה אקדמית
מסלול זה מאפשר לתלמידים מצטיינים להמיר את המקצוע המוביל (מערכות ביוטכנולוגיה) בקורסים אקדמיים באוניברסיטת בר-אילן תוך צבירת נקודות זכות לתואר ראשון.

תוכנית כימרה
תוכנית מצוינות ייחודית המפגישה תלמידים עם חזית המחקר הביולוגי-הנדסי ומפתחת חשיבה מחקרית ובין-תחומית ברמה גבוהה. התוכנית מאפשרת לתלמידים לקבל 2 נ"ז באוניברסיטה העברית וכן לבצע את פרויקט יישומי ביוטכנולוגיה במסגרת התוכנית. תלמידים שעברו את הקורס במסגרת כימרה מעל ציון 85, זכאים לציון 100 בהערכה חלופית במערכות ביוטכנולוגיה.
התוכנית מיועדת לתלמידי י'-י"ב, ונמשכת שנה אחת.

אולימפיאדת ביוטכנולוגיה
תחרות המצוינות הארצית של המגמה, בחסות הטכניון. האולימפיאדה מהווה הזדמנות יוצאת דופן לתלמידים להתמודד עם אתגרים מדעיים מורכבים, להעמקת הידע, להצגת עבודות חקר ביישומי ביוטכנולוגיה ולייצוג בכבוד של בית הספר והמגמה.
השנה נוספו מספר חידושים בתחרות:

- נוספו שלבים לתחרות
- הוקמה נבחרת תלמידים הניגשת לאולימפיאדה ללא מורה המגמה, ומלווה ע"י צוות הפיקוח.

פרטים על מבנה התחרות, וכניסה לנבחרת יופיעו באתר המגמה.

התחרות מיועדת לתלמידי י"ב הנגשים ל-5 יח"ל יישומי ביוטכנולוגיה.

תחרות israGEM
תחרות ארצית יוקרתית בביולוגיה סינתטית, המהווה את הגרסה הישראלית לתחרות iGEM הבינלאומית. התחרות מעניקה לתלמידים מצטיינים הזדמנות להתנסות במחקר יישומי בחזית הביולוגיה ההנדסית, לפתח פתרונות חדשניים לאתגרי העולם האמיתי, ולזכות בליווי אקדמי צמוד של חוקרים ומומחים בתחום.
התחרות מיועדת לתלמידי כיתה י'.

תוכנית מב"ט (מדענים ומפתחים צעירים)
תוכנית מב"ט מחברת תלמידים מצטיינים ויצירתיים למחקר יישומי ולפיתוח טכנולוגי, ומאפשרת להם להציג את תוצרי החקר שלהם בבמות ארציות ולייצג את המדינה בתחרויות בין-לאומיות. התוכנית מאפשרת לתלמידי המגמה לגשת לפרוייקט יישומי ביוטכנולוגיה באופן עצמאי, באישור הפיקוח.
רישום לתוכנית לתלמידי כיתה י'. התוכנית נמשכת 3 שנים, עד לסיום הפרויקט בי"ב.

נבחרות ישראל במדעים
איתור וטיפוח תלמידים מצטיינים לייצוג מדינת ישראל באולימפיאדות הבינלאומיות במדעים, בשיתוף מרכז מדעני העתיד ומשרד החינוך. פרטים יפורסמו בקבוצת עדכוני הפיקוח במהלך שנה"ל.

תכנית אח גדול בצמרת
מסלול ייעודי המעניק חשיפה לעולם הרפואה, המחקר הביומולקולרי והטכנולוגיות הרפואיות המתקדמות. בתוכנית תלמידי המגמה ילוו ע"י סטודנטים ומפקדי צמרת החל משלב הצו הראשון ועד הקבלה לתוכנית. התלמידים יקבלו מענה לשאלות, טיפים והדרכות חשובות, לצד מפגש שיתקיים באוניברסיטה העברית.

פרטים על מועדי החשיפה לתוכנית יפורסמו בקבוצת עדכוני הפיקוח.

קהילת תלמידים וערוצי תקשורת

לצד הלמידה בכיתה, הפיקוח מפעיל ערוצי תקשורת דיגיטליים ורשתות חברתיות המיועדים למורים ולתלמידים. ערוצים אלה משמשים לשיתוף מחקרים עדכניים, ימי עיון, הזדמנויות למחקר ולמידה, והצגת העשייה הייחודית של המגמות ברחבי הארץ. ערוצים אלו מאפשרים קשר ישיר בין הפיקוח לתלמידי המגמה, מעלים הזדמנויות חשובות לטובת התלמידים ויעילות הלמידה.

קישור לאינסטגרם
קישור לטיקטוק
קישור לפייסבוק

מרתון תרגול וחזרה ע"י צוות הפיקוח

לקראת בחינות ההדמיה והבגרות, יקיים צוות הפיקוח **מפגשי מרתון תרגול וחזרה ארציים** בלמידה מרחוק.

- המרתונים יועברו על ידי מדריכים ארציים ומומחי תוכן.
- המפגשים יתמקדו בניתוח שאלות עתירות חשיבה, מיומנויות חקר, תרגול ומתן דגשים קריטיים להצלחה בבחינה.
- **יש להקפיד על התנהגות נאותה במהלך המפגשים.**

מועדי המרתונים וקישורי ההתחברות יפורסמו במהלך המחצית השנייה של שנת הלימודים בקבוצת עדכוני הפיקוח וברשתות החברתיות של המגמה.

הנצחת בוגרים

בלב כואב אנו זוכרים את בוגרי המגמה שנפלו ונרצחו באירועי 7 באוקטובר ובמלחמת "חרבות ברזל". במהלך השנה האחרונה התחלנו בקידום פרויקט הנצחה ייחודי לזכרם. כחלק מיוזמה זו, אנו מבקשים לפנות אליכם לקבלת מידע על כלל בוגרי המגמה שנפלו במערכות ישראל ובפעולות האיבה (באישור ובתיאום עם המשפחות), על מנת להנציח את דמותם ופועלם.

פתיחת מגמת ביוטכנולוגיה

- בתי ספר המעוניינים לפתוח מגמה בשנת הלימודים תשפ"ח נדרשים להגיש בקשה בפורטל מוסדות חינוך עד ליום 31 בדצמבר 2026.
- בעת הבקשה יש לצרף את חתימת הבעלות לרכישת ציוד וקיום מעבדות ביוטכנולוגיה, ולהקפיד לציין את רמת ההכשרה הטכנולוגית המיועדת.
- בקשות לפתיחת מגמה יידונו לאחר ביקור במוסד החינוך. התשובה תשלח למייל מנהל בית הספר המעודכן בפורטל.

עדכון מכסת תלמידים

בקשות להגדלת מכסות תלמידים לשכבות י' ו-י"א לשנת תשפ"ז יש להגיש בפורטל מוסדות החל מ-1 בספטמבר 2026 ועד 31 בינואר 2027.

יש לצרף לבקשה מסמך PDF הכולל:

- מכתב מנומק עם פירוט הבקשה
- מערכת שבועית של המגמה (מערכות ביוטכנולוגיה ויישומי ביוטכנולוגיה) בכל השכבות
- תעודת השכלה של המורים, כולל תעודת הוראה
- עבור כל מורה, צילום של אחוזי המשרה מתוך מערכת עוש"ר
- תמונות של ציוד המעבדה
- במידה והבקשה למכסה של מעל 25 תלמידים - יש לצרף אישור הנהלה לביצוע מעבדות לפי כללי הבטיחות, ועבודה במעבדות בקבוצות לפי התקן.

פרטי קשר וערוצי תקשורת

פרטי התקשרות עם צוות הפיקוח מעודכנים באתר המגמה. ניתן לפנות למפמ"ר תמר פרץ-מנחמוב, בנושאים הרלוונטיים במייל: tamarme@education.gov.il

הודעות מהפיקוח יוצאות באופן שוטף בקבוצת הווצאפ של עדכוני הפיקוח, ומופיעות באתר המגמה ובחדר המורים.

אני מאחלת לכולנו שנה שקטה, יציבה ומלאת עניין. שנדע לרתום את מדע המחר, כשירויות ה-STEM וכלי הבינה המלאכותית בתבונה, באחריות ובסקרנות, מבלי לאבד את המגע האנושי, ההקשבה והאור בעיניים של כל תלמיד ותלמידה. שתהיה זו שנה של למידה פורה, חשיבה עצמאית, עומק מדע וגמישות פדגוגית – ובעיקר, שנה של שגרה ברוכה, ביטחון וסביבה מעצימה לצמוח בה. שתהיה לכולנו שנת לימודים מוצלחת ופורצת דרך!

הסקרנות שתציתו בכיתה היום היא התגלית המדעית של המחר.
תודה לכם על ההובלה, השליחות והמחויבות להצמיח את דור העתיד של המדע והחשיבה הביקורתית בישראל.

בברכת שנת תשפ״ז פורייה, סקרנית, יצירתית ומלאת עשייה.

תמר פרץ-מנחמוב
מפמ״ר מגמות ביוטכנולוגיה ומערכות בריאות
משרד החינוך