

# לימודים לתואר שני (M.Sc.) במדעי המים במסלול עם תזה ובמסלול ללא תזה שנה"ל תש"ף

**ראש התכנית:** פרופ' מיכאל (איגי) ליטאור

**חברי הסגל האקדמי:**

**פרופסור מן המניין:**

**פרופסור חבר:**

**מרצה בכיר:**

**מרצה:**

**מורים מן החוץ:**

פרופ' ניר בקר, פרופ' מיכאל (איגי) ליטאור, פרופ' גיורא ריטבו.

פרופ' יזהר לבנר, פרופ' סגולה מוצפי, פרופ' חסן עזאיזה.

ד"ר דפניה דיסני, ד"ר שריאל היבנר, ד"ר אדם צ'פמן, ד"ר חגי שמש.

ד"ר יגאל בר אילן, ד"ר יותם גונן, ד"ר איריס זוהר, ד"ר תמר צמח, ד"ר אורן רייכמן.

ד"ר שירה ניניו, פרופ' אסף סוקניק, ד"ר אייל קורצבאום, ד"ר ידידיה קפלן, ד"ר

רות קפלן-לוי, ד"ר רותם שדה.

## תכנית ללימודי תואר שני (מוסמך M.Sc.) כללי

### מבוא

מים הם משאב בסיסי שבלעדיו אין חיים. מדינות עשירות ועניות כאחת מתחבטות כיום בבעיות הספקת מים באיכות טובה לאוכלוסייה המצויה בגידול תמידי. החברה המודרנית מאופיינת בצריכת מים בכמויות שהן מעבר לכושר ההספקה הטבעי ובשימוש אינטנסיבי של דשנים וחומרי הדברה המשרים בסביבה זיהום תעשייתי-חקלאי נקודתי ומפוזר, הגורם לירידה באיכות המים והקרקע באגני ההיקוות ובמאגרי מי תהום. לכן, החברה המודרנית מכירה היום בצורך הדחוף לשימוש מושכל יותר במשאבי המים ובתיקון ומזעור הנזקים שנגרמו למערכות מים טבעיות כנחלים, מי תהום, מקווי מים, בתי גידול לחים (wetlands) ואחרים. לפיכך, בניית והפעלת תכנית שתקנה תואר מתקדם במדעי המים נעשתה צו השעה, במיוחד במדינת ישראל, בה משק המים מהווה אלמנט חיוני ביותר הקובע את רמת החיים, את היקף הפיתוח האפשרי ואת יחסי המדינה עם שכנותיה. בישראל צפיפות האוכלוסין היא מהגבוהות בעולם (והיא צפויה לגדול), וכמו-כן שטחי המדינה הם מדבריים או מדבריים למחצה. על-כן, הלחץ הסביבתי על מקורות המים גדול במיוחד.

תחום המים נזקק ויזדקק לתוספת של כוחות מיומנים בעלי השכלה רחבה וניסיון מעשי. מוסדות מחקר, מרכזי מו"פ, חברות Clean-Tech "קלין-טק" ויזמים במשק הישראלי ימשיכו לתור אחר בוגרים מצטיינים, ואין ספק שבעלי תואר שני בתחום ייהנו מיתרון בולט. זיהוי מגמת הצמיחה בתחום בא לביטוי בביקוש הולך וגובר ללימודי מדעי המים וסביבתם. בוגרים בעלי תואר ראשון בתחום הסביבה מתקשים לתת מענה מתאים לדרישות המקצועיות של תחום מדעי המים. נוצר, אפוא, ביקוש רב ללימודים לתואר שני, שייתן מענה למורכבות הנושא ולצרכי השוק. התכנית שלפניכם תענה לפיכך לא רק על צרכים מקומיים, אלא גם על צרכים לאומיים.

## תכנית ללימודי תואר שני (מוסמך M.Sc.) עם תזה

### תכנית הלימודים

משך הלימודים וחובות התלמיד/ה: במסלול לימודים עם תזה, משך הלימודים לתלמידים שיקדישו את כל זמנם ללימודים ולא יידרשו ללימודי השלמה, הוא שנתיים מלאות. על כל תלמיד/ה לצבור 30 נ"ז בקורסים, מתוכן 14 בקורסי חובה ועוד 16 בקורסי בחירה באחד או בשני תחומי ההתמחות שבחר/ה התלמיד/ה. עבודת התזה תתבצע באחת ממעבדות מיגל השותפות בתכנית או בכל מוסד מחקרי אחר בו יימצא מנחה מתאים. כל המנחים בתכנית יהיו בדרגת מרצה ומעלה. באחריותו הבלעדית של כל סטודנט לוודא כי צבר את מספר נקודות הזכות הדרוש להשלמת החובות ולקבלת התואר.

החוג רשאי בכל עת לבצע שינויים בתכנית הלימודים וליידע על כך את הסטודנטים.

### עבודת התזה

לכל תלמיד/ה במסלול תמנה ועדת ההוראה של התואר השני ועדה מלווה, שתורכב ממנחה המחקר (בעל דרגת מרצה לפחות) ומשני אנשי סגל נוספים המשתתפים בתכנית לתואר השני. כל חברי הועדה יהיו בדרגת מרצה ומעלה, וביניהם אחד בדרגת פרופ'. נושא המחקר ייקבע על ידי התלמיד/ה עם מנחה המחקר. התלמיד/ה יתחיל בביצוע העבודה כבר מן הסמסטר הראשון, ובתום חופשת הסמסטר יגיש את הצעת המחקר. היקף ההצעה יהיה עד עשרה עמודים, והיא תכלול תיאור הרקע המדעי עם סקירת ספרות, ציון המטרות ופירוט של תכנית העבודה, וכן ממצאים ראשוניים (במידה והתקבלו עד מועד ההגשה). בסמכות הועדה המלווה לאשר את ההצעה או לדרוש מן התלמיד שינויים והבהרות.

בתום הסמסטר השני יגיש את מרבית המבוא, שיטות וחומרים ואת התוצאות שנצברו עד לשלב זה. לקראת תחילת השנה השנייה יתקיים דיון עם המנחה ועם הוועדה המלווה ובה ידונו התוצאות ותוכנית המחקר לשנה

הבאה. תלמיד/ה שלא עמד בדרישות תישקל העברתו לתואר שני נלמד. התזה תוגש בתום חופשת הקיץ שלאחר שנת הלימודים השנייה. עליה להקביל באיכותה ובהיקפה לפרסום מדעי אחד לפחות בעיתונות מדעית ברת-שיפוט. תלמידים הפורסים את לימודי התואר השני יידרשו להגיש את התזה לא יאוחר מתום שלוש שנים מתחילת לימודיהם.

התלמיד/ה יגיש תזה בקובץ וורד, במידת הצורך יגיש גם את התזה בצורת חוברת. לאחר אישור התזה ע"י המנחה יגיש התלמיד את עבודת התזה לבדיקת שלושה בוחנים, שייבחרו על-ידי הועדה המלווה. שלושתם יהיו מדרגת מרצה בכיר ומעלה, ולפחות שניים מהם יהיו חברי סגל במוסדות אחרים להשכלה גבוהה הפעילים בתחום המחקר של התלמיד, מהם אחד לפחות חבר סגל באוניברסיטה. הבוחנים יעריכו הן את תוכן ואיכותן של עבודת המחקר ושל התזה הכתובה והן את יכולתו של התלמיד להגן עליהן בבחינה בעל-פה. הציון על עבודת התזה יהווה 30% מן הציון הסופי של התלמיד בתכנית וכך גם הציון על הבחינה בע"פ, ובסה"כ יהווה הציון הכולל על עבודת התזה ועל הבחינה בע"פ 60% מן הציון הסופי. על התלמיד להשיג ציון של 80 לפחות, הן על העבודה הכתובה והן על הבחינה בע"פ.

### הפסקת המחקר / לימודים

על אלה יוכלו להמליץ:

1. ועדת המעקב של התוכנית, אם זו תמצא כי התלמיד/ה לא עומד בדרישות הלימודים.
2. מנחה עבודת התזה, אם ימצא כי התנהלות התלמיד/ה במעבדה איננה הולמת או כי איננו מתקדם בתוכנית המחקר מסיבות התלויות בו בלבד.
3. תלמיד/ה שנכשל פעמיים בקורס חובה חוגי יופסקו לימודיו בחוג. בהתקיים נסיבות מיוחדות, וזאת על פי החלטת ראש התכנית, יהיה התלמיד רשאי להירשם שוב לקורס האמור ולהמשיך את לימודיו בתנאים שיקבע החוג/תכנית.

במידה שיישקלו הפסקת לימודים או מעבר למסלול הנלמד, יזומן התלמיד/ה לשיחת בירור. החלטה על הפסקת הלימודים במסלול המחקרי תאושר על ידי ההנהלה המצומצמת של התואר השני.

**סיום הלימודים וזכאות לתואר** – תלמיד/ה אשר צבר את סך נקודות הזכות הדרוש בקורסי החובה ובקורסי הבחירה ועמד בהצלחה בכל מרכיבי הבחינה של עבודת התזה יהיה זכאי לתואר. הציון הסופי של התלמיד/ה יורכב באופן הבא:

שקלול הציונים בקורסים: 40%

ציון על העבודה הכתובה: 30%

ציון הבחינה בע"פ: 30%

### דרישות אקדמיות במסלול עם תזה

#### כללי

**תכנית הקורסים** - במסלול עם תזה על התלמיד לצבור 14 נ"ז בקורסי חובה ועוד 16 נ"ז בקורסי בחירה מתוך שתי יחידות התמחות, ובסה"כ- 30 נ"ז. נקודות הזכות עבור קורס תוענקה למי שציונו המשוקלל בכל מטלות הקורס הינו 70 לפחות. התלמידים יחויבו ללמוד את כל קורסי החובה המוצעים במהלך השנה הראשונה, ובנוסף יחויבו לעבור בסמסטר הראשון קורס בטיחות במעבדה אשר לא יקנה נקודות זכות. לא כל קורסי הבחירה יינתנו

מדי שנה, והסטודנטים יפרסו את בחירתם מדי שנה בכפוף להיצע הקורסים בכל סמסטר ולמערכת השעות. תכנית הקורסים מפורטת בטבלאות אשר בהמשך.

### **תכנית ללימודי תואר שני (מוסמך M.Sc.) במדעי המים במסלול ללא תזה**

#### **מבוא**

הלימודים במסלול זה מיועדים לתלמידים השואפים להרחיב את השכלתם וניסיונם בתחומים שונים העוסקים במדעי המים, הן מבחינה הידע והתשתית העיונית והן מבחינת החשיפה להתנסות מעשית בתחום. ההנחה היא כי תלמידים שבחרים מסלול ללא תזה הינם טכנאים ו/או אנשי תאגידי המים בעלי תואר ראשון (B.Sc.), שמעוניינים להרחיב את הידע המקצועי והמדעי שלהם כדי ליישמו בצורה המיטבית ביעוץ ובעיות ניהול משאבי מים ושפכים ולשפר את מעמדם המקצועי ואת אפשרויות הקידום שלהם. מן הבחינה המעשית יקנה פרויקט המחקר המסכם כלים לקריאה ביקורתית, הבנה של המתודולוגיה המדעית, הכשרה בהתנהלות היום-יומית של מעבדת מחקר (אשר איננה נרכשת בדרך כלל במעבדות לימוד), ניסיון בתכנון וביצוע של מחקר ממוקד הבא לתת מענה לשאלה המוצגת, התמצאות במגוון שיטות מחקר ובשימוש בציוד מדעי מתקדם, התנסות מחקרית במעבדה ובכתיבת דו"ח על עבודת מחקר. כתיבת עבודת דו"ח המחקר והבחינה עליה תחייבנה את התלמיד בקריאה מוגברת של ספרות מדעית, בחשיבה עצמאית, בהצגה מדויקת של תוצאות הכוללת את ניתוח ודין במשמעותן, ובעימות עם ביקורת מדעית. כל אלה יתרמו להכשרת בוגר/ת בשל ומקצועי יותר לא רק בשל הידע המדעי שצבר, אלא גם בזכות הטמעתן של קטגוריות חשיבה וביקורת העומדות בבסיסו של כל מחקר מדעי.

#### **מבנה התכנית המוצעת במסלול נלמד ללא תזה**

**תכנית הקורסים** - על התלמיד/ה לצבור 14 נ"ז בקורסי חובה, 6 נ"ז עבור פרויקט המחקר, 16 נ"ז בקורסי בחירת/חובה בשתי תת-התמחויות, ועוד 6 נ"ז לפי בחירה ובסה"כ 42 נ"ז בקורסים. נקודות הזכות עבור קורס תוענקה למי שציונו המשוקלל בכל מטלות הקורס הינו 70 לפחות. התלמידים יחויבו ללמוד את כל קורסי החובה במהלך השנה הראשונה. לא כל קורסי הבחירה יינתנו מדי שנה, והסטודנטים יפרסו את בחירתם מדי שנה בכפוף להיצע הקורסים בכל סמסטר ולמערכת השעות. תכנית הקורסים מפורטת בטבלאות אשר בהמשך. באחריותו הבלעדית של כל סטודנט לוודא כי צבר את מספר נקודות הזכות הדרוש להשלמת החובות ולקבלת התואר.

החוג רשאי בכל עת לבצע שינויים בתכנית הלימודים וליידע על כך את הסטודנטים.

עם הקבלה ללימודים תיקבע ועדת ההוראה של התוכנית מנחה שיסייע לתלמיד/ה בהכנת תכנית לימודיו, וינחה אותו בהכנת הפרויקט המחקרי. רשאי לשמש כמנחה:

- א. מורה או חוקר הרשאי לשמש כמנחה בתוכניות לתואר שני במסלול מחקרי.
- ב. מורה או חוקר שקיבל אישור אד-הוק מראש התכנית לשמש כמנחה.

#### **תנאי המעבר משנה לשנה**

- א. הגשת הצעה לפרויקט מחקרי, מאושרת ע"י המנחה עד סוף שנה א'.

## פרויקט מחקר

במסגרת זו יבצע התלמיד/ה בסמסטר הרביעי (האחרון) ללימודיו פרויקט מדעי או פיתוחי, שיעסוק בשאלה מחקרית הכרוכה בעבודת המחקר או הפיתוח השוטפת של המעבדה. לאורך כל הסמסטר יקדיש התלמיד/ה לפרויקט זה 200 שעות עבודה או חודש עבודה ועמידה בכל המטלות תזכה אותו ב-4 נ"ז. עם תחילת הפרויקט יגיש התלמיד/ה לראש התכנית, הצעת מחקר מקוצרת הכוללת רקע, מטרת המחקר, חומרים ושיטות ומקורות ספרות אפשריים. עם סיום הפרויקט יכתוב התלמיד/ה עבודה חקר שתכלול את תיאור השאלה המחקרית או נושא הפיתוח, הן בהקשר של המחקר הרחב יותר המתבצע במעבדה והן בפרספקטיבה של הידע הכללי, פירוט השיטות, מהלכי הניסויים ותוצאותיהם, ודיון בתוצאות שהושגו. האורך המומלץ של עבודת החקר לא יעלה על 15 עמודי טקסט שלא כולל איורים, טבלאות ותמונות במידת הצורך. ראש המעבדה חייב לאשר בחתימה את עבודת החקר לפני הגשתה. התלמיד/ה יבחן על עבודה זו לחוד על ידי שני חברי סגל המשתתפים בתכנית לתואר השני. הציון על פרויקט המעבדה יורכב מהערכת עבודת החקר (50%) ומן הבחינה בעל פה (50%). על התלמיד להשיג ציון של 80 לפחות בכל אחד מהמרכיבים הללו.

## מעבר ממסלול ללא תזה למסלול עם תזה

על התלמיד/ה המבקש לעבור למסלול מחקרי להעביר בקשה מיוחדת למזכירות התכנית ולמצוא מנחה למחקר. תלמיד/ה זכאי לעבור ממסלול נלמד למסלול מחקרי בהתקיים אחד משני התנאים הבאים:

1. עומד בתנאי קבלה למסלול מחקרי (אך לומד במסלול נלמד), ונמצא לו מנחה לתזה.
2. סיים בשנתו הראשונה ללימודיו 24 נ"ז בציון ממוצע של 85 ומעלה ונמצא לו מנחה לתזה.

מעבר למסלול מחקרי מותנה בהעברת הבקשה למעבר שני סמסטרים לאחר תחילת הלימודים במסלול הנלמד. התלמיד/ה יגיש את עבודת התזה שלו לאחר 18 חודש מתאריך המעבר למסלול המחקרי.

## הפסקת לימודים

תלמיד/ה שנכשל פעמיים בקורס חובה חוגי יופסקו לימודיו בחוג. בהתקיים נסיבות מיוחדות, וזאת על פי החלטת ראש התכנית, יהיה התלמיד/ה רשאי להירשם שוב לקורס האמור ולהמשיך את לימודיו בתנאים שיקבע החוג/תכנית. על הפסקת לימודים במסלול הנלמד תוכל להמליץ ועדת המעקב, אם תמצא כי התלמיד/ה לא עומד בדרישות הלימודים. במידה שתישקל הפסקת לימודים יזומן הסטודנט לשיחת בירור.

## סיום הלימודים וזכאות לתואר

תלמיד אשר צבר את סך נקודות הזכות הדרוש בקורסי החובה ובקורסי הבחירה ועמד בהצלחה בפרויקט המחקרי יהיה זכאי לתואר. הציון הסופי של התלמיד יורכב באופן הבא:

- א. שקלול הציונים בקורסים 80%
- ב. פרויקט מחקרי 20%

## מבנה כללי של תכנית הלימודים במדעי המים

תכנית הלימודים מורכבת מ-3 קבוצות של קורסים שכוללות קבוצת קורסי יסוד, קבוצת קורסים בהידרו-ביו-גיאוכימיה וקבוצת קורסים בתחום טכנולוגיות שימוש, ניהול וטיפול במים. קורסי יחידת היסוד הם חובה לכל תלמידי התכנית. מטרת הקורסים לתת לתלמיד מיומנויות הכרחיות המותאמות לאנשי מקצוע בתחום מדעי המים. לא כל קורסי בחירה ניתנים מידי שנה

**תכנית הלימודים :**

**שנה אקדמית א' סמסטר א' - יחידת היסוד - קורסי חובה :**

מרצה	סה"כ נ"ז	סה"כ שש"ס	שעות תרגיל / מעבדה	שעות הרצאה	שם הקורס
ד"ר יגאל בר אילן	-	2	2	-	בטיחות במעבדה
ד"ר חגי שמש	3	4	2	2	סטטיסטיקה למתקדמים
פרופ' איגי ליטאור	1	2	-	2	סמינר מחלקתי במדעי המים
ד"ר שריאל היבנר	2	-	-	2	תוכנת R

**שנה אקדמית א' סמסטר ב' - יחידת היסוד - קורסי חובה :**

מרצה	סה"כ נ"ז	סה"כ שש"ס	שעות תרגיל / מעבדה	שעות הרצאה	שם הקורס
ד"ר דפנה דיסני	2	2	-	2	כלכלת משאבי מים
ד"ר אדם צ'פמן	4	5	2	3	שיטות נומריות למדעי המים
ד"ר אורן רייכמן	2	3	2	1	שימושים מתקדמים במערכת גיאוגרפית ממוחשבת (GIS) בדגש על משאבי מים – יינתן בסמסטר ב
	14	18	8	12	סה"כ

**יחידת הידרו-ביו-גיאו-כימיה – חובת בחירה של קורסים בהיקף 8 נ"ז :**

שם הקורס	שעות הרצאה	שעות תרגיל / מעבדה	סה"כ שש"ס	סה"כ ני"ז	מרצה
איזוטופים יציבים בסביבה האקווטית – יישומים הידרולוגיים וגאוכימיים	2	2	4	3	ד"ר איריס זוהר
אקולוגיה של בתי גידול לחים	2	2	4	3	פרופ' איגי ליטאור, ד"ר ידידה קפלן
הידרוכימיה למתקדמים*	3	1	4	3.5	ד"ר איריס זוהר
הידרולוגיה של נגר עילי*	3	-	3	3	ייקבע בהמשך
מודלים בהידרולוגיה של מי תהום ומים עיליים*	2	2	4	3	ייקבע בהמשך
מיקרוביולוגיה של מערכות מים*	2	2	4	3	פרופ' סגולה מוצפי, ד"ר שירה ניניו
מיקרומטאורולוגיה יישומית*	3	-	3	3	ד"ר רותם שדה
מעבדה להידרוכימיה סביבתית*	-	4	4	2	ד"ר איריס זוהר
פרקים נבחרים בכימיה פיזיקלית	2	2	4	3	פרופ' גיורא ריטבו, ד"ר רותם שדה
שיטות הפרדה ביוכימיות*	2	-	-	2	ד"ר יגאל בר אילן
שיטות לחישוב מדעי מתקדם במדעי המים*	3	1	4	3.5	ד"ר תמר צמח
תנועת מזהמים בתווך נקבובי*	3	-	3	3	ד"ר יותם גונן
סה"כ:	27	16	41	35	

\*הקורס לא יתקיים בתש"ף

**יחידה של טכנולוגיות שימוש, ניהול וטיפול במים – חובת בחירה של קורסים בהיקף 8 ני"ז:**

שם הקורס	שעות הרצאה	שעות תרגיל / מעבדה	סה"כ שש"ס	סה"כ ני"ז	מרצה
אקוטוקסיקולוגיה בסביבה המימית	2	2	4	3	ד"ר אסף סוקניק
גישות מולקולריות לזיהוי אוכלוסיות ותהליכים מיקרובאליים בסביבה המימית*	2	2	4	3	ד"ר רות קפלן-לוי ופרופ' אסף סוקניק
חומר האורגני הטבעי במערכות מים*	2	2	4	3	פרופ' יונה חן
היבטים בריאותיים של אספקת מים	2	-	2	2	ד"ר שירה ניניו
טכנולוגיות לאספקת מים עירונית וביתית	2	2	4	3	ד"ר אייל קורצבאום

טכנולוגיות לשימוש במים לתעשייה*	2	2	-	2
ניהול אגמים ואגני היקוות*	3	3	-	3
שיטות ביולוגיות לטיפול במים ושפכים	3	4	2	2
שיטות פיזיקאליות-כימיות לטיפול במים ושפכים*	4	5	2	3
סה"כ:	26	32	12	20

\*הקורס לא יתקיים בתש"ף

## תיאור כללי של הקורסים:

### יחידת היסוד, קורסי חובה:

#### סמסטר א':

#### ד"ר יגאל בר אילן

#### בטיחות במעבדה

0 נ"ז, 2 ש"ס

במסגרת קורס בטיחות במעבדה מוענקים לסטודנטים כל הכלים והידע הדרושים להם לשם שמירה על רמת בטיחות גבוהה בעבודה המדעית, תוך מתן כלים לשיפוט של מצבים בזמן אמת ויכולת התמודדות עימם בצורה יעילה ובטוחה. הקורס כולל שורה של הדרכות כדוגמת היכרות ועבודה עם חומרים מסוכנים (ממסים אורגניים, אבקות, חומרים רדיואקטיביים וכו'), כלי זכוכית, מכשירי חיתוך ומערכות חשמל. נדון גם בסיכונים מאש וכמובן נמקד את הלמידה בסיכונים ביולוגיים בעבודה. כמו כן נערך סקירה מפורטת של מגוון רחב של כלים המסייעים לנו לשמור על בריאותנו וביטחוננו האישי: משקפי מגן, כפפות, נעליים גבוהות, ביגוד עבה ומתאים ועוד.

#### ד"ר חגי שמש

#### סטטיסטיקה למתקדמים

3 נ"ז, 4 ש"ס

הקורס נועד לתת כלים סטטיסטיים מתקדמים למתמחים במדעי המים. במהלך הקורס ילמדו לעומק העקרונות המנחים של ההסקה סטטיסטית בכלל ויישומם במבחנים השונים בפרט. הקורס מורכב משיעורים בהם תוצג התאוריה והמכניקה של המבחנים השונים בעוד שהתרגולים יתרכזו בפרקטיקה של יישומם תוך שימוש בתוכנת SPSS. במהלך הקורס נדון בעיצוב נכון של מערכי ניסוי וננתח יחדיו נתונים מעבודת המחקר של הסטודנטים בקורס. הקורס יכסה נושאים כגון השוואה בין אוכלוסיות, ניתוח שונות חד-גורמי, מבחנים לא פרמטריים, שונות רב-גורמי, גרסיה ומודלים לינאריים כלליים, נתונים קטגוריאליים, נתונים מתחת לסף המדידה ועיצוב ניסויים.

#### פרופ' איגי ליטאור

#### סמינר מחלקתי במדעי המים



## 1 נ"ז, 2 שש"ס

חקירה נושא נבחר בתחום מדעי המים מתחומי ההתמחויות השונות. החקירה תכלול הגדרת הבעיה או הנושא, סקר ספרות ואיסוף נתונים ממחקרים שהתפרסמו בחמשת השנים האחרונות כולל ניסוי מעבדה או ניסויי שדה, ניתוח תוצאות, הסקת מסקנות והמלצות. העבודה תסוכם במאמר מדעי מקצועי והרצאה בפני סטודנטים וחברי סגל במסגרת הסמינריון המחלקתי. קביעת הציון תהיה עפ"י מעקב במשך הסמסטר, הגשת הרצאה וכתבת עבודה סמינריונית.

### ד"ר שריאל היבנר

### תוכנת R

## 2 נ"ז, 2 שש"ס

הקורס "מבוא לעיבוד נתונים בסביבת R לביולוגים" הינו קורס היכרות ראשונית עם שפת התכנות וסביבת העבודה R. בקורס נלמד מגוון שיטות לעיבוד נתונים מסוגים שונים ודרכים להצגת התוצאות בעזרת כתיבת קוד בשפת R. הקורס יכלול היכרות עם סביבת R, היכרות עם סביבת R-Studio, סוגי משתנים, עבודה עם וקטורים ומטריצות, עבודה עם מסדי נתונים, תכנות בעזרת תנאים ולולאות, כתיבת פונקציות, עבודה עם מודולים חיצוניים, ניתוחים סטטיסטיים, ובניית גרפים.

### סמסטר ב':

### ד"ר דיסני דפנה

### כלכלת משאבי מים

## 2 נ"ז, 2 שש"ס

הקורס ידון בהקשר של היבטים כלכליים לבעיות ופתרון במסגרת ניהול משאבי מים. הסטודנטים ילמדו כיצד ניתן להשתמש בעקרונות מתחום הכלכלה בכדי לנתח בעיות של משק המים בישראל ובכלל. הנושאים שיכללו בקורס בין השאר הם: עקרונות ביקוש והיצע של משאבי מים, כשלי שוק במשק המים, תמחור משאבי מים, הקצאה אופטימאלית של כמויות מים, ניתוחי עלות – תועלת של שיפור באיכות המים, אמידת ערך המים בשימושים שונים כגון, שימוש עירוני, תעשייתי, חקלאי ומים לטבע, קונפליקטים בנושאי מים ועקרונות בקבלת החלטות.

### ד"ר אדם צ'פמן

### שיטות נומריות במדעי המים

## 4 נ"ז, 5 שש"ס

מחשוב באמצעות Matlab שיכלול עיבוד נתונים באמצעות Matlab, פתרון אלגברי עם מטריצות ווקטורים, פעולות מתימטיות, תכנות, פונקציות ו-scripts. נושאי מיחשוב נוספים יכללו פתרון משוואות לא-ליניאריות, אינטגרציה וגזירה נומרית, שיטות נומריות לפתרון משוואות דיפרנציאליות מסדר ראשון, שיטות לפתרון משוואות מסדר גבוה, שיטות הפרש סופי לפתרון משוואות דיפרנציאליות חלקיות, פתרונות איטרטיביים למערכות משוואות, מבוא ל-Finite Element mehtod, ואנליזת פורייה.

ד"ר אורן ריכמן

**שימושים מתקדמים במערכת גיאוגרפית ממוחשבת (GIS)**

2 נ"ז, 3 שש"ס

הלימודים יכללו עבודה עם שכבות רסטריות, ניתוחים מרחביים וביצוע של חישובים מתמטיים בין שכבות שונות שיבוצעו בעזרת Spatial analyst extension. במסגרת הקורס יעשה שימוש בתוסף Archydro בדגש על תפיסת העבודה, המרכיבים השונים והשימושים הקיימים בתוסף. מודל גבהים ישמש לצורך מיפוי ובנייה של אגני היקוות ויצירת רשת (network) של נתיבי זרימה. במסגרת הקורס ילמדו ויתרגלו התלמידים עבודה עם שכבות רסטריות ויבוצעו ניתוחים מרחביים וחישובים מתמטיים וסטטיסטיים בין שכבות שונות בעזרת תוספים כדוגמת Spatial analyst extension ו-Archydro.

**יחידת הידרו-ביו-גיאו-כימיה :**

ד"ר איריס זוהר

**איזוטופים יציבים בסביבה האקוטיט – יישומים הידרולוגיים וגאוכימיים**

3 נ"ז, 4 שש"ס

לימוד שיטות יישומיות לחקר הסביבה האקוטיט בעזרת איזוטופים יציבים. הקורס יסקור את העקרונות לפיהם מתקיים מקטוע בין איזוטופים, סוגי המקטוע והשימושים הנרחבים בחקר הסביבה. הסטודנטים יתוודעו בעיקר לאיזוטופים של האטומים הקלים החשובים במיוחד במערכות הביוגאוכימיות של המים – חמצן, מימן, פחמן, חנקן וגופרית. הקורס יכלול התנסות במחקר איזוטופי בגוף מים, לרבות דיגום שטח, עבודת מעבדה וניתוח תוצאות. הסטודנטים יתבקשו לנתח את התוצאות לאור תהליכים ביוגאוכימיים בגוף המים ו/או תנאים סביבתיים בעלי השפעה על המערכות האיזוטופיות.

פרופ' איגי ליטאור

**אקולוגיה של בתי גידול לחים**

ד"ר ידידיה קפלן

3 נ"ז, 4 שש"ס

לתת לתלמידיה כלים איכותניים וכמותיים להבנת גורמים ותהליכים אקולוגיים במקווי מים בדגש על נחלים, בריכות, הצפה מחדש (אגמון החולה) ואגנים ירוקים. הקורס ינצל את מיקומה של המכללה בארץ פלגי מים ע"מ לחשוף את התלמידיה למארג המורכב של בתי גידול לחים והאינטראקציות בין בתי גידול אלה לסובב, קרי חקלאות אינטנסיבית, תיירות, ושינוי יעוד קרקע.

ד"ר איריס זוהר

**הידרוכימיה למתקדמים**

3.5 נ"ז, 4 שש"ס

בקורס נלמד את שיטת הטבלו (Tableau) לפתרון כמותי של בעיות בכימיה אקוויטית. הפתרונות יכללו חישובים של התמיינות בתמיסה, בעיות של שווי משקל בין הפאזה המימית לגזית ובין הפאזה המימית למוצקה, אלמטים של חומצה-בסיס בסביבה מימית, התמיינות התמיסה בעקבות ערבוב של תמיסות בעלי אופי שונה, ריאקציות של חימצון, ושימוש במשוואות האלקליניות להבנת תהליכים בטיפול במים ושפכים.

### הידרולוגיה של נגר עלי

3 נ"ז, 3 שש"ס

### ייקבע בהמשך

הצגה בפני הסטודנט של עקרונות ההידרולוגיה של נגר עלי והקנייה של ידע בסיסי ושימושי בשיטות ניתוח ההידרולוגיות. החומר יכלול שישה נושאים עיקריים: 1. הכרת רכיבי מאזן המים של מאגרים ואגמים; 2. שימושים סטטיסטיים בהידרולוגיה; 3. חזרה על עקרונות הזרימה במצע נקבובי; 4. ניתוח נתוני גשם בזמן ובמרחב; 5. עקרונות בסיסיים של יחסי גשם- נגר; 6. זרימה לא רוויה וחיזור בפני הקרקע.

### מודלים בהידרולוגיה של מי תהום ומים עיליים

3 נ"ז, 4 שש"ס

### ייקבע בהמשך

תיאוריה ומעשה בפיתוח מודלים למערכות ההידרולוגיות – סביבתיות, הן בתחום ההידרולוגיה של מי תהום והן בתחום ההידרולוגיה של מים עיליים. הקורס יעסוק בסוגיות הבאות: 1. סקירה כללית על מהו מודל, שלבים בפיתוח מודל, מאפייני וסוגי מודלים, דוגמאות למודלים של מערכות ההידרולוגיות; 2. גישת ניתוח מערכות בהידרולוגיה: סיווג מודלים לחיזוי (prediction), זיהוי (identification) ואיתור (detection). פונקציות אלמנטריות והתגובה ההידרולוגית, הידרוגרמת יחידה, אינטגרל הקונבולוציה, קונבולוציה דיסקרטית; 3. מודלים אנליטיים ומודלים נומריים: דוגמאות למודל דיפוזיה-דיספרסיה; 4. מודל מי תהום מרחבי (distributed) לעומת מודל מי תהום מקובץ (lumped) בעזרת יחידות מיכלים; 5. כיול ואימות של מודלים; פונקציות מטרה, הערכת פרמטרים, אופטימיזציה לוקלית וגלובלית, הערכה ואימות של המודל באמצעות ריבועים פחותים, Nash–Sutcliffe. 6. ניתוחי רגישות ואי וודאות: רגישות לפרמטר יחיד, רגישות למספר פרמטרים, רגישות לוקלית וגלובלית, מהי אי וודאות, מקורות אי וודאות, ייצוג אי - וודאות במודל (מודל דטרמיניסטי לעומת מודל סטוכסטי).

### מיקרוביולוגיה של מערכות מים

3 נ"ז, 4 שש"ס

### פרופ' סגולה מוצפי

ד"ר שירה ניניו

לימוד תפקיד המיקרואורגניזמים בקביעת איכות המים הביולוגית והכימית במערכות מים טבעיות או מלאכותיות, כמו מים טבעיים-מתוקים או מלוחים, מי תהום, מערכות מי שתיה, מי נופש, שפכים. נושאי הקורס יכללו: גופי ומערכות מים כמקום מחיה של מיקרואורגניזמים, תפקיד החיידקים במחזור החומרים במים, תהליך האיאוטרופיקציה, פעילות מיקרוביאלית במים עומדים לעומת זורמים,

מיקרוביולוגיה של מיים עיליים, מים במיכלים, מי תהום, מי נופש, שפכים, יצירת ביופילם וטיפול בביופילם במערכת מים, שיטות לסילוק מיקרואורגניזמים ממים, פרוק ביולוגי של רעלים במערכות מים, שיטות להערכת איכות ביולוגית של מים, שיטות דיגום וזיהוי מיקרואורגניזמים פונקציונאליים במערכות מים.

### מיקרומטאורולוגיה יישומית

#### ד"ר רותם שדה

#### 3 נ"ז, 3 שש"ס

הכרת מערכות אטמוספירות. חוקי קרינה: קרינת השמש וקרינה אטמוספירית- יישומים במדעי הסביבה. תרמודינמיקה של האטמוספירה (החוק הראשון של התרמודינמיקה), משוואת המצב, משתנים תרמודינמיים של האוויר. תהליכי חימום וקרור של פני שטח (יבשה וגופי מים), מעבר חום בקרקע ובגופי מים. מצבי מזג אוויר בסקלות שונות: רוח ים-יבשה, רוחות הר-עמק ורוחות בקנה מידה שונים. התאדות: עקרונות פיזיקליים, מדידה עקיפה וישירה של התאדות. חישובי התאדות ממשטחים שונים.

### מעבדה להידרוכימיה סביבתית

#### ד"ר איריס זוהר

#### 2 נ"ז, 4 שש"ס

בקורס נבצע ניסוי מעבדה שירחיבו את הניסיון בציוד אנליטי נפוץ בנושאי הידרוכימיה. דגש יינתן על מדידת פרמטרים כמו חנקן על צורוניו (אמוניה, אמון, חנקה וחנקית), שיטות למדידת זרחן, pH, ORP, מוליכות חשמלית, בדיקות של הפזה הקולואידית (מוצקים מרחפים - TSS, מוצקים נדיפים - VSS, עכירות), בדיקות חמצן או צריכת חמצן (DO, COD, TOC, BOD) תוך הדגשת ההבדלים ביניהם, בדיקות וחישובי אלקליניות ופוטנציאל שיקוע פחמות (SI, LSI, CCCP), חישובי סכנת ניתרון (SAR), מדידת קולורימטריות של פרמטרים שונים (פנולים, מתכות), שיטות המתבססות על יצירת עכירות או משקעים (מדידת BaSO<sub>4</sub>, מדידת נוכחות כלורידים) ושיטות בסיסיות של כרומטוגרפיה למהמים אורגניים. הכרה עקרונית של בעיות מדידה של ריכוזי מזהמים (הפרעות, תערובות של מזהמים, רגישות השיטות, התנדפות, שקיעה, ספיחה וכדומה).

### פרקים נבחרים בכימיה פיסיקלית

#### פרופ' גיורא ריטבו

#### ד"ר רותם שדה

#### 3 נ"ז, 4 שש"ס

הכימיה הפיזיקלית כוללת בתוכה תחומים רבים שמהווים אבן דרך בכל תחום הקשור למדעי הטבע, מדעי החיים ואף ההנדסה. בקורסי היסוד בדרך כלל ניתן דגש בהיבטים ובפרמטרים תרמודינמיים, ובהערכה ראשונית של תהליכים קינטיים. המטרה של קורס זה היא להרחיב את היריעה לגבי אספקטים נוספים שמשפיעים על כל תהליך ביולוגי וכימי, ועל ידי כך לספק כלים נוספים לסטודנט, שיסייעו לו בנייתו המתרחש במחקריו. הנושאים הנבחרים שיידונו בקורס הם (א) כימיה קולואידית,

תהליכי ספיחה ותהליכים המתרחשים על פני משטחים אקטיביים כמו פני ממברנות או מינרלים. (ב) שימוש במודלים פשוטים לתיאור קינטיקה של תהליכים. הנושאים ילוו בתרגילים ובמעבדות.

**ד"ר יגאל בר-אילן**

**שיטות הפרדה ביוכימיות**

**4020058 – 2 נ"ז, 2 ש"ס הרצאה**

הקורס מקנה הכרה תיאורטית ומעשית של שיטות הפרדה פיזיקאליות וכימיות בהם נעשה שימוש בביוכימיה: סרכוז, מיצוי נוזל-נוזל (LLE), מיצוי בפאזה מוצקה (SFE), אלקטרופורזיה, כרומטוגרפיית יונים (IEC), כרומטוגרפיית גיל (GPC), כרומטוגרפיית אפיניות (Affinity Chromatography), כרומטוגרפיה נוזלית בלחץ גבוה (HPLC), כרומטוגרפיה גזית (GC). שיטות ספקטרוסקופיות: UV-Vis, FTIR, פלואורימטריה. שיטות הפרדה ואנליזה בספקטרוסקופיית מסות,

**ד"ר תמר צמח**

**שיטות לחישוב מדעי מתקדם במדעי המים**

**3.5 נ"ז, 4 ש"ס**

לימוד שיטות נומריות לפתרון בעיות במדעי המים. הגדרה, ניתוח ומציאת פתרון עבור מודלים מורכבים המתוארים ע"י משוואות דיפרציאליות רגילות או חלקיות עם תנאי התחלה-שפה מתאימים.

**ד"ר יותם גונן**

**תנועת מזהמים בתווך נקבובי**

**3 נ"ז, 3 ש"ס**

הקורס יכסה נושאים הקשורים בתנועת מים ומזהמים בתווך נקבובי רווי וחצי רווי, אקווקציה, דיפוזיה ודספרסיה, ספיחה וטרנספורמציה של מומסים בזמן תנועה. מודלים של תנועת מזהמים, מודל איזור מעבר המסה MTZ, מקדמי ריטרדציה, משוואת ה convection dispersion equation ו nonequilibrium deterministic model או two-region (CDE), והטמעה שלה ב nonequilibrium transport. שימוש במודלים ב CXTFIT ו STANMODE. שיטות לתיאור כמותי של תנועת מזהמים בתווך הנקבובי, בעיות של פאזות לא אקוויטיות כגון LNAP, DNAPL, זרימת מעקפים.

**יחידה של טכנולוגיות שימוש, ניהול וטיפול במים**

**פרופ' אסף סוקניק**

**אקוטוקסיקולוגיה בסביבה המימית**

**3 נ"ז, 4 ש"ס**

בקורס יוצגו מזהמים אורגניים ואנאורגניים מזהמים אנתרופוגניים ומזהמים ממקורות טבעיים בסביבה המימית. ידונו מקורות הזיהום, אופים הכימי, השפעתם על הסביבה וגורלם. יוצגו שיטות אנליטיות וביוולוגיות לזיהוי וכימות מזהמים בסביבה המימית ויסקרו גישות פיסיוולוגיות, ביוכימיות ומולקולריות לאיתור מנגנוני הפעולה של המזהמים. נושאי הלימוד יכללו: שיטות לגילוי, זיהוי וכימות

מזהמים, ואיתור מקורותיהם בסביבה המימית. תכונות כימיות ופיסיקאליות של מזהמים בסביבה המימית הצטברותם במארג המזון ופירוקם. הערכה וחיזוי סיכונים לבריאות האדם והסביבה. הצגה ודיון באירועי הרעלה בסביבה המימית/ימית.

### **גישות מולקולריות לזיהוי אוכלוסיות ותהליכים מיקרוביאליים בסביבה המימית פרופ' אסף סוקניק ד"ר רות קפלן לוי**

**3 נ"ז, 4 שש"ס**

בקורס יסקרו שיטות וכלים של ביולוגיה מולקולריות המיושמים להבנת המגוון הביולוגי בסביבה המימית ותהליכים ביו-גיאוכימיים המתרחשים בה. יינתן דגש על זיהוי וכימות האוכלוסייה המיקרוביאלית, זיהוי מקורות זיהום מיקרוביאלי. ידונו שיטות מולקולריות לזיהוי וכימות תהליכים מיקרוביאליים המעורבים במעגלים הביו-גיאוכימיים העיקריים בגופי מים ובפירוק ביולוגי של מזהמים. היישומים שילמדו כוללים: יצירת ברקוד גנטי להכרת המגוון הביולוגי, מטאגנומיקה להכרת אוכלוסיות מיקרוביאליות, טרנסקריפטומיקה להבנת תהליכים בסביבה המימית, microarray לבדיקות איכות מים וכימות אורגניזמים מזהמים בשיטות מולקולריות.

**פרופ' יונה חן**

**החומר האורגני הטבעי במערכות מים**

**3 נ"ז, 4 שש"ס**

החומר האורגני המסיס במים (Dissolved organic matter – DOM) הוא המרכיב הפעיל ביותר מבין מרכיבי החומר האורגני בקרקע. במים הינו לא רק המרכיב הפעיל ביותר, אלא גם המרכיב העיקרי מבחינה כמותית. מרבית הריאקציות של חומרי דשן ומזהמים במים מתקיימות בין החומרים הללו לבין ה-DOM. גם בשפכים מטהרים ה-DOM הינו מרכיב אורגני עיקרי. יחסי הגומלין של ה-DOM מתקיימים עם מתכות כבדות (קומפלקסציה וקשירה), מיקרו-מזהמים אורגניים (ספיחה ושחרור, פירוק הידרוליטי), קשירת זרחן, מעורבות בהתפתחות אוכלוסיות מיקרוביאליות ויצירת ביופילם במערכות הולכת מים. הקורס יעסוק בהיבטים שלהן הקשורים בתיאור פעילות ה-DOM שתוארה לעיל. נעסוק במרכיבי ה-DOM, הפרדתו למקטעי גודל ואקטיביות, תהליכי ספיחת מתכות כבדות, קשירה ושחרור של זרחן, ספיחת מזהמים ושחרורם, וכימות של קבוצת הפעולות הקושרות ב-DOM. נעסוק גם בהבדלים בין ה-DOM המצוי בקרקעית האגמים והנהרות, בקומפוסט, בסביבות טבעיות אחרות ובקולחים.

**ד"ר שירה ניניו**

**היבטים בריאותיים של אספקת מים**

**2 נ"ז, 2 שש"ס**

הכרת הגורמים הביולוגיים הפתוגניים לאדם, דרכי התבססותם במערכות אספקת המים, דרכי השפעתם על בריאות האדם ויצורים עליליים אחרים, ודרכי השליטה ברמתם במים. הכרת רמת ואיכות

הגורמים הכימיים המסוכנים ודרכי הורדת רמת במים. הכרת תקנים ושיטות לבדיקת רמת הזיהומים הכימיים והביולוגיים במים.

#### **ד"ר אייל קורצבאום**

#### **טכנולוגיות לאספקת מים עירונית וביתית**

**3 נ"ז, 4 שש"ס**

הקורס מקנה הבנה וידע לקביעת טכנולוגיות לטיפול במים, תכנון והפעלה של מערכות עירוניות לאספקת מים בראייה כוללת של היבט מדעי (כימיה, פיזיקה, ביולוגיה הנדסה כימית ואזרחית). בקורס אינו מיועד למהנדסים או למתכננים, אלא לעוסקים בתחום המים אשר מעוניינים להעשיר את הידע שלהם בנושא זיהום מים והטיפול במי שתייה. בין השאר הקורס יעסוק בקריטריונים לקביעת דרישות לאיכות מים לאספקה עירונית, תקנים ותקנות בדבר איכות מי שתייה עקרונית לקביעת תהליכי טיפול וסדר שילובם. וכן בתהליכי טיפול במי שתייה ממקור של מי תהום ומים עיליים. הקורס כולל סיורים למתקנים לטיפול והולכת מי שתייה.

#### **ייעובע בהמשך**

#### **טכנולוגיות לשימוש במים לתעשייה**

**2 נ"ז, 2 שש"ס**

הקורס יסקור עקרונות ושיטות לטיפול בשפכי תעשייה בתוך המפעל, תוך דגש על היבטים של דרישות תהליך הייצור, עקרונות של שימוש מושכל בכימיקלים, שימוש חוזר במים ושיקולים כלכליים. דרישות תהליכי ייצור במפעל, תקני איכות שפכי תעשייה, מאזן המזהמים במפעל, הפחתת מזהמים במקור, zero discharge, סקירת מקרי בוחן לטיפול כולל בשפכי מפעל והתאמת תהליכי טיפול לצרכי תהליך הייצור ודרישות הרגולטור.

#### **ד"ר דורון מרקל**

#### **ניהול אגמים ואגני היקוות**

**3 נ"ז, 3 שש"ס**

בקורס נכיר את המערכת הפיסיקלית-טבעית (כולל באמצעות סיור בשטח) מחד, והארגונית מאידך, של הכנרת ואגן ההיקוות שלה. במהלך הקורס ירכשו תובנות לגבי הדרכים השונות למניעת זיהום או ניהול משמר של מקורות מים טבעיים והאפשרות ליישמן בכנרת ובאגן ההיקוות שלה. במהלך הקורס נלמד גם על אגמים אחרים בעולם ונבחן מהן הגישות בעולם לפתרון בעיות בניהול משמר של אגמים.

#### **פרופ' חסן עזאיזה**

#### **שיטות ביולוגיות לטיפול במים ושפכים**

**3 נ"ז, 4 שש"ס**

איכות מים לפי שימושים, תקנות איכות מי שתייה. איכות שפכים - פרמטרים של איכות שפכים, שפכים עירוניים ותעשייתיים, תקני טיפול וסילוק, חישוב ריכוזים ועומסי מזהמים. אפיון כמותי של צריכת מים וספיקות שפכים. עקרונות תכנון והפעלה של מערכות אספקת מים. מטרות הטיפול במים, סוג תהליכי טיפול, מבוא לתכנון תהליכי טיפול. עקרונות תכנון והפעלה של מערכות איסוף שפכים. איסוף שפכים במערכות גרביטציוניות. תחנות שאיבת שפכים. טיפול ביולוגי בשפכים - מיקרוביולוגיה

וייצור ביומסה של מיקרואורגניזמים לפירוק ביולוגי, מטרות, עקרונות, סוג תהליכים, קינטיקה בסיסית. תהליכי בוצה משופעלת - סוגי מתקנים, תהליך רציף ומנתי, פרמטרי תכנון ותפעול, עומס אורגני וגיל בוצה. תהליכי בוצה משופעלת - מאזני הרחקת חומר אורגני וגידול ביומסה, נוסחאות תכנון. תהליכי חמצון מתקדמים (AOP) לשפכים, מטרות, עקרונות ומנגנונים. ניתוח תהליכי ממברנות: אוסמוזה הפוכה, ננופילטראציה, אולטרה-פילטראציה, מיקרופילטראציה, הפרדת גזים, ותכנון ציוד לתהליך מימברנלי. תהליכי ייצור ביופילם וביופאוילנג (Biofouling) במערכות ממבראנליות, תהליכי תחזוקה וטיפול. טיפול ברכז של תהליכים ממברנליים. טיפול ביולוגי בשפכים תעשייתיים.

**פרופ' גיורא ריטבו**

**שיטות פיזיקליות-כימיות לטיפול במים ושפכים**

**4 נ"ז, 5 שש"ס**

בקורס נסרוק שיטות המבוססות על עקרונות כימו-פיסיקליים, המיושמים לשם טיפול במים. בין היתר נדון באוזונציה, טיפולים אלקטרוכימיים כולל אלקטרוקואגולציה, ספיחה וחילוף יונים, שיטות מבוססות פלוטציה, הקרנה, שיטות חמצון מתקדמות ופירוק פוטוכימיים ופוטוקטליטי, שיקוע פלוקולציה קואגולציה, סינון (אולטה- וננו-פילטראציה וטכנולוגיות אוסמוזה הפוכה). יידונו מקרי בוחן שונים ותיבחנה מערכות מייצגות ופתרונות ייחודיים לבעיות ספציפיות.