

כ"ד תשרי תשפ"א
12 אוקטובר, 2020
4000-0802-2020-0000047

הנדון: עדכון אוקטובר לתחזית משקעי החורף 2020/2021

עידכון מודל החיזוי האירופאי (ECMWF) על בסיס הריצה בתחילת אוקטובר לכמות המשקעים הצפויה בעונת החורף הקרובה (חודשים דצמבר-ינואר-פברואר, DJF) פסימי אף יותר מהאינדיקציה הראשונית שהתקבלה לפני כחודש. כמפורט בנספח א', **האינדיקציות הנוכחיות הן כי העונה תהיה שחונה**. יחד עם זאת, כמתואר בנספח ב', דיוק התחזיות העונתיות מחוץ לאיזורים הטרופיים נופל באופן ניכר מדיוק התחזיות לטווח הקצר ולפיכך גם בשלב זה המהימנות של תחזית לגשמי החורף היא נמוכה (נזכיר לדוגמא כי תחזית אוקטובר לפני שנה נתנה אף היא אינדיקציות לשנה מעוטת משקעים...).

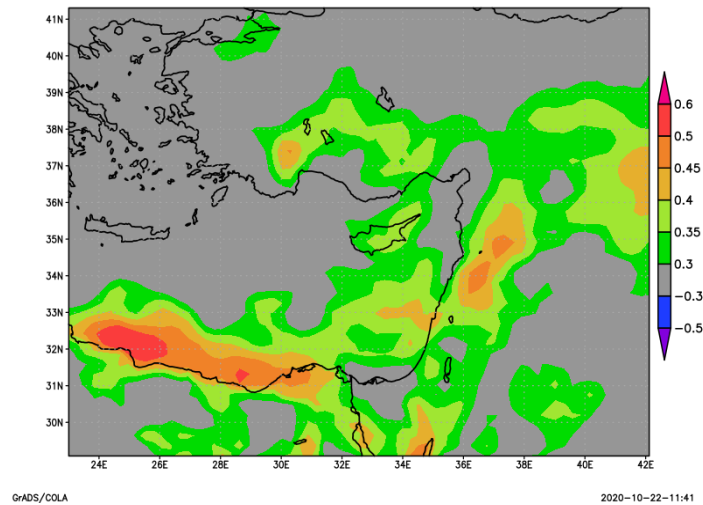
נספח א' – אופן חישוב התחזית העונתית ותוצאות אוקטובר 2020

רקע – מערכת החיזוי העונתי האירופאית, SEAS5:

מרכז החיזוי האירופאי (ECMWF) מריץ על מחשב העל שלו בתחילת כל חודש 50 סימולציות חזויות ("מודלים") להתפתחות מזג האוויר בחודשים הקרובים ("אנסמבל" של תחזיות). כל סימולציה כזו שונה מרעותה במעט בשלב תחילת הריצה, אולם בהדרגה נצבר ביניהם מרווח הולך וגדל כתוצאה מהדינמיקה של האטמוספירה. ה"אנסמבל" (אוסף התחזיות) אמור לתאר את שלל התסריטים האפשריים של התפתחות מזג האוויר, ובמידה והוא נבנה כהלכה - התפלגות התוצאות אמורה לסייע בזיהוי תסריטי ההתפתחות הסבירים ביותר. עקב המאמץ החישובי הגדול, מודלים אלו הם ברזולוציה גסה יותר מזו של המודלים האופרטיביים המשמשים לחיזוי לטווח קצר ולפיכך בהכרח גם יכולתם לסמלץ נכון את התפתחות מזג האוויר פחות טובה. הגרסה העדכנית של מערכת החיזוי העונתי של ECMWF נקראת SEAS5 והיא מתבססת על שריג מרחבי של 0.25 מעלות (רוחב/אורך) – כ 30 ק"מ אופקיים בין נקודות החישוב הסמוכות.

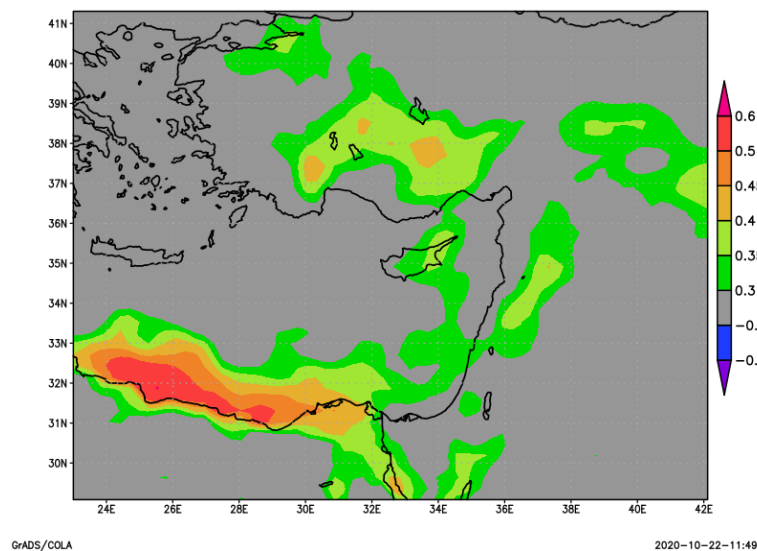
חישוב תחזית עונתית לגשם על בסיס אנסמבל של תחזיות:

בשונה מהחיזוי לטווח הקצר, בו ניתן לדייק בתיזמון ובמיקום הגשמים, למערכת החיזוי העונתית אין את היכולת להבחין כראוי בין החודשים השונים ובין איזורי הארץ השונים (ואגני הניקוז השונים). לפיכך, החיזוי העונתי מאפשר לכל היותר לתת אינדיקציה לכמות המשקעים אשר צפויים בשלושת החודשים העיקריים של החורף (DJF) בכלל הארץ. לשם כך מחושב תחילה הממוצע המרחבי של גשמי DJF בשנים האחרונות (באיזורים אשר אינם צחיחים, מבאר שבע וצפונה). את סידרת המספרים המחושבים הללו (מספר אחד לכל עונה) משווים תחילה לערכי המשקעים אשר נחזו בכל אחת מהשנים הללו ע"י המודל העונתי (SEAS5). היות ובכל שנה המודל העונתי כולל אוסף של תוצאות אפשריות (אנסמבל), בוחנים תחילה את ממוצע האנסמבל בכל נקודה במרחב ואת הקורלציה בינה לבין גשמי עיקר החורף:



מפה 1.0 – הקורלציה בין הגשם החזוי ממודל אוקטובר ל DJF בכל נקודות גריד של המודל (ממוצע האנסמבל) לבין הגשם שירד בפועל צפונית לבאר שבע.

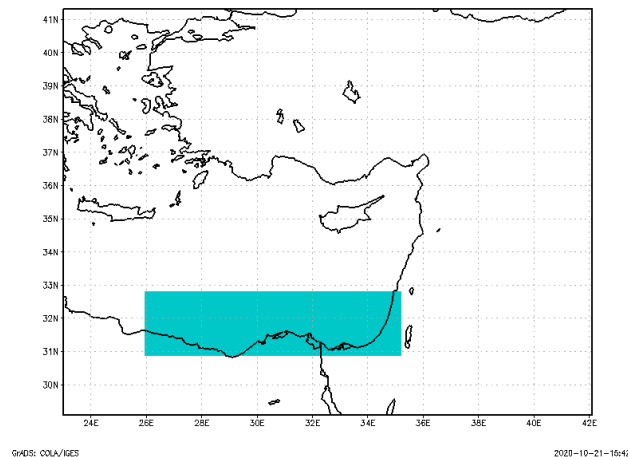
כפי שניתן לראות במפה 1.0, הקורלציה בין הכמות העונתית החזויה בארץ לכמות שמתקבלת בפועל היא נמוכה (אך חיובית). ניתן לזהות מוקד קורלציה (0.5-0.6) באיזור החוף המצרי. יחד עם זאת, סביר להניח כי מוקד קורלציה זה יהיה אינדיקטיבי יותר לאיזור דרום הארץ ולפיכך בחנו לפיכך את הקורלציה בין הערכים החזויים לבין סדרת הגשם העונתי בדרום הארץ בלבד (מפה 2.0):



מפה 2.0 – הקורלציה בין הגשם החזוי ממודל אוקטובר ל DJF בכל נקודות גריד של המודל (ממוצע האנסמבל) לבין הגשם שירד בפועל בדרום הארץ.

ניתן לזהות כי אכן מוקד הקורלציה הדרומי במפה 2 הוא חזק יותר ולפיכך ניתן להיעזר ברצועה זו לצורך הערכת הגשם העונתי בדרום.

לפיכך, לצורך הערכת עונת הגשם בדרום, בחרנו להפיק תחזית עונתית על בסיס 231 נקודות הגריד שבמלבן 31N-32.7N, 26E-35E, כמתואר במפה 3.0:



מפה 3.00 – נקודות הגריד בהן נעשה שימוש בתחזית העונתית **לדרום** המתבססת על ריצות אוקטובר.

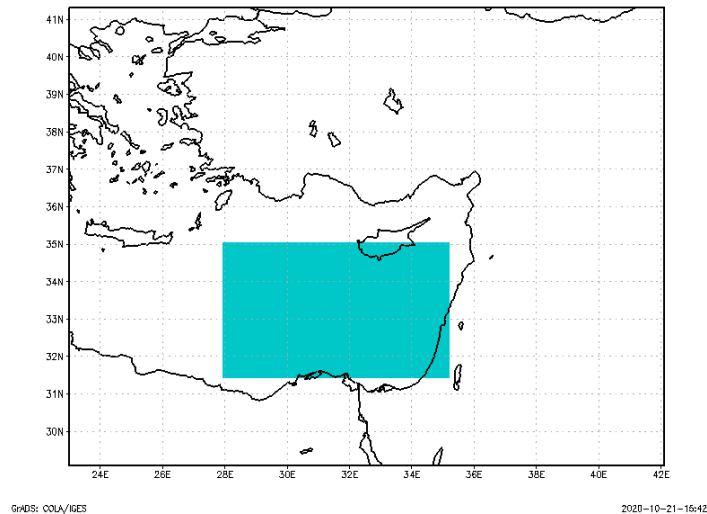
לאיזור זה מחושב ממוצע מרחבי לכל אחד מ 50 חברי האנסמבל של ריצת 1/10/2020. ממוצע זה מושווה לאקלים המודל בתיחום זה בין השנים 1981-2016 (אקלים המחושב על בסיס כל אנסמבל התחזיות של כל השנים). אקלים המודל מחולק לשלישונים (33.3%) המייצגים שנים "שחונות", "גשומות" ו"ממוצעות". הערכים שהתקבלו בריצת 1/10/2020 נבחנו אל מול שלוש הקטגוריות הללו. התוצאות מוצגות בטבלה 1.00:

% המודלים בשלישון התחתון (תחזיות "שחונות")	% המודלים בשלישון המרכזי (תחזיות "ממוצעות")	% המודלים בשלישון עליון (תחזיות "גשומות")
51%	31%	18%

טבלה 1.00 – אחוז המודלים בכל אחד מהשלישונים עבור התחזיות **לדרום** שאותחלו ב 1/10/2020.

במידה ושלוש הקטגוריות מאוכלסות באותה המידה (כלומר: בסביבות 33% לכל קטגוריה) המשמעות היא שלמערכת אין בנקודת הזמן הנוכחית יכולת חיזוי (No Signal). כאשר יש קטגוריה בודדת בה יש יותר מ 40% מהתוצאות, מקובל לטעון זו "קטגוריה מועדפת" – התסריט שבנקודת הזמן הנוכחית הוא הסביר יותר מבין השלושה האפשריים. כפי שניתן לראות בטבלה, בעדכון זה **הקטגוריה המועדפת היא השלישון התחתון (עונה שחונה מהממוצע)**. גם כאשר בודקים את ממוצע כל חברי האנסמבל בריצה זו לגבי איזור גיאוגרפי זה ומשווים להתפלגות הממוצעים באקלים המודל מגלים שבריצה זו הממוצע נמצא בשלישון התחתון (באחוזן 9% ביחס לריצות העבר).

עבור איזור צפון הארץ לא הצלחנו לאתר מוקד קורלציה משמעותי ולפיכך בחרנו איזור גיאוגרפי נרחב במזרח הים התיכון, 338 נקודות הגריד שבמלבן 31.5N-35N, 28E-35E, כמתואר במפה 4.00:



מפה 4.0 – נקודות הגריד בהן נעשה שימוש בתחזית העונתית **לצפון** המתבססת על ריצות אוקטובר.

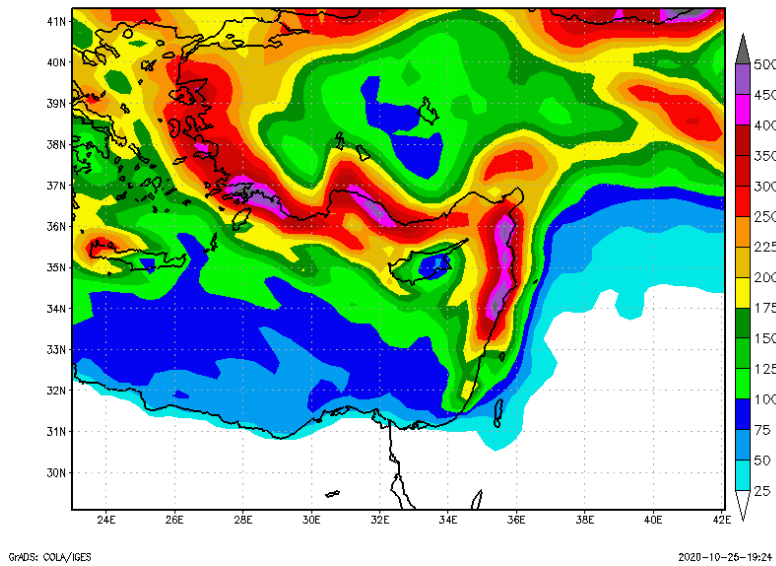
התפלגות חברי האנסמבל באזור זה מוצגת בטבלה מס. 2:

% המודלים בשלישון התחתון (תחזיות "שחונות")	% המודלים בשלישון המרכזי (תחזיות "ממוצעות")	% המודלים בשלישון עליון (תחזיות "גשומות")
45%	33%	22%

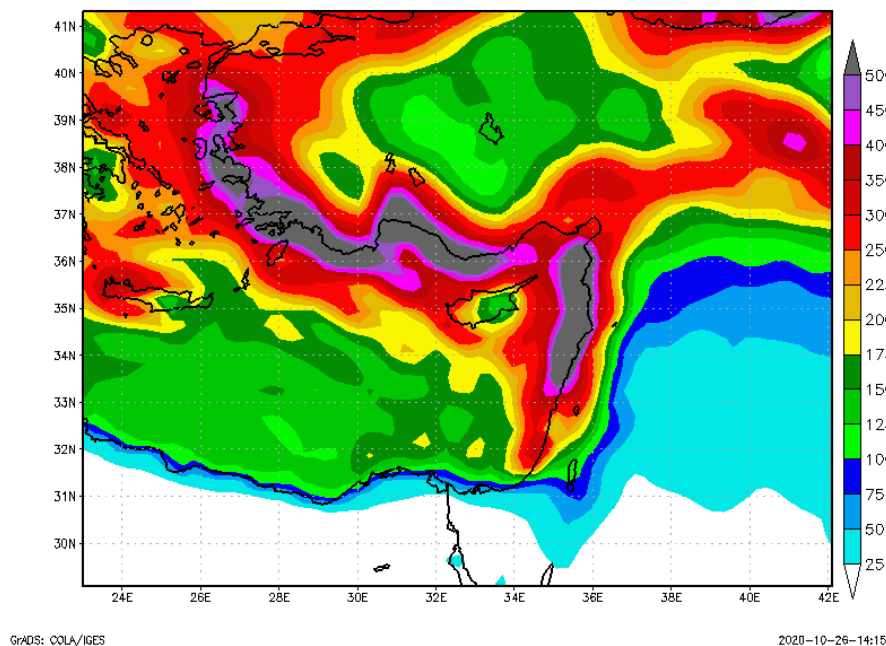
טבלה 2.0 – אחוז המודלים בכל אחד מהשלישונים עבור התחזיות **לצפון** שאותחלו ב 1/10/2020.

כפי שניתן לראות בטבלה, **גם על פי פרדיקטור זה, הקטגוריה המועדפת היא השלישון התחתון ("שנה שחונה")**. כאשר בודקים את ממוצע כל חברי האנסמבל בריצה זו לגבי איזור גיאוגרפי זה ומשווים להתפלגות הממוצעים באקלים המודל מגלים שוב כי הממוצע נמצא בשלישון התחתון (באחוזון 13% ביחס לריצות העבר).

בגישה אחרת, אפשר להשוות את כמות המשקעים הממוצעת החזויה השנה (מיצוע המשקעים החזויים ע"י 50 חברי האנסמבל) ביחס לכמויות המשקעים באקלים תחזיות המודל, ראה מפה 5 (תחזית) ומפה 6 (אקלים):

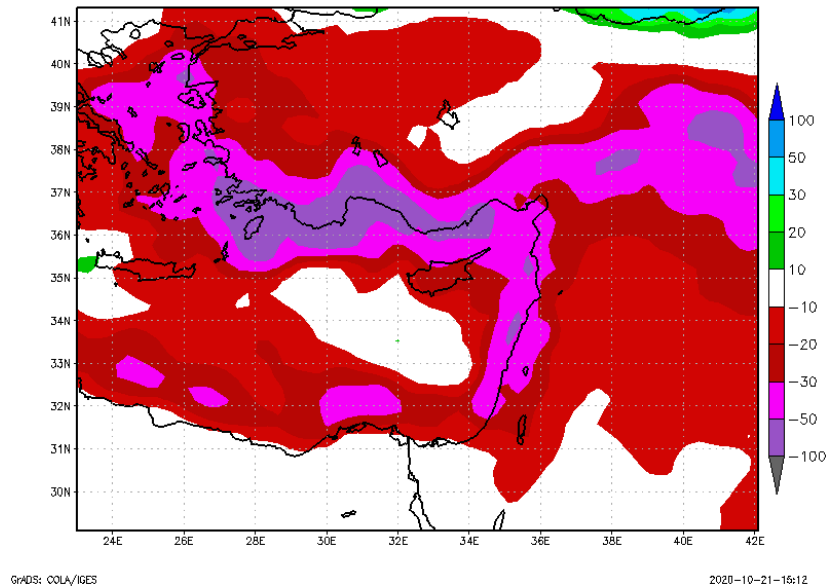


מפה 5.0 – ממוצע אנסמבל תחזיות אשר אותחלו ב 1/10/2020 למשקעי DJF



מפה 6.0 – אקלים תחזיות מודל אוקטובר (1981-2016) למשקעי DJF

כפי שניתן לראות, ההבדלים בין המפות קטנים. יחד עם זאת, ההפרש הוא בכיוון השלילי: השנה חזוי DJF מעט שחון יותר מאשר בארכיון התחזיות. חיסור בין שתי המפות מאפשר לזהות את ההבדל בינהן, ראה מפה 7 (מפת הפרשים):



מפה מס. 7 – מפת ההפרשים בין ממוצע האנסמבל השנה לבין אקלים תחזיות אוקטובר של המודל האירופאי (1981-2016) למשקעי DJF

ניתן לזהות כאן הפחתה חזויה במשקעים של 20-40 מ"מ בשטח ישראל, והפחתה של כ 50 מ"מ באיזור בירות, אך לא נכון יהיה להעריך שהסטיה העונתית מהממוצע תהיה בגודל הזה משתי סיבות: (1) ממוצע אנסמבל עשוי להיות קרוב יותר לאקלים מאשר התסריט שיתממש בסופו של יום (היות וממצעים בין התסריט הקרוב למציאות לבין תסריטים מנוגדים), (2) הערכת המשקעים הכמותית של המודל ל DJF אינה תקינה כפי שניתן לראות בבירור במפה 6.

לסיכום:

- במודלים שאותחלו ב 1/10/2020, הסיכוי לתסריט של DJF שחון מהממוצע גבוה מהרגיל.

נספח ב' – אימות שיטת החיזוי

על מנת לבחון את מהימנות שיטת החיזוי העונתי אשר תוארה למעלה, בוצע אימות שלה באמצעות ארכיון התחזיות על פני 36 שנים. עבור כל שנה השוותה קטגוריית החיזוי המועדפת (אשר חושבה עבור כל שנה בדרך המתוארת למעלה) לקטגוריית המשקעים שירדו בפועל בארץ (השלישון). במידה והקטגוריה החזויה היתה זהה לקטגוריה שהתקבלה בפועל (לדוגמא: תסריט חיזוי מועדף של עונה גשומה ואח"כ אכן התקבלה עונה גשומה) שנה זו נספרת כהצלחה. בטבלה מס' 3 מוצגות תוצאות האימות עבור איזור הדרום ובטבלה מס' 4 מוצג האימות עבור איזור הצפון:

Hit Score Of The Mean	Categorical Hit Rate	Lower Tercile Hit Rate	Middle Tercile Hit Rate	Upper Tercile Hit Rate	No. of Years with Preferred Category
56%	53%	58%	55%	45%	32

טבלה מס' 3 – אימות שיטת החיזוי לדרום

Hit Score Of The Mean	Categorical Hit Rate	Lower Tercile Hit Rate	Middle Tercile Hit Rate	Upper Tercile Hit Rate	No. of Years with Preferred Category
61%	46%	56%	14%	58%	28

טבלה מס' 4 – אימות שיטת החיזוי לצפון

Hit Score of the Mean - % השנים בהם ממוצע המודלים אכן היה בשלישון הנכון
Categorical Hit Rate - % השנים בהם הקטגוריה המועדפת של האנסמבל אכן התממשה
Lower Tercile Hit Rate - % השנים בהם התחזית לשלישון התחתון אכן התממשה
Middle Tercile Hit Rate - % השנים בהם התחזית לשלישון האמצעי אכן התממשה
Upper Tercile Hit Rate - % השנים בהם התחזית לשלישון העליון אכן התממשה
Years with Preferred - מספר השנים בהם היו בקטגוריה אחת (בלבד) 40% מהחברים

ניתן לראות כי לשיטות החיזוי הללו (בין אם על בסיס "הקטגוריה המועדפת" בין חברי האנסמבל ובין אם על בסיס הערך הממוצע של חברי האנסמבל אל מול אקלים המודל) – רמת **דיוק של כ 50%**. זו אמנם רמת דיוק גבוהה יותר מאשר הגרלה אקראית (אשר דיוקה היא 33%), אך כמובן שהיא נופלת במידה ניכרת מרמות הדיוק המקובלות בתחזיות אופרטיביות לימים הקרובים.

סיכום:

שיטת החיזוי העונתי באיזורינו המתבססת על תחזית אוקטובר היא בעלת יכולת (skill) חיובית, אך הדיוק שלה עדיין נמוך יחסית – בסביבות 50%, נחותה בהרבה מרמת הדיוק המקובלת בחיזוי אופרטיבי.