

מטאורולוגיה

מבוא

תחזית מזג האוויר הצפויה באזור השיט היא המפתח לקבלת החלטות ע"י הסקיפר. ימאי נבון המכיר את עוצמת איתני הטבע "יכבד" את הים ולא יסכן את כלי השיט והצוות בהפלגה מסוכנת. ספינה הנמצאת במחסה בטוח לא תצא ביודעין להפלגה אל מול מזג אוויר סוער. אם אנו כבר נמצאים בלב ים, עם קבלת תחזית למזג אוויר סוער, נבצע את כל ההכנות שיעזרו לנו בשיט ובהישרדות בים גועש.

בעידן המודרני המטאורולוגיה נעזרת במחשבים רבי עוצמה ולוויינים לחיזוי מזג האוויר. אולם למרות ההתקדמות הטכנולוגית כדאי להקפיד על מספר כללים בסיסים:

1. קבלת תחזית מזג אוויר מעודכנת בכמה אמצעים ולהצליב נתוני מזג האוויר ממקורות שונים.
2. ככל שהתחזית קרובה למועד ההפלגה היא מדויקת יותר ואמינה, תחזית לשבוע קרובה יותר לנבואה.
3. כלל חשוב במטאורולוגיה הוא הכרת תופעות אקלימיות ותופעות מזג אוויר האופייניות לאזור השייט.
4. מטאורולוגיה טובה מתבססת בין השאר על מומחיות ומעקב ארוך טווח של חזאים מקומיים. לעולם לא נזלזל במידע שנקבל מדייג או ספן מקומי שידיעותיו מתבססות על ניסיון ומעקב לאורך שנים באזור המטאורולוגי בו הוא מפליג ולא רק על נתונים מדעיים.
5. קבלת תחזית מטאורולוגית מתחנה הממוקמת באזור השייט, תחזית לאיים הקריבים לא נקבל ממטאורולוג ביון.

שינויים במזג האוויר

השמש היא זו שאחראית לשינוי מזג האוויר באטמוספירה. וזאת מכיוון שהיא אינה מחממת באופן אחיד את הכדור שלנו.

אזור קו המשווה חם יותר ואילו הקטבים מקבלים פחות קרינה מהשמש ובעונת החורף מוסתרים לחלוטין. לכן נוצרת אי יציבות אטמוספירית כלומר גלים של אזורי לחץ נמוך ולידים אזורי לחץ גבוהה: שקעים, רמות, אפיקים ורכסים.

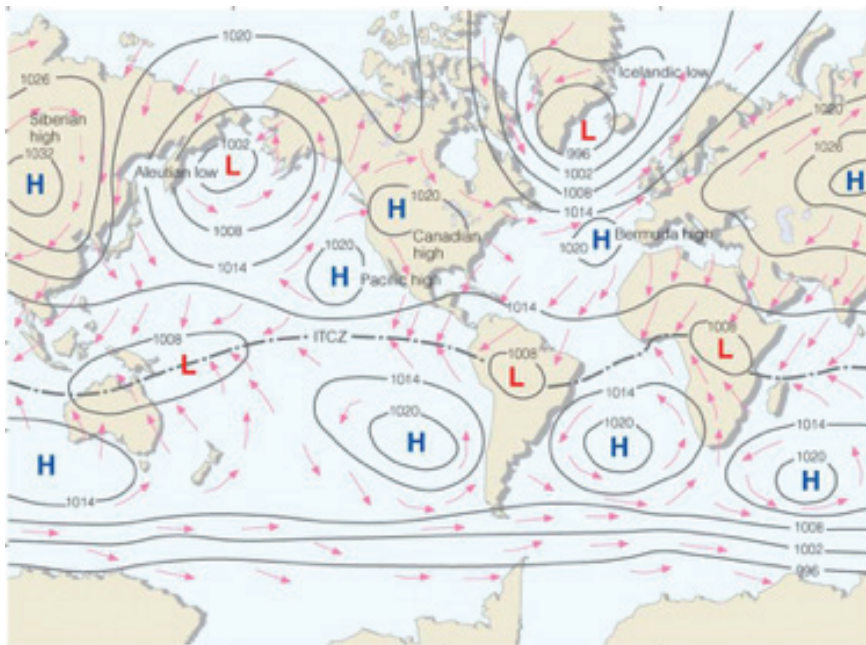
מערכות אזורי הלחץ הנמוך שבהן יש חוסר יציבות אטמוספירית: רוחות, גשמים וגלים גבוהים. מתפתחות באזורים "ציקלוגנטיים".

תנאי האקלים

האקלים (Climate) הוא מזג האוויר הממוצע במקום מסוים לאורך כל השנה. חקר האקלים עוסק בהבנת תופעות ארוכות טווח ועוקב אחר גורמים מקומיים ועולמיים. לכולנו ידוע שבחורף הסערות רבות יותר מהקיץ ולכן סביר שיהיה פשוט יותר להפליג לקפריסין בקיץ. האקלים באזורנו מצריך תכנון שייט שונה בחורף ובקיץ.

תנאי מזג אוויר

חיזוי תנאי מזג אוויר משתנים הינה משימה מורכבת הדורשת מיומנות וכלים. למרות שאנו איננו חזאים מקצועיים יכולת קריאה והבנה של מפת לחץ האוויר (מפה סינופטית) עוזרת במידה ניכרת בהערכת תחזית מזג האוויר הצפויה.



מפה סינופטית עולמית (אזורים ציקלוגנטיים)

אמצעים לקבלת תחזית מזג אוויר

לפני היציאה לים ובמהלך ההפלגה עומדים לרשותנו מספר אמצעים לקבל תחזיות מזג אוויר ולעקוב אחר השינויים במזג האוויר.
• בעידן האינטרנט מצויה בידי הספנים אינפורמציה מאתרי מזג האוויר הרבים, מהם ניתן לקבל מפות סינופטיות ותצוגה גרפית של צפי הרוח והגלים.
• NAVTEX – מכשיר המשמש לקבלת הודעות (ראו פרק ה- GMDSS).
• ברומטר – מד לחץ האויר.
• הודעות מיוחדות באלחוט (ראו פרק ה- GMDSS).
• תצפית רוחות ועננים.
• לימוד מעמיק של האקלים ותנאי מזג האוויר באזור השייט (לפני ההפלגה).

מהי רוח?

רוח היא תנועת אוויר, לענייננו זו תנועת אוויר אופקית ביחס לכדור הארץ. כיצד נוצרת הרוח ביים? אם ננטרל תופעות מקומיות או השפעות גומלין של ים ויבשה, שהן כשלעצמן חשובות מאוד לשייט ומשפיעות על דרך קבלת ההחלטות במהלך השייט או ביציאה לים, הרי שעיקרון יצירת הרוח הינו תנועת אוויר כתוצאה של הפרשי לחץ באטמוספירה. אוויר עובר מאזור לחץ גבוה לאזור לחץ נמוך, כך נוצרת הרוח. ככל שהפרשי הלחצים גדולים יותר עוצמת נשיבת הרוח (מהירות התנועה) אל אזור הלחץ הנמוך תהיה חזקה יותר. לצורך המחשה, אם ניפתח ברז במיכל אוויר דחוס בלחץ גבוה (לדוגמא מיכל אוויר המשמש לצלילה) בחדר שנמצא בלחץ אטמוספרי רגיל נרגיש את זרימת האוויר (רוח) בעוצמה חזקה אל חלל החדר. ככל שהמיכל ילך ויתרוקן, הלחץ בו יפחת ויתקרב ללחץ החדר ותורגש פחות עוצמת הרוח.

מהי סערה?

המטאורולוגיה עוסקת בחקר תופעות אטמוספריות ותהליכי מזג האוויר וחזויו. המטאורולוגיה דומה, אם תרצו, לפילוסופיה כאשר החזאים משמשים כתאוריקנים המנסים בהתבסס על מודלים מתמטיים לחזות את מזג האוויר הצפוי. בכדי לפשט את הדברים נתמקד במטאורולוגיה העוסקת בפני הים וביחסי הגומלין בין היבשה והים. כשייטים חשוב לנו להיות מסוגלים לחזות סערות בנתיב השייט המתוכנן. חשוב להבין שסערות נוצרות בדרך כלל כתוצאה מרוח. הרוח צריכה להיות חזקה לנשוב לאורך מספיק זמן על פני מרחב ים גדול כדי לגרום לסערה. כולנו מכירים את האמרה "סערה בכוס מים" ואכן ביטוי זה מדויק שכן גם אם תנשב רוח חזקה לאורך זמן בכוס מים היא לא תחולל סערה וגלים גבוהים. באגמים לדוגמא מיד כשמפסיקה הרוח המים נרגעים ולא נוצרים גלי גיבוע (**Swell**). בים פתוח ובאוקיינוסים התמונה שונה, יכולים להיווצר גלי ענק מרוח שנשבה באזור מרוחק וגרמה לסערה שאת התהודה שלה אנו מרגישים בגלל מרחב הים הגדול.

לסיכום, רוח חזקה **x** זמן נשיבה **x** מרחב ים = סערה.
שלושת הפרמטרים יחד הם ה"פטש" (**Fetch**) שיוצר את הסערה.
"פטש" גדול משמעותו סערה גדולה.

לחץ האוויר באטמוספירה והמפה הסינופטית

לחץ בהגדרתו הפיסיקלית הוא ערך המבטא את מידת הכוח המופעל על שטח. לחץ אטמוספרי הוא הכוח שמפעיל משקל האוויר ליחידת שטח עליו פועל הכוח. במקרה שלנו לחץ האוויר בגובה פני הים הוא אטמוספירה אחת או בר (**Bar**) אחד. לחץ האוויר נמדד בעזרת ברומטר ביחידות של מיליבאר (**Millibar**). לחץ האוויר באטמוספירה התחתונה נע סביב 1013 מיליבאר (אטמוספירה אחת). בהשפעת תנאים אקלימיים והפרשי טמפרטורות נמדדים לחצי אוויר שונים באזורים שונים בעולם. המפה הסינופטית מציגה את מערכות הלחץ באזור גיאוגרפי נתון. אזורי הלחץ או מערכות מזג האוויר שעל פיהן משורטטת המפה הסינופטית מכסים שטח הנע בין 150-2500 מייל ימי. המפה הסינופטית היא מפת מזג אוויר המתארת את מזג האוויר הנתון או החזוי בעזרת סימנים מוסכמים שמשורטטים על גבי מפות גיאוגרפיות. הנתונים המסומנים במפה נלקחים מתחנות חזוי רבות שמוודדות נתונים בזמנים קבועים או משתנים. המפה מציגה את המצב הסינופטי בזמן נתון באזור גיאוגרפי מסוים ומאפשרת תיאור כולל של מזג האוויר באותו אזור. שקע ברומטרי הוא אזור לחץ נמוך (**Low**), בו נושבות רוחות, ומשורטט על המפה בעזרת קווים עקומים שמאחדים אזורי לחץ שווה. הקו המאחד אזורי לחץ שווה נקרא איזובר. ככל שצפיפות האיזוברים גדלה השקע עמוק יותר. רמה היא אזור בו לחץ האוויר הנמדד גבוה (**High**) מסביבתו. אויר יזרום, בצורת רוח, מהרמה (לחץ גבוה) אל השקע (לחץ נמוך) בכדי להשוות לחצים. בחלקו הצפוני של כדור הארץ הרוח בשקע מסתובבת נגד כיוון השעון ולכן כניסת השקע מאופיינת ברוח דרום מערבית. דרך פשוטה לדעת את מיקום מרכז השקע היא הפניית הפנים אל הכיוון ממנו נושבת הרוח ופריסת הידיים לצדדים. יד ימין תצביע אל מרכז השקע. חשוב לזכור שהלחץ הברומטרי על גבי האיזובר הוא שווה, ולכן עוצמת הרוח סביבו אמורה להיות זהה. מערכות לחץ נמוך (שקעים) יסומנו במרכזן באות **L-Low** ומערכות לחץ גבוה (רמה) יסומנו במרכזן באות **H-High**. גושי אויר קרים יסומנו בקו ועליו משולשים חדים, וגושי אויר חמים יסומנו בקו ועליו חצאי עיגולים. כיוון זרימת הרוח באופן כללי הוא ככיוון זרימת האיזוברים ומסומן בחיצי כיוון. עוצמת הרוח מסומנת על זנב החץ בקווים עפ"י מפתחות מוסכמים.

הבסיס לחיזוי עפ"י ← מפה סינופטית ←

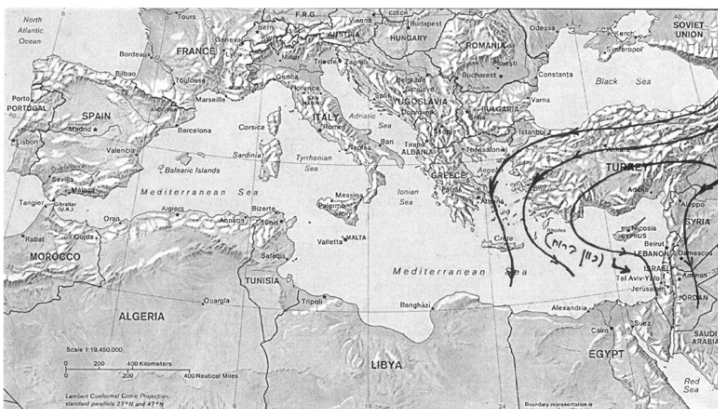
מיקום השקע אתמול ← מיקום השקע היום ← מאפשר את חישוב מיקום השקע מחר. המסקנה, חיזוי מטאורולוגי של מזג אוויר הוא פועל יוצא של קבלת נתונים מעודכנים ממספר רב של תחנות באזור נתון (תחנה יכולה להיות גם כלי שייט בים), וכמובן ממעקב רציף אחר הנתונים וקצב השתנותם. זוהי אחת הסיבות שתחזית מטאורולוגית טובה מוגבלת לשלושה ימים או מקסימום לארבעה ימים, מעבר לכך התחזית מתבססת על מטאורולוגיה סטטיסטית בלבד. על מנת להבין לעומק את המערכות הסינופטיות נתאר תחילה את כוח קוריוליס (הנקרא גם אפקט קוריוליס). אפקט זה מתבטא בכך שביחס למערכת מסתובבת גופים סוטים מהתנועה בקו ישר, גם כאשר לא פועלים עליהם כוחות חיציניים. כדור הארץ מסתובב על צירו יחד עם שכבת האטמוספירה שסביבו. כדור הארץ מאיץ מהר יותר מהאטמוספירה ובשל כך נוצרת השהייה (או עיכוב בהאצה) של האוויר סביב הכדור בכיוון קו המשווה שנע במהירות גבוהה יותר. כוח מדומה זה גורם לשקעים בחלק הצפוני של כדור הארץ להסתובב נגד כיוון השעון, ולאזורי הלחץ הגבוה להסתובב עם כיוון השעון. בחלק הדרומי של הכדור כיוון הסיבוב הפוך. הבנת אפקט קוריוליס הוא הבסיס להבנת תנועת המערכות הסינופטיות. הבדלי טמפרטורה אחראיים לשינויי לחצים ולחדירת אוויר מהרמה צפופת האוויר, לשקע בעל הלחץ הנמוך או בהגדרה אחרת האוויר ברמה מתבדר החוצה אל תוך השקע המתכנס. זהו הסבר בסיסי להיווצרות שקעים ורמות, תנועת האוויר בניהם וכיוון הסיבוב שלהם. כיוון התנועה הכללי הוא ממערב למזרח, לכן ניתן לתאר את המערכות הסינופטיות כהפרעות גליות בזרימה הכללית המערבית.

האקלים באזורינו

שייט שסיים זה עתה קורס סקיפרים מורשה להשיט ספינה, בשלב ראשון, רק בשייט חופי. עבור רוב הסקיפרים מדובר בעיקר בשייט לאורך חופי ישראל או הים התיכון. כאמור, הבנת המטאורולוגיה מעבר להיותה מבוססת על הכרת עקרונות החיזוי הינה פועל יוצא של התמחות באזור נתון. הבנת עקרונות החיזוי באזורינו (חופי מזרח הים התיכון) מתבססת על מעקב רציף אחרי השינויים בתנאי מזג האוויר לאורך זמן. הכלים העומדים לרשותנו הן המפות הסינופטיות וקישורן למודלים אותם ניתן למצוא באתרי אינטרנט שונים.

עונת הקיץ (חודשים יוני ספטמבר)

ישראל נמצאת קרוב לאזור המשווה, בקיץ שולטת באזור קווי רוחב 30° צפון רמה ברומטרית (הרמה הסובטרופית). הרמה הסובטרופית "עולה" (נודדת) בקיץ צפונה, בשל נטיית חלקו הצפוני של כדור הארץ אל השמש ומכסה את כל אזור ישראל "ומתמוככת" (שוקעת באיטיות). בעונה זו חם, הרוחות קלות ונובעות בעיקר מהשפעות של ים-יבשה. השקעים המערביים בעונת הקיץ אינם עמוקים והפרש הלחצים בין הרמה לשקע אינו גדול. מיותר לציין שבשקעים הקיציים באזורינו אין חזיתות, כמעט ולא יורדים משקעים בקיץ בישראל ולכן הסבירות לסערות חזקות היא נמוכה. בד"כ בעונה זו ניתן לצפות לרוחות מערביות עד צפוניות מערביות מתונות וליים מעט קופצני בגלל הנשיבה המערבית. הנשיבה המערבית בקיץ נובעת בין היתר בשל האפיק הפרסי. האפיק הפרסי הוא שקע מונסוני שנוצר בחום הכבד מעל אסיה ושולח שלוחה (אפיק) דרך פרס אל צפון מזרח הים התיכון. השפעתו של שקע זה על ישראל גורמת לרוח מערבית קלה עד מתונה שנושבת לעבר החוף.



שקע (אפיק) פרסי קיצי באזור ישראל

השפעת יחסי גומלין בין ים ליבשה (בריזה)

היבשה קולטת חום מהר יותר מהים ובהתאמה פולטת את החום שנקלט מהשמש במהלך היום במהירות במהלך אחה"צ והלילה. הים, לעומת זאת, מתחמם ומתקרר באיטיות רבה. במשך הקיץ השינויים בטמפרטורות מי הים הם מינוריים, באזורינו השינוי בין היום ללילה הינו כמעלה צלסיס אחת בלבד. לכן בתקופה החמה של השנה מאביב עד הסתיו היבשה שאוגרת את חום השמש במהלך היום פולטת אותו במהירות עם תחילת תהליך שקיעת השמש בשעות אחה"צ. עליית האוויר החם, שהינו דליל וקל מאוויר קר, מעל היבשה מאפשרת לאוויר קר יותר לחדור תחתיו מהים ליבשה. בשעות הבוקר המוקדמות, לפני הזריחה, כשהיבשה בשיא ההתקררות שלה, טמפרטורת האוויר מעל הים גבוהה יותר ולכן האוויר החם שעולה מעלה, מעל הים, מאפשר לאוויר קריר יותר לחדור מהיבשה לים. אלו הן הרוחות המזרחיות להן נצפה בשעות הבוקר המוקדמות. במשך היום ניתן לצפות לרוחות דרומיות מערביות עד מערביות בשעות הבוקר שנועות מערבה ואף לצפון מערב בשעות הערב. בשעות הלילה יתכנו הפסקות ושינויים בכיווני הרוח. זהו משטר הרוחות הטיפוסי לקיץ באזור החוף של ישראל. לסיכום, בתקופת הקיץ אין לצפות למזג אוויר "מסעיר", אך זה לא פותר אותנו מבדיקת תחזית לימים הקרובים טרם הפלגה ובמהלכה. בקיץ עונת ההפלגה בקרבת החוף, יש לשים לב במיוחד ביציאה לים ממעגנים לא טבעיים וכמובן להתחשב בסכנות הכרוכות בשייט בקרבת משברי חוף.

עונת החורף (חודשים דצמבר – פברואר)

בחודשי החורף החלק הצפוני של כדור הארץ "מצפין" (מתרחק) מהשמש ולכן השפעת הרמה הסובטרופית שאופיינית לחודשי הקיץ משפיעה פחות על אזורינו (כל חגורות האקלים נעות דרומה). השפעת האקלים הים תיכוני הצפוני דומיננטית יותר, השינויים במזג האוויר גדלים ומורגשת השפעתו של השקע הקפריסאי, החורפי, על אזורנו. על מנת להבין את השינויים במזג האוויר, נתייחס לאזור הים התיכון כמיקרוקוסמוס של אזור האוקיינוס האטלנטי (צריך כמובן לזכור כי תנועת השקעים הכללית היא ממערב למזרח). בחודשי החורף, מעל צפון האוקיינוס האטלנטי מתפתח שקע עמוק (השקע האיסלנדי) שגורם לזרימה מעל אירופה לעבר הים התיכון. זרימת אוויר זו מעודדת היווצרות של שקעי משנה מעל הים התיכון. אלו הם השקעים החורפיים שמביאים איתם

את הרוחות והגשמים ויוצרים את סערות החורף. בחורף חשוב להבין את יחסי הגומלין ים-יבשה. בחורף היבשה סביב הים התיכון מתקררת מהר יותר מהים והאוויר החם יחסית מעל הים נעשה דליל וקל ומאפשר את התפתחות השקעים החורפיים. האזורים האופייניים להתפתחות שקעים בים התיכון לכיוון האגן המזרחי של הים התיכון (ישראל) הם גנואה איטליה (שקע גנואה) ואזור כרתים וקפריסין. מלימוד המפות הסינופטיות עולה ששקעים קפריסאים צפוי שיתקדמו לכיוון ישראל וישפיעו ישירות על מזג האוויר הצפוי בחורף באזורנו. אם נרצה לחזות את מזג אוויר קצת מעבר לאופק, אזור כרתים במרכז הים התיכון, הוא שמקרין על אזורנו. השקעים החורפיים מלווים לעיתים בחזיתות חמות וקרורות. חזיתות אלו נוצרות במפגש של גושי אוויר הנעים בשקע עם אזורים קרים כמו האלפים והרי טורקיה. חיזוי תנועת השקעים בתקופת החורף חיונית לתכנון הפלגה, הבנת המפה הסינופטית תאפשר הפלגה בטוחה בטווחים של יומיים עד שלושה, ב"חורים" שבין השקעים. שקעים גדולים ואיטיים קלים יותר להבנה וחיזוי לעומת שקעים קטנים שיכולים להיות מחמקים ובעייתיים לחיזוי.

עונות המעבר (סתיו ואביב)

עונות המעבר בישראל קצרות ומזג האוויר במהלך קשה לחיזוי. האביב והסתיו הן תקופות שבהן הסבירות להפתעות במזג האוויר גדולה יותר. לכן ננקוט במשנה זהירות ונתעדכן בתחזית באופן שוטף לפני ובמהלך הפלגה. חודש מרץ לדוגמה המסמן את תחילת האביב מכונה בפי הספנים מרץ המשוגע (**Mad March**) בגלל השינויים הבלתי צפויים במזג האוויר. אפיק ים סוף - אופייני לעונות המעבר, שקעים מדבריים מים סוף שולחים שלוחה של לחץ אוויר נמוך ויבש אל עבר ישראל. האוויר המדברי מלווה בסופות אבק ורוחות ערות מהיבשה. האפיק הדרומי בים תיכון מאופיין ברוחות מזרחיות עד צפון מזרחיות ואף צפוניות חזקות בקרבת החוף. השפעתו של אפיק ים סוף מעל ישראל "מעכב" את חדירת השקעים החורפיים מורידי הגשמים לאזורינו בסתיו.



שקע חורפי עמוק וגדול מעל ישראל ("שקע קפריסאי")

תצפית עננים לקורס סקיפרים

אחד הכלים שעומדים לרשותנו להבנת מזג האוויר סביבנו, הוא לתצפת לשמיים ולעקוב אחר העננים. גודלם, צורתם, כמותם וכן כיוון התנועה שלהם. כאשר מדובר בתצפיות עננים הכוונה לצפייה אל האופק בעין בלתי מזוינת ולחיפוש השינויים בכוון הגעת השקע (Low). ערנות הסקיפר לשינויים שכבר מתחוללים סביבו כמו: ירידה בלחץ הברומטרי, כיוון נשיבת הרוח ואפילו מעוף הציפורים, שמחפשות מסתור ומים שקטים, הם סימנים לשינויים קרובים במזג האויר.

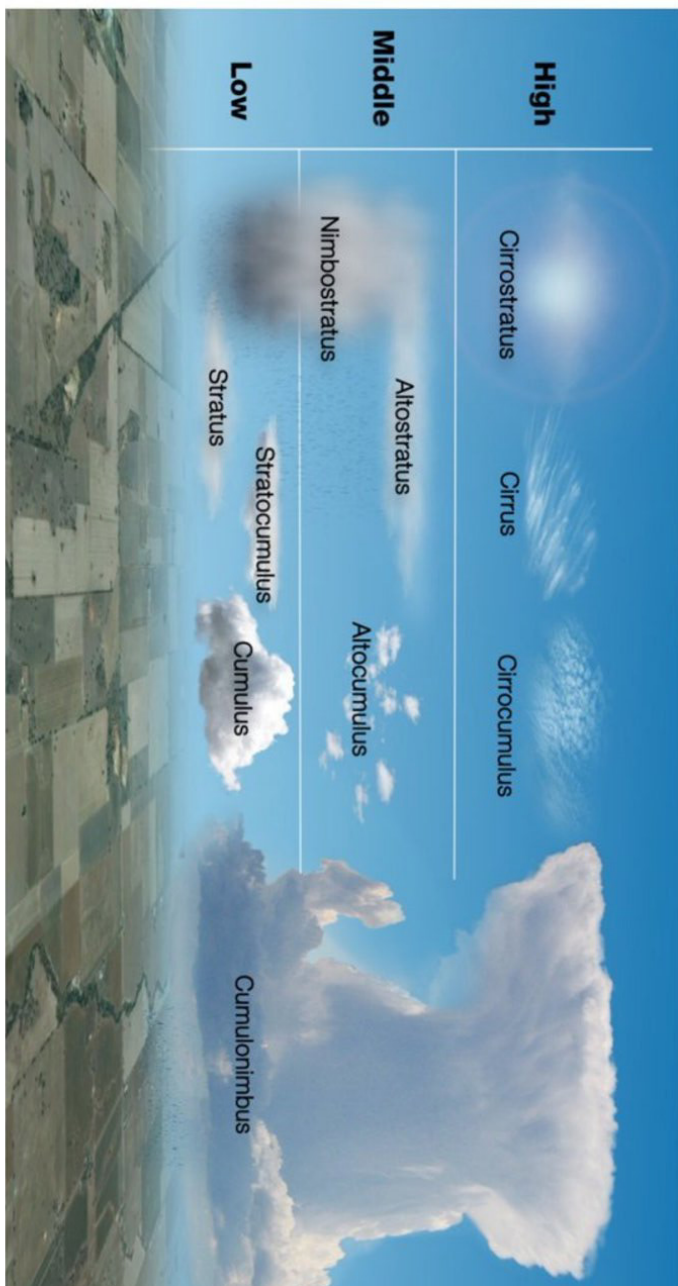
העננים מתחלקים לשתי קטגוריות

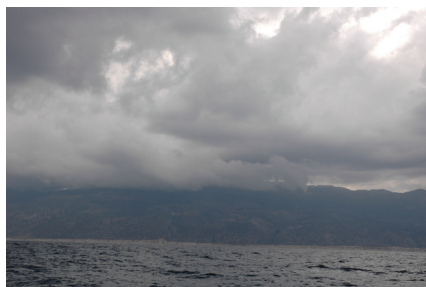
העננים השכבתיים הגבוהים שעולים עם זרמי האוויר החמים והחזיתות החמות "הנמרחים" בשמיים בגובה רב. עננים אלו כמו הצירוס אינם מורידים גשם אך לפעמים מבשרים על חילוף מזג אוויר הצפוי בשעות הקרובות. עננים נוספים ממשפחה זו כמו הצירוסטרטוס או אלטוסטרטוס נוצרים באזורינו בחזית החמה של השקע הקפריסאי החורפי. בשקיעה ניתן לראות באופק המערבי את מריחת העננים האלו והזוהר שלהם. אחריהם נצפה לבוא החזית הקרה המלווה בענני גשם. לקטגוריה השנייה משתייכים העננים הערמתיים הנמוכים והכבדים שתחתיתם המוצלת אפורה, אלו הם ענני הקומולוס למיניהם כשהגדולים והכבדים מביניהם מבטאים את בוא החזית הקרה והגשם. המפותחים מביניהם נקראים קומולונימבוס.

מכ"מ עננים

תחנות מטאורולוגיות רשמיות משתמשות בן השאר במכ"מ עננים שנותן תמונה רחבה וברורה יותר לגבי החיזוי ומאמת לשעות הקרובות את מזג האוויר. במכ"מ עננים ניתן להבחין בגודש העננות וכוון התנועה וכן לקבל אינפורמציה עדכנית נוספת לגבי הצפוי. בספינה אין לנו מכ"מ עננים אך ניתן לקבל אינפורמציה ותמונה כלשהי ממכ"מ החיפוש. ניתן להבחין בענני גשם צפופים (קומולוס נימבוס) באופן סביר.

סוגי עננים





עננים ערמתיים*

* צילום: אירה