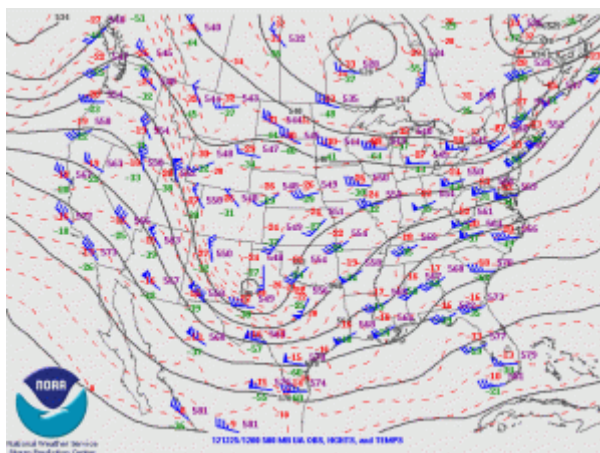


כיצד דינמיקה ותרמו דינמיקה מייצרים מזג אוויר

כטייס אתה יודע שהאטמוספירה נמצאת בהתפתחות מתמדת. השינויים במשקעים, סוגי עננים ויתר הסיכונים שאתה רואה נובעים משינויים בטמפרטורה, לחץ וכוחות. הבנת מזג האוויר פירושו הבנת שני התהליכים המטאורולוגיים העיקריים הגורמים לשינויי מזג אוויר והם דינמיקה ותרמו דינמיקה.

ניתן לחשוב על מטאורולוגיה דינמית כזרוע של מטאורולוגיה הדנה בתנועה אטמוספרית ויחסיה לכוחות האטמוספריות העיקריות. כוחות אלה כוללים **כוח שיפוע הלחץ** (Pressure Gradient Force), כבידה, כוח קוריוליס (Coriolis) וחיכוך. חוסר האיזון וההתפתחות של כוחות אלה הם גורמים שכיחים להיווצרות מערכות מזג אוויר, להתחזקותן ולהחלשתן. המתמטיקה והמדע הכרוכים במטאורולוגיה דינמית מורכבים מאד אבל טייסים יכולים להפיק תועלת ממה שהמשוואות מגלות.

ניתן להבין יותר בקלות את הדינמיקה המטאורולוגית ע"י מעקב אחרי התפתחות הרוח והשינויים שהיא מייצרת. אחד ממאפייני מזג אוויר שהטייס מכיר והקשור למטאורולוגיה הדינמית הוא החזית. למרות שניתן לחשוב על חזית כמפריד בין מסות אוויר, ניתן גם לחשוב עליו כאזור עם התמזגות בגובה נמוך של אוויר שבעקבותיו נוצר אוויר בעליה וגידול הכיסוי בעננים ומשקעים. אזורי לחץ אוויר נמוך יכולים להיחלש ואזורים חזקים יותר של לחץ אוויר נמוך קשורים במקרים רבים לשינויי רוחות בגובה.



כאשר ניתוח האוויר בגובה רב מראה שקע עמוק, ניתן לצפות לעננים ולמשקעים. בגובה של 500 מיליבר (כשמונה עשר אלף רגל מעפ"ש) ברמה זו של האטמוספירה נמצא שקעים ורמות שבהם זרימות האוויר בגובה סוטים/נוטים דרומה או נוסקים צפונה. בבסיס השקע ברמה הגבוהה, בהיקפים גדולים וכתוצאה של שמירת תנע סיבובית, זרימת האוויר בבסיס השקע תנוע מהר יותר בהשוואה לאוויר צפונית ממנו. זה יוצר סיבוב נגד השעון – או במונחים פורמליים יותר גזירה חיובית סיבובית - (Vorticity is a clockwise or counterclockwise spin in the troposphere) בבסיס השקע. תנועת זרם האוויר מצפון לדרום דרך השקע יוצרת תנועה סיבובית נגד השעון (positive Earth vorticity). שתי צורות אלה מעניינות אותנו כי יש גם שילוב אנכי של האוויר דהיינו אוויר עולה המקדם את אזור הסיבוביות. האוויר העולה לפעמים מייצר עננים או משקעים וצפוי להימצא כאשר נתקלים באזור לחץ נמוך על פני השטח בכיוון הזרימה. אם נעלה עוד יותר גבוה באטמוספירה ל 250 מיליבר (דהיינו כשלושים וחמישה אלף רגל מעפ"ש) ניתן לקבל בזרם הסילון. בתוך זרם הסילון נמצא אזורים עם מהירויות רוח מעל 100 קשר, המכונים פסי סילון (jet streaks). כתוצאה חלקית של תאוצת והאטת האוויר הנע דרך פסי הסילון, האוויר עולה

מצידו הימיני קדמי והשמאלי האחורי של פס הסילון. כאשר פס הסילון מתארך התוצאה המצויה היא שאוויר עולה יותר מהר בשני אזורים אלה, לכן לשינוי בתחזית זרם הסילון יכולה להיות השפעה משמעותית על תנאי מזג האוויר על פני הקרקע.

תרמודינמיקה היא החלק במטאורולוגיה המערב את תנועת האוויר והשינויים בתכולת המים בו וכתוצאה מכך שינויים בטמפרטורה ונקודת הטל באטמוספירה. התרמודינמיקה יותר מוחשית מהדינמיקה כי אנחנו יכול לראות את הטמפרטורה והלחות של האוויר. טייס מנוסה יהיה ער לסופות רעמים בימי קיץ חמים ולחים ולשלג וקרח ביום שהטמפרטורה מתחת לנקודת הקיפאון כאשר האזורים הנמוכים של האטמוספירה רוויים. אותו טייס גם רואה את האוויר החם, טעון הלחות מתקרר ומתעבה כאשר עולה דרך האטמוספירה ומתפתח מענן קומולוס לענן קומולונימבוס.



סערה כזו דורשת יותר מאשר רק חום – היא דורשת גם לחות.

התרמודינמיקה מלמדת אותנו שהאוויר יכול לעלות כל עוד הוא יותר חם מהאוויר סביבו ומביא בחשבון את הקצב בו האוויר מתקרר ומתעבה. כמות הלחות באוויר – דהיינו נקודת הטל – יכולה להשפיע רבות על הטמפרטורה האטמוספרית וגם מייעלת רבות את תהליך הקונבקצייה. לנקודת הטל השפעה משמעותית על גובה בסיסי ענן וגם על ההיתכנות ליצירת סערות, ברקים ורעמים.

בסופו של דבר השילוב של הדינמיקה האטמוספרית והתרמודינמיקה מניעים את מזג האוויר שאנחנו רואים. בדומה לבדיקת בד"ח לפני טיסה, מטאורולוג סוקר רשימת תיוג של מרכיבים מסוימים על מנת להעריך את מצב מזג האוויר הנוכחי ולהיערך לשינויים עתידיים. תמיכה תרמודינמית חזקה בצורה של חום ולחות בהיעדר דינמיקה – כגון היעדר חזית את סיבוביות חיובית בגובה – ככלל תתמוך בסערות, אבל לרוב הן תהיינה בטווח זמנים קצר. אם תתווסף כמות גדולה של סיבוביות חיובית ומיקום הרבע הימני קדמי של פס סילון בגובה והצפי לקונבקצייה חזקה ומשמעותית גדל. סילוק האוויר החם והלח קרוב לקרקע והסערה צפויה להיות מוחלפת בגשמים. כתלות בטמפרטורה עולה עם עליה לגובה והסיכוי הוא שלא יהיה משקע בכלל. הבנת התהליכים המטאורולוגיים לא רק יסייעו לצפות שינויים במזג האוויר מראש, אלא גם יסייע להגעה ליעד בבטחה.

תודתי נתונה לד"ר יהודה לנדו חברי וטייסי היקר על התרגום מאנגלית לעברית.