

نمودار ترمودینامیکی

SKEW-T

و گزارش جو بالا

مؤلف

شیرین دستمالچی تهریزی

بهار ۹۶



سرشناسه	دستمالچی تبریزی، شیرین، ۱۳۴۸ -
عنوان و نام پدیدآور	نمودار ترمودینامیکی SKEW-T و گزارش جو بالا / مولف شیرین دستمالچی تبریزی.
مشخصات نشر	تهران: نشر برازنده، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۱۱۹ ص: جدول، نمودار.
شابک	978-600-97122-1-2
وضعیت فهرست نویسی	فیبأ
موضوع	هواشناسی-- جدولها و نمودارها
موضوع	Meteorology-- Charts, diagrams, etc
موضوع	پیش‌بینی هوا -- الگوهای ریاضی
موضوع	Weather forecasting -- Mathematical models
رده بندی کنگره	۱۳۹۶ ق ۵۸ / ۷۲۰۴۸۶ QC۸۶
رده بندی دیویی	۵۵۱/۵
شماره کتابشناسی ملی	۴۵۹۸۷۴۱



عنوان کتاب:	نمودار ترمودینامیکی SKEW-T و گزارش جو بالا
نگارش:	شیرین دستمالچی تبریزی
ناشر:	انتشارات برازنده
نوبت چاپ:	اول / ۱۳۹۶
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۹۷۲۲-۱-۲
طرح جلد:	سعید آزادی
قیمت:	۱۵۰۰۰ ریال
تیراژ:	۵۰۰ جلد

کلیه حقوق چاپ محفوظ است.
Barazandehbook.ir

۱	مقدمه
۹	فصل اول
۹	(۱) رمزگشایی داده‌های تراز بالا
۹	TTAA (۱-۱)
۱۰	TTBB (۲-۱)
۱۰	TTCC (۳-۱)
۱۰	TTDD (۴-۱)
۱۰	(۵-۱) داده‌ای گزارش TEMP و رمزگشایی آن
۱۹	فصل دوم
۱۹	نقشه‌های Skew-T
۱۹	(۱-۲) توانایی‌های نمودار Skew-T برای تحلیل وضع هوا
۲۰	(۲-۲) نمودار Skew-T
۲۰	(۱-۲-۲) خط هم‌فشار (Isobar)
۲۱	(۲-۲-۲) خط هم‌دما (Isotherm)
۲۲	(۳-۲-۲) خط نسبت آمیختگی (MR)
۲۲	(۴-۲-۲) افت‌آهنگ بی‌درروی خشک (LALR)
۲۳	(۵-۲-۲) افت‌آهنگ بی‌درروی اشباع (SALR)
۲۵	(۶-۲-۲) منحنی دمای نقطه شبنم (T_d)
۲۵	(۷-۲-۲) منحنی تغییرات دمای محیط (T)
۲۶	(۸-۲-۲) پرچم باد (Wind Flag)
۲۶	(۹-۲-۲) خط افت‌آهنگ دمای بسته هوا (Parcel Lapse Rate)
۲۷	(۳-۲) آهنگ کاهش دما با ارتفاع
۲۸	(۱-۳-۲) افت‌آهنگ دما (TL)
۲۸	(۲-۳-۲) فرایند بی‌دررو
۲۹	(۳-۳-۲) افت‌آهنگ بی‌دررو
۲۹	(۴-۳-۲) افت‌آهنگ نرمال
۲۹	(۵-۳-۲) افت‌آهنگ بی‌درروی خشک و بی‌درروی اشباع
۳۰	(۴-۲) انواع پایداری و ناپایداری در جو

۳۱	۵-۲) تشخیص انواع پایداری و ناپایداری در نمودار Skew-T
۳۲	۱-۵-۲) پایداری مطلق
۳۲	۲-۵-۲) ناپایداری مطلق
۳۳	۳-۵-۲) ناپایداری شرطی
۳۴	۴-۵-۲) پایداری خنثی
۳۵	۶-۲) افت آهنگ رطوبت
۳۶	۷-۲) وارونگی دما
۳۶	۱-۷-۲) وارونگی فرونشینی
۳۷	۲-۷-۲) وارونگی تابشی زمین پایه
۳۹	سئوالات فصل ۱
۴۱	فصل سوم
۴۱	پارامترها و شاخص های استفاده شده در Skew-T برای استفاده در پیش بینی وضع هوا
۴۱	۱-۳) فشار بخار واقعی (e)
۴۱	۲-۳) فشار بخار اشباع (e_s)
۴۲	۳-۳) دمای نقطه شبنم (T_d)
۴۳	۴-۳) نسبت آمیختگی واقعی r
۴۳	۵-۳) نسبت آمیختگی اشباع r_s
۴۳	۶-۳) نم ویژه (q)
۴۳	۷-۳) نم ویژه اشباع (q_s)
۴۴	۸-۳) دمای مجازی (T_v)
۴۵	۹-۳) رطوبت نسبی (RH)
۴۷	۱۰-۳) دمای پتانسیلی (θ)
۴۹	۱۱-۳) تراز میعان همرفتی (CCL)
۵۰	۱۲-۳) تراز میعان فرازش (LCL)
۵۲	۱۳-۳) دمای تر (T_w)
۵۴	۱۴-۳) دمای پتانسیلی تر (θ_w)
۵۴	۱۵-۳) دمای هم ارز (T_e)
۵۵	۱۶-۳) دمای پتانسیلی هم ارز (θ_e)
۵۸	۱۷-۳) دمای همرفت (T_c)
۵۹	۱۸-۳) تراز همرفت آزاد (LFC)

۶۳	۱۹-۳) تراز موازنه (EL)
۶۴	۱۹-۳) صعود واداشت مکانیکی
۶۴	۱۹-۳) صعود همرفتی
۶۵	۲۰-۳) سطح انرژی مثبت و منفی
۶۶	۲۰-۳) سطح انرژی مثبت
۶۷	۲۰-۳) سطح انرژی منفی (CIN)
۷۰	۲۰-۳) صعود ترمودینامیکی بسته هوا
۷۰	۲۰-۳) صعود واداشتی بسته هوا
۷۳	۲۱-۳) بالاترین تراز بسته هوا MPL
۷۳	۲۲-۳) تعیین ارتفاع پایه و قله ابر
۷۴	۲۲-۳) ابرهای همرفتی (Convective Clouds)
۷۴	۲۲-۳) ابرهای پوششی (Stratiform Clouds)
۷۴	۲۳-۳) تراز میعان آمیخته (MCL)
۷۵	۲۴-۳) تراز T_p
۷۵	۲۵-۳) تراز یخندان (FRZ)
۷۶	۲۶-۳) پیش‌بینی دمای بیشینه (T_{Max})
۷۷	۲۷-۳) ضخامت بین ترازها
۷۸	سئوالات فصل سوم
۸۱	فصل چهارم
۸۱	معرفی شاخص‌های کاربردی در پیش‌بینی پایداری یا ناپایداری
۸۱	۱-۴) شاخص L_{57}
۸۱	۲-۴) شاخص LI
۸۲	۳-۴) شاخص SI
۸۴	۴-۴) شاخص TT
۸۵	۵-۴) شاخص KI
۸۶	۶-۴) شاخص SW
۸۷	۷-۴) شاخص CAP
۸۸	۸-۴) شاخص شبنم کاستی T_{dd}
۸۹	۹-۴) شاخص بیشینه باد MW
۸۹	۱۰-۴) شاخص سرعت قائم بالارو UVV
۹۰	۱۱-۴) شاخص TEI

۹۱	۱۲-۴) شاخص عدد ریچاردسون (BRN)
۹۲	۱۳-۴) شاخص EI
۹۳	۱۴-۴) شاخص آب قابل بارش PW
۹۶	۱۵-۴) شاخص SBLCL
۹۷	۱۶-۴) شاخص WB0
۹۸	۱۷-۴) شاخص چینش ۳-۰ کیلومتری
۹۹	پیوست:
۹۹	جدول ضمیمه
۹۹	جدول ۱ - انواع ابرهای تراز پایین
۱۰۰	جدول ۲ - ارتفاع پایین ترین لایه ابر از سطح زمین
۱۰۱	جدول ۳ - انواع ابرها - تراز متوسط
۱۰۲	جدول ۴ - انواع ابرهای دراز بالا
۱۰۳	منابع

هواشناسی یکی از دانش‌های کاربردی علم فیزیک است. لغت هواشناسی برگرفته از واژه متئورولوژی^۱ به معنای شناخت ذرات معلق در هواست. بشر از ابتدای خلقت به دلیل تماس نزدیک با طبیعت و مشاهده عینی پدیده‌های جوی همواره نسبت به شناخت ماهیت آنها کنجکاوی نشان داده است. اولین تجربه عینی پدیده‌های جوی، مشاهده بارندگی، رعدوبرق و آتش‌گرفتن جنگل‌ها بوده که بعدها به کشف آتش منجر شده است. اولین کوشش انسان برای تهیه غذا و کشاورزی نیز همراه با دیدبانی هوا بوده است.

دانشمندی ایرانی در سده پنجم هجری به نام ابوحاتم اسماعیل اسفرزی خراسانی برای نخستین بار در جهان، پدیده‌های جوی و هواشناسی را به زبان پارسی در کتاب خود به نام "آثار علوی"^۲ گردآوری کرده است. ادموند هالی^۳، در سال ۱۶۸۸ میلادی کتاب‌هایی را در زمینه پدیده‌های جوی و توفان‌های مربوط به باد در سطح اقیانوس‌ها برای بخشی از زمین منتشر کرد. در سال ۱۸۴۰ میلادی شخصی به نام هورن^۴، نقشه سمت و سرعت باد بر روی اقیانوس‌ها را ترسیم نمود و بدین گونه کاسی زرگر^۵ رفع نیاز دریانوردی برداشته شد.

در اواخر قرن نوزدهم مطالعات هواشناسی بویژه در رابطه با اندازه‌گیری مقدار بارش توسعه یافت و از سال ۱۹۱۶ میلادی مطالعات پدیده‌های جوی در زمینه پیش‌بینی وضع هوا شکل گرفت. در سال‌های بعد، توسعه هوانوردی موجب ارتقای دقت و گستره پیش‌بینی‌ها گردید و با توجه به اینکه آگاهی هوانوردان از چگونگی وضعیت هوا در گستره‌های زمانی و مکانی ضروری به‌نظر می‌رسید، در پاره‌ای از نقاط دنیا سازمان‌های هواشناسی به وجود آمد.

به‌تدریج، به‌موازات توسعه شناخت علمی برای بهره‌گیری انسانی از منابع اقتصادی زمین، ضرورت شناخت دقیق‌تر پدیده‌های جوی احساس شد. همچنین پیشرفت علم کشاورزی به منظور کمک به عملیات کاشت، داشت و برداشت محصول، کارشناسان کشاورزی را به کسب اطلاعات در زمینه هواشناسی واداشت و همین نیاز سبب پیشرفت تحقیقات اقلیم‌شناسی شد.

^۱ Meteorology

^۲ Edmond Halley اخترشناس انگلیسی و همکار جوان اسحاق نیوتن که برای اولین بار دوره ای بودن ستاره دنباله دار را تشخیص داد و به همین دلیل این ستاره به نام او "ستاره دنباله دار هالی" نامگذاری شده است. این ستاره هر ۷۴ تا ۷۸ سال یکبار از فراز کره زمین قابل مشاهده است. این ستاره آخرین بار در سال ۱۹۸۶ میلادی مشاهده شد.

^۳ Dr. John Polkinghorne فیزیکدان و کنش‌شناس انگلیسی

امروزه هواشناسی و آگاهی از وضعیت هوا به عنوان یک ضرورت در تمامی زمینه‌های زندگی بشر اعم از اقتصادی و اجتماعی مورد نیاز است. در هواشناسی از ابزارهای مختلفی برای پیش‌بینی وضع هوا استفاده می‌شود. نمودار ترمودینامیکی، یکی از ابزارهایی است که توسط هواشناسان برای دستیابی به دما و رطوبت لایه‌های جو، با به‌کارگیری فنون نموداری به‌جای محاسبات طولانی استفاده می‌شود. هواشناسان این نمودارها را برای موارد مختلفی از جمله پیش‌بینی ارتفاع پایه ابر و میزان پایداری جو به‌کار می‌برند و اساس تحلیل خود را روی رسم نمایه قائم دما، دمای نقطه شبنم و سمت و سرعت باد قرار می‌دهند، که با گمانه‌زنی در ایستگاه‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شوند. در هواشناسی نمودارهایی که برای مطالعه فرآیندهای ترمودینامیک به‌کار می‌روند، نمودارهای جوشناختی نامیده می‌شوند که بسیار مورد استفاده هستند.

نمودارهای ترمودینامیکی، روتاً چهار ویژگی دارند:

الف) سطح محصورشده هر خط در فرایندهای چرخه‌ای با تغییرات و یا کار انجام‌شده در طول فرایند باید متناسب باشد

ب) تا حد امکان خطوط نمایش فرایندهای اساسی باید بدون انحنای باشند

ج) زاویه بین خطوط هم‌دما و بی‌درروی خشک (خطوط هم‌دما پتانسیل) تا حد امکان بزرگ باشد

د) در جو زیرین منحنی‌های بی‌درروی خشک با منحنی‌های بی‌درروی اشباع باید زاویه محسوسی داشته باشند.

یکی از نمودارهای ترمودینامیکی که دارای این ویژگی‌هاست، نمودار Skew-T-Log-P است. در این نمودار خطوط هم‌دما به سمت راست و با شیب ۴۵ درجه نسبت به خطوط هم‌فشار رسم شده است. خطوط بی‌درروی خشک با شیب آرام از سمت پایین نمودار به سمت بالا و از راست به چپ کشیده شده‌اند. از آنجا که خطوط هم‌دما دارای شیب هستند، بنابر این زاویه بین خطوط هم‌دما و بی‌دررو به حالت عمود نزدیک است. خطوط بی‌درروی اشباع خمیده و خطوط نسبت آمیختگی اشباع تقریباً راست است. بنابراین نمودار Skew-T دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد:

الف) مساحت زیر منحنی در نقشه Skew-T با انرژی متناسب است.

ب) سه دسته از خطوط تقریباً راست هستند (خطوط هم‌فشار، خطوط هم‌دما و خطوط نسبت آمیختگی) یک دسته به‌آرامی (خطوط بی‌درروی اشباع) و دسته دیگر به نسبت خمیده (خطوط بی‌درروی خشک) هستند.

ج) زاویه بین خطوط هم‌دما و بی‌دررو، بسته به موضع آن برروی نمودار تغییر می‌کند، اما تقریباً ۹۰ درجه است.

د) در جو زیرین زاویه محسوسی بین خطوط بی‌درروی اشباع و خشک وجود دارد.

پس از پدیدایش ایستگاه‌های دیدبانی راوین‌سوندها^۴، نمودارهای ترمودینامیکی برای ترسیم داده‌های حاصل از هوا کاوش^۵ و به‌منظور ارزیابی میزان پایداری جو، مورد استفاده قرار گرفتند.

باوجود پیشرفت‌های متدین در تکنولوژی و روش‌های پیش‌بینی، نمودارهای ترمودینامیکی هنوز به‌عنوان ابزاری ضروری برای تفسیر وضع هوا محسوب می‌شوند. در حال حاضر ترسیم و تحلیل گمانه‌زنی‌ها از راوین‌سوندهای دستی به سونداژهای ارائه شده توسط مدل‌های NWP^۶ و مشاهدات ماهواره‌های سنجش رادار^۷، توسعه یافته است. اطلاعات لازم برای ترسیم داده‌های حاصل از گمانه‌زنی، از منابع گوناگونی نظیر رادیوسوندها^۸، دراپسوندها^۹، بالن‌های اکتشافی، هواپیما، برون‌داد مدل NWP و ماهواره‌ها گردآوری می‌شوند. نمودارهای ترمودینامیکی مختلفی برای تحلیل کاوش در تحقیقات و عملیات علمی جوی وجود دارند که می‌توان به‌عنوان نمونه، نمودارهای Skew-T/Log-P، Tephigram، Emagram، Stüve و نمودار Skew-T/Log-P را نام برد.

نمودار Skew-T/Log-P یکی از چهار نمودار کاربردی در تحلیل و پیش‌بینی وضع هوا است. استفاده عمده از نمودار Skew-T/Log-P برای ترسیم گمانه‌زنی رادیوسوند است که نمایه قائم دما و نقطه شبنم را در سرتاسر ستون جو بالای یک نقطه مشخص بر روی زمین فراهم می‌آورد.

^۴ Rawinsonde دستگاه رادیابی امواج رادیویی برای تعیین سرعت باد در جو

^۵ Sounding

^۶ Numerical Weather Prediction

^۷ Radiosonde

^۸ Dropsonde

از آنجا که فشار با ارتفاع در جو به صورت لگاریتمی کاهش می‌یابد، نمودار دارای خط‌هایی با فشار ثابت (Isobars) و با فاصله لگاریتمی (Log-P) است و ظاهر مورب خطوط هم‌دما (Skew-T) سبب شده که این نمودار را Skew-T/Log-P نامند.

از کاربردهای نمودار Skew-T/Log-P می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ارزیابی میزان پایداری جو؛

- اندازه‌گیری عناصر جوی در هر لایه از جو؛

- تعیین شدت یداری، دمای همرفت، پیش‌بینی دما و پدیده‌های جوی مخرب^۹ مانند سلول‌های همرفتی خاص.

در عین حال استفاده از نمودار Skew-T دارای مشکلاتی نیز است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تنها ۲ بار در روز (ساعت ۰۰:۰۰ و ۱۰:۰۰) به وقت گرینویچ تهیه می‌شود؛

- وضع هوا می‌تواند به طور چشمگیری بین کوشش تغییر کند؛

- گمانه‌زنی، هنگامی که باد بالن را به پایین می‌رانند، اندازه واقعی پارامتر را نشان نمی‌دهد؛

- از آنجایی که عمل کاوش برای پیمایش از سطح زمین تا بالای وردسپهر (تروپوسفر) بالایی حدود یک ساعت طول می‌کشد، اندازه‌گیری‌های لحظه‌ای به رستی ارائه نمی‌شود.

دلیل انتخاب نمودار Skew-T/Log P به عنوان رایج‌ترین نمودار برود، سبکی:

نمودار Skew-T توسط AWS^{۱۰} به عنوان بهترین نمودار ترمودینامیکی برای استفاده عموم انتخاب شده است. دلیل این انتخاب، سادگی به کارگیری این نمودار در تحلیل فرآیندهای جوی و محاسبات مربوط به آن است.

تمامی نمودارهای ترمودینامیکی مانند Emagram, Tephigram, Stöve diagram و نمودار Skew-T بیان‌کننده روابط فیزیکی یکسان و نمایشگر خطوط هم‌فشار، هم‌دما، بی‌درروی

^۹ Severe weather

^{۱۰} Automatic Weather Station

خشک، بی‌درروی اشباع و نسبت آمیختگی هستند. تنها تفاوت این نمودارها در ترتیب قرار گرفتن این پارامترها در نمودار است.

برای انتخاب یک نمودار ترمودینامیکی برای استفاده عملیاتی بهتر است از نموداری استفاده شود که:

(الف) صفحات همگن، مستقیم و صاف باشند و منحنی نباشند؛

(ب) زوایه بین خطوط بی‌دررو و هم‌دما برای تخمین پایداری به اندازه کافی بزرگ باشد؛

(ج) نسبت مساحت زیر منحنی در نمودار به انرژی ترمودینامیکی در تمامی نمودار یکسان باشد؛

(د) گمانه‌زنی در تارهای بالا از جمله در داخل پوشن سپهر (استراتوسفر) قابل رسم‌شدن باشد؛

(ه) محور قائم در جو مناسب محور قائم نمودار باشد.

نمودارهای Tephigram و Skew-T تقریباً تمام این خواص را دارند ولی نمودار Skew-T مناسب‌تر به نظر می‌رسد، زیرا خطوط هم‌فشار در این نمودار خطوطی مستقیم و صاف هستند که باعث می‌شود ارتفاع سطح فشاری را نسبت به تخمین زده شود.

نمودار Skew-T چهار نوع است:

(۱) نمودار با مقیاس کامل^{۱۱} برای مصارف عمومی، که بر روی صفحه ۲۸×۳۰ اینچ چاپ می‌شود. این نمودار شامل منحنی‌هایی برای پیش‌بینی است که به‌طور رسمی منتشر می‌شود.

(۲) نمودار با مقیاس کوچک^{۱۲}، که به‌صورت عکس از روی نمودارهای مقیاس کامل کوچک می‌شود و بر روی صفحه ۱۷×۱۵ اینچ چاپ می‌شود. در این نوع نقشه‌ها، هابی که لازم نبوده و یا وجودشان ایجاد مشکل می‌کند حذف شده و نمودار بر روی مقیاس کوچک چاپ و استفاده می‌شود. اندازه‌ها بر روی نقشه‌های مقیاس کامل باید به نسبت ۱:۲ کاهش یابند تا در نقشه‌های مقیاس کوچک قابل قبول باشند.

(۳) نمودار اصلاح شده، بر روی صفحه ۱۵۵×۲۰۵ اینچ چاپ می‌شود. در این نمودار، بخشی از نمودار مقیاس کامل را بزرگ می‌کنیم (اما نه به‌طور عکس) و نمودار را در راستای قائم از ۱۰۵۰ هکتوپاسکال تا ۴۰۰ هکتوپاسکال و در راستای افقی از ۲۰- درجه تا ۵۰+ درجه

^{۱۱} full-Scale

^{۱۲} small-Scale

گسترش می‌دهیم. درجات معینی در چپ و بالای نمودار حذف می‌شود و چاپ نهایی فقط مقادیر دمای مجازی را شامل می‌شود.

۴) نمودار ارتفاع بالا^{۱۳} بر روی صفحه ۲۴/۷×۲۴/۵ اینچ چاپ می‌شود. در این حالت نمودار از ۱۵۰ هکتوپاسکال شروع می‌شود و تا یک هکتوپاسکال گسترش می‌یابد. بنابراین نمودار اولیه و پایه را که از ۱۰۰ هکتوپاسکال تا ۱۵۰ هکتوپاسکال بوده همپوشانی می‌کند. منحنی جو استاندارد به پوشن‌ایست (استراتوپاز) (حدود ۴۷ کیلومتر) می‌رسد. این نمودار برای کاربردهای خاص مانند تحلیل بخش بالای رادیوسوندهایی که به ارتفاعات بالا می‌رسند و یا بخش پایین راکت‌سوند طراحی شده‌اند.

نمودار ترمودینامیک Emagram

Emagram از نمودارهای ترمودینامیکی است که افت‌آهنگ دما و نمایه قائم رطوبت در جو را نشان می‌دهند. نمودار Emagram دارای محورهای دما و فشار است. در این نمودار خط بی-درروی خشک با هم‌فشار زاویه ۴۵ درجه می‌بازد. نمودارها عمودی و صفحات همگن نسبت آمیختگی اشباع تقریباً عمودی و صاف هستند. عموماً دما و نقطه شبنم برروی این نمودار رسم می‌شود تا پایداری همرفتی یا انرژی پتانسیل همرفتی قائم‌دسترس محاسبه شود. پیکان‌های باد در یک سمت این نمودار رسم می‌شوند تا باد در ارتفاعات مختلف نشان داده شود. نمودار Emagram ابتدا در سال ۱۸۸۴ توسط هاینریش رادولف هرتز^{۱۴} اختراع شد و بعد در کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفت. کشورهای دیگر نمودار ترمودینامیکی مشابهی را برای مقاصد یکسان استفاده می‌کردند در حالی که جزئیات ساختاری آنها فرق می‌کرد.

نمودار ترمودینامیکی Tephigram

این نمودار معمولاً در تحلیل و پیش‌بینی وضع هوا به‌کار می‌رود. نام این نمودار از T- ϕ -gram گرفته‌شده که نشان‌دهنده استفاده از محورهای دما (T) و آنتروپی (ϕ) است. همواره داده‌های دما و نقطه شبنم به‌دست آمده از گمانه‌زنی برروی این نمودار رسم می‌شود تا پایداری همرفتی

^{۱۳} High altitude

^{۱۴} Heinrich Radolf Hertz (۱۸۵۷-۱۸۹۴) فیزیکدان آلمانی

و یا انرژی پتانسیل همرفت قابل دسترس^{۱۵} (CAPE) محاسبه شود. پیکان‌های باد نیز در یک سمت این نمودار رسم می‌شود تا نمایه باد در ارتفاعات مختلف نشان داده شود.

نمودار ترمودینامیکی Sküve diagram

نموداری ترمودینامیکی است که برای تحلیل و پیش‌بینی وضع هوا به کار می‌رود. داده‌های دما و نقطه شبنم به دست آمده از گمانه‌زنی بر روی این نمودار رسم می‌شود تا ناپایداری همرفتی و انرژی پتانسیل همرفت قابل دسترس محاسبه شود. پیکان باد در یک سمت این نمودار رسم می‌شود تا باد در ارتفاعات مختلف نشان داده شود. نمودار Sküve حدود سال ۱۹۲۷ توسط جرج استوو^{۱۶} اختراع و به سرعت در ایالات متحده آمریکا پذیرفته شد. در این نمودار ساده سازی‌هایی انجام شد است. به طوری که برای سه متغیر مقدماتی فشار، دما و دمای پتانسیل از خطوط مستقیم استفاده می‌شود. بنابراین در این نمودار محیط‌های مساوی مورد نیاز (رابطه کلاوزیوس-کلاپیرون) که در نمودار Skew-Tephigram رضایت بخش بوده در نظر گرفته نمی‌شود. این نمودار برای مقاصد کاربردی مناسب نیست. در این نمودار خطوط دما مستقیم و عمودی و خطوط فشار مستقیم و افقی است و خط بی‌درروی خشک مستقیم بوده و از پایین به بالا، ۴۵ درجه انحراف به چپ دارد در صورتی که خط بی‌درروی اشباع خمیده است.

نمودار ترمودینامیکی Skew-T/log p

در نقشه رنگی Skew-T مقادیر سه پارامتر هم‌دماها (خطوط قرمز)، دمای پتانسیل (خطوط سبز)، دمای پتانسیل هم‌ارز (خط‌چین‌های سبز) بر روی محور دما به صورت افقی در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در نزدیکی کف نمودار درج شده‌اند. خطوط آبی هم‌فشار هستند که در سمت چپ نمودار مقیاس آن درج شده‌است و خط‌چین‌های صورتی، نسبت آمیختگی اشباع را نشان می‌دهند که مقادیر آن در داخل نمودار در سمت راست آن درج شده‌است.

¹⁵ CAPE (Convective Available Potential Energy)

¹⁶ Gorje Stove (۱۹۳۵-۱۸۸۸) دانشمند آلمانی

در سال ۱۹۴۷ میلادی هرلوفسن^{۱۷} اصلاحی را بر روی نمودار Emagram انجام داد به طوری که خطوط هم فشار مستقیم و افقی باشند و زاویه میان خطوط هم‌دما و بی‌درروی خشک مانند نمودار Tephigram به اندازه کافی بزرگ باشد، در این صورت، این نمودار برای بسیاری از تکنیک‌های تحلیلی که در آن زمان توسط نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا اختراع شده بود، مناسب بود.

نمودار Skew-T از نمودارهای ترمودینامیکی مورد استفاده برای تحلیل و پیش‌بینی وضع هواست. بیشتر این استفاده از نمودار Skew-T برای رسم داده‌های حاصل از گمانه‌زنی است که نمایه قائم از دما و نقطه شبنم در ستون جو بالای یک نقطه مشخص از روی زمین را ارائه می‌دهد. صفحه‌های دما و نقطه شبنم بر روی نقشه بسیاری از محاسبات را ساده‌سازی می‌کند که در گذشته به طور دستی انجام می‌گرفت و یا اصلاً انجام نمی‌شد.

¹⁷ افسر نیروی دریای نروژ Herlofson