

عنوان کتاب  
**هواشناسی پیشرفته**

[www.ketab.ir](http://www.ketab.ir)

نویسندگان:  
**غلامحسین جعفری**  
**خدیجه ایمانی**

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                | جعفری، غلامحسین؛ ۱۳۵۲- مؤلف                                                                                                                                                                                                                                                             |
| عنوان و نام پدیدآورنده | هواشناسی پیشرفته / نویسندگان: غلامحسین جعفری، خدیجه ایمانی، ویراستار علمی احمدعلی روح الهی؛ ویراستار ادبی محمود واصلی خیبار [آرایی] دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، معاونت طرح و پژوهش، انتشارات تهران: دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، معاونت طرح و پژوهش، انتشارات، ۱۳۹۸. |
| مشخصات نشر             | ۲۷۹ ص: مصور، جدول.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| مشخصات ظاهری           | ۵۰۰۰۰ ریال ۸۲-۲۰-۷۳۷۵-۶۰۰-۹۷۸                                                                                                                                                                                                                                                           |
| شابک                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| وضعیت فهرست نویسی      | فیبأ                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| موضوع                  | هواشناسی هوانوردی                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| موضوع                  | Meteorology in aeronautics                                                                                                                                                                                                                                                              |
| موضوع                  | جوالاتمفر                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| موضوع                  | Atmosphere                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| موضوع                  | ایمانی، خدیجه؛ ۱۳۵۴- مؤلف                                                                                                                                                                                                                                                               |
| شناسه افزوده           | روح الهی، احمدعلی؛ ۱۳۵۹- ویراستار علمی                                                                                                                                                                                                                                                  |
| شناسه افزوده           | واصلی خیبار، محمود؛ ۱۳۷۱- ویراستار ادبی                                                                                                                                                                                                                                                 |
| شناسه افزوده           | دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، معاونت طرح و پژوهش، انتشارات.                                                                                                                                                                                                                     |
| شناسه افزوده           | Shahid Sattari Aeronautical University of Science and Technology                                                                                                                                                                                                                        |
| رده بندی کنگره         | QC۸۷۹/۳۵                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| رده بندی دیویی         | ۵۵۱/۵۱۴                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| شماره کتاب شناسی ملی   | ۶۰۷۱۲۸۹                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



|               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| نام کتاب      | هواشناسی پیشرفته                  |
| نویسندگان     | غلامحسین جعفری - خدیجه ایمانی     |
| ویراستار علمی | احمدعلی روح الهی                  |
| ویراستار ادبی | محمود واصلی خیبار                 |
| چاپ اول       | پائیز ۱۳۹۸                        |
| تعداد         | ۱۰۰۰ جلد                          |
| ناشر          | انتشارات دانشگاه هوایی شهید ستاری |
| چاپ و صحافی   | جایگاه دانشگاه هوایی شهید ستاری   |
| قیمت          | ۵۰۰۰۰ ریال                        |

حق چاپ و نشر محفوظ است.

مرکز بخش: تهران- بزرگراه آیت الله سعیدی- خیابان دانشگاه هوایی- دانشگاه هوایی شهید ستاری

تلفن: ۶۶۶۳۰۱۱۱-۶۴۰۳۲۰۲۴

کد پستی: ۱۳۸۴۶۷۳۴۱۱

## فهرست مطالب

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول: هواشناسی و مخاطرات پروازی .....                    | ۱  |
| ۱-۱- عملکرد هواپیما .....                                   | ۱  |
| ۱-۲- انواع دید .....                                        | ۱  |
| ۱-۲-۱- دید افقی .....                                       | ۱  |
| ۱-۲-۲- دید عمودی .....                                      | ۲  |
| ۱-۲-۳- دید در امتداد باند .....                             | ۳  |
| ۱-۲-۴- دید موری یا دید هوا به زمین .....                    | ۳  |
| ۱-۲-۵- سقف ابر .....                                        | ۴  |
| ۱-۳- عوامل کاهنده دید .....                                 | ۵  |
| ۱-۳-۱- مه .....                                             | ۵  |
| ۱-۳-۲- بارندگی .....                                        | ۹  |
| ۱-۳-۳- ابرها .....                                          | ۱۰ |
| ۱-۳-۴- هیز .....                                            | ۱۱ |
| ۱-۳-۵- گرد و خاک یا رونده .....                             | ۱۱ |
| ۱-۳-۶- طوفان گرد و خاک و یا طوفان شن .....                  | ۱۲ |
| ۱-۴- توربولانس .....                                        | ۱۲ |
| ۱-۴-۱- تعریف و طبقه‌بندی توربولانس از نظر شدت .....         | ۱۲ |
| ۱-۴-۲- توربولانس حرارتی .....                               | ۱۳ |
| ۱-۴-۳- توربولانس مکانیکی .....                              | ۱۳ |
| ۱-۴-۴- نکات مهم جهت پرواز در شرایط امواج کوهستان .....      | ۱۷ |
| ۱-۴-۵- توربولانس پشت هواپیما .....                          | ۱۷ |
| ۱-۴-۶- توربولانس جبهه‌ای .....                              | ۱۹ |
| ۱-۴-۷- توربولانس بر اثر عوامل تغییر جهت و یا سرعت باد ..... | ۱۹ |
| ۱-۴-۸- جت استریم .....                                      | ۲۹ |
| ۱-۴-۹- توربولانس هوای صاف .....                             | ۳۱ |
| ۱-۴-۱۰- جت استریم سطوح پایین .....                          | ۳۴ |
| ۱-۴-۱۱- تغییرات سمت و سرعت باد در سطوح پایین .....          | ۳۵ |
| ۱-۴-۱۲- درجه شدت توربولانس‌ها و محل تشکیل آنها .....        | ۳۷ |
| ۱-۴-۱۳- واکنش هواپیما نسبت به توربولانس‌ها .....            | ۳۹ |

- ۵-۱- طوفان‌های تندری ..... ۳۹
- ۱-۵-۱- توزیع طوفان‌ها بر روی ایران ..... ۴۰
- ۱-۵-۲- شرایط تشکیل طوفان‌ها ..... ۴۱
- ۱-۵-۳- دوره زندگی یک سلول طوفان تندری ..... ۴۱
- ۱-۵-۴- انواع طوفان‌های تندری ..... ۴۵
- ۱-۵-۵- پدیده‌های جوی همراه با ابر طوفان‌زا ..... ۴۹
- ۱-۵-۶- تشکیل تگرگ ..... ۵۵
- ۱-۵-۷- محاسبه یخبندان ..... ۵۶
- ۱-۵-۸- یخبندان در ابر  $cb$  ..... ۵۷
- ۱-۵-۹- برق (آذرخش) ..... ۵۸
- ۱-۵-۱۰- برخورد هواپیما با پدیده‌ی برق ..... ۶۰
- ۱-۵-۱۱- پدیده‌های همراه با ابر طوفان‌زا در سطح زمین ..... ۶۱
- ۱-۵-۱۲- خلاصه‌ای از اطلاعات درباره‌ی ابر  $cb$  ..... ۶۲
- ۱-۵-۱۳- نکات مهم جهت پرواز در ابرهای طوفان‌زای  $ch$  ..... ۶۵
- ۱-۶-۱- یخبندان هواپیما ..... ۶۶
- ۱-۶-۱-۱- یخبندان ساختمانی (بدنه‌ی هواپیما) ..... ۶۷
- ۱-۶-۲- عوامل مؤثر بر میزان تراکم یخبندان ساختمانی (بدنه‌ی هواپیما) ..... ۶۸
- ۱-۶-۳- انواع یخبندان ساختمانی (بدنه‌ی هواپیما) ..... ۷۰
- ۱-۶-۴- تشکیل یخ بر روی هواپیما ..... ۷۱
- ۱-۶-۵- تشکیل یخ بر روی بالگرد ..... ۷۳
- ۱-۶-۶- بر طرف کردن یخ و ممانعت از تشکیل یخ ..... ۷۴
- ۱-۶-۷- یخبندان القائی (موتور و کاربراتور هواپیما) ..... ۷۵
- ۱-۶-۸- پدیده‌های جوی موجب یخبندان ..... ۷۷
- ۱-۶-۹- چک لیست عملکرد در وضعیت جوی سرد ..... ۷۹
- فصل دوم: قوانین هوا در طرح پروازی ..... ۸۱
- ۱-۲- مقدمه ..... ۸۱
- ۲-۲- استانداردهای بین‌المللی و اقدامات پیشنهادی ..... ۸۱
- ۲-۲-۱- تعاریف ..... ۸۱
- ۲-۳- مقررات عمومی ..... ۸۹
- ۲-۳-۱- هدف ..... ۸۹

- ۴-۲- جمع آوری و استفاده از اطلاعات هواشناسی ..... ۸۹
- ۴-۲-۱- ارتباط ..... ۸۹
- ۵-۲- سیستم پیش‌بینی منطقه‌ای جهانی و ادارات هواشناسی ..... ۹۰
- ۵-۲-۱- اهداف سیستم پیش‌بینی جهانی ..... ۹۰
- ۵-۲-۲- مراکز پیش‌بینی منطقه‌ای جهانی ..... ۹۱
- ۶-۲- مراکز پیش‌بینی منطقه‌ای ..... ۹۲
- ۶-۲-۱- توصیه‌ها ..... ۹۳
- ۷-۲- ادارات هواشناسی ..... ۹۴
- ۶-۲-۱- توصیه‌ها ..... ۹۴
- ۸-۲- محدودیت‌ها برای پرواز انواع هواپیما ..... ۹۵
- ۷-۲-۱- تبصره ..... ۹۶
- ۸-۲-۲- تبصره ..... ۹۶
- ۹-۲- پدیده‌های مؤثر در تعیین محدودیت‌ها ..... ۹۶
- فصل سوم: رادارها و ماهواره‌های هواشناسی ..... ۹۷**
- ۳-۱- رادارهای هواشناسی ..... ۹۷
- ۳-۲- رادارهای کشف کننده طوفان ..... ۹۸
- ۳-۳- ماهواره‌های هواشناسی ..... ۹۹
- ۳-۳-۱- تاریخچه ..... ۹۹
- ۳-۳-۲- انواع مدارها ..... ۱۰۲
- ۳-۳-۳- انواع ماهواره‌ها ..... ۱۰۴
- ۳-۳-۴- زندگی و مرگ ماهواره‌ها ..... ۱۰۷
- ۳-۳-۵- پرتاب ماهواره ..... ۱۰۸
- ۳-۳-۶- سقوط از مدار ..... ۱۰۹
- ۳-۴- سازمان‌های هواشناسی ..... ۱۱۱
- ۳-۵- تشکیلات سازمان هواشناسی جهانی ..... ۱۱۳
- فصل چهارم: گزارشات و نظارت‌های هواپیما ..... ۱۱۵**
- ۴-۱- مقدمه ..... ۱۱۵
- ۴-۲- مشاهدات هواپیما ..... ۱۱۵
- ۴-۲-۱- گزارش مشاهدات هواپیما در طی پرواز ..... ۱۱۵
- ۴-۲-۲- پیشنهادات ..... ۱۱۵

- ۳-۴- مشاهدات دقیق و غیر معمول ..... ۱۱۷
- ۴-۳-۱- پیشنهاد ..... ۱۱۷
- ۴-۳-۲- خلاصه اطلاعات مربوط نقش هواشناسی در پرواز هواپیما ..... ۱۲۰
- ۴-۳-۳- توصیه‌ها ..... ۱۲۰
- ۴-۳-۴- رونوشت‌ها (کپی‌هایی) از اطلاعات حاصله از مشاهدات هواشناسی ..... ۱۲۱
- فصل پنجم: پیش‌بینی‌ها ..... ۱۲۳**
- ۵-۱- تفسیر و استفاده از پیش‌بینی‌ها ..... ۱۲۳
- ۵-۲- پیش‌بینی‌های باند پرواز فرودگاه ..... ۱۲۳
- ۵-۲-۱- توصیه ..... ۱۲۴
- ۵-۲-۲- توصیه ..... ۱۲۶
- ۵-۲-۳- پیش‌بینی‌ها و اصلاحات هواشناسی فرودگاهی ..... ۱۲۷
- ۵-۲-۴- توصیه ..... ۱۲۷
- ۵-۲-۵- توصیه‌ها ..... ۱۲۹
- ۵-۲-۶- پدیده آب و هوایی و ترکیبات وابسته به آن ..... ۱۳۰
- ۵-۲-۷- توصیه ..... ۱۳۱
- ۵-۳- پیش‌بینی‌های نشست هواپیما ..... ۱۳۲
- ۵-۳-۱- توصیه‌ها ..... ۱۳۲
- ۵-۳-۲- به‌کار بردن شاخص‌ها ..... ۱۳۴
- ۵-۳-۳- پیش‌بینی به زمین نشستن هواپیما ..... ۱۳۵
- ۵-۴- مشاهدات ..... ۱۳۶
- ۵-۵- پیش‌بینی‌ها برای برخاستن هواپیما ..... ۱۳۸
- ۵-۵-۱- توصیه‌ها ..... ۱۳۸
- ۵-۶- ناحیه و مسیر پیش‌بینی‌ها ..... ۱۳۹
- ۵-۶-۱- توصیه‌ها ..... ۱۳۹
- ۵-۶-۲- ناحیه و پیش‌بینی‌های مسیر ..... ۱۴۰
- ۵-۶-۳- توصیه ..... ۱۴۰
- ۵-۷- پیش‌بینی‌های منطقه برای پروازهای سطح پایین برای حمایت از انتشار اطلاعات ..... ۱۴۰
- ۵-۸- اطلاعات SIGMET و AIRMET، آگاهی‌های فرودگاهی و آگاهی‌های انحراف سمتی باد ..... ۱۴۴
- ۵-۸-۱- شکل (ترکیب) و تبادل پیام‌های SIGMET ..... ۱۴۵
- ۵-۸-۲- خلاصه و آماده‌سازی پیام‌های SIGMET به زبان ساده ..... ۱۴۷

## پیشگفتار

هوا در کلیه امور زندگی انسان و نبات دخالت کامل دارد و از قرن‌ها پیش بشر خواسته است که آن را شناخته و پدیده‌های مختلف آن را پیش‌بینی نماید. از این رو علم هواشناسی شروع گردیده و رو به تکامل گذاشته است. علم هواشناسی چگونگی حالت‌های فیزیکی و دینامیکی جو و قوانین و روابط مربوط به آن را مورد بررسی و تحقیق قرار می‌دهد. در نتیجه حالت‌های خاص جوی را مشخص می‌نماید. امروزه تقریباً اکثر مردم با پیش‌بینی‌های روزانه که درباره وضعیت جوی انجام می‌شود آشنایی داشته و بر اساس این پیش‌بینی‌ها فعالیت‌هایشان را زمان‌بندی و طرح‌ریزی می‌نماید. کاربرد عملی این علم شامل سه اصل مهم زیر است:

- پیش‌بینی کوتاه‌مدت و بلندمدت به منظور تهیه طرح جهت فعالیت‌های انسانی؛
- هماهنگ نمودن این فعالیت‌ها با وضعیت‌های جوی؛
- تعدیل در وضعیت‌های جوی؛

پدیده‌های از قبیل طوفان‌ها و یادهای شدید، برف و باران، تگرگ، رعد و برق، همگی به طریق مختلف در زندگی روزمره انسان مؤثرند که با پناهگاهی در روی زمین در برابر آنها مقاومت نموده و یا از آنها در جهت مختلف به نفع خود استفاده و بهره‌برداری می‌نماید. در حالی که نقش هوا در عملیات مختلف نظامی به‌ویژه امور هوانوردی مختلف به‌صورت زیر می‌توان بیان نمود:

در شرایطی که مأموریت برای خلبانان هواپیماهای شکاری ممکن است زمان کافی برای توجیه وضعیت هوا وجود نداشته باشد، که در این صورت کارکنان عملیاتی، اطلاعات مربوط به وضعیت جوی، مشخصات هوای منطقه عملیات (محاسبات مربوط به رهگیری) و دستورات لازم دیگر را به خلبانان می‌دهند. بنابراین آشنایی کلیه عوامل پروازی و عملیاتی جهت بالا بردن کیفیت کنترل پروازهای تاکتیکی با شرایط مخاطره‌آمیز هوا از نظر مسائل هوانوردی، نحوه استفاده از هوای بد دشمن، تأثیر پدیده‌های جوی بر جنبه‌های آیرودینامیکی پرواز، تأثیر آنها بر رادار، شرایط انتشار موج غیر طبیعی جهت پیش‌بینی رفتار و نحوه کارکرد رادار، مشکلات مربوط به دید و غیره از الزامات تخصصی

آنان می‌باشد. به‌کارگیری انواع جنگ‌افزارها، اعم از راداری و غیر راداری برای انجام مأموریت خود نیاز به شناخت جو و اطلاعات مربوط به آن را دارند. زیرا یکی از اصول مهم محاسبه زاویه پیشگیری در جنگ‌افزارهای با کنترل آتش راداری، عوامل جوی می‌باشد که برای انجام آن متخصصین بایستی پارامترهای جوی را شناخته و بر روابط و تأثیرات آنها بر روی مسیر پروازی آشنایی کامل داشته باشند تا بتوانند این اطلاعات را با محاسبات مقدماتی به رایانه سامانه مذکور تغذیه نمایند.