نوشتهٔ: آندره ویو
ترجمهٔ: مهدی صدیقی

هواشناسی*

فصل اول

تحول و تکامل هواشناسی

هواشناسی از علومی است که شهرت زیادی ندارد. هنوز عدهٔ بسیاری از مردم اطلاعاتشان در این قسمت از فیزیك جو بسیار مبهم است و حتی پاره‌ای از مردم آنوا با نجوم اشتباه می‌کنند[1]. نجوم شامل تحقیق دربارهٔ حرکت و زندگی ستارگانی است که در فاصله بسیار زیادی از زمین ما قرار دارند، درصورتیکه هواشناسی دربارهٔ «محیط هوا» وتمام پدیده‌های داخلی آن تحقیق می‌نماید واینکار یك وظیفهٔ بسیار سنگین وگاهی بعلت پیچیدگی

---

* ــ مطالبی که تحت‌عنوان هواشناسی بنظرخوانندگان محترم میرسد ترجمه‌ایست از کتاب هواشناسی تالیف آندره‌ویو André Viaut رئیس‌سازمان‌هواشناسی فرانسه وسازمان هواشناسی‌جهانی که‌درمجموعهٔ‌علمی ?Que sais-je بنام Météorologie بزبان‌فرانسه بچاپ رسیده‌است . دراینجا کلمهٔ هواشناسی برای ترجمهٔ Météorologie انتخاب شده زیرا این‌کلمه باهمین‌مفهوم درفارسی مصطلح‌گردیده‌است. ولی شاید بهترباشد که هواشناسی در ترجمهٔ Aérologie و «جوشناسی» درترجمهٔ Météorologie بکار رود . م

۱ــ علت این امر آنست که درابتدا بررسی‌های هواشناسی در رصدخانه‌ها انجام میشده‌است .

فوق‌العاده پدیده‌های جو و تغیرات دائمی آن بسیار مایوس‌کننده‌است . در عین حال در عصر ما هواشناسی علمی‌است مانند سایر علـوم و حتی از بسیاری از آنها پیشرفته‌تراست . هدف اصلی هواشناسی پیش‌بینی تغیر و تحول هوا می‌باشد .

اگر تاریخچهٔ هواشناسی را باختصار بررسی نمائیم پیشرفتهائیکه از چندین سال پیش در این علم حاصل شده‌است برای ما روشن خواهد شد.

گرچه ارسطو از سال ۲۳۰ قبل از میلاد وجود بخار آب را در هوا شناخته بود ولی تحقیق علمی در جو از قرن ۱۸ شروع شده‌است زیرا تا آن زمان هوا را محیطی غیر مادی می‌دانستند .

بنابراین هواشناسی علمی‌است نوبنیاد و دو موضوع زیر این امر را ثابت می‌نماید :

۱ـ اولین کـوشش برای طبقه‌بندی ابرهـا در سال ۱۸۰۲ بوسیلهٔ لامارك[۲] بعمل آمده و پس از آن تا سالهای آخـر قرن ۱۹ کوشش دیگری بعمل نیامده‌است تا اینکه در سالهای آخر قرن نوزده طبقه‌بندی ابرها که بوسیلهٔ هیلدربراندسون[۳] وآبرکرومبی[۴] پیشنهاد گردید بصورت بین‌المللی پذیرفته شد .

۲ـ هنوز چند سالی بیش نیست که باین سؤال معمولی و ساده که «چرا باران می‌بارد؟» می‌توان پاسخ داد .

تریچلی[۵] با اختراع فشارسنج و بعد از او پاسکال در۱۶۴۸ با تجربهٔ مهمی که در قلهٔ «دم»[۶] انجام داد و ثابت کرد که واقعاً با فشارسنج میتوان وزن جـو را تعیین کرد درهائی بروی تحقیقات هواشناسی گشودند . اما

۲ـ Lamarck . طبیعی‌دان فرانسوی متولد پیکاردلی (۱۷۴۴ـ۱۸۲۹)م.

۳ـ Hilderbrandsson

۴ـ Abercromby

۵ـ Torricelli

۶ـ Dôme

پژوهشهای هواشناسی تنها پس از کارهای ماریوت[۷]، گیلوساك، لاوازیه و لاپلاس[۱۰] که اطلاعات ضروری فیزیکی و شیمیائی فراهم شد، تکامل واقعی پیدا کرد.

لاوازیه موفق شد یك شبکهٔ دیدبانی هواشناسی ترتیب دهد ولی انقلاب کبیر فرانسه آنرا متوقف ساخت.

تا این زمان هواشناسان حتی در داخل یك کشور بدون اینکه ارتباطی بین بررسیهای نقاط مختلف برقرار سازند کار میکردند و کار آنها عبارت بود از آزمایشها و اندازه‌گیریهائی دربارهٔ وضع آسمان، درجهٔ حرارت و باد.

این دورهٔ کار محلی با عدم آشنائی با همبستگی‌های پدیده‌های جوی و با امید واهی به‌کشف قوانین حاکم بر تحولات جوّی در «یك‌محل» که میخواستند منحصراً از اندازه‌گیریهای قبلی این پدیده‌ها الهام بگیرند مشخص می‌شود.

هواشناسی در فرانسه در جنگ کریمه[۱۱] (نوآمبر ۱۸۵٤) تولدی نو یافت. طوفان غیرمنتظره‌ای ناوگان فرانسه را که در دریای سیاه لنگر انداخته‌بود منهدم می‌نماید. پس از این حادثه مارشال وایان[۱۲] از لووریه[۱۳] می‌خواهد که در این مورد تحقیق کند که آیا این واقعه می‌توانسته‌است با خبردادن از این انقلاب جوّی قابل اجتناب باشد؟

لووریه پس از تجسس فراوان و استعلام از مؤسسات علمی اروپائی مسیر «انقلاب جوی» را تعیین می‌کند سپس با استفاده از تلگراف الکتریکی

۷ـ Mariotte ۸ـ Gaylussac
۹ـ Lavoisier ۱۰ـ Laplace
۱۱ـ Crimée ۱۲ـ Vaillant
۱۳ Le Verrier

که تازه اختراع شده بود اداره‌ای بنام «ادارهٔ اعلام طوفان» بنفع کشورهای اروپائی ایجاد می‌نماید که همه روزه بررسیهای خود را تلگرافی به‌پاریس گزارش می‌دهد.

در آن زمان لووریه با درستی و اطمینان خاطر فوق‌العاده‌ای متوجه این موضوع می‌شود که هواشناسی مرز نمی‌شناسد و پیشرفت آن تابع «تعداد» و ارزش اطلاعاتی‌است که «در یك زمان» باید از منطقه‌ای وسیع جمع‌آوری شود. بعبارت دیگر پیشرفت هواشناسی تابع ایجادِ سازمانی مناسب از «شبکه‌ای بین‌المللی» از ایستگاههای هواشناسی‌است.

پس از لووریه پیشرفتهای هواشناسی در مدت زمانی نسبتاً طولانی متوقف شد و آن عصر آمار و «میانگین»هااست و اینکار بخصوص در عرضهای متوسط جغرافیائی عقیده‌ای غلط‌و باطل‌است زیرا کمیتهای حقیقی، بسیاری از اوقات و بطور قابل ملاحظه‌ای از حد متوسط دور می‌شود و در نتیجه اغلب حد متوسط‌ها هیچ مفهوم فیزیکی ندارد.

ضروریات سخت و اجتناب‌ناپذیر جنگ ۱۹۱۴-۱۹۱۸ و احتیاجات اجباری هوانوردی که درشکوفاترین موقع تکامل خود بود موجب تجدید حیات واقعی در هواشناسی گردید.

رادیو که بابتکار فرانسویان جانشین تلگراف شد سبب گردید که شبکهٔ هواشناسی که بصورت زمان لووریه مانده بود با یك همکاری جهانی و تکمیل وسائل موجود بشکلی ناشناختنی درآید. تعداد ایستگاهها وتعداد سنجشهای روزانه زیاد شد. اطلاعات محتوی در هر دفعه هواسنجی بمیزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. شبکه اروپائی ایستگاههای هواشناسی بصورت شبکهٔ «جهانی» درآمد و در تمام مناطق مسکون گسترش پیدا کرد. خلاء وسیعی که در اقیانوسها از ایستگاههای هواشناسی وجود

داشت بتدریج بکمك ایستگاههای هواشناسی کشتی‌ها پر شد و دریافت فوری این اطلاعات که قبل از اختراع رادیو تلگـراف غیرممکن بود امکان پذیر گردید.

فرانسه در این راه نقش پیشقدم و پیشرو را داشته‌است. درسال ۱۹۲۰ ادارهٔ ملی هواشناسی فرانسه شروع به‌تشکیل وتمرکز ایستگاههای هواشناسی کشتیهای روی اقیـانوس اطلس نمود و با بهـره‌برداری از کوششهائیکه پس از این تاریخ بکمك ژاك‌کارتیه[۱۴] صورت گرفت بانجـام کارهای زیر نیز موفق گردید:

۱- تأمین اقدامات حفاظتی مؤثـر در سال ۱۹۲۰ در اولین پرواز هوائی مستقیم و بدون توقف پاریس نیویورك بوسیلهٔ کست[۱۵] و بلونت[۱۶].

۲- ایجاد اولین کشتی ثابت هواشناسی در اقیانوس اطلس شمالی بنام کاری‌ماره[۱۷] که تا اوائل جنگ جهـانی دوم (سپتامبر ۱۹۳۹) در این کشتی بطور مستمر آمار هواشناسی کشتیها جمع‌آوری و انتشار می‌یافت و همه روزه نقشه‌های پیش‌بینی هوا تهیه می‌گردید.

۳- تهیهٔ تمام اطلاعات‌هواشناسی مورد لزوم برای هواپیماهای جنگی و معمولی ماوراء اطلس و محاسبه اطلاعات هواشناسی هر نیم ساعت یکبار برای پرواز و فرود هواپیماهائیکه در شعاعی بین ۳۰۰۰ تا ۶۵۰۰ کیلومتر در پرواز بودند.

گرچه تکامل و توسعه ایستگاههای هواشناسی و گسترش آنها در سطح وسیعی از جهان مفید بود ولی این تکامل بطـور قطع برای توقعات تحقیقات علمی در محیط جوی کافی نبود.

۱۴_ Jacques Cartier

۱۵_ Costes

۱۶_ Bellonte

۱۷_ Carimaré

بهوا فرستادن بالونهای ئیدروژن فقط از اواخر قرن نوزدهم شروع شد . این بالونها که بوسیلهٔ باد در حرکت بودند از زمین بوسیله دوربینی تعقیب می‌شد و بدینوسیله جهت و سرعت جریانهای هوائی درقسمتهای بالا محاسبه میگردید .

برای اندازه‌گیریهای هواشناسی در قسمتهای بالای جو باید تا تحقیقات تسران دوبور[۱۸] منتظر شد . او بمدد «بالون‌سوند»[۱۹] یا توپ هواسنجی استراتوسفر[۲۰] را کشف و مطالعه نمود و این کار را ۳۰ سال قبل از اینکه دکتر پیکار[۲۱] بوسیله بالون بالارونده عمل نماید انجام داد .

«بالون‌سوند» یا توپ هواسنجی باز هم یك عیب داشت و آن این‌بود که برای دریافت دیاگرامهائیکه اندازه‌ها برروی آن ثبت میشد باید ساعتها منتظر بمانند زیرا وسائل تعبیه‌شده در این دستگاه در فواصل دور از ایستگاه که گاهی به‌چند صد کیلومتر میرسید بزمین میافتاد و بااین‌ترتیب نمیتوانست وضع‌هوا واندازه‌های مربوط به‌بالای‌جو را بسرعت بایستگاهها برساند . بنابراین این وسیله فقط برای تحقیقات و مطالعه میتوانست مفید واقع شود .

برای حل این مشکل از هواپیما کمك گرفتند زیرا هواپیماها مجهز به‌دستگاه هوانگار میباشد که میتواند فشار ، درجه حرارت و رطوبت را اندازه‌گیری و ثبت نماید بنابراین یکساعت پس از پرواز میتواند یك مقطع حقیقی از اندازه‌های جو را تا ارتفاع ٦ کیلومتری بایستگاه هواشناسی گزارش دهد .

بالاخره یکی از پیشرفتهای مهم هواشناسی که بمدد فکری فرانسوی

۱۸ـ Teisserenc de Bort

۱۹ـ Ballon - Sonde

۲۰ـ Stratorphère

۲۱ـ Dr. Piccard

به‌حقیقت پیوست بکاربردن رادیوتلگراف برای انتقال اندازه‌گیریهای دستگاههای هواسنجی از بالون بزمین است . بدین منظور اولین پخش رادیوئی از استراتوسفر بوسیله «ر-بورو»[۲۲] در تاریخ ۸ مارس ۱۹۲۷ در رصدخانه لئون‌تسران‌دوبور[۲۳] در تراپ[۲۴] عملی شد .

اکنون در بیشتر کشورهای جهان «رادیوسوند»[۲۵] ساده‌ترین وسیلهٔ متداول برای کاوش منظم در جو میباشد . فرستنده کوچکی که در بالون حمل میشود علاوه بر تعیین موقعیت دستگاه فشار ، درجه حرارت و رطوبت‌را که بوسیلهٔ دستگاههای سنجش اندازه‌گیری‌میشود بزمین مخابره میکند و جهت و سرعت باد را نیز حتی در مواقع گرفتگی هوا تا ارتفاع ۲۰ کیلومتر تعیین مینماید . عمل نشانه‌یابی و تعیین محل و موقعیت فرستنده بوسیله رادیوگونیومتری[۲۶] یا با استفاده از رادیوتئودولیت و یا بکمك رادار انجام میگیرد که همه بر اساس آخرین تتبعات فنی الکتریسیته قرار دارد .

روشی که اکنون برای انتقال اندازهٔ فشار ، درجهٔ حرارت و رطوبت بوسیلهٔ فرستندهٔ رادیوسوند بکار میرود بسیار ساده و بقرار زیراست

رادیو سوند دارای یك کپسول بارومتری ، یك میزان‌الحراره تیغه‌ای فلزی و یك رطوبت‌سنج میباشد . این وسائل اندازه‌گیری سه عقربه را که در یك سطح کار گذاشته شده منحرف میسازد . هریك از عقربه‌ها بوسیلهٔ یك علامت ثابت از دیگری جدا میشود (شکل۱). قطع و وصل‌کننده سریعی که بوسیله یك موتور کوچك الکتریکی بکار میافتد در مسیر جریان الکتریکی عملیات فرستنده کار گذاشته شده‌است . فرستنده تغییرات اندازه‌گیریها

۲۲_ R. Bureau

۲۳_ Léon Teisserenc de Bort

۲۴_ Terappe

۲۵_ Radiosonde

۲۶_ Radiogoniométrie

را بصورت یك‌سری نیروی محرکه خفیف بصورت علائمی برای گیرنده‌ایکه در زمین‌است میفرستد . این قوای محرکه خفیف در دستگاه گیرنده بصورت علائمی بر روی نواری ثبت میشود .

حرکت چرخهائی نظیر چرخهای ساعت[۲۷] میله حلزونی‌شکلی را بگردش درمیآورد . این میله در گردش خود متوالیاً با علائم ثابت و یا عقربه‌های صفحهٔ اندازه‌گیری برخورد میکند و علائم متناسب با هریك صادر میشود . علائمی که در فاصلهٔ بین نشانه‌های ثابت و متفیر میرسد با منحنی‌های مدرج مقایسه شده و اندازهٔ فشار ، درجهٔ حرارت و رطوبت در ارتفاعات مختلف جو تعیین میگردد .

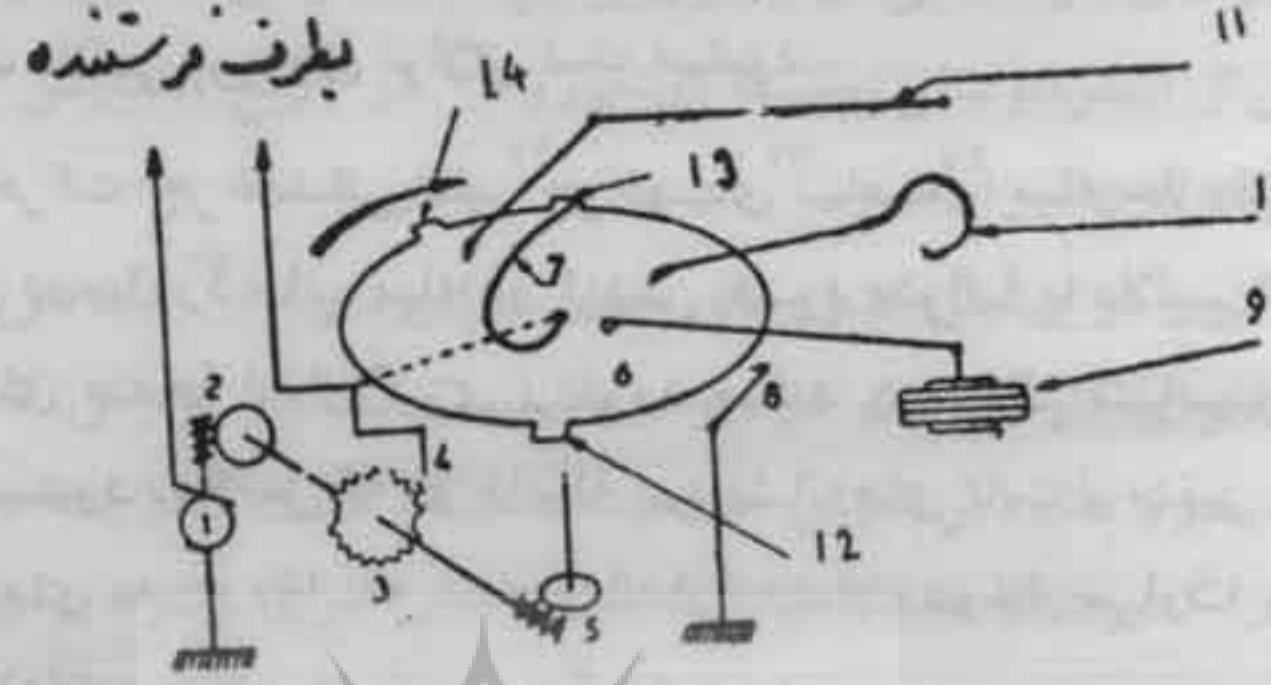
«فاصله‌یاب رادیوالکتریك»[۲۸] میتواند ارتفاع سطح قاعدهٔ ابرهای کمتراز ۳۰۰۰ متر را بطور مداوم اندازه‌گیری وثبت نماید واین‌اندازه‌گیری دقیق‌تر از اندازه‌گیری‌است که‌بوسیله هواپیماهائیکه‌درحال‌نشستن هستند انجام می‌گیرد .

رادارهائیکه برای احتیاجات هواشناسی ساخته شده‌است محل ابرهای خطرناك مانند کومولونمبوس[۲۹] را در فاصله ۵۰ تا ۱۹۵ کیلومتری تعیین و جابجاشدن آنها را برروی صفحه رادار تعقیب نموده و موقع رسیدن آنها را با تقریب چند دقیقه پیش‌بینی میکند .

۲۷ـ در رادیوسوندهای جدید حرکت چرخها بدین‌نحو تامین میشود که پره‌هائی بشکل پروانه در انتهای میله‌ای آویزان‌است و به‌محض‌اینکه بالون شروع به‌بالارفتن کرد بر اثر برخورد هوا پره‌ها بحرکت درمیآید و میله‌هارا میچرخاند . م

۲۸ـ Télémètre radioélectrique ۲۹ Cumulonimbus

(شکل ۱) ـ نمودار کلی رادیوسوند :



۱ـ موتور ۲ـ چرخ وپیچ بی‌انتها

۳ـ چرخ دندانه‌دار ٤ـ خاردستی چرخ دندانه‌دار

٥ـ چرخ و پیچ بی‌انتها ٦ـ صفحهٔ عایق

۷ـ میله حلزونی هادی ۸ـ محل برخورد علائم ثابت

۹ـ محفظه و قلم فشارسنج ۱۰ـ میزان‌الحرارهٔ تیغه‌ای فلزی

۱۱ـ رطوبت‌سنج ۱۲ـ نشانهٔ ثابت حرارتی

۱۳ـ نشانهٔ ثابت بارومتری ۱٤ـ نشانهٔ‌ثابت‌مربوط‌به‌رطوبت

در اینجا لازم‌است درباره پیدایش وسائل جدید تجسس در جو یعنی «اقمار مصنوعی هواشناسی» نیز سخنی گفته شود .

اولین قمر هواشناسی بوسیله ایالات متحدهٔ امریکا در مدار زمین قرار گرفت و بنام «تیروس»[۳۰] Tiros نامیده شده‌است . هدف از تهیهٔ این وسیله اینستکه اولاً تصویری بوسیله تلویزیون از پوشش ابری سطح زمین تهیه نمایند ، ثانیاً امواج زیر قرمز را که از زمین و جو ساطع میشود

۳۰ـ Television Infra-Red-Observation-Satellite

اندازه‌گیری کنند .

تیروسها بشکل استوانه ساخته‌میشود که قطر آن ۱ وارتفاعش ۰/۵ متر است . و در سطح جانبی و فوقانی آنها سلولهای متعدد آفتابی کار گذاشته شده که برای تغذیه الکتریکی عملیات اندازه‌گیری و ثبت و انتقال بکار می‌رود .

اقمار هواشناسی تیروس دارای دوربینهای تلویزیونی موجگیر نور زیر قرمز و وسائل ثبت برروی نوار مغناطیسی و دستگاههای تقویت‌کننده و وسائل پخش و انتشار می‌باشد .

اقمار تیروس که تا این اواخر پرتاب شده‌است عملاً دارای مدار دایره‌ای‌شکل می‌باشد که در فاصلهٔ ۷۰۰ تا ۸۰۰ کیلومتری زمین قرار داشته و نسبت به‌استوا تقریباً ٤٨ درجه تمایل دارد .

میدان دید دوربینها مربعی بضلع ۱۲۰۰ کیلومتراست . فاصله عکس‌برداری در هر دقیقه دوبار محاسبه شده‌است زیرا با این ترتیب میتوان پوشش قابل توجهی از تصاویریکه در معرض دید دوربین‌است بدست آورد .

رادیومترها اصولاً در موجگیری از نوع بولومتر[۳۱] قرار دارد که انرژی منتقل‌شده از زمین و جو را در یك نوار ۸ تا ۱۲ میکرونی که نزدیك به‌حداکثر انتشار حرارتی زمین - جو میباشد جذب مینماید .

توجیه جغرافیائی اطلاعاتیکه بدست میآید بر دو اصل استواراست : اول دانستن ساعت اخذ اطلاعات (بوسیله ساعتی که در داخل قمر کار گذاشته‌شده تعیین میگردد) که‌موقعیت قمرِ هواشناسی‌را درروی مسیرش

۳۱_Bolomètre

تعیین میکند ؛ دوم با روش فتوگرامتری[۳۲] که در آن از نشانه‌یابی افق و بعضی جزئیات مشخص در تصویر استفاده میشود .

بررسی‌های هواشناسی که تا کنون بکمك اقمار هواشناسی انجام شده بمدد تصاویر پوششهای ابری به‌پر کردن خلاء هواسنجی‌های زمینی و بخصوص مناطق اقیانوسی که عاری از ایستگاههای هواشناسی است کمك فراوان کرده‌است . با این وسیلهٔ جدید که در اختیار هواشناسان قرار گرفته‌است میتوان بمحض تشکیل‌شدن «سیکلونهای مداری» که برروی دریاهای گرم بوجود میآید آنرا تشخیص داد و حتی میتوان با دلائل و شواهد زیادی که از اساس پدیده‌ها بدست میآید تکامل و تغییرات این سیکلونها را خیلی بهتر و با دقت بیشتری نسبت بگذشته پیش‌بینی نمود .

جای تعجب‌است که نتایجی که با این روش بدست آمده یعنی نتایج حاصله از عکسهائیکه از ارتفاع ۷۰۰ تا ۷٤۰ کیلومتری گرفته شده مو به‌مو با تحقیقات انجام شده در زمین که نتیجهٔ تحقیقات ۳۵ سالهٔ اخیراست مطابقت می‌کند .

از طرف دیگر اندازه‌گیری پیلان تشعشع «زمین-جو» مصالح ولوازم تازه‌ای برای محققین بوجود میآورد که بکمك آن کم‌کم خواهند توانست معرفت خود را دربارهٔ ترکیب و نظام حرکت عمومی جو با توجه به‌علل آن تصریح و روشن نمایند . با این ترتیب بعید نیست که تا چند سال دیگر بتوانند تغیرات هوا را در نقاطی که مورد توجه باشد از چند ماه قبل پیش‌بینی نمایند .

تا موقعی که یك قمر هواشناسی ساخته شود که بتواند نسبت بزمین ثابت بوده و از ارتفاع تقریبا ۳٦۰۰۰ کیلومتری زمین تصویری دائمی از

۳۲_Photogrammètrie

یك نیمکره کامل تهیه کند باید در آیندهٔ نزدیکی اقمار کاملتر دیگری را بصورت شبکه‌ای در مدار تقریباً قطبی قراردهند تا اینکه اطلاعات نسبتاً کاملتر و منظم‌تری فراهم شود.

شك نیست که در آینده ، وسائل جدیدتر ، به‌هواشناسان فرصت خواهد داد که بتوانند با تجزیه و تحلیل کاملتر تشخیصی دقیق‌تر و پیش‌بینی‌هائی صحیح‌تر داشته باشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی