دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	الأقمار الصناعية والمناخ
المصدر:	رسائل جغرافية
الناشر:	جامعة الكويت - كلية العلوم الاجتماعية - قسم الجغرافيا
المؤلف الرئيسي:	مونييه، ج.
مؤلفين آخرين:	بانيي، ب.، الشيخ، محمد إسماعيل(م. مشارك، مترجم)
المجلد/العدد:	الرسالة56
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	1983
الشهر:	أغسطس / شوال
الصفحات:	3 - 55
رقم MD:	251818
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	الأخبار الجوية، الأقمار الصناعية، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، التصوير الجوي، المناخ، أحوال الطقس، الارصاد الجوي، التبخر
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/251818

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

الأقمار الصناعية والمناخ

بقلم : ج . مونييه
پ. بانيي
ترجمة : د. محمد إسماعيل الشيخ

المؤلفان :

J. Mounier : أستاذ في جامعة بريتاني العليـا .

P. Pagney : أستاذ في جامعة السوربون باريس

نشر هذا المقال في مجلة الحوليات الجغرافية :

«Annales de Géographie»

في عددها رقم ٥٠٥ ، لشهري (أيار – حزيران) ١٩٨٢

تحت عنوان : Climats et Satellites

في اطار الأبحاث والدراسات التي يشرف عليها المركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي : C.N.R.S.

ترجمة الدكتور : محمد اسماعيل الشيخ

مدرس في قسم الجغرافية – جامعة الكويت

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم المترجم

لا يخفى على الجغرافي أو عالم المناخ في وقتنا الحاضر أهمية المعطيات العلمية والصور والوثائق الرقمية التي تقدمها الأقمار الصناعية بشتى أنواعها وتخصصاتها وأغراضها المختلفة . فالأقمار الصناعية الدوَّارة أو المدارية الثابتة ، المتعددة الجنسيات تبث الى مراكز الاستقبال المتخصصة على سطح الأرض أعداداً لا تحصى من الصور الالكترومغناطيسية والمعطيات الرقمية الخاصة بمعالم سطح الأرض أو بالتقلبات الجوية التي تحدث في طبقات الغلاف الهوائي المحيط بكوكب الأرض .

وقد أدخلت دول عديدة ، ومنها دولة الكويت ، معطيات الأقمار الصناعية في مجال تتبع ودراسة الطقس والأحوال الجوية ، وذلك إما كرديف لعمليات الرصد الجوي التي تجري على سطح الأرض أو كوسيلة أساسية لا غنى عنها في دراسة الجو وتقلباته في تعاقبها وتواترها المعتاد . ومن الممكن أيضاً دراسة وتحليل البنيات الخاصة بالظواهر الجوية بشكل يزداد دقة وفعالية يوماً بعد يوم وذلك بالاعتماد على معطيات الأقمار الصناعية الميتيورولوجية . فتشكلات السحب ، وتنقل مناطق الضغط المختلفة ، وتحديد المؤثرات القارية والبحرية تشكل جميعها مواضيعاً هامة للبحث والتقصي في هذا المجال . وبفضل الصور الفضائية سيتمكن علماء الرصد الجوي مستقبلا من رصد وتتبع العواصف الغبارية والرملية التي تمثل عنصراً هاماً من عناصر الطقس في بعض أشهر السنة في الأجزاء الشمالية الشرقية من شبه الجزيرة العربية .

والمقال الذي نحن بصدد تعريبه ، هو المقال الثاني الذي تقدمه وحدة البحث والترجمة في قسم الجغرافية بجامعة الكويت ، ضمن سلسلة الأبحاث المنشورة باللغة

الفرنسية في مجال الاستشعار من بعد بعنوان المناخ والأقمار الصناعية . وقد أعد البحث العالمان J. Mounier و P. Pagney ضمن مجموعة من الأبحاث التي يشرف عليها مركز البحث العلمي الفرنسي C.N.R.S. .

ولا يفوتني وأنا أقدم هذا البحث المترجم إلا أن أوجه الشكر والامتنان لوحدة البحث والترجمة ، متمثلة برئيسها الدكتور عبدالله يوسف الغنيم وكافة أعضاء هيئة التحرير ، والى الجمعية الجغرافية الكويتية ، رئيساً وهيئة ، على تسهيل وصول هذا البحث إلى القراء . كما أخص بالشكر الأستاذ الدكتور محمد صفي الدين أبو العز على ما بذله من جهد في مراجعة وتنقيح المادة العلمية لهذا المقال .

المترجم
الدكتور محمد اسماعيل الشيخ

الأقمار الصناعية والمناخ

تترسخ في الوقت الحاضر مكانة الاتجاه العلمي الجديد الهادف الى اعتماد معطيات الأقمار الصناعية كمصدر أساسي لاجراء التحليل الجغرافي لمعالم سطح الأرض . ويبدو أن هذا التحليل الذي يتناول سطح التماس Interface بين القارات والمحيطات من جهة وبين الغلاف الغازي من جهة أخرى ، يستدعي معرفة عدد من الشروط الجوية والمناخية نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ضآلة سمك طبقات السحب أو انعدامها تماما من طبقات الجو . ومع هذا فإن علماء الأرصاد الجوية وعلماء المناخ ينجزون ، بتقصيهم للصور الجوية وبأبحاثهم المتعلقة بأنظمة السحب المختلفة عملا علميا لا يمكن فصله عن الاستشعار من بعد Télédétection. فإذا أخذنا بعين الاعتبار التعريف العلمي للاستشعار من بعد : « التقصي من بعد باستخدام الاشعاعات الالكترومغناطيسية في جمع وتخزين المعلومات » ، اضافة الى الوسائل والأدوات العلمية المستخدمة : « الأقمار الصناعية ، الرادار » فإننا نتحقق من وحدة الهدف لدى جميع العاملين في مجال الاستشعار من بعد عند دراستهم لسطح الأرض ، أشكاله ، وآليته المورفولوجية ، غطاؤه النباتي والغلاف الجوي المحيط به Atmosphère . فالغلاف الجوي بحد ذاته يمثل من جهة حقلا واسعا للبحث والتقصي حول أشكال وتحركات السحب التي تفيد في معرفة الحركات الجوية الأفقية والرأسية ، ومن جهة أخرى فإن مراقبة الجو عن طريق الأقمار الصناعية تزودنا بعناصر متعددة نتوصل عند تحليلها الى معرفة الوضع الحراري والمائي Thermique, hydrique لسطح التماس (يابس – هواء) ، كما يقود الى معرفة معمقة تتناول تبادل الطاقة بين هذين الوسطين المتباينين ، تلك المعرفة التي لا غنى عنها من أجل فهم الظواهر المناخية فهماً كافياً .

ويبدو في الوقت الحاضر أن أهم معطيات الأقمار الصناعية الشائعة الاستخدام هي صور توزع السحب . ومن المؤكد أن التحليل المنهجي المنتظم لهذه الصور سيؤدي الى تطوير دراسة الآليات الجوية وطرح المنهج الشمولي الجديد لجغرافية توزع النطاقات المناخية على سطح الأرض .

أولا : الاستشعار من بعد وسيلة ذات قوة وفعالية في مجال الأبحاث المناخية

تتجلى أهمية المركبات الفضائية المتخصصة في الرصد الجوي ، في الحقيقة ، في قدرتها على مراقبة كوكب الأرض بموجب نسق تكراري وعلى فترات زمنية قصيرة تتراوح بين فترات نصف يومية بالنسبة للأقمار الصناعية الدوّاره الى فترات زمنية لا تزيد عن نصف ساعة بالنسبة للأقمار الصناعية المدارية الثابتة Géostationnaires. عدا عن ذلك فإن التقدم العلمي والتكنولوجي المطّرد في مجال أبحاث الفضاء ، منذ اطلاق القمر الصناعي الأول في نيسان (ابريل عام ١٩٦٠ ، قد ساعد على مراقبة سطح الأرض بشكل تفصيلي دقيق كما وضع تحت تصرف الباحثين عدداً متزايداً من البيانات الرقمية التي يجب تبويبها وبرمجتها وتحليلها لاستخلاص العديد من النتائج العلمية . وعلى الرغم من أن العديد من مشاكل التبويب والتحليل الأولي لهذه البيانات لم تُحل بعد فإن القياسات المختلفة للطاقات الالكترومغناطيسية ، الاشعاعية أو المنعكسة ، تسمح بالحصول على وثائق فوتوجرافية ، سواء بالأشعة المرئية V.H.R.R.* أو بالأشعة تحت الحمراء I.R.**، وعلى بيانات رقمية أخرى لا غنى عنها من أجل حساب وتقدير موازنات الطاقة والموازنات المائية .

---

* : V.H.R.R. : Very Heat Resolution Radiometer.
** : I.R. : Infra Rouge Infra Red.

التقدم التكنولوجي الحديث ومدى الاستفادة منه :

تم خلال السنوات الأخيرة ادخال تحسينات تكنولوجية عديدة على أجهزة القياس الراديومترية Radiomètres ، مما ساعد على ازدياد القدرة على اجراء التحليلات المتعددة الأطياف Multispectrales وعلى تفسير الظواهر الجوية من خلال معالجة الصور الفضائية .

ففي عام ١٩٧٣ ، كانت الأقمار الصناعية من مجموعة NOAA * ، المزودة بأجهزة قياس راديومترية ذات قوة تفريق عالية Haute résolution (V.H.R.R.)، تقيس في آن واحد خصائص الموجات الالكترومغناطيسية المنعكسة من فئة الأشعة المرئية (موجات قصيرة من ٥ر٠ الى ٧ر٠ ميكرون) وخصائص الموجات الاشعاعية من فئة الموجات الطويلة (الأشعة تحت الحمراء الحرارية : من ٥ر١٠ الى ٥ر١٢ ميكرون I.R. thermique) . وكان يجب الانتظار حتى عام ١٩٧٩ حيث بدأت عمليات التحليل المتعدد الأطياف Multispectrale تأخذ أبعادها الهامة . وهكذا رأينا أن القمر الصناعي الجديد والمتحرك من مجموعة TIROS N يحمل جهازا راديومتريا يشمل خمس أقنية (نظام A.V.H.R.R.)* *وجهازا للسبر الرأسي يشمل ٢٢ قناة وذلك بهدف دراسة المقاطع والمستويات الحرارية في الغلاف الجوي .

وهكذا كان التزايد الرائع في حجم المعطيات نتيجة حتمية للتقدم الكبير في المجالين العلمي والتكنولوجي وخاصة فيما يتعلق بمعالجة القياسات الراديومترية مثل استخدام منصات التحويل الرقمي Consoles interactives التي تمكن من اعادة التشكيل النظري لمظاهر الحركات الجوية عن طريق التعرف الدقيق والاحاطة الكاملة بحركات السحب في طبقات الجو المختلفة . هذا التقدم السريع الذي يمكننا معرفة مداه بالاطلاع على النشرات التي صدرت عن مركز الدراسات الميتيورولوجية والعلوم

---

* : N.O.A.A. : National Oceanic and Atmospheric Administration.
** : A.V.H.R.R. : Very Heat Resolution Radiometer.

الفضائية C.E.N.S. * في لانيون Lannion (فرنسا) عام ١٩٨٠ ، أجبر العلماء والاختصاصيين على التساؤل عن الامكانيات الهائلة المتاحة لاستخدام المعطيات التي أنجزتها مركبات الرصد الجوي الفضائية . فقد أشار العديد من العلماء ، وخاصة أ. ريشك E. Reschke و أ. فيلفيل A. Villevielle وذلك إبان المؤتمر التكنولوجي العالمي لمركز لاينون (١٩٧٩) الى أهمية معالجة واستقراء معطيات الأقمار الصناعية في مجال التعرف على ظواهر المناخ . وهكذا ، وانطلاقا مما ذكرناه سابقا واعتمادا على نتائج الدراسات العلمية حول الأحوال الجوية والمناخية ، فإننا سنتناول هنا الاتجاهات الثلاثة الحديثة والأساسية المتعلقة بدراسة الموازنات Bilans: (الاشعاعية Radiatifs ، الحرارية Thermiques ، والمائية Hydriques) . وفي كل هذه المجالات فإن الأبحاث المناخية ستتأثر بشكل واسع النطاق بالمعلومات والمعطيات التي تزودنا بها الأقمار الصناعية .

الأقمار الصناعية الميتيورولوجية ودراسة الموازنة الاشعاعية : Bilan radiatif

أشار العالم أ. س. باريت (E.C. Barrett) عام ١٩٧٤ الى أهمية معالجة القياسات التي تقدمها الأقمار الصناعية في أجل حساب الموازنة الاشعاعية وموازنة الطاقة على مستوى كوكب الأرض كله . وقد كانت النتائج الأولى التي تم الحصول عليها من معالجة معطيات القمر الصناعي NIMBUS 2 (حزيران « يونيو » ١٩٦٦) قد لفتت الأنظار الى عدد من التغيرات المكانية المتعلقة بظاهرة انعكاس الأشعة الشمسية على سطح الأرض (Albédo) والمتعلقة بحصيلة الموازنة الاشعاعية . وفي وقت لاحق فقد كان لاكتشاف الزيادة الواضحة في ظاهرة انعكاس الأشعة على سطح الأرض وفي الصيغ السلبية للموازنة الاشعاعية فوق الصحراء الكبرى (القمر الصناعي NIMBUS 3 في حزيران « يونيو » ١٩٦٩) دوراكبيرا في مساعدة العالم الانكليزي ج.ج. شارني J.G. Charney (١٩٧٥) على الاضطلاع بمحاولة تفسير شمولية لظاهرة الجفاف

---

*: C.E.M.S. : Centre d'Etudes Météorologiques et Spatiales.

التي أصابت منطقة الساحل الأفريقي Sahel . فبعد تحققه من وجود نوع من الاستقرار في التوازن الحراري في الأقاليم المدارية من أفريقيا ، فقد أدخل عالم الأرصاد الجوية المذكور ج. ج. شارني في اعتباره ظاهرة تزايد الهبوط الهوائي Subsidence anticyclonique كعامل فعال في تعويض الفاقد الحراري عن طريق الاشعاع في منطقة الصحراء الكبرى .

وهكذا ، وبفضل الأقمار الصناعية ، نرى أن المعرفة الدقيقة للتغيرات الحاصلة في الموازنة الاشعاعية من خلال تقصيها طوال فترة زمنية معينة ، قد فتحت الطريق أمام امكانية تفسير إجمالي للتغيرات أو التقلبات المناخية في منطقة ما ، وأمام فهم أفضل لظواهر الضبط والتنظيم في طبقات الجو Phénomènes de régulation.

أما على المستوى المحلي لمنطقة ذات أبعاد أقل فإن معالجة معطيات الأقمار الصناعية المتعلقة بقيم الطاقات الالكترومغناطيسية (اشعاعات ذاتية أو اشعاعات منعكسة أو منتثرة) تحمل في طياتها بذور معرفة علمية معمقة لتوزع درجات الحرارة على سطح الأرض وللبنيات الحرارية الرأسية في طبقات الجو .

الأقمار الصناعية الميتيورولوجية ومراقبة الوضع الحراري في الغلاف الجوي وعند سطح التماس أرض – جو :

تعتمد الأقمار الصناعية الميتيورولوجية ، المزودة بأجهزة قياس راديومترية ذات قوة تفريق عالية .H.R ، على مبدأ رئيسي يستند أساسا على إجراء عملية الفصل بين تسجيلات الطاقة المشعة للموجات الاشعاعية وبين تسجيلات الطاقة الالكترومغناطيسية للموجات المنعكسة أو المنتثرة . وترتبط هذه الموجات الأخيرة في حقيقتها بالاشعاعات الشمسية ذات الموجات القصيرة الواقعة في الجزء المرئي من الطيف (٤ر٠ الى ٧ر٠ ميكرون) وهذه الاشعاعات خاضعة للامتصاص أو للانعكاس الجزئي عن طريق ظاهرة الانعكاس الأرضي (البيدو Albédo) الخاصة بمواد سطح الأرض أو بعناصر الغلاف الجوي التي تعترض هذه الاشعاعات قبل وصولها لسطح الأرض . ويمكننا بواسطة تسجيل تغيرات الطاقة الالكترومغناطيسية ، باستخدام

كاشف حساس ذي موجات قصيرة ، الحصول على البيانات الدقيقة المتعلقة بأشكال ، وأبعاد وبنيات السطوح العاكسة ، ومن هذه السطوح السطح العلوي لطبقات الغيوم . وهكذا وبما أن معالم سطح الأرض وطبقات الجو المختلفة تبث اشعاعاتها ضمن مجموعة الموجات الطويلة ، فإن القناة الخاصة بالأشعة تحت الحمراء في الراديومتر تقيس الطاقة الإشعاعية Radiance التي تبثها هذه الإشعاعات وتحدد وضع هذه الطاقة والوضع الحراري لعناصر سطح الأرض ولعناصر الغلاف الجوي المتعددة . وتسمح مجموعة الملاحظات ، السابقة الذكر ، المتعلقة بالأشعة المرئية وبالأشعة تحت الحمراء .I. R بفهم حقيقة هامة مفادها أنه بالإمكان قياس الوضع الحراري عن طريق معالجة البيانات المتعلقة بالطاقة المشعة .I. R التي تقدمها لنا مركبة فضائية ما . ومن المناسب هنا أن نأخذ بعين الاعتبار مفهوم القدرة الإشعاعية للأجسام Emissivité التي تربط بين معدل الطاقة المقاسة فعلا وبين قانون بلانك Planck* المتعلق بإشعاعية الأجسام ذات اللون الأسود ، منطلقين مبدئيا من الصيغة أو المعادلة الأساسية التي ذكرها ب. تورنييه B. Tournier (١٩٦٦) في أبحاثه التي كان يهدف من خلالها إلى قياس درجات حرارة سطح ماء البحر :

$$I(\lambda,T) = \varepsilon(\lambda)\ B(\lambda,T)$$

وترمز I في هذه المعادلة الى الطاقة الإشعاعية المقاسة بواسطة موجة طولها λ وبدرجة حرارة T ، في حين أن ε تمثل القدرة الإشعاعية للمواد المشكلة للسطح المدروس والمرتبطة بطول الموجة λ ، أما B فتمثل طاقة البث الإشعاعي Radiance للعناصر السوداء المرتبطة بدرجة الحرارة T وبأبعاد معروفة للمحيط المدروس .

وهكذا تبدو درجة الحرارة T وكأنها العنصر المجهول الذي يمكن تقديره شريطة معرفة القدرة الإشعاعية Emissivité التي هي قريبة جدا من (١) بالنسبة لسطح مياه البحار والمحيطات . وقد أضحى ، من الآن وصاعداً ، تقدير حرارة سطح مياه البحار والمحيطات بالإستناد إلى القياسات الاستشعارية عملاً علمياً دارجاً

---

* : عالم فيزياء الماني ولد في مدينة كييل (١٨٥٨ – ١٩٤٧) ، حائز على جائزة نوبل ، وهو صاحب نظرية الكمات أو الحصص (كانتا Quanta) . ويرى أن للطاقة الإشعاعية بنية متقطة مثل بنية المادة بشكل عام . وكان لنظريات هذا العالم الفضل الأول في تطوير الفيزياء الحديثة .

يتم في غاية السهولة واليسر . فالخرائط اليومية لتوزع الحرارة على سطح مياه المحيط الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط وبحر المانش أصبحت معروفة ومعتمدة . وقد جرى اعداد هذه الخرائط إما في مركز الدراسات الميتيورولوجية والفضائية في لانيون (فرنسا) C. E. M. S. ، Lannion ، أو في مركز Centre Sophia-Antipolis (فرنسا) من قبل فريق الباحثين في مخابر مدرسة المناجم : Ecole des Mines .

وتمثل هذه الخرائط وثائق لا غنى عنها من أجل التعرف على ظاهرة تبادل الطاقة عند خط التماس بين الجو وسطح ماء المحيطات ، ومن أجل فهم التغيرات التي تطرأ على الكتل الهوائية أثناء حركاتها المختلفة وبالتالي الإحاطة الكاملة بالتغيرات الإقليمية لحالة الجو في إطار التوصل الى تحديد الوضع التطوري الشمولي المأخوذ بعين الإعتبار . وهكذا فان التسجيلات الحرارية الخاصة بخليج جاسكونيا Gascogne والتي قام بها مركز الدراسات الميتيورولوجية والفضائية في لانيون ، وقدمها كل من م. فيليب M. Philippe ، أ. لو موال A. Le Moal و ل. هاران L. Harrang (١٩٧٩) تؤكد بشكل يقيني العلاقات المتبادلة بين معدلات حرارة مياه المحيط السطحية وبين الأوضاع الجوية المتعاقبة على شواطىء اسبانيا المطلة على المحيط الأطلسي خلال فصل الصيف . وهكذا فإن هبوب الرياح الشرقية والشمالية الشرقية الدائمة أثناء امتداد الضغوط الجوية المرتفعة ، يؤدي إلى خلق تيار محيطي يتجه غربا ويرافقه تجمع المياه الباردة على طول الساحل الشمالي لاسبانيا وخاصة السواحل الشرقية لمقاطعة استوري Asturies وسواحل مقاطعة جاليس Galice الشمالية . ويمكن لتجمع المياه الباردة هذا أن يسبب تبردا ملحوظا في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي ، وهذا التبرد يؤدي بدوره الى حدوث تشكلات السحب المنخفضة من النوع الطبقـي Stratus (St) والتشكيلات الضبابية التي تجتاح بشكل تدريجي مناطق Rias Bajas في جنوب مقاطعة جاليس Galice ومنطقة مينو Minho البرتغالية .*

أما فيما يتعلق بالتسجيلات الحرارية الخاصة بالمناطق القارية فالملاحظ صعوبة تحقيقها واعدادها وصعوبة تفسيرها وذلك بسبب نقص المعطيات المتعلقة بالقدرة

* : تقع مقاطعة جاليس في شمال غرب اسبانيا ، أما منطقة مينو فتقع في شمال البرتغال على الساحل الغربي لشبه جزيرة ايبيرية .

الإشعاعية Emissivité . فمن الصعب التأكد حتى الآن فيما إذا كانت هذه التسجيلات الحرارية تمثل حقا الوضع الحراري لسطح التربة أم الوضع الحراري للطبقات الدنيا من الغلاف الجوي الملامسة لسطح الأرض . ومهما يكن من أمر فإن محاولات التمثيل الكارتوجرافي التي تمت في مركز ابحاث Sophia-Antipolis وفي مركز الدراسات الميتيورولوجية والفضائية في لانيون Lannion ، والتي تحدد توزع المناطق الحارة والمناطق الباردة من الناحية النسبية ، يمكنها أن تمثل دوما قاعدة أساسية لا غنى عنها في سبيل اعداد تمثيل كارتوجرافي مناخي بمقياس كبير لا سيما عندما يصطدم العاملون في هذا الميدان بندرة المعطيات والملاحظات المباشرة لسطح الأرض . ومن جهة أخرى فمن الممكن إحراز تقدم كبير على المستوى المحلي وذلك عن طريق المقارنة بين التسجيلات الحرارية التي تزودنا بها المركبات الفضائية المتخصصة بمراقبة سطح الأرض (Landsat ، H. C. M. M.)* وبين معطيات الرصد المناخي على سطح الأرض مباشرة . وهذا ما يظهره لنا بوضوح و. اندليشر W. Endlicher في ندوة اليوميات المناخية في ستراسبورغ (فرنسا) عام ١٩٨٠ .

إضافة لذلك ، تُستخدم الطاقة المشعة ، والمُقاسة بفضل حقول الطيف الإشعاعي الخاص ، من أجل التعرف على البنية الرأسية لطبقات الجو . ويرتكز المبدأ الأساسي المعتمد في تحديد معالم المقطع الحراري الرأسي هذا ، وذلك بحسب رأي س. باستر C. Pastre (١٩٧٥) : (على قياس طاقة الإشعاع المنبعث من موجات متفاوتة الطول وحيث يكون الجو متفاوتا في قدرته الإمتصاصية ، وعلى تحديد العلاقة بين نتائج قياسات الإشعاعات تلك ودرجة حرارة طبقات الجو كلما ارتفعنا في الأجواء العليا) ويتم ذلك عن طريق تطبيق المبادىء الفيزيائية المعروفة التي تتطلب دقة متناهية في اجراء القياسات ، وهذه الدقة ترتبط بدورها بدرجة تطور الأجهزة والمعدات التي تزوَّد بها الأقمار الصناعية . فالتحسينات التكنولوجية التي أدخلت على نظام V. T. P. R. ** (القياس الراديومتري للمقطع الحراري الرأسي) والذي زود به القمر الصناعي TIROS N تسهل بشكل ملحوظ التفسير الآلي لنتائج عمليات

---

* : H.C.M.M. : Heat Capacity Mapping Mission.
** : V.T.P.R. : Vertical Temperature Profil Radiometer.

السبر في طبقات الجو . وذلك لأن أجهزة الراديومتر تتضمن من الآن وصاعداً (٢٢) قناة منها ست أقنية بين (٤ر١٣ ميكرون و ١٥ ميكرون) تعمل على قياس طاقات البث الإشعاعي radiances لمختلف طبقات الجو المتعاقبة .

الأقمار الصناعية الميتيورولوجية ، الموازنات المائية وانتقال بخار الماء :

ترجع صعوبة تفسير واستقراء درجات حرارة الهواء الى التفاوت الكبير في معدل الرطوبة في طبقات الجو المختلفة . ولتقدير معدل الرطوبة هذا يلجأ العلماء الى زيادة امكانيات التحليل المتعدد الأطياف وذلك بتسجيل الطاقة الإشعاعية في قناة امتصاص بخار الماء (٧ر٥ الى ١ر٧ ميكرون) . وقد جُهز القمر الصناعي المداري الاوروبي متيوسات Météosat ليتمكن من اجراء هذا القياس على نفس القناة كما أشار العالم ك. ج. لانهارت K. G. Lanhart (١٩٧٨) الى أهمية الصور الجوية ، التي نحصل عليها بمعالجة معطيات الأقمار الصناعية هذه ، في مجال دراسة التغيرات المكانية في معدلات الرطوبة على مستوى كوكب الأرض كله .

وسنقدم في هذا المقال مثالا حيا يؤكد أهمية هذا النوع من المعطيات الفوتوجرافية ، وهي الصورة المأخوذة في ٦ آذار (مارس) ١٩٧٨ ، (شكل ١ مكرر) . وبتفحص هذه الصورة بإمعان وخاصة ضمن النطاق ما بين المداري وفي نطاقات العروض المتوسطة من نصف الكرة الأرضية الشمالي نلاحظ كيف أن المناطق المتميزة بتركيز عال في معدلات رطوبتها تبدو متميزة ، شتاءً ، على شكل بقع بيضاء تتعارض مع البقع الداكنة أو الرمادية التي تمثل المناطق الجافة والتي تنطبق على نطاق امتداد الضغوط الجوية المرتفعة شبه المدارية Anticyclones subtropicaux وعلى نطاق العروض المتوسطة لنصف الكرة الجنوبي الغارقة في فصل الصيف . وتؤكد لنا الوضعيات المتطاولة أو اللولبية للمناطق ذات السماء الصافية على أشكال انتقال بخار الماء من المناطق الاستوائية باتجاه القطبين . كما يبدو لنا أن حركات الانتقال الأفقي من النطاق الاستوائي باتجاه النطاقين المداريين تتوقف بشكل فجائي على طول شريط من سحب السمحاق المرتفعة Sirrus ، مشيرة بذلك الى التيار الهوائي فوق المداري

الذي يمتد في نصف الكرة الشمالي من البحر الكاريبي وحتى منطقة (الساحل) على شواطيء افريقيا الغربية ، وفي نصف الكرة الجنوبي عند مدخل المحيط الهندي . وعلى الرغم من ذلك فمن الممكن ملاحظة جسور عبور أخرى لبخار الماء من مناطق العروض الدنيا باتجاه مناطق العروض العليا بوضوح ملحوظ وذلك من المحيط الهادي الشرقي باتجاه أمريكا الشمالية ومن حوض الأمازون باتجاه جنوب المحيط الأطلسي ، وتلاحظ مناطق العبور هذه بشكل أقل وضوحا في أجواء افريقيا الشرقية باتجاه حوض البحر الأبيض المتوسط . وفيما عدا الممرات المذكورة سابقا والتي تتخذ خط سير يكاد يكون مستقيما فإن انتقال بخار الماء الى مناطق العروض العليا يتحقق على ما يبدو بواسطة الاضطرارات الجوية Tourbillons ذات المحاور الرأسية .

وهكذا يقدم التقصي عن طريق الاستشعار من بعد دعما كبيرا في مجال الأبحاث المناخية ، لا لأنه يسمح بمراقبة السحب واستنتاج الحركات الجوية من مراقبتها ولكن لأنه يمكن العلماء أيضا من تحديد موازنات الطاقة بشكل أو بآخر . كما أن الأقمار الصناعية الميتيورولوجية تقدم بدورها معطيات ثمينة حول مناطق معينة من سطح الأرض لا يوليها الإنسان درجة كافية من الاهتمام والتقصي المباشرين على سطح اليابس أو الماء ، وهذه المناطق هي : سطح المحيطات ، الصحارى الكبرى ، الغابات الاستوائية والمناطق القطبية . من ناحية أخرى يمكن التأكيد ، وذلك انطلاقا من الحقائق الواقعة ، على أن أن معطيات الأقمار الصناعية تبقى الوسيلة الناجعة التي لا يمكن الاستغناء عنها وحتى بالنسبة للمناطق التي تتمتع بدرجة عالية من اهتمام الإنسان والمزودة بوسائل مباشرة وكافية لعمليات الرصد والقياس . وسنورد فيما يلي بعض الأمثلة المأخوذة من مناطق العروض المتوسطة ومن مناطق العروض الدنيا وذلك في محاولة للتأكيد على المقولة العلمية آنفة الذكر ولاثبات صحتها .

(الشكل ١)

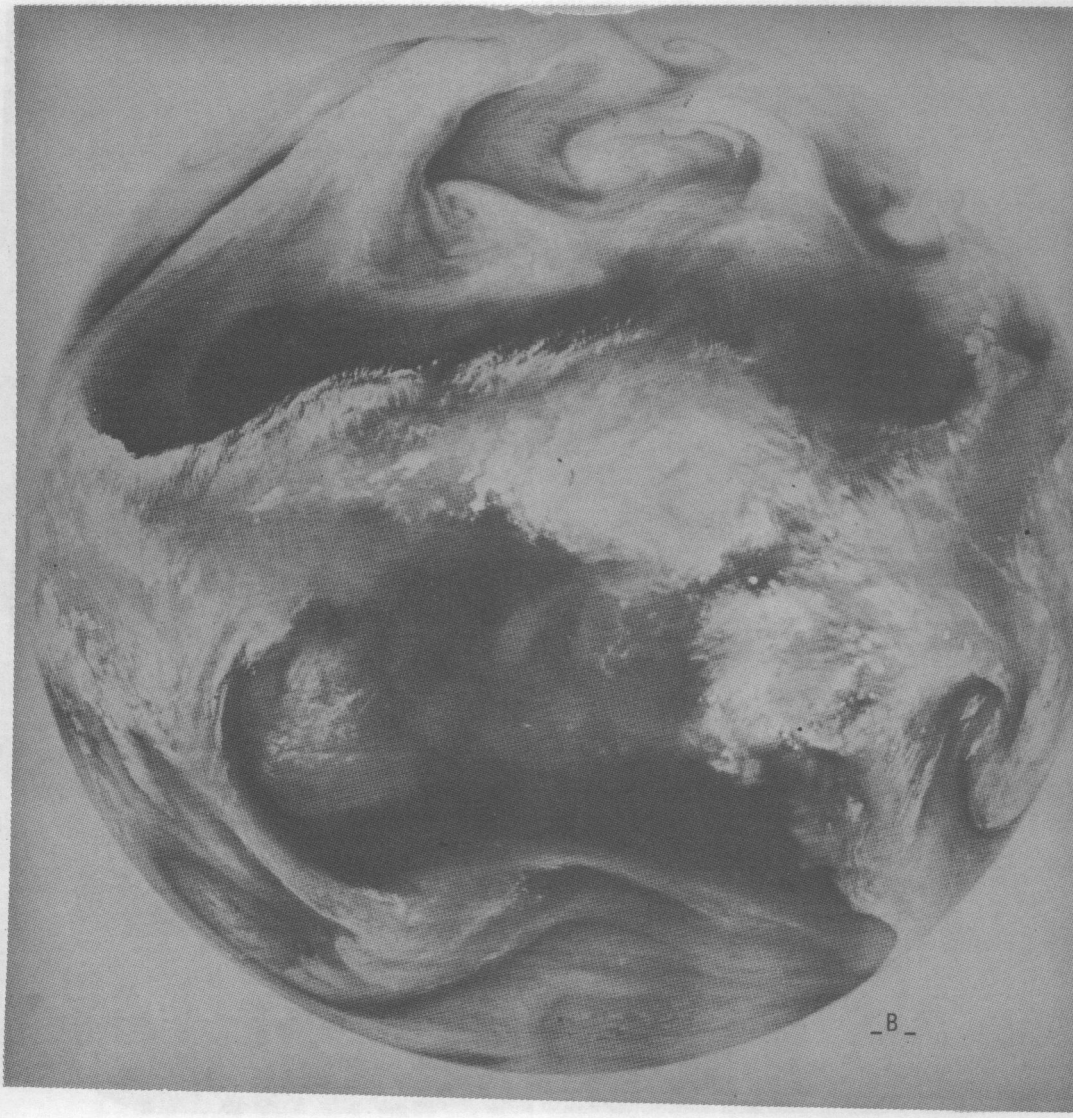
صورة التقطها القمر الصناعي الاوروبي المتخصص في تقصي الأحوال الجوية :

ميتيوسات (١) Météosat (1)

توضح الرصد الاستشعاري لسطح الأرض بواسطة قناة الأشعة تحت الحمراء I. R.

٦ آذار «مارس» ١٩٧٨ الساعة ١٢ر٣٠ توقيت عالمي T. U.

« الأرصاد الجوية الفرنسية ، لانيون »



(الشكل ١ مكرر)

صورة التقطها القمر الصناعي الاوروبي المتخصص في تقصي الأحوال الجوية :

ميتيوسات (١) Météosat (1)

توضح الرصد الاستشعاري لسطح الأرض بواسطة قناة بخـار الماء

٦ آذار «مارس» ١٩٧٨ ، الساعة ٣٠ر١٢ توقيت عالمي T. U.

« الأرصاد الجوية الفرنسية ، لانيون »

ثانيا : الأقمار الصناعية ودراسة المناخ في مناطق العروض المعتدلة

تقدم الأقمار الصناعية الميتيورولوجية ، بالاضافة الى المعلومات التقليدية ، العديد من المعطيات الجديدة المتعلقة بمناطق العروض المعتدلة على الرغم من أن هذه المناطق هي أكثر مناطق العالم تمتعاً باهتمام الإنسان فيما يتعلق برصد الظواهر المناخية على سطح الأرض مباشرة .

التحسينات الطارئة على وسائل تفسير واستقراء الأوضاع الميتيورولوجية الشمولية العامة : Situations synoptiques

تساعد مجموعة الصور التي تلتقطها الأقمار الصناعية على تحديد كل ما يتعلق بنوع وامتداد تشكيلات السحب تحديدا دقيقا . وهكذا يمكننا بالتالي التعرف على العناصر الاقليمية التي تلعب دورا مؤكدا في الوضع الميتيورولوجي في المنطقة المأخوذة بعين الاعتبـــار .

فالتفسيرات التي لا تعتمد إلا على بيانات الخرائط الميتيورولوجية وعلى دراسة نسق التغيرات اليومية لعناصر الجو قد تطورت وتحسن اداؤها ، كماتخلصت من احتمالات التفسير غير الموضوعي ، وذلك بفضل قراءة وتفحص الصور الجوية المأخوذة سواء بالنور المرئي أو عن طريق الأشعة تحت الحمراء . وهكذا وبفضل قراءة الصور الجوية ، تلك القراءة التي تخضع في الوقت الحاضر لأسس علمية دقيقة ، يمكن تتبع مراحل تطور المنخفضات الجوية الاعاصيرية Syclones الخاصة بالمناطق فوق المدارية Extratropicaux وتحديد مساحات الضغوط الجوية المرتفعة Anticyclones ، مع امكانية التحديد الدقيق لبنياتها التكتلية عن طريق ملاحظة توزع بعض تشكيلات السحب المميِّزة .

(شكل ٢)

صورة التقطها القمر الصناعي الدوّار NOAA 5 ، قناة V. H. R. R. ، I. R.

تمثل التحديد الدقيق للأوضاع الميتيورولوجية الشمولية Synoptiques

في الجزء الغربي من أوروبا

٦ نيسان (ابريل) ١٩٧٧ ، الساعة ٩ر٢٧ توقيت عالمي T.U.

الأرصاد الجوية الفرنسية – لانيون

ويمكننا ، من خلال تتبع نتاج البحث العلمي العالمي ، أن نلاحظ التطور الدائم والمستمر في عمليات التحليل الشمولي للظواهر الجوية . فقد قام العالم ل. لونينڤن L. Le Ninvin (١٩٧٥) بعرض مجموعة الأبحاث التي أنجزها مركز الدراسات الميتيورولوجية والفضائية الفرنسي في لانيون C. E. M. S. والتي تمكن فيها من الوصول الى تصنيف الأنواع المختلفة لمراكز الأعاصير Vortex والى التعرف الدقيق على ماهية التيارات الهوائية العالية Courants-jets وذلك من خلال تحليل تشكيلات الغيوم . وفي عام ١٩٧٩ حدد م. ايكارت M. Eckart على الصور الجوية بعض المعطيات أو نقاط الارتكاز الدالة على وجود المنخفضات الجوية الاعاصيرية Syclones (المصحوبة بعواصف قوية) أو المعبرة عن تطور مراكز الضغط المنعزلة gouttes isolées . وهكذا فإن الملاحظة الدقيقة لمعطيات الصور الجوية التي التقطتها الأقمار الصناعية تقلل بشكل محسوس إمكانية الإلتباس والغموض في تفسير حركة الجو العامة التي لا تعتمد إلا على تحليل الخرائط الشمولية لحالة الجو . وسيتمكن عالم المناخ من الآن وصاعدا من تحديد الأوضاع الجوية وامتدادها الجغرافي تحديدا لا يرقى اليه الشك . ولإثبات هذا الإدعاء لابد من دراسة بعض الحالات الواقعية ، وقد اخترنا هنا حركة الجو التي حدثت فوق القارة الأوروبية بتاريخ ٦ نيسان (أبريل) ١٩٧٧ (الشكل ٢) .

ضمن إطار حركة الجو الطولانية البطيئة يمكننا تمييز ثلاثة أوضاع جوية متباينة بشكل واضح وهي :

- ضغط جوي مرتفع anticyclone متمركز فوق القسم الشمالي من المحيط الأطلسي وفوق واجهة أوروبا الغربية .
- حركة انسياب قوية للهواء القطبي تتخلله مجموعة من المنخفضات الجوية فوق شبه جزيرة اسكندنيافية .
- منخفض جوي منعزل ومتمركز الى الشمال الغربي من شبه جزيرة ايبيرية يؤدي الى حدوث اضطرابات جوية متجهة نحو الحوض الغربي من البحر الأبيض المتوسط .

كما أن عملية تتبع خطوط الجبهات ومراقبة أنظمة السحب المختلفة على الخرائط الميتيورولوجية (B. M. E. و B. Q. R.)* تجيز الى حد ما إجراء بعض التفسيرات والاستنتاجات الصحيحة على مستوى القارة كلها . أما على المستوى الإقليمي فلابد من الرجوع الى معطيات القمر الصناعي NOAA 5 (شكل ٢ ، الساعة ٩و٢٧ دقيقة T. U. توقيت عالمي) وذلك من أجل تقصي بعض مواطن الشك في بعض التفسيرات . فالصورة المأخوذة بالأشعة تحت الحمراء I. R. تُظهر قبل كل شيء التغيرات الحاصلة في حالة الجو فوق المناطق الغربية من فرنسا . هذا الجزء من البر الفرنسي الذي يقع على الهامش الشرقي للمرتفع الجوي الأطلسي الذي يسمح لازدواجية التغذية الهوائية فيه (تتمثل هذه الازدواجية بوجود الهواء البارد في طبقات الجو السفلى والهواء الحار نسبيا في الطبقات العليا) أن تفسر لنا وجود مساحات واسعة من تشكلات الغيوم من النوع الركامي – الطبقي Ct Cu** التي تزداد سماكتها كلما اقتربت من الجبهة الباردة وخاصة في أجواء جنوب الجزر البريطانية وبحر المانش . كما أن هذه الصورة الجوية تحدد بشكل خاص العلاقات القائمة بين المنخفض الجوي الذي يشاهد مركزه بوضوح فوق مقاطعة لا جاليس La Galice في شمال غرب شبه جزيرة ايبيرية وبين الأحوال الجوية في جنوب غرب فرنسا وشمال شرق أسبانيا . فالخرائط الميتيورولوجية الشمولية Synoptiques توضح حركة انتقال الجبهة المضطربة ، التي لا تتجاوز في حال من الأحوال خط العرض ٤٥ شمالا ، في حين أن البروز الخاص بالقطاع الهوائي الحار يساير محور سلسلة البيرينية . أما التحليل الفوتوجرافي للصور الفضائية فيشير الى حقيقة هامة تختلف في جوهرها عن هذا المخطط الآنف الذكر المستوحى من النموذج المناخي النرويجي : فمجموعة السحب الجبهية التي تمتد في الحقيقة حتى مصب نهر اللوار (محدثة أثناء مرورها بعض الأمطار المتفرقة فوق المناطق الساحلية من إقليم شارانت Charente في غرب فرنسا) ترسم بشكل جلي الحدود الشمالية لظاهرة الحركة الأفقية للهواء الحار Advection فوق حوض الاير وحوض الاكيتين Aquitaine , Ebre تلك الحدود التي تتأكد

---

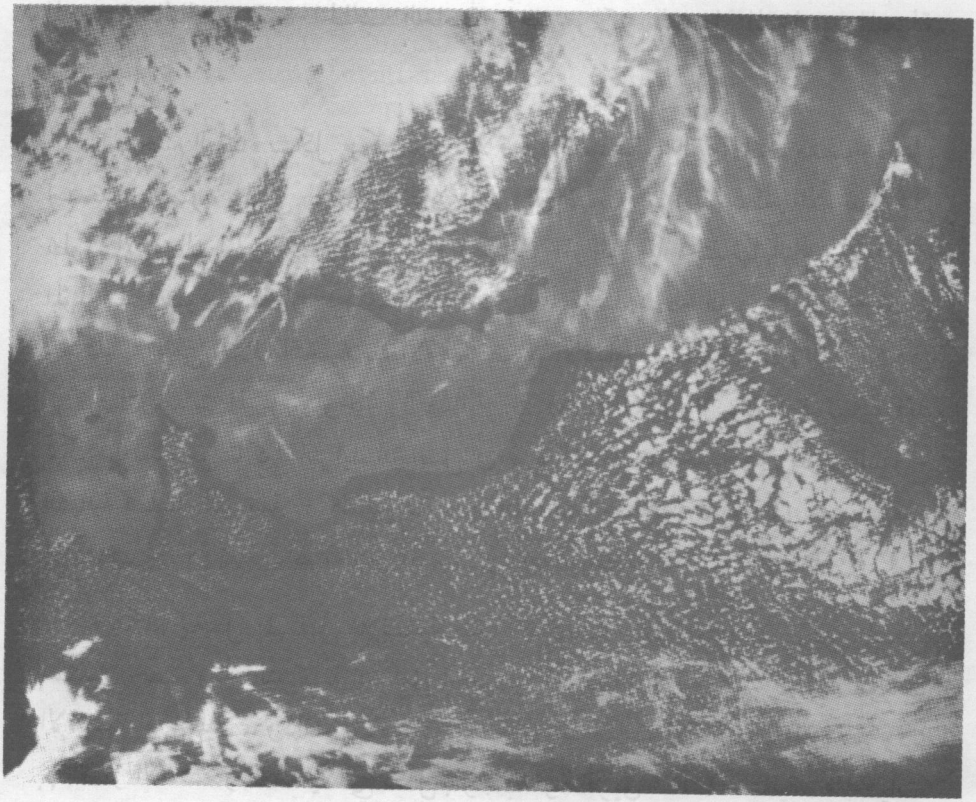
* : B.M.E. : Bulletin Météorologique Européen.
B.Q.R. : Bulletin Quotidien Régional.
** : St Cu : Strato-Cumulus.

بفضل درجات الحرارة القصوى المسجلة في ساراجوس Saragosse ٢١° مئوية ، بو Pau : ٢٠° وفي كونياك Cognac : ١٩° ، وبشكل خاص بفضل النسيج المعقد من تشكلات السحب من نوع السمحاق Cirrus الدالة على موجة من الهواء الحار المداري المدفوعة بالتأكيد بقوة الجذب الخاصة بأحد مراكز الضغط المنخفض المنعزلة Vortex .

استخدم العلماء بشكل مبكر صور الأقمار الصناعية ، التي كانت مقصورة على استخدام الضوء المرئي ، في اظهار الأثر الواضح لجغرافية سطح الأرض على تطور الأحوال الجوية ، وعلى نشوء الجبهات الهوائية أو اختفائها الناتجين اما عن المؤثرات الطبوجرافية أو عن عمليات تبادل الطاقة عند سطح التماس أرض – جو . وهكذا ، ومن خلال التحليلات الأولية لصور الأقمار الصناعية هذه والتي تمت في مركز الدراسات الميتيورولوجية والفضائية C. E. M. S. في لانيون – فرنسا ، فقد تمكن العلماء من تأكيد التزايد الحاصل في قوة النشاطات الجبهية على طول السفوح الشمالية لسلسلة البيرينية – كانتابريك Pyrénéo - Cantabrique * وفي نفس الوقت اكتشاف حركة تغلغل الهواء غير المستقر في أجواء منطقة الباسك Basque .

وهكذا يحمل المستقبل للإنسانية بذور إمكانات علمية متعددة ، فمن الممكن مستقبلا حصر وتحديد كافة العوامل الجغرافية الآنفة الذكر ، على كافة المستويات الإقليمية أو المحلية ، وذلك بالاستناد الى تحليل المعطيات الأكثر دقة التي ستزودنا بها أقمار الاستشعار الفضائية التي تعمل بموجب قوة تفريق H. R. عالية . فالمعطيات العلمية التي يقدمها نظام H. C. M. M. والتي نشرها وأوضحها ل. لو نينيفن L. Le Ninivin من مركز الدراسات الميتيورولوجية والفضائية C. E. M. S. في لانيون (شكل ٣ ، ٥ ، آب (اغسطس) ١٩٧٩) ، توضح لنا بشكل محسوس ومتناهٍ في الدقة أثر الشواطىء الذي يبدو في غياب الحركات التصاعدية في الفترة التي تتميز فيها حركة الجو بسيطرة الضغوط الجوية المرتفعة . وسيكون ممكنا ضمن هذه الشروط اجراء قياس دقيق لمدى تغلغل الأثر المباشر للبحر على درجات الحرارة وبالتالي رسم ومتابعة الحدود الدقيقة للمناخ البحري داخل القارة الأوروبية .

* وتمثل السلسلة الجبلية التي تشكل امتداد جبال البيرينية غرباً وتساير السواحل الشمالية لأسبانيا .



(شكل ٣)

صورة استشعارية تمثل الأثر المباشر للبحر في عدم حدوث ظاهرة الحركات الهوائية التصاعدية Convection
على امتداد السواحل الفرنسية على بحر المانش
الصورة ملتقطة بموجب نظام H. C. M. M. وعن طريق الأشعة المرئية
٥ آب (اغسطس) ١٩٧٩
الأرصاد الجوية الفرنسية – لانيون

ومهما يكن من أمر فمن الصعب الإدعاء بأن تحليل حركات الجو وآلياتها يكفي لوحده للتعرف على المناخ بصفته الإقليمية ، بل يجب إضافة إلى ذلك الاعتماد على التقديرات المتعلقة بالتواتر الزماني والمكاني لحدوث تلك الحركات الجوية فوق المنطقة المدروسة .

الاختلافات الإقليمية في معدل التغيم وتعاقب الحركات الجوية المعتادة :

يرى الباحثون آن الوقت قد حان لإعتماد نتائج عمليات الرصد اليومي التي تقوم بها الأقمار الصناعية على مدى عدة سنوات ، في حساب تواتر وتعاقب مرور الأشكال الرئيسية للسحب على المستوى الإقليمي . فقد قام العالمان ب. بانيي P. Pagney و ج. مونييه J. Mounier عام ١٩٨٠ ، باثبات إمكانية اعداد كشوف دقيقة لمعدلات التغيم Nébulosité فوق البر الفرنسي وذلك بالإعتماد على المعاينة المنهجية لمجموعة من الصور التي التقطتها الأقمار الصناعية الدوارة خلال ما يناهز العقد من الزمان (١٩٦٩ – ١٩٧٨) .

وعلى الرغم من أن طرق الاستقراء البصري لمعطيات الأقمار الصناعية قد تم شرحها بدقة من قبل العديد من العلماء ، إلا أنه من الضروري التذكير بأنها تستند على قاعدتين تقومان على تقسيم المساحة التي يشملها المسقط الهندسي للتصوير (المسقط الاسطواني المائل) إلى ١١٨ قسم ، بفضل شبكة من خطوط الطول ودوائر العرض حيث يكون التباعد بين كل خط وآخر بمقدار درجة واحدة فقط . وبعد ذلك يتم فوق كل وحدة من وحدات التقسيم الـ ١١٨ تحديد وتسجيل نسبة السحب المتواجدة بشكل آني ومتتابع (باستخدام وحدة التقسيم Octas) وذلك بالاعتماد على التصنيف العلمي للسحب والذي يستند بدوره على مجموعة الأسس المتعلقة بوضعية السحب وارتفاعها وطبيعة الحركات الجوية . في هذا المجال تمكن كل من أ. اوجستن A. Augustin ، و ر. لاسبليز R. Lasbleiz في عام ١٩٨٠ ، وذلك أثناء دراستها لشروط وإمكانات الانجاز التام للكشوف الخاصة بإيضاح درجات التغيم فوق كامل الأراضي الفرنسية ، تمكنا من كشف وتحديد مصداقية التصنيف الخاص

بالسحب المعتمد حاليا والذي يستند على معطيات الأقمار الصناعية ومقارنتها بالتصنيف العالمي للسحب . ويشمل هذا التصنيف الخاص ست مجموعات :

- تشكلات سحب السمحاق ؛
- حقل الاضطرابات الجوية ، مركز الاضطراب وذروته ؛
- الاضطرابات الجوية في حركتها الجريانية ؛
- السحب التصاعدية أو التصعّدية ؛
- تشكلات السحب الركامية ذات الارتفاعات المتوسطة ؛
- الضباب وتشكلات السحب الطبقية المنخفضة ؛

ويستند تفسير كل حالة من هذه الحالات على التحليل المقارن بين نوعين من الصور :

١ - الصور التي التقطتها الأقمار الصناعية ضمن مجال الضوء المرئي (V. I. S.) والتي تظهر بدقة شكل السحب وأبعادها .

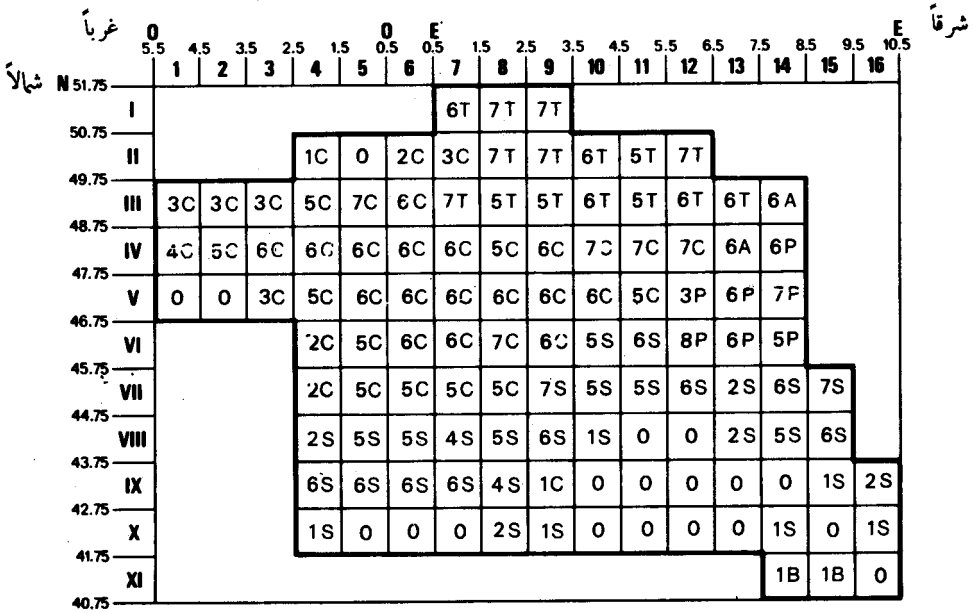
٢ - الصور الملتقطة بواسطة الأشعة تحت الحمراء (I. R.) والتي تظهر ، مبدئياً وبشكل تقريبي ، ارتفاع وسماكة تشكلات السحب وذلك من خلال التدرج في اللون الرمادي (من الأسود الى الأبيض) الذي يظهر في الصورة بحسب التفاوت في درجات الحرارة الإشعاعية .

وهكذا نلاحظ أن التشكلات المعروفة باضطراباتها النشطة ، والتي تبدو على شكل أشرطة من السحب أو سحب لولبية ، تبدو متميزة ومنفصلة عن تشكلات السحب التجمعية الطبقية St Cu المعروفة بلونها الرمادي الفاتح جدا الذي يظهر في صور الأشعة تحت الحمراء ، وذلك لأنها تتشكل أصلا من كتلة سميكة من السحب تقع ذروتها العليا الباردة في طبقات التروبوسفير Troposphère العليا .

وتؤدي مراقبة الظواهر الجوية ، بالطريقة الآنفة الذكر ، الى إمكانية اعداد كشف يومي أكثر دقة من التحليل العادي للسحب Néphanalyse ، يتيح ، عن طريق مقارنته بأنواع أخرى من الكشوف ، إمكانية التوصل الى معالجة احصائية للمعطيات المطروحة . (شكل ٤) .

القمر الصناعي NOAA 4

التاريخ : ١٣/٥/١٩٧٦ ، الساعة ٨ر٥٥ توقيت عالمي T. V.



	غرباً 0					0	E										شرقاً E
	5.5	4.5	3.5	2.5	1.5	0.5	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5
شمالاً N 51.75	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
I							6T	7T	7T								
50.75 — II				1C	0	2C	3C	7T	7T	6T	5T	7T					
49.75 — III	3C	3C	3C	5C	7C	6C	7T	5T	5T	6T	5T	6T	6T	6A			
48.75 — IV	4C	5C	6C	6C	6C	6C	6C	5C	6C	7C	7C	7C	6A	6P			
47.75 — V	0	0	3C	5C	6C	6C	6C	6C	6C	6C	5C	3P	6P	7P			
46.75 — VI				2C	5C	6C	6C	7C	6C	5S	6S	8P	6P	5P			
45.75 — VII				2C	5C	5C	5C	5C	7S	5S	5S	6S	2S	6S	7S		
44.75 — VIII				2S	5S	5S	4S	5S	6S	1S	0	0	2S	5S	6S		
43.75 — IX				6S	6S	6S	6S	4S	1C	0	0	0	0	0	1S	2S	
42.75 — X				1S	0	0	0	2S	1S	0	0	0	0	1S	0	1S	
41.75 — XI														1B	1B	0	
40.75																	

(شكل ٤)

نموذج للاستمارة اليومية الخاصة بتفسير درجات التغيم بموجب معطيات القمر الصناعي NOAA 4

ويمثل درجات التغيم Nébulosité من صفر الى ٧ في الوحدة المساحية الواحدة Octas

تم انجاز البحث في مركز لانيون للرصد الجوي

A : تشكلات سحب السمحاق ، P : مناطق الاضطرابات الجوية ، T ، سحب متحركة (ممطرة) ،

C : سحب تصاعدية ،

S : سحب طبقية – تراكمية ،

B : ضباب أو سحب طبقية منخفضة .

والحقيقة أن هذا التصنيف البصري يتعارض أحيانا مع الموضوعية العلمية ، فهو يتأثر بكل ، تأكيد ، بموقف وقابليات المراقب وبالتالي يكون عرضة للوصول الى نتائج خاطئة . في حين يمكن القول استنادا الى كافة الامكانيات العلمية المتاحة والآنفة الذكر ، أن الاستقراء أو التفسير الآلي والموضوعي والذي يمكن التوصل اليه من خلال المعالجة الرياضية للمعطيات الرقمية ، لابد أن يكون أكثر فعالية وأكثر قدرة على إعطاء نتائج مرضية . غير أنه لابد من الاعتراف بأن هذه الخطوة التي تعتمد على التفسير الآلي لم تتحقق بشكل متكامل حتى الوقت الحاضر وذلك لأن هناك العديد من الصعوبات التي تعترض طريق تطبيقها والتي لم تذلل بعـد .

ويبدو في الوقت الحاضر أن طرائق البحث المتبعة تبدو ممكنة وأكثر جدوى بالنسبة لمجالات البحث المتعلقة بعلم المناخ شريطة العمل على التأكد من صحة الأرقام الاحصائية للكشوف اليومية الآنفة الذكر . (آ. اوجستن A. Augustin ؛ ر. لاسبليز R. Lasbleiz) .

ويجدر الذكر هنا أن هناك بعض المجالات الكارتوجرافية التي تستند الى المعالجة الاحصائية المبسطة تؤكد جدوى وأهمية هذه الأبحاث . فمن الممكن اعداد سلسلة من الخرائط الوصفية Descriptives والخرائط التفسيرية Explicatives التي تؤالف في الوقت نفسه بين المعطيات المتعلقة بغطاء السحب وبين المعطيات المتعلقة بأنواع التشكلات السحابية التي جرى تحديدها استنادا الى المراحل المختلفة والهامة لحركات الجو العامة والشمولية . فالخرائط الفصلية المتباينة ، التي تمثل التغيرات الميدانية لأوضاع السماء الصافية ، وللمجموعات المضطربة ومجموعات السحب الطبقية التراكمية ، أصبحت قادرة أن تشرح لنا بوضوح الفروق القائمة وراء أصل درجة التغيم العالية في الربيع بين شطري فرنسا الغربي والشرقي فحالة السماء الملبدة بالسحب الطبقية التراكمية (نهايات الجبهات المتحللة ، تقطع داخلي في الضغوط الانتيسيكلونية ذات البنيات المزدوجة شكل ٢) تبدو بشكل واضح أكثر تكرارا فوق بريتاني Bretagne في غرب فرنسا مما هي عليه فوق منطقة الفوج Vosges في شرق فرنسا حيث تتلاشى تدريجياً في أغلب الأحيان الكتل الجوية المضطربة النشطة . كما أن اجراء المقارنة بين خارطتي توزع تشكيلات السحب المتحركة (T) شتاء وتوزع السحب التصاعدية

(C) صيفا يبين لنا بجلاء التعارض الإقليمي الفصلي الذي يتأثر بصفات ومزايا الوسط الجغرافي (شكل ٥) .

وأخيرا يمكن القول بأنه أصبح بالإمكان التوصل الى شرح وتفسير الاختلافات المناخية الاقليمية . في حين أن التساؤلات لا تزال قائمة حول امكانية الاعتماد على تحليل مجموعة صور الأقمار الصناعية بقصد البحث والتنقيب عن الأحوال والعوامل المكونة لبعض الآليات التي تسيطر على حركات الجو .

تشكل النماذج المختلفة لحركة الجو :

لقد جرى افتتاح هذا الاتجاه الهام والجديد في مجال الأبحاث المناخية بفضل مجموعة الاختصاصيين بدراسات الفضاء في مركز Lannion (فرنسا) مثل أ. لونينيفن Y. Le Ninivin ، م. تريجو M. Trigaux و أ. نوياليه A. Noyalet (١٩٧٩) . فقد أوضح هؤلاء بدقة كبيرة حالة نشوء وتولد المنخفضات الجوية الاعصارية في مناطق العروض المعتدلة تلك المنخفضات الناتجة عن الحركة الانتقالية الأفقية للهواء الساخن القادم من أواسط المحيط الهادي ، وتتجلى هذه الحركة الانتقالية الأفقية على شكل حزام مستقيم تقريبا من السحب السميكة (السحب الطبقية العالية والسمحاق تظهر بلون أبيض في صور الأشعة تحت الحمراء I.R.) المصحوبة بتيارات هوائية عالية Courants-jets قوية فوق أراضي أمريكا الشمالية وفوق المحيط الأطلسي .

وهكذا يبدو كيف أن التداخل بين حركة الانسياب الأفقي للهواء الساخن وبين موجة من موجات الهواء البارد تؤدي إلى ظهور نوع من التشويش في الشكل المنتظم لنطاق السحب آنف الذكر . ويبدأ هذا النطاق منذ تلك اللحظة في التطور والتغير وذلك بحسب تتابع مراحل الاضطرابات القطبية القادمة باتجاه القارة الاوروبية (شكل ١) .

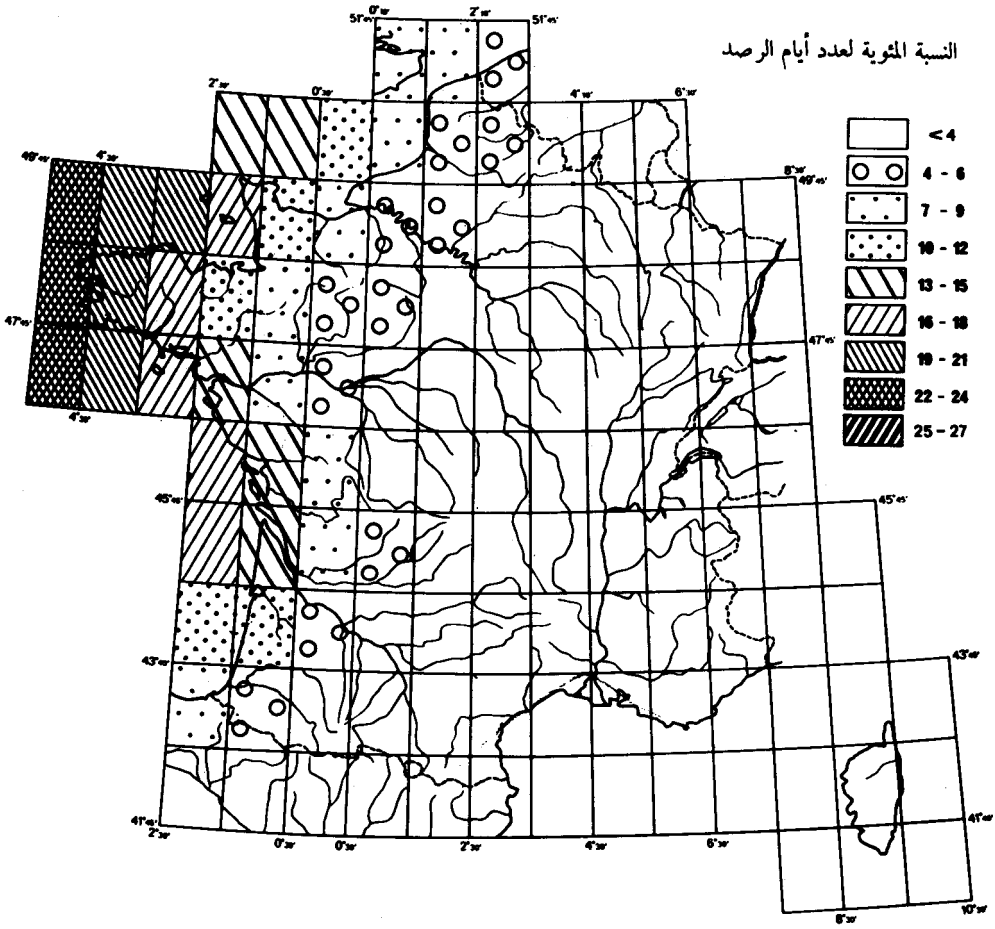
ويظهر هذا النموذج الآنف الذكر لتشكل ونشوء المنخفضات الجوية الاعصارية والذي تكرر حدوثه الى درجة كبيرة (٩٤ مرة من كانون الأول « ديسمبر » ١٩٧٤ وحتى أيلول « سبتمبر » ١٩٧٧) يظهر دور التبادل الطولاني بين منطقة وأخرى

(فصل الشتاء)

(سحب متحركة ممطرة)

درجة التغيم من ١ الى ٨

(١٩٧٦ – ١٩٧٨)



(الشكل ٥)

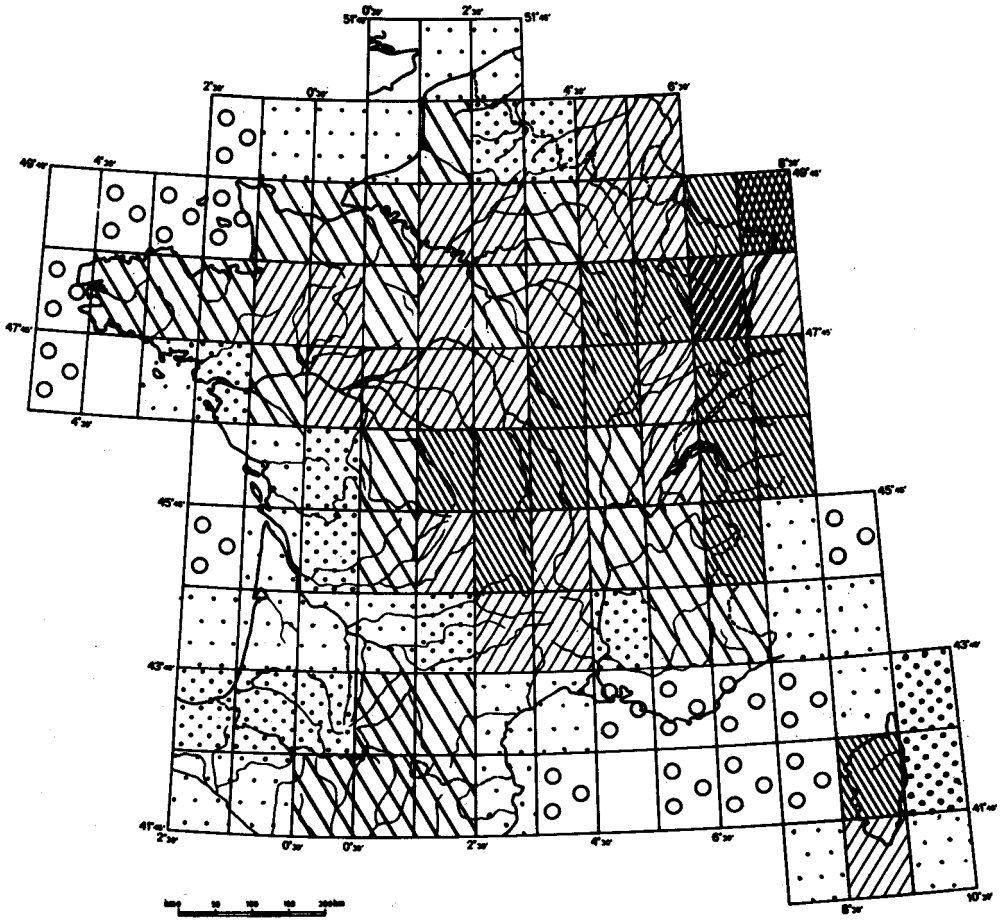
« تشكلات السحب التراكمية »

تواتر مرور السحب التراكمية المتنقلة والممطرة في فصل الشتاء

بحسب معطيات القمر الصناعي NOAA ، وبموجب نظام V. H. R. R.

(١٩٧٦ – ١٩٧٨)

(فصل الصيف)
(سحب تصاعدية أو تصعدية)
درجة التغيم من ١ الى ٨
(١٩٧٦ – ١٩٧٨)



(الشكل ٥ مكرر)
« تشكلات السحب التراكمية »
تواتر تشكل السحب التصاعدية أو التصعدية في فصل الصيف
بحسب معطيات القمر الصناعي NOAA وبموجب نظام V. H. R. R.
(١٩٧٦ – ١٩٧٨)

في تشكيل وتحديد نماذج الحركات الجوية . وعلى العكس من ذلك فان النبضات الهوائية القطبية في نطاق العروض المدارية لا تسبب تقوية مراكز الضغط المرتفع فوق المداري فحسب وانما تساعد العديد من الاضطرابات الجوية فوق المدارية الآخذة بالتلاشي والاضمحلال ، على استعادة قوتها وفعاليتها في مناطق العروض المدارية والفوق مدارية . وتؤدي هذه الاضطرابات المتجددة النشاط الى نشوء بعض الاضطرابات النشطة التي تتسع وتتطور كلما اتجهنا غربا وذلك وفقا للشروط التي لاحظها وسجلها أ. نوياليه A. Noyalet (١٩٧٨) فوق المحيط الأطلسي الشمالي . وبالاجمال نلاحظ في الوقت الحاضر أن غالبية الدراسات الميتيورولوجية والمناخية تنضوي على العديد من التحليلات التي تتناول العلاقات المتبادلة بين العروض فوق المدارية والعروض ما بين المدارية ، والتي تؤدي في مناطق العروض الدنيا الى نشوء الاضطرابات الجوية أو استعادة هذه الأخيرة لقوتها (ملاحظة تحرك المراكز المتتالية للضغوط الجوية المنخفضة المدارية) .

ثالثا : المناخ والأقمار الصناعية في نطاقات العروض الدنيا

تغطي الصور التي يلتقطها القمر الصناعي الدوَّار NOAA 2 كافة المناطق المدارية والفوق المدارية بين درجتي العرض ٤٠° شمالا وجنوبا . وهكذا تسمح الصور والمعطيات التي يزودنا بها باجراء التحاليل الخاصة بحالة الجو وآلياته فوق المناطق الواقعة على امتداد العروض الحارة ، يابسة كانت أو محيطات وذلك ضمن الفترات الزمنية التي تمت فيها أعمال الرصد والمراقبة . وبعبارة أدق فإن استخدام الصور المأخوذة بالنور المرئي والصور المأخوذة بالأشعة تحت الحمراء معاً يسمح بدراسة وتحديد مراكز النشاط الجوي وهي المناطق الجبهية ومناطق الاضطرابات الجوية . كما أن عمليات رصد ومراقبة السحب ، التي يمكن تحديد طبيعتها من خلال معطيات الصور الفضائية ، تساعد في الحقيقة على حصر وتحديد مناطق الحركات الجوية الصاعدة ومناطق الحركات الهابطة إضافة إلى امكانية تحديد الاتجاهات المختلفة للحركات الجوية بشكل عام . وهكذا نتسائل عن امكانية توصيف الخطوط العامة لآلية الحركات الجوية وذلك عندما نأخذ بعين الاعتبار الوضعية الحقيقية للجو ، والتي تم رصدها من ٧ الى ٩ حزيران (يونيو) عام ١٩٧٣ ثم مقارنتها بمتوسطات الأوضاع الجوية في شهري كانون ثاني (يناير) وتموز (يوليو) ١٩٧٣ .

الصور الفضائية وإمكانية تتبع العناصر المختلفة للحركات الجوية في المنطقة المدارية وشبه المدارية (شكل ٦-٧) :

سنقتصر هنا على دراسة أجواء المحيطين الهادي والأطلسي وأجواء القارة الأمريكية ، في حين أن الكتلة القارية « آسيا-أفريقيا » إضافة الى منطقة « المحيط الهندي-استراليا » تكون جميعها خاضعة في شهر حزيران (يونيو) لرياح نصف الكرة الشمالي الموسمية الصيفية ، مما قد يجعل التحليل النطاقي البحت الذي نود المحافظة

عليه صعبا ومعقدا . إضافة الى ذلك فان نوعية الصور المدروسة هي العامل الأول في اختيار الصورة الملتقطة بتاريخ ٧ حزيران (يونيو) ١٩٧٣ والمأخوذة ضمن الأشعة تحت الحمراء .I. R في حين أن الصورة الملتقطة في التاسع من الشهر نفسه عام ١٩٧٣ أختيرت ضمن نظام الأشعة المرئية .V. I. S . واستنادا الى ذلك ، وضمن مجال الحركات الجوية المتقاربة مكانيا ، فإن اجراء المقارنة بين هذين النوعين من الصور يبدو ممكنا ومعقولا .

فصورة الأشعة تحت الحمراء .I. R ، التي تعكس نظم السحب ذات السماكة الراسية الكبيرة ، تقدم لنا صورة مصطنعة لطبقات الجو المدروسة كما أن التشكيلات النطاقية لعناصر الجو العامة فوق أمريكا والمحيطين الهادي والأطلسي تبدو من خلال هذه الصورة في غاية الوضوح والبساطة . فبين خط الاستواء ودرجة عرض ١٠° شمالا يمتد نطاق التقارب ما بين المداري .C. I. T* من الغرب باتجاه الشرق . أما الى الشمال والى الجنوب من نطاق الالتقاء هذا فنلاحظ ، مع افتراض عدم وجود أي أثر للقارة الأمريكية ، أن غياب السحب السميكة على المستوى الراسي يشير الى تمركز حجرات الضغط المرتفع البحرية وشبه المدارية الكبرى في نصف الكرة الشمالي وهي :

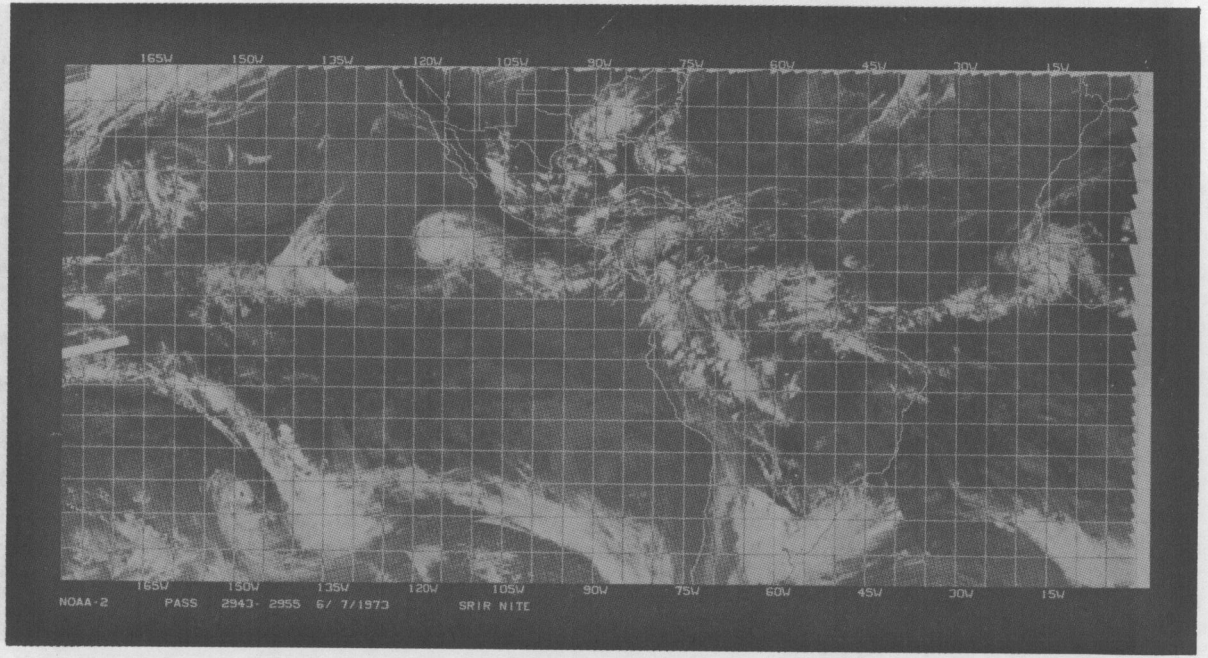
- الضغط المرتفع المتمركز الى الغرب من كاليفورنيا .
- الضغط المرتفع من منطقة جزر هاواي .
- الضغط المرتفع المتمركز بين أمريكا الوسطى وأفريقيا .
- الضغط المرتفع حول جزر آسور Açores .

أما في نصف الكرة الجنوبي فنلاحظ :

- الضغوط المرتفعة حول جزر باك Pâques في الحوض الشرقي من المحيط الهـــادي .

---

* C. I. T. : Convergence Intertropicale وهو النطاق الواقع بين المدارين حيث تتلاقى رياح الاليزة (التجارية) .

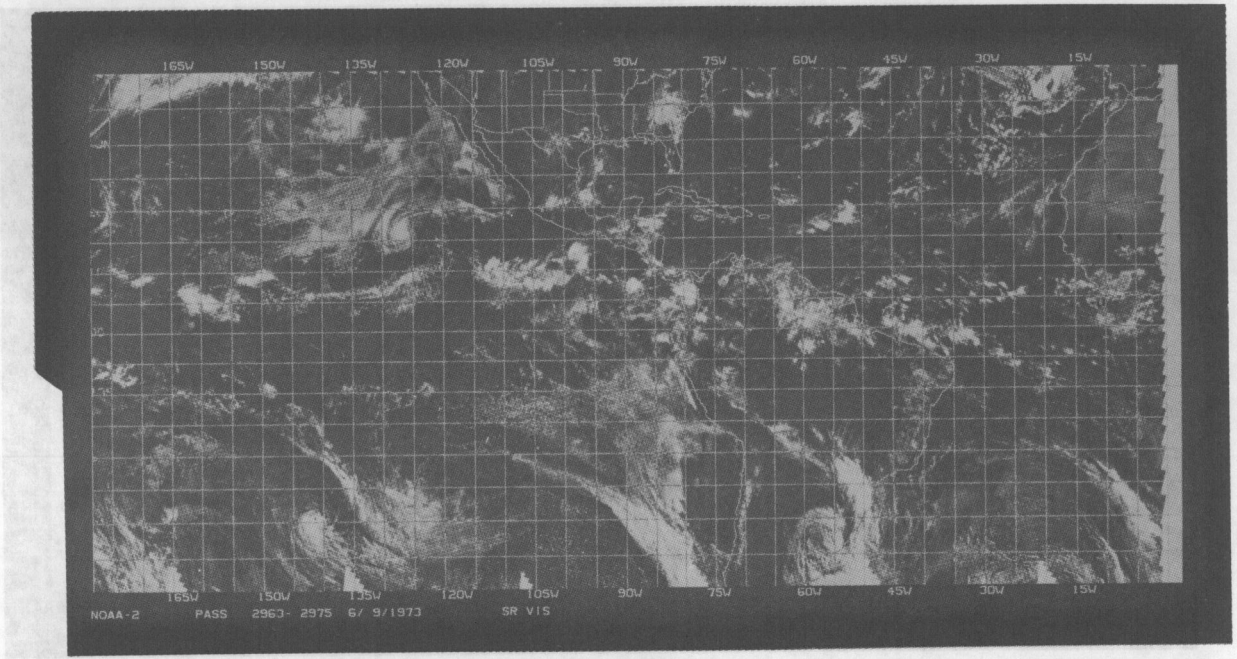


(شكل ٦)

مجموعة من الصور التي التقطتها المركبة الفضائية NOAA 2

للمنطقة شبه المدارية ولمنطقة ما بين المدارين (من ٤٠° شمالاً الى ٤٠° جنوباً) في حزيران (يونيو) ١٩٧٣

(الأشعة تحت الحمراء I. R.)



(شكل ٧)

مجموعة من الصور التي التقطتها المركبة الفضائية NOAA 2

للمنطقة شبه المدارية ولمنطقة ما بين المدارين (من ٤٠° شمالاً الى ٤٠° جنوباً) في حزيران (يونيو) ١٩٧٣

(الأشعة المرئية)

– الضغط المرتفع حول جزيرة القديسة هيلين Sainte - Hélène في المحيط الأطلسي الجنوبي .

أخيرا نلاحظ أن أجواء الأقسام الجنوبية من المحيطين الأطلسي والهادي مشغولة ، وذلك على امتداد دائرة العرض ٣٥° جنوبا ، بمجموعات متعاقبة من أنظمة السحب ذات الشكل المقوس ، والتي تمثل في حقيقتها الجبهات الباردة التي تشير الى نبضات متعاقبة من الهواء البارد القادم من القارة القطبية الجنوبية أو من المناطق المحيطة بها .

وهكذا نلاحظ أن الصفة النطاقية Zonation تتكشف بشكل شديد الوضوح : نطاق التقارب ما بين المداري C. I. T. - الضغوط المرتفعة شبه المدارية واضطرابات الجبهة القطبية . كما أن هذه الصفة النطاقية تتبدى وتتعمق أيضا عندما نأخذ بعين الاعتبار الصورة المأخوة بالأشعة المرئية V. I. S. ونبدأ بمقارنتها بالصورة المأخوذة بالأشعة تحت الحمراء I. R. مما يتيح لنا فرصة التعرف على ارتفاع السحب ومن ثم خصائصها وطبيعتها واتجاه الخطوط العريضة لحركة الجو . ويمكننا انطلاقا من هذا أن نحدد بسهولة الصورة الشاملة للضغوط الجوية في المنطقة المدروسة .

قبل كل شيء ، نلاحظ من قراءة الصورة المأخوذة بالنور المرئي V. I. S. ، الملتقطة بتاريخ ٩ حزيران (يونيو) عام ١٩٧٣ ، أنها تظهر لنا بوضوح في غرب كاليفورنيا وغرب امريكا الجنوبية مجموعات من السحب تتصف بصفات مشتركة : غلالة خفيفة من السحب بالقرب من اليابسة ، ثم انتقال تدريجي نحو الغرب الى نوع من السحب المتقطعة على شكل حجرات Cellules . أما إذا لاحظنا الصورة المأخوذة بالأشعة تحت الحمراء I. R. فإننا سنتبين عدم وجود هذه الأنواع من السحب الآنفة الذكر باستثناء غلالة رمادية متناهية في شفافيتها وخفتها . ومن الواضح والحالة هذه أن غياب هذه السحب يشكل البرهان الجلي على ضآلة سماكتها وقلة امتدادها الرأسي . فهذه السحب تتواجد من طبقات الجو الدنيا كما انها تنتمي الى النموذج الطبقي من أشكال السحب Stratiforme (السمحاق Stratus ، ضباب ساحلي ، وتظهر جميعها كما لاحظناها من الصورة V. I. S. على شكل غلالة رقيقة غير متقطعة) . وإلى الغرب نلاحظ تشكل السحب المبعثرة على شكل حجيرات ، وهذا

النوع من السحب ينتمي الى مجموعة السحب الطبقية التراكمية Stratocumulus . وتشير هذه المجموعات من السحب الى التأثير الواضح للمياه الباردة على الشواطىء الشرقية للمحيط الهادي الشمالي والجنوبي كما تشير أيضا الى سيطرة الضغوط المرتفعة على الحركات الجوية من هذه المنطقة وهكذا ومن خلال ملاحظة السحب الكاشفة لحالة الجو ، وبصورة خاصة في حالة الصور المأخوذة بالأشعة المرئية V. I. S. (تظهر من خلال الحركات الهابطة Subsidence) ، يمكننا التأكد من مصداقية التشخيص الذي استعرضناه قبل قليل والذي تدعمه حقيقة واقعة وهي وجود الضغوط الجوية المرتفعة شبه المدارية في كاليفورنيا وهاواي وفي جزر باك Pâques .

أما المجال الثاني الذي أوليناه اهتماما كبيرا ، والذي يؤكد مرة أخرى على أهمية الوضع النطاقي للحركات الجوية ، فهو مجال حركات الانتقال الأفقي Advections للهواء البارد في نصف الكرة الجنوبي . فمن مقارنة صور النور المرئي V. I. S. مع صور الأشعة تحت الحمراء I. R. تتكشف مرة أخرى بعض الحقائق الهامة وهـي :

- وجود نماذج من السحب على شكل أقواس ، وهي سحب متطورة رأسيا وذات سماكة كبيرة وتظهر بلون أبيض لامع في صور النور المرئي وصور الأشعة تحت الحمراء (الجبهات الباردة) .
- وجود تشكيلات أخرى من السحب وراء هذه الجبهات .
- وجود اضطراب جوي عميق يظهر فوق نهر ريود ولابلاتا .

والملاحظ أيضا تضافر أشرطة السحب الجبهية (المزن الطبقي nimbostratus والمزن التراكمي cumulonimbus) ، عند درجة العرض ٣٥° جنوبا ، مع نطاقات من منحدرات الضغط الشديدة baroclines ذلك أن الهواء البارد ، أو بالأحرى الشديد البرودة ، يصل الى هنا في وضع تماس مع الهواء المداري الحار إما وراء الجبهات فنلاحظ ظهور السحب التراكمية Cumulus التي تنتشر في الهواء البارد التالي للجبهة Post - frontal مشيرة الى عدم استقرار هذا الهواء فوق السطح الدافيء

نسبيا لمياه المحيط . كما أنه من الممكن أن تكون الجبهات الباردة مفصولة عن حقول السحب التراكمية التالية للجبهة بمساحات ذات سماء صافية تقل فيها نسبة السحب بشكل نسبي . ومن الممكن ملاحظة هذه الظاهرة بشكل فعلي في جنوب أمريكا الجنوبية بتاريخ ٩ حزيران (يونيو) ١٩٧٣ .

وإذا أخذنا بعين الاعتبار الجبهات الهوائية ونظم السحب ما بعد الجبهية معا فإنه بالإمكان ملاحظة نموذجين لهذا النظام المزدوج في ذلك التاريخ : في جنوب شرق المحيط الهادي وفي المحيط الأطلسي الجنوبي . ويلاحظ أيضا في الصورة المأخوذة بالأشعة تحت الحمراء I. R. لتلك المناطق عدم ظهور السحب التجمعية Cumulus ما بعد الجبهية . وهنا أيضا يظهر دليل آخر على وقوع تلك المناطق من مجال الضغط الجوي المرتفع . وهكذا فإن دراسة صور الأقمار الصناعية الملتقطة بتاريخ ٩ حزيران (يونيو) ١٩٧٣ للمناطق المجاورة لدائرة العرض ٣٥° جنوبا تسمح لنا بتتبع وصول دفعات الهواء البارد والجبهات الباردة ، إضافة الى الضغوط المرتفعة ما بعد الجبهية التي تتجلى في حركة هواء نصف الكرة الجنوبي البارد باتجاه المنطقة المدارية . كما تُظهر لنا نفس الصور ، أخيرا ، الاضطراب الجوي الشديد فوق نهر ريود ولابلاتا . وتُوضح لنا كيف تبدأ الجبهة الباردة المرافقة له بالانتشار بشكل واسع النطاق فوق اراضي البرازيل .

من جهة أخرى فإن حركة تلاقي الكتل الهوائية من نطاق ما بين المدارين C. I. T. تستدعي الاهتمام والدراسة . وقد اعتمدنا في سبيل ذلك على الصور المأخوذة بالأشعة تحت الحمراء I. R. . فمن قراءة الصور الملتقطة بتاريخ ٧ حزيران (يونيو ١٩٧٣ تمكنا من ملاحظة الظواهر الثلاث التالية :

- الاستمرارية الملحوظة في خط تلاقي الكتل الهوائية في النطاق ما بين المداري C. I. T. .
- التغيرات الطارئة على طبيعة خط التلاقي هذا بين قارة أمريكا اللاتينية وبين الهوامش المحيطية .
- قدرة حركة التلاقي المذكورة على خلق الاضطرابات الجوية الاعصارية

(يبدو أحد هذه الأعاصير بشكل واضح فوق المحيط الهادي ، كما يمكن ملاحظة هذه الأعاصير بشكل واضح فوق المحيط الهادي ، كما يمكن ملاحظة « نقطة العاصفة » في مركز هذا الاعصار) . والملاحظ أن استمرارية خط التلاقي .C.I.T في منطقة ما بين المدارين ترافق التنوع الكبير في البنيات الجوية التي ترتبط بشكل أو بآخر بالموقع على درجات الطول . فظاهرة التلاقي تبدو أكثر بساطة فوق المحيطات مما هي عليه فوق القارات حيث تتباين هذه الظاهرة من قارة لأخرى . في هذا المجال نتبين مرة أخرى أن صور الأقمار الصناعية تقدم لنا الدلائل والاثباتات الحسية التي لا مثيل لها . وسوف نتناول من جهة أخرى هنا التعقيدات التي تصيب نطاق التلاقي هذا فوق أمريكا الجنوبية مظهرين الدور العام لعدد من المؤثرات من أهمها أثر المعالم الجغرافية لسطح الأرض على الحركات التصاعدية . وتبدو هذه الظواهر التصاعدية بجلاء ووضوح بفضل قرينتها الهامة وهي حقول السحب من نوع المزن التجميعي Cb التي تظهر في الصورة الملتقطة بالأشعة تحت الحمراء بتاريخ ٧ حزيران (يونيو) ١٩٧٣ وفي صورة A. T. S. 3 بتاريخ ٢٦ تشرين ثاني (نوفمبر) ١٩٧٠ ، وذلك فوق حوض الأمازون . أما السحب الأكثر تباعدا وانتشاراً فإنها تعبّر عن حركة تباعد في الطبقات العليا من الجو divergence d'altitude ، وهذه الحركة بحد ذاتها تفرض انتشار قمة السحب من نوع المزن التجمعي Cb . كما أن المنخفض الجوي المداري الظاهر على نطاق التلاقي ما بين المداري .C. I. T في المحيط الهادي يبرهن ويؤكد على أهمية صور الأقمار الصناعية في هذا النوع من الدراسات الميتيورولوجية .

وهكذا ، وانطلاقا من قدرة الأقمار الصناعية على رصد أجواء المحيطات فسيكون بالإمكان من الآن وصاعدا ترسيخ الأسس الحقيقية لعلم مناخ العواصف والأعاصير وخاصة في نطاقات العروض المدارية . وهكذا فالأعاصير المدارية التي تحدث في الجزء الغربي من المحيط الهادي الشمالي تبدو وكأنها أكثر اتساعا وأكثر عددا من الاضطرابات الجوية التي تحدث في بقية المحيطات الأخرى . ومن جهة

أخرى نلاحظ أن المنخفضات الجوية في خليج البنغال والبحر العربي تصل الى مرحلة تتضاعف فيها المعدلات القصوى لتواتر حدوثها وذلك قبل فترة هبوب الموسميات الصيفية وبعدها . وهذا يقدم دليلا آخر على أن الأبحاث التي تعتمد على معطيات الأقمار الصناعية ستسمح حتى بدراسة البنيات الخاصة بالظواهر الجوية بشكل تتزايد دقته وفعاليته يوما بعد يوم . حتى أنه يمكن القول أن بعض الدراسات المتعلقة باعداد النماذج الجوية تسهل وتمكن العلماء ، وذلك بالاستناد إلى بعض أشكال الحركات الجوية التي هي من طور النشوء ، من توقع وتخمين مسارات الاضطرابات الجوية (Tourbillons) ودرجة حدتها وفعاليتهـا .

وهكذا نتبين أن الدراسة التي قمنا بها على المستوى النطاقي قد قادتنا الى تحديد عوامل التوازن الجوي الخاصة بهذا المستوى كما ساعدتنا على الانتقال والنزول الى مستويات أصغر وأكثر دقة . كما نتبين أيضا أن قراءة وتفسير الصور الفضائية تساعدان في واقع الأمر على تحديد وتوصيف مختلف المستويات في الدراسات الفضائية . كما تسمح أيضا بإعطاء الظواهر الجوية بعدها الزمني الخاص بها .

صور الأقمار الصناعية وديناميكية الجو في مناطق العروض ما بين المدارية

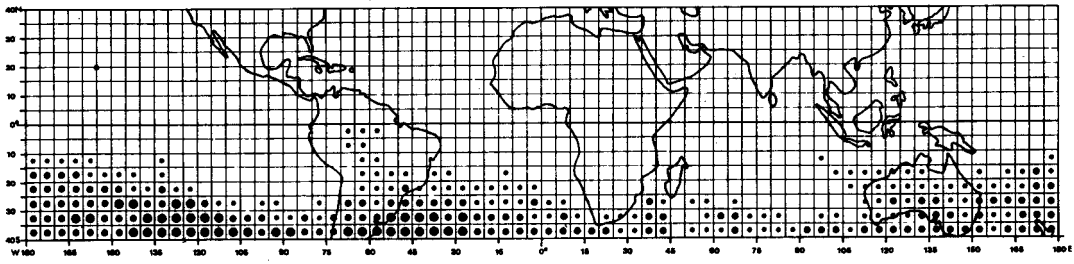
Latitudes intertropicales.

من خلال المستوى الذي توصلنا اليه في دراستنا حتى الآن . والذي يسمح لنا أن نميز بين نطاق العروض ما بين المدارية (الذي يشمل خط التقارب ما بين المداري C. I. T. والاضطرابات الجوية الخاصة به) ونطاق العروض شبه المدارية Subtropicales (بما فيه من ضغوط جوية مرتفعة متعددة) وبين نطاق العروض فوق المدارية Extratropicales (مع الحركات الجوية الأفقية للهواء البارد) ، يبدو من المفيد جدا للباحث التوصل الى تحديد الديناميكية الخاصة بكل عنصر من هذه العناصر ، ومحاولة تحديد العلاقات المتبادلة بينها (علما بأن تحديد الديناميكية يساعد على استكشاف العلاقات وبالعكس) . وبهذه المناسبة نذكر هنا أن مركز الأبحاث المناخية في جامعة ديجون Dijon (فرنسا) قد بدأ بالتعاون مع فريق من

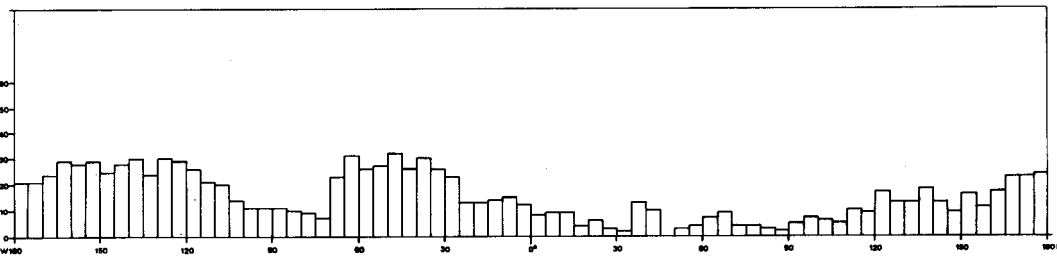
الباحثين من مركز البحث العلمي الفرنسي C. N. R. S.* بمحاولة استغلال الصور الفضائية والاستفادة منها ضمن حدود الهدف المذكور آنفا ، وذلك بقصد تتبع حركات الجو في منطقة التلاقي ما بين المدارية C. I. T. ، وحركات الانسياب الأفقي للهواء البارد في المناطق المتاخمة للعروض المدارية ، إضافة الى دراسة الحركات الجوية الطولانية التي تحدث مستفيدة من ممرات الضغط المنخفض Talwegs المتطاولة الشكل والواقعة بين مناطق الضغوط الجوية فوق المدارية المرتفعة . وانطلاقا من هذه الفكرة بالذات فقد تمكنت م. تابو M. Tabeaud ، معتمدة على مجموعة الصور التي التقطتها المركبة الفضائية NOAA 2 من استكمال دراستها التي تناولت فيها الأشكال الظاهرية لمجموعات السحب حول كوكب الأرض وذلك بين درجتي العرض ٢٥° شمالا وجنوبا (١٩٨١) . فقد قامت بتحديد نسبة الغيوم الظاهرة في الجو وذلك بتقصيها لكافة الصور الفضائية الملتقطة ضمن حدود المنطقة المدروسة والمأخوذة بعين الاعتبار . وقد قامت بتقسيم القبة السماوية في النطاق المدروس بحسب نسبة الغيوم الظاهرة على الشكل التالي :

- الحالات التي تكون فيها السماء صافية الاديم تماما .
- الحالات التي تكون فيها السماء مشغولة ببعض السحب المتناثرة والتي لا تغطي أكثر من ٣٠ ٪ من مساحة القبة السماوية .
- الحالات التي تكون فيها الأجواء مشغولة بكتل من السحب تغطي ما بين ٣٠ الى ٦٠ ٪ من مساحة القبة السماوية .
- الحالات التي تشغل فيها الكتل الكبيرة من السحب ما بين ٦٠ الى ٩٠ ٪ من مساحة القبة السماوية .
- الحالات التي تكون فيها القبة السماوية مغطاة بشكل كامل بالسحب .

وقد ساعد هذا التقسيم الباحثة ، بعد إجراء المعالجات الإحصائية اللازمة ، على الحصول على عدة حقائق من أهمها الحقائق المتعلقة بالسلوك التفاوتي Comportement différentiel لنطاق التلاقي ما بين المداري C. I. T. ، هذا السلوك الذي يتعلق بشكل واضح بالموقع على درجات الطول من جهة وبنسق الفصول وتعاقبها من جهة أخرى ، كما يتعلق أيضا بديناميكية الأجواء فوق المدارية



عدم وجود أي أثر للجبهة الباردة خلال شهر
من ١ الى ٣ جبهات
من ٤ الى ٨ جبهات
أكثر من ٨ جبهات

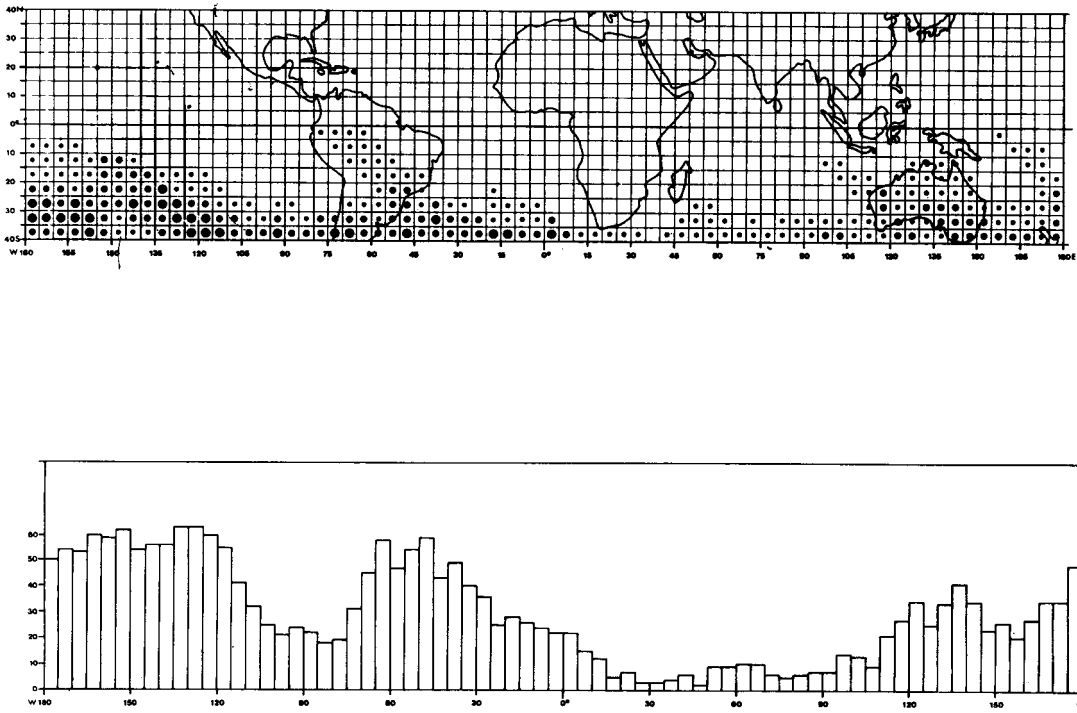


(الشكل ٨)

تواتر حركة الانسياب الأفقي للكتل الهوائية الباردة القادمة من نصف الكرة الجنوبي

(كانون ثاني (يناير) ١٩٧٣)

(في صيف نصف الكرة الشمالي)



(الشكل ٩)

تواتر حركة الانسياب الأفقي للكتل الهوائية الباردة القادمة من نصف الكرة الجنوبي

(تموز (يوليو) ١٩٧٣)

(شتاء نصف الكرة الشمالي)

Extratropical . ومما لاشك فيه أن طريقة البحث العلمي التي اتبعتها الباحثة في دراستها المذكورة هي طريقة نظرية مكتبية ، ولكنها تبقى ذات أهمية كبيرة في دعم الاتجاه العلمي الحديث الذي نتناوله هنا ، لأن هذه الطريقة تفتح الباب واسعا أمام أفضل الامكانيات للتعرف على آلية الحركات الجوية .

هناك دراسة أخرى تستحق أيضا أن يشار اليها في هذا المجال هي الدراسة التي قامت بها ك. رازافي Ch. Razafy تحت اشراف م. تابو M. Tabeaud واعتمادا على طريقتها العلمية نفسها ، وتتناول الباحثة بشكل خاص الاندساسات Injections الهوائية الباردة في نصف الكرة الأرضية الجنوبي . وتقوم الفكرة الأساسية لهذا البحث على تتبع الحركات الجوية الأفقية القطبية الباردة الى أبعد مدى من الممكن أن تصل اليه شمالا في نصف الكرة الجنوبي ، وذلك من خلال تقصي الأوضاع الجوية خلال شهر ما من أشهر الصيف وشهر آخر من أشهر الشتاء من النصف الجنوبي . ومن أجل ترسيم هذه الحدود الشمالية فقد اتبعت الباحثة طريقة بسيطة تعتمد على احصاء عدد الجبهات الباردة إبان حركاتها ونشاطاتها المكثفة . وهكذا من خلال القراءات اليومية للصور الفضائية خلال الفترة المأخوذة بعين الاعتبار ثم وضع ورسم اشارات خاصة تمثل تواجد تشكيلات السحب الجبهية وذلك ضمن الخانات الرباعية الشكل التي تمثل كل منها ٥° درجات طول و ٥° درجات عرض ، وبعدها جرى جمع النتائج المدونة يوميا في الخانات الرباعية طوال الفترة الزمنية المدروسة ، لكي نحصل فيما بعد على بيان احصائي يعبر تعبيرا صحيحا عن التواتر الزمني للتواجد الحقيقي للجبهات الباردة ، كما كان بالإمكان أيضا تمثيل هذه النتائج تمثيلا كارتوجرافيا بسهولة ويسر (شكل ٨ ، ٩) .

وقد كانت نتائج الدراسة مدهشة حقا في تطابقها وتوافقها مع النتائج التي تمكن بعض الباحثين من التوصل اليها في دراسات متباينة أخرى . وأول ما يلفت النظر في هذه النتائج هو التشابه الواضح بين المعطيات المتعلقة بفصل الشتاء ومثيلاتها المتعلقة بفصل الصيف . وهذا يدل بشكل مؤكد على ضآلة الحساسية التي يبديها نصف الكرة

---

*: C.N.R.S. : Centre National de la Recherche Scientifique.

الجنوبي تجاه النسق الحراري الفصلي . وتبدو تلك الملاحظة في غاية الأهمية لا سيما إذا قارناها مع ما هو معروف عن نصف الكرة الأرضية الشمالي البالغ الحساسية تجاه التقلبات الحرارية الفصلية تلك . من ناحية أخرى نلاحظ أنه سواء كان ذلك صيفا أو شتاء فان الحركات الأفقية للهواء البارد الجنوبي تتقدم كثيرا باتجاه خط الاستواء في أواسط المحيط الهادي . تلك الحالة الغريبة نوعا ما قد لا يمكن تفسير أصول نشأتها الا بالرجوع الى الأبحاث المتعلقة بالديناميكية الحرارية للقارة القطبية الجنوبية . ومهما تكن الأسباب والمبررات فإن هذه الأوضاع الجوية هنا تستدعي انتقال مناطق منحدرات الضغط الجوي المتاخمة لأرخبيل بولينيزي Polynésie* الى نطاق العروض القريبة من خط الاستواء . ويمكن ربط هذه الحقيقة المؤكدة بالحقائق التي أشار اليها كل من ج. جوشار G. Gauchard و ج. انشوسب .. J. Inchauspe عام ١٩٧٦ ومفادها :

- ان الرياح الغربية تهب في ارخبيل المحيط الهادي الجنوبي وحتى العروض الاستوائية طوال العام (٣٠٠ يوم) .
- يبدو التيار الغربي الذي يهب في الطبقات العليا من الجـو مشوشا بمجموعة من التموجات المرتبطة بأنظمة المنخفضات الجوية للجبهة القطبية التي تنتقل من الغرب الى الشرق فوق ريـاح الاليزة Alizé ومن الممكن ملاحظة ظواهر التشويش التي تسببها أنظمة المنخفضات الجوية تلك حتى درجة العرض ١٠° جنوبا وفي بعض الأحيان حتى خط الاستواء .

وعندما نتقدم قليلا نحو الشرق نشاهد ، سواء في الصيف أو في الشتاء ، أن الضغط المرتفع قرب جزيرة باك Pâques يشكل عتبة تدفع وتقاوم الموجات الباردة القادمة من الجنوب ، غير أن هذه الموجات الأخيرة التي تتمكن من تجاوز العقبة آنفة الذكر في الغرب ، تتجاوزها أيضا من جهة الشرق فيما وراء سلسلة جبال الآند . والحقيقة أن الكتلة القارية لأمريكا الجنوبية تسمح للموجات الباردة الافقية

---

* مجموعة كبيرة من الجزر تقع في أواسط المحيط الهادي الى الشرق من استراليا ومن ارخبيل ميكرونيزي micronésie وارخبيل ميلانيزي Mélanésie . وأهم هذه الجزر زيلندة الجديدة وهاواي وساموا وفيجي ومصدر الدخل الرئيسي فيها زراعة الكاكاو والصيد البحري .

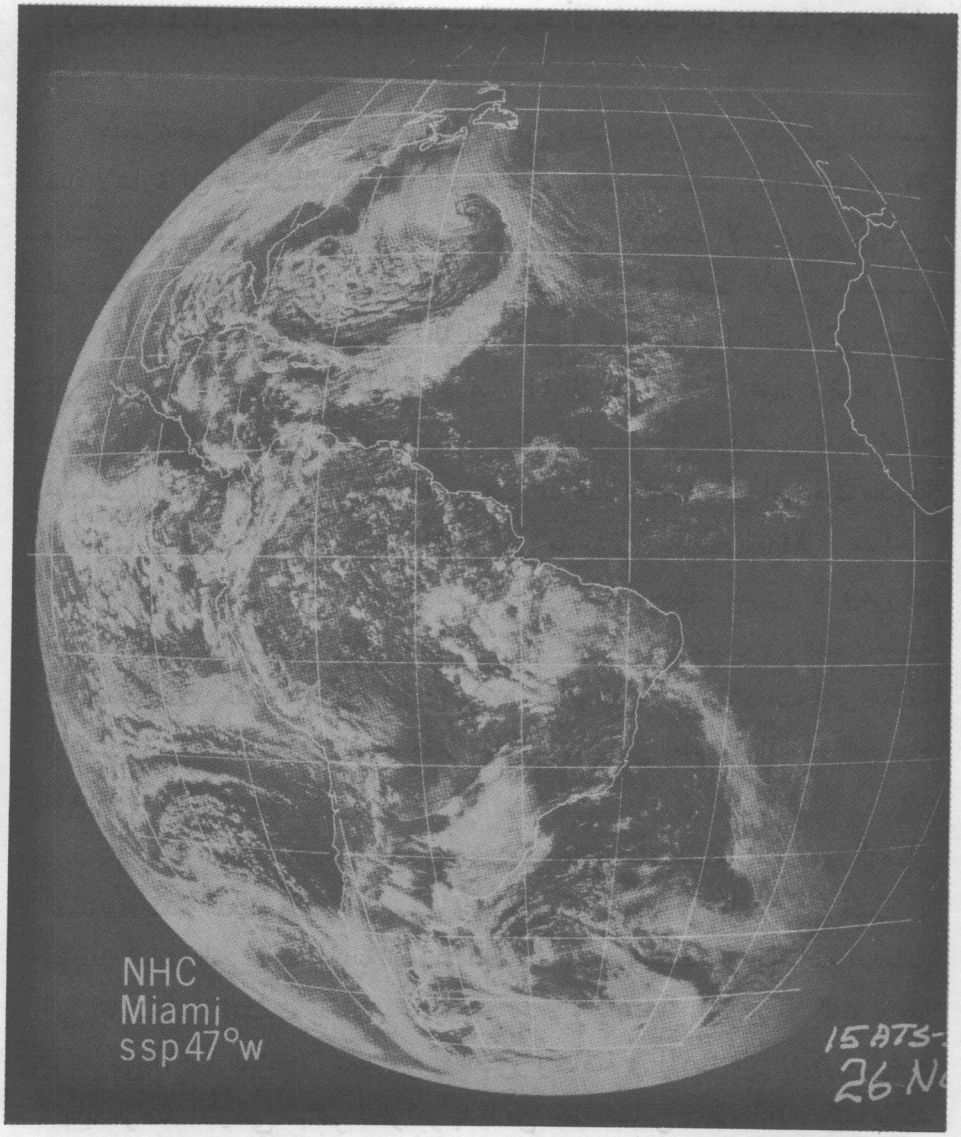
بالانسياب بشكل واضح المعالم باتجاه الشمال ، اذ أن الجبهات الباردة تصل حتى خط الاستـــواء .

هذه الحقيقة المؤكدة اثبتتها الدراسات من وقت طويل ومع هذا فمن المناسب هنا الإشارة الى أن أصالة الطرائق العلمية التي رسختها م. تابو .. M. Tabeoud والنتائج العلمية التي حصلت عليها تدعم وتؤكد نتائج الأبحاث الأخرى حول نفس الموضوع . الحقيقة أننا لن نقف طويلا عند الوضع القائم في المحيط الأطلسي الجنوبي وإنما سنكتفي بمحاولة التأكيد على الضآلة المتناهية لموجات الهواء البارد التي تجتاح قارة افريقية والمحيط الهندي طولانيا . غير اننا نلاحظ في هذا المحيط وضعا يبدو غريبا الى حد كبير وهو وضع الممر البحري تجاه سواحل موزامبيق الذي تصله الجبهات الباردة ، صيفاً وليس شتاءً* . وتفسر لنا هذه الملاحظة التي أصبحت معروفة تماما نشوء الضغط الجوي المرتفع الثلاثي بين مدغشقر Madagascar وسواحل افريقيا . ومن الأهمية بمكان أن نتأكد أيضا من صحة حقيقة أخرى الا وهي أن الموجات الباردة الجنوبية تجتاح القارة الاسترالية في كافة الفصول ، وهذه الحقيقة تساعد على فهم حقيقة جغرافية أخرى مرتبطة بها وهي عدم وجود صحارى مطلقة في استراليا شبيهة بالصحارى الموجودة في مناطق أخرى من العالم مثل أواسط الصحراء الأفريقيـة الكبرى .

بعد هذا العرض السريع للموضوع يمكن القول أن استخدام صور الأقمار الصناعية يقدم الدليل الأكيد ، سواء على المستوى النطاقي أو المستوى الاقليمي ، على أن آليات الحركات الجوية القطبية الجنوبية المذكورة آنفا تبقى مطابقة للحقائق التي كانت قد اكتشفت بطرائق علمية أخرى ، وفي مناطق أخرى من العالم وهذا يؤكد على الأهمية الفائقة لاستخدام هذه الصور وخاصة في المناطق التي تشكو من عدم كفاية الرصد الأرضي المباشر للظواهر بدءا من خط التماس Interface ، كما يؤكد من خلال المثال الذي قدمناه ، على امكانية الإحاطة بكافة العمليات الجوية في المناطق التي لا يملك الإنسان فيها الوسائل العلمية الكافية للدراسات والتقصي (خصوصا المسطحات المائية الواسعة الممثلة بالمحيطات) . وتبدو هذه الملاحظة في غاية الأهمية

---

* : والمقصود هنا صيف نصف الكرة الجنوبي .



(الشكل ١٠)

الحركة الجوية الطولانية في الفترة الانتقالية بين الصيف والشتاء

٢٦ تشرين ثاني (نوفمبر) ١٩٧٠ (القمر الصناعي المداري الثابت A. T. S. III

عندما نفكر بأن نصف الكرة الأرضية الجنوبي يمكن أن يمثل من الآن ، وصاعدا ، بفضل معطيات الأقمار الصناعية ، حقلا واسعا لاجراء تحليل مناخي شامل .

من جهة أخرى نرى أنه من السهل أن نقدر الفائدة العلمية النابعة من التأكيد على التمايز الاقليمي ، ذلك أن الإحاطة بهذا التمايز أصبحت سهلة وميسورة في كل مكان من سطح الأرض بفضل معطيات الأقمار الصناعية . كما أن هذه الفائدة تتجه نحو الحركات الجوية الطولانية وتتيح المجال ، لا لإجراء عملية الربط بين خطوط الطول التي تتم عليها الحركات الأفقية للهواء البارد أو الحار وبين نصف الكرة الذي جاءت منه هذه الحركات فحسب ، وانما تسمح أيضا باقامة العلاقات بينها وبين الحركات الجوية الطولانية في نصف الكرة الأرضية المقابل (ومن خلال ذلك إقامة العلاقات بين هذه الحركات وبين ديناميكية الجو في المناطق ما بين المدارية) . وفي هذا المجال تقدم لنا الصورة الفضائية الملتقطة بتاريخ ٢٦ تشرين ثاني (نوفمبر) ١٩٧٠ (الشكل ١٠) مثالا يستحق الدراسة لحركات جوية أفقية باردة في نصف الكرة الشمالي وفي نصف الكرة الجنوبي على امتداد خطوط الطول المارة في البر الامريكي . وتمثل الصورة مظهرا رائعا لتشكل الحركات الجوية ما بين الفصلية التي تأتي لتتداخل مع الحركات الجوية في نصف الكرة الجنوبي التي تتأثر بشكل واسع النطاق ،وحتى في نطاق ما بين المدارين ، بتفريغ شحنات البرودة القطبية القادمة من القطب الجنوبي الذي يعتبر أكبر معمل لتوليد الكتل الهوائية الباردة على سطح كوكب الأرض .

خلاصة البحث

احرز الاستخدام العلمي لمعطيات الأقمار الصناعية الميتيورولوجية تقدما كبيرا خلال السنوات الأخيرة . فالوسائل التكنولوجية الجديدة بحد ذاتها ساعدت الى حد كبير على زيادة معارفنا العلمية المتعلقة بالتباين المكاني لتوزع درجات الحرارة وبالموازنات الإشعاعية . ومن الملاحظ بشكل خاص أن التفسير البصري للصور الفوتوجرافية التي تلتقطها الأقمار الصناعية يوميا يسمح باجراء بعض التقديرات العلمية لمعدلات التواتر الخاصة بمجموعات السحب ضمن اطار الحركات الجوية الشمولية في مناطق العروض المعتدلة والمناطق المدارية ، كما يسمح أيضا بتحديد التأثيرات المتبادلة بين هذين النطاقين . هذا إضافة الى أن الدراسات المتعلقة باختلافات معدلات التغيم فوق الأراضي الفرنسية من جهة وفوق المناطق المدارية من جهة أخرى تظهر بجلاء واضح إمكانيات استغلال مجموعة الصور التي تزودنا بها الأقمار الصناعية في الدراسات المناخية .

Résumé.– L'utilisation des données fournies par les satellites météorologiques a enregistré d'importants progrès au cours de ces dernières années. Ainsi les nouvelles techniques améliorent la connaissance de la répartition spatiale des températures et du bilan radiatif. Surtout, l'enterprétation visuelle des photos quotidiennes des satellites permet d'évaluer les fréquences d'ensembles nuageux dans le cadre des circulations synoptiques aux latitudes moyennes et tropicals, de préciser les interactions entre ce deux zones. Des études concernant les aspects de la nébulosité au-dessus de la France et dans la zone intertropicale illustrent l'emploi de l'imagerie satellitaire en climatologie.

Abstract–Important progress are arised in the use of datas from meteorological satellites during the last years. The new technics improve the knowledge of the spatial distribution of temperatures and of radiation balance. Especially, the systematic interpretation of daily pictures from satellites permits to estimate the frequencies of cloudy patterns according to synoptic circulations in the middle latitudes, in the tropical latitudes and to explicit the interaction between high and low latitudes. Studies of cloudiness over France and in the tropical zone illustrate the use of satellite imagery in the world climatology...

Bibliographie

Albuisson, M. et Monget J.M., "Méthodes et moyens utilisês pour la mise en forme des données de satellite de télédéction (colloque C.N.E.S.-C.N.E.X.O.) – Journées internationales sur l'utilisation, pour l'océanologie, des satellites d'observation", Brest, 1978, pp. 181–202.

Anderson R.K. et Veltischev N.F., "The use of satellite pictures in Weather analysis", W.M.O., no. 333, 1973, 276p.

Atlas Météosat. Agence Spatiale Européene, Darmstadt, mai 1981, 494p.

Augustin A. et Lasbleiz, "Un fichier de la nébulsité sur la France", Les Cahiers de l'O.P.T.I., no. 2, Paris, 1980, pp. 28–34.

Barrett E.C., Climatology from satellites, Methuen, Londres, 1974, 418p.

Cassanet J., La Télédéction H.C.M.M. et son application au littoral, Mémoires du Laboratoire de Géomorphologie, no. 34, Dinard, 1980, 51p.

Cauchard G. et Inchauspe J., "Le climat de la Polynésie", La Météeorologie, no. spécial "Météeorologie Tropicale", 1976, pp.83–108.

Charney J.C., "Dynamics of desert and drought in the Sahel", Q.J.R.M. Soc. Vol. 101, 1975, pp.193–202.

Eckardt M., "Synoptic Scale systems as viewed from spcae", Conférénce Lannion, Use data from meteorological satellites E.S.A., Paris, 1979, pp.43–52.

Endlicher W., Contribution des thermographies à la climatologie urbaine et l'agroclimatologie, Journées climatiques de Strassbourg, nov. 1980.

Guérin O.M. et Pirazzoli P., "Effet de la bora et de l'ensoleillement sur les températures de surface de l'Adriatique nord", La Méditerranée, no. 3, 1978, pp.17–32.

Le Ninivin L., "La surveillance météorologique de l'Atlantique nord par satellite", La Météorologie, no. spécial "Aviation et Météorologie", 1975, pp.61–70.

Le Ninivin Y., Trigaux M. et Noyalet A., "Cyclogenèse sur l'Atlantique nord à partir d'advections tropicales issues du Pacifique central", Note technique de l'E.E.R.M., Météo. Nat. Paris, 1979, 14p.

Mounier J. et Lozac'h M.Y., "L'étude de la nébulosité au-dessus de la France, à partir des photos de satellites", in Eaux et climats, Mélanges offerts à Ch. P. Péguy, Grenoble, 1981, p.353–366.

Noyalet A., "Evolution d'un tourbillon d'origine extratropicale sur l'Atlantique Nord du 9 au 24 janvier 1978", La Météorologie, VI série no. 15, 1978, pp.91–97.

Pagney P. et Mounier J., "Commission de climatologie - Journées géographiques de Tours, 1980", Intergéo, no. 58, 1980, pp.38–40.

Philippe M., Le Moal A. et Harrang L., "Satellites météorologiques à défilement et thermographies de la surface de la mer", La Météorologie, VI série, no. 19, 1979, pp.31–43.

Pastre C., "Détermination du profil vertical de température par satellite", La Météorologie, no. spécial, 1975, pp.79–86.

Parikh J.A. et Ball J.T., "Analysis of cloud type and cloud amount", Remote Sensing of Environment, 1980, pp.225–245.

Tabeaud M., Climatologie descriptive et imagerie satellitaire: contribution à la recherche d'une méthode d'analyse avec application aux basses latitudes (thèse dactylographiée. 2V). Dijon, 1981.

Technical Note: "The use of satellite imagery in tropical cyclone analysis", W.M.O., no. 473, 1977, 84p.

Tournier B., Détermination des températures de la surface de la mer, thèse de 3 cycle, Brest, 1978, 34p.

Tournier B., Utilisation pour l'océanologie des satellites d'observation, Colloque C.N.E.S.–C.N.E.X.O., Brest, février 1978, pp.33–52.

Wicker J., "Perspectives en néphanalyse automatique", La Météorologie, VI serie, no. 15, déc. 1978, pp.53–62.

Winston J.S., "Quantitive meteorological data from satellites", W.M.O., no. 531, 1979, 102p.

صدر من هذه النشرة

١ ـ زراعة الواحة في وسط وشرق شبه الجزيرة العربية — ترجمة الدكتور زين الدين عبد المقصود

٢ ـ اسس البحث الجمرفلوجي مع الاهتمام بالوسائل العملية المناسبة للبيئة العربية
بقلم : الدكتور طه محمد جاد والدكتور عبد الله الغنيم

٣ ـ توطين البدو في المملكة العربية السعودية (الهجر)
ترجمة : الدكتور عبد الاله ابو عياش

٤ ـ اثر التصحر كما تظهره الخرائط — ترجمة : الدكتور علي علي البنا

٥ ـ سكان ايران ، دراسة في التغيير الديموجرافي — ترجمة : الدكتور محمد عبد الرحمن الشرنوبي

٦ ـ القبائل والسياسة في شرقي شبه الجزيرة العربية — ترجمة : حسين علي اللبودي

٧ ـ سكان دولة الامارات العربية المتحدة — بقلم : الدكتورة أمل يوسف العذبي الصباح

٨ ـ السياسات السكانية في افريقية — ترجمة : أ.د. محمد عبد الغني سعودي

٩ ـ اثر التجارة والرحلة في تطور المعرفة الجغرافية عند العرب — أ.د. محمد رشيد الفيل

١٠ ـ نحو تصنيف مورفولجي لمنخفضات الصحراء — بقلم : دكتور صلاح الدين بحيري

١١ ـ مواد السطح في البحرين ـ مسح المصادر واهميته التطبيقية للتخطيط الاقليمي
ترجمة : أ.د. حسن طه نجم

١٢ ـ الطاقة والمناخ — ترجمة الدكتور زين الدين عبد المقصود

١٣ ـ التطبيق الهندسي للخرائط الجيومورفولوجي — بقلم : د. يحيى عيسى فرحان

١٤ ـ بعض عواقب الهجرة على التنمية الاقتصادية الريفية في الجمهورية العربية اليمنية
ترجمة : د. عبد الاله ابو عياش

١٥ ـ البعثة العلمية الى شبه جزيرة مسندم (شمال عمان)
ترجمة : أ.د. محمود طه ابو العلا

١٦ ـ نظام النقل العام والخدمات الترويحية في الكويت — أستاذ عبد الوهاب الهارون
د. عبد الاله ابو عياش

١٧ ـ مدن الشرق الاوسط — ترجمة : د. محمد عبد الرحمن

١٨ ـ تجارة الخليج بين المد والجزر في القرنين الثاني والثالث الهجريين
بقلم : د. عطية القوصي

١٩ ـ نظرات في الفكر الجغرافي الحديث — بقلم : د. طه محمد جاد

٢٠ ـ القوة البحرية السوفيتية — ترجمة : أ.د. محمد عبد الغني سعودي

٢١ ـ مشكلة التصحر في العالم الاسلامي — بقلم : د. زين الدين عبد المقصود

٢٢ ـ علم الجغرافيا دراسة تحليلية نقدية في المفاهيم والمدارس والاتجاهات الحديثة في البحث الجغرافي
بقلم : د. محمد الفرا

٢٣ ـ جغرافية الرفاه الاجتماعي عن : منهج جديد في الجغرافيا البشرية .
تأليف : دزمز سميث تعريب : د. شاكر خصباك

٢٤ ـ مكان الخليج العربي في حضارة الشرق الأدنى القديم .
تأليف : د. سليمان سعدون البدر

٢٥ ـ الاستشعار من بعد في الشرق الاوسط
تأليف : د.ر. هاريس ـ ترجمة : أ.د. علي علي البنا

٢٦ ـ الارتباط المكاني تطويره وبرمجته وجوانب من تطبيقه
تأليف : د. حرب عبد القادر الحنيطي

٢٧ ـ التطوير الحضري واستراتيجيات التخطيط في الكويت د. عبد الاله أبو عياش

٢٨ ـ دراسة تحليلية لخمس مجموعات من الاسر وفقا لتجربتهم في الهجرة
بقلم : د. عبد العزيز آل الشيخ ـ ترجمة : أ.د. محمد عبد الرحمن الشرنوبي

٢٩ ـ ضبط النسل أبعاده وآثاره الديمغرافية والاقتصادية والاجتماعية
بقلم : د. حسن عبد القادر صالح

٣٠ ـ الموارد في عالم متغير (وجهة نظر جغرافية) بقلم : أ.د. حسن طه نجم

٣١ ـ الجغرافيا بين العلم التطبيقي والوظيفة الاجتماعية
بقلم : أ.د. محمد عبد الرحمن الشرنوبي

٣٢ ـ الخصائص الجيومورفلوجية لنهر السهل الفيضي بقلم : د. طه محمد جاد

٣٣ ـ التخطيط لمدن التنمية في الكويت بقلم : د. عبد الإله أبو عياش

٣٤ ـ توطن صناعة الاسمدة الكيماوية في الوطن العربي ومستقبلها
د. محمد أزهر السماك

٣٥ ـ التتابع الطباقي د. احمد مختار ابو خضرا

٣٦ ـ جهود الجغرافيين المسلمين في رسم الخرائط د. عبد العال الشامي

٣٧ ـ علم الريافة عند العرب د. محمد عيسى صالحية

٣٨ ـ الهجرة اليمنية الى امريكا نموذج من دويتريت بالولايات المتحدة
ترجمة د. محمد عبد الرحمن الشرنوبي

٣٩ ـ المرحلة الثالثة من الادارة الدولية لمائية نهر النيل
ترجمة د. زين الدين عبد المقصود غنيمي

٤٠ ـ الصناعات البتروكيماوية في العالم العربي وامكانيات التنسيق بينها
د. محمد عبد المجيد عامر

٤١ ـ التغيرات المناخية وانتاج الغذاء بقلم : هـ. هـ. لامب ترجمة : طه محمد جاد

٤٢ ـ النظام الايكولوجي وجهة نظر جغرافية بقلم الدكتور زين الدين عبد المقصود

٤٣ ـ الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية — د. حسن رمضان سلامة

٤٤ ـ المدينة والخدمات الهاتفية — ترجمة وتعليق : الدكتور محمد اسماعيل الشيخ

٤٥ ـ نبذة عن تطور جزيرة بوبيان الكويتية في اواخر عصر الهولوسين
الدكتورة طيبة عبد المحسن العصفور ترجمة دكتور زين الدين عبد المقصود غنيمي

٤٦ ـ التوزيع المكاني لاحتياطيات النقد العالمية
بقلم ـ ادوارد ليهي وجوزيف هل ترجمة : أ.د. حسن طه نجم

٤٧ ـ خريطة مورفولوجية لاقليم خور العديد : شبه جزيرة قطر. — د. نبيل سيد امبابي

٤٨ ـ مشاهدات جغرافية في غربي الجزيرة العربية.
بقلم : أ.د. يوسف أبو الحجاج

٤٩ – إتجاهات الفكر الجغرافي الحديث والمعاصر . — أ. د. محمد علي عمر الفرا

٥٠ – رصد الظواهر الأرضية والميتيورولوجية
بالأقمار الصناعية
(تطبيقات إفريقية) — بقلم : كلود باردينيه – تعريب : الدكتور محمد اسماعيل الشيخ

٥١ – السكان في اليمن . — د. عباس فاضل السعدي

٥٢ – الزراعة في دولة الامارات العربية المتحدة — تأليف : ب.ت.هـ. أنوين
ترجمة : أ.د. فؤاد محمد الصقار

٥٣ – مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية — د. حسن رمضان سلامة

٥٤ – الجمرفلوجية : مجالها ومقياس الدراسة فيها وعلاقاتها بالعلوم الأخرى . — د. طه محمد جاد

٥٥ – المصادر العربية لمصطلحات الأشكال الأرضية . — د. عبد الله يوسف الغنيم