الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

ميدان: علوم طبيعة وحياة

الشعبة: العلوم البيئية

تخصص: بيئة ومحيط

الفصل الثاني

عناصر وعوامل المناخ

محاضرات خاصة بطلبة السنة الثالثة ليسانس (ل.م.د)

من إعداد الدكتور: خزاني بشير

أستاذ محاضر قسم (أ)

الموسم الجامعي:2022-2023

الفصل الثاني

عناصر وعوامل المناخ

Elements and factors of climate

أولا: عناصر حالة الطقس والمناخ:

مما تقدم تبين أن عناصر حالة الطقس والمناخ المعبرة عن حالة الغلاف الجوي، تتألف من عدة متغيرات (عناصر) أساسية أهمها درجة حرارة الغلاف الجوي، الضغط الجوي، الرياح والتساقط. لكن بالحقيقة فإن عناصر حالة الطقس والمناخ المعتمدة عديدة، وهي مشتقة أساسا من العناصر المذكورة بطريقة أو بأخرى أو قرينة لها. وقد اعتمدت هذه العناصر على أساس قابليتها للقياس بأجهزة الرصد الجوي، وبالتالي يمكن التعبير عنها كميا. ولذلك، وبالرغم من أن حجم الغلاف الجوي من العناصر الثلاث الأساسية لحالة الغلاف الجوي فإنه لا يذكر ضمن العناصر المعتمدة لتحديد حالات الطقس والمناخ لاستحالة قياسه، ولكن يظل وجوده كامنا في المتغيرين الآخرين (درجة الحرارة والضغط)، والمتغيرات الأخرى المشتقة منها وعادة ما يستعاض عنه بالكثافة.

1- عناصر الطقس والمناخ المقاسة:Measured elements

1-1- درجة حرارة الهواء Air temperature

أهميتها: تعتبر الحرارة أهم هذه العناصر المناخية نظرا لأن اختلاف درجتها يؤثر في العناصر الأخرى كالضغط الجوي والرياح والرطوبة والتكاثف وبالتالي الأمطار بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

مصدرها: الشمس هي مصدر الحرارة الرئيسي للأرض والجو، كما أن الحرارة الباطنية للأرض لها تأثير أيضا ولكن بدرجة أقل. عندما ترسل الشمس أشعتها يسخن سطح الكرة الأرضية من يابس وماء ثم تنعكس حرارتهما على الغلاف الغازي المحيط بالأرض. فترتفع درجة حرارته، وتكون طبقات الجو القريبة من سطح الأرض أشد حرارة من البعيدة عنه، أي أن الإنسان كلما ارتفع في الجو قلت الحرارة وشعر بالبرودة ولكن إلى حد معين. تقطع أشعة الشمس حوالي 150 مليون كم في الفضاء حتى تصل إلى سطح الأرض في مدة ثماني دقائق تقريبًا. ولا تسخن أشعة الشمس جميع جهات سطح الأرض بدرجة واحدة بل هناك جهات تشتد فيها الحرارة، وهي التي تسقط عليها أشعة الشمس عمودية أو قريبة من العمودية، وجهات أخرى تسقط عليها أشعة الشمس مائلة فتقل فيها الحرارة.

قياس الحرارة: لا يستطيع الإنسان أن يقيس درجة الحرارة عن طريق إحساسه بها، بل إنه يستعمل ميزانا للحرارة يعرف باسم الترمومتر Thermometre وهو عديد الأشكال والأنواع. أما تدريجاته فإنها تتبع عدة أنظمة قياس مختلفة أهمها سلم سليزيوس (*Celsius*) وسلم فهرنهايت (*Fahrenheit*) وسلم كلفن (*Kelvin*) .

1-2- الضغط الجوي Atmospheric pressure

تعريف الضغط الجوي: الضغط الجوي هو الثقل الناتج من الغلاف الجوي على سطح الأرض فكل المواد التي توجد عالقة بالهواء والعناصر الغازية التي تدخل في تركيب الغلاف الجوي عموما لها أوزانها التي تساهم بها في الضغط الذي يحدثه الغلاف الجوي على أي منطقة تقع تحته.

أهمية الضغط الجوي: والضغط الجوي ذو أهمية كبيرة في الأرصاد الجوية لأنه يقدم معلومات عن الهواء الموجود في الأعلى، فانخفاض الضغط في مكان ما على سطح الأرض يدل على أن الهواء يتوزع أو يفقد من تلك المنطقة فيقل ضغطه، بينما يدل ارتفاع الضغط الجوي في منطقة أخرى على

Bioclimatology 2023

إضافة هواء من الأعلى. أي أن الهواء يتجمع فوق المنطقة فيرتفع الضغط فيها. كما وأن الضغط الجوي مؤشر مهم على توزيع الرياح على سطح الأرض من حيث اختلافها وسرعتها وهو الذي يحدد المناخ والطقس على الأرض.

قياس الضغط الجوي: جميع الأجهزة التي تقيس قيم الضغط الجوي تسمى البارومتر وهي أنواع متعددة وأقدمها البارومتر الزئبقي الذي اخترعه العالم تورشيلي Torricelli. وهو عبارة عن أنبوب شفاف يغلق من أحد طرفيه ومقلوب في وعاء فيه زئبق ويرتفع وينخفض مستوى الزئبق في الأنبوب مع تغير الضغط على سطح الزئبق في الوعاء ويرتفع الزئبق 76 سم عند مستوى البحر وهذا ما يعادل 1013.25 ميلليبار، والميلليبار = هكتوباسكال والأخيرة هي الوحدة المستخدمة في الأرصاد الجوية في كل العالم، ومن الأجهزة الشائعة والسهلة الاستعمال البارومتر المعدني الذي يتكون من علبة مفرغة جزئياً من الهواء وحساسة لتغير الضغط وإن حركة تمدد وتقلص العلبة الناتجة عن تغير الضغط تنقل إلى مؤشر يتحرك لعقرب الساعة على لوحة مرقمة ليدل على قيمة الضغط الجوي. ولأهميته فإنه يقاس في محطات الأرصاد الجوية المنتشرة في العالم وكذلك يقاس على مستويات كثيرة في طبقة التروبوسفير بواسطة جهاز الراديوسوند (Radiosonde). وتستخدم البيانات المتجمعة في رسم الخرائط المناخية وخرائط الطقس المهمة لمعرفة الأحوال الجوية الحالية والمستقبلية.

تغير الضغط الجوي بالارتفاع: يتغير الضغط الجوي بسرعة بالارتفاع عن سطح الأرض ويعود ذلك إلى عدة عوامل هي:

1/ قصر طول عمود الهواء: فالضغط الجوي هو وزن الهواء في عمود يمتد من سطح الأرض غلى نهاية الغلاف الجوي، فكلما زاد الارتفاع إلى الأعلى نقص طول عمود الهواء ومن ثم يقل وزنه وضغطه.

2/ الجاذبية الأرضية: وهي قوة تجذب جزيئات الهواء إلى الأسفل نحو مركز الأرض ولها علاقة طردية مع كتلة الجسم وعكسية مع مربع المسافة بين الجسمين (الأرض وجزيئات الهواء) فالجاذبية الأرضية أقوى على جزيئات الهواء القريبة من سطح الأرض مما هي على الجزيئات الأبعد. فالقريبة من الأرض تتعرض أيضاً لضغط كبير من الهواء الذي فوقها لذلك فإنها تتعرض للانضغاط والتلاصق أكثر من الأخرى التي هي في الأعلى.

1-3- الرطوبة الجوية Atmospheric humidity

ويقصد بالرطوبة هنا بخار الماء الموجود في الجو، والجو لا يكون رطبا إلا إذا احتوى على بخار الماء، حيث لا تخلو الطبقات السفلى من الغلاف الجوي من بخار الماء بأي حال من الأحوال. إن المصدر الرئيسي لهذا البخار هو المسطحات المائية التي تغطي أكثر من ثلثي سطح الكرة الأرضية. إذا زادت نسبة بخار الماء في الهواء صار كثير الرطوبة وإذا قلت صار جافا، والتكاثف هو عملية تحول بخار الماء إلى قطرات مائية إذا انخفضت درجة حرارته، أما إذا ارتفعت حرارته فإن قابليته لتقبل بخار الماء تزداد.

قياس الرطوبة: تقاس درجة رطوبة الجو بواسطة جهاز يعرف باسم الهيجرومتر Hygrometer

1-4- الرياح Winds

تعريفها: وهي تيارات هوائية تتحرك مندفعة من جهة إلى أخرى فوق سطح الكرة الأرضية، لوجود مناطق ذات ضغط مرتفع بجواري مناطق ذات ضغط منخفض، فالهواء الموجود فوق مناطق الضغط المرتفع يكون ثقيل الوزن بينما الهواء الموجود فوق مناطق الضغط المنخفض يكون خفيف الوزن. لذلك يتحرك الهواء الثقيل الوزن من منطقة الضغط المرتفع نحو منطقة الضغط المنخفض ليملأها حتى يتساوى الضغط في

Bioclimatology 2023

المنطقتين، ولو كان الضغط الجوي متساويا على جميع جهات الكرة الأرضية لما تحرك الهواء ولبقي ساكنا في مكانه. ويمكن تشبيه حركة الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بانسياب الماء تلقائيا من المرتفعات إلى المنخفضات لكي يحصل التوازن في المستوى.

قياس سرعتها واتجاهها: ويمكن قياس سرعة الرياح بواسطة جهاز الأنيمومتر Anemometer كما يمكن معرفة اتجاه هبوب الرياح بواسطة Wind vane كما تسمى الرياح باسم الجهة التي تأتي منها.

1-5- التساقطات المطرية Precipitations

تعريفها: المطر هو من أهم مظاهر التكاثف الذي يتحول بمقتضاه بخار الماء إلى قطرات من الماء لا يستطيع الهواء حملها فتسقط على هيئة مطر في الجهات الدافئة أو ثلج في الجهات الباردة. وتتكون من الأمطار المتساقطة بكثرة الأنهار والبحيرات العذبة، كما أن جزءا من مياهها يتسرب في مسام الأرض مكونا العيون والآبار، وجزءا منه يتبخر ويصعد إلى الجو. والأمطار هي مصدر الماء العذب اللازم للحياة على الأرض.

قياس كمية الأمطار: يمكن قياس المطر بجهاز يدعى بالمغياث Pluviometer. أو بجهاز آخر يدعى Pluviograph

2- عناصر الطقس والمناخ المشتقة: Derived elements

وهذه العناصر لا تقاس مباشرة وإنما تشتق (تحسب) بوساطة معادلات رياضية باستخدام عناصر الطقس والمناخ المقاسة. وعادة ما تستخدم هذه العناصر في دراسات وأبحاث الطقس والمناخ التطبيقية، وهي عديدة منها:

2-1- التبخر النتحي Evapotranspiration

يعد التبخرنتح، أو ما يعرف بالحاجة المائية أو المتطلبات المائية للنباتات والمحاصيل الزراعية، قرينة لقوة التبخر الجوية الكامنة، ويبين مقادير الحاجة المائية للمحاصيل الزراعية والنباتات تحت شروط طقس ومناخ معينة. وعلى الرغم من وجود مقاييس لقياسه مباشرة، فإن بعضها غير دقيق ولا يعول عليها، وبعضها الآخر باهظ الثمن والتكلفة وغير موفر في معظم المؤسسات العلمية وغير متاح للباحثين والأفراد الذين لهم علاقة بالنشاطات الزراعية والمائية والمناخية، ولذلك يفضل حسابه من المعادلات الرياضية المناخية باستخدام قياسات لعناصر الطقس والمناخ مثل مقدار الطاقة الشمسية الإشعاعية "التشمس" ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وغيرها من العناصر.

2-2- قرائن الراحة Comfort indices

تعد قرائن الراحة قرينة لشعور الإنسان بالراحة تحت شروط مناخية معينة، وعادة تحسب بوساطة معادلات رياضية مناخية باستخدام درجة الحرارة والرطوبة النسبية وغيرها من عناصر الطقس والمناخ.

2-3- قرائن الجفاف Aridity indices

تستخدم قرائن الجفاف عادة في التصنيف المناخي لتحديد الأقاليم الجافة عن غيرها من الأقاليم. وتحسب بوساطة معادلات رياضية مناخية باستخدام كميات الأمطار ودرجة الحرارة أو الرطوبة النسبية أو التبخر وغيرها من عناصر الطقس والمناخ.

2-4- معامل تبريد الرياح Wind chill factor

يعد معامل تبريد الرياح قرينة لمقدار تناقص درجة الحرارة بسبب تزايد سرعة الرياح.

Bioclimatology 22-23

3- عناصر المناخ المساندة Proxy elements

بالحقيقة فإن هذه العناصر ليست عناصر مقاسه لحالات الغلاف الجوي، لكنها شواهد ودلائل يستدل بوساطتها عن حالات المناخ السائدة في الماضي البعيد قبل مئات وآلاف السنين واستنتاج ما كان يجري خلالها. وتتمثل بالأوابد الأثرية بما تحتويه من مباني ونقوش وصناعات فخارية تاريخية وكتابات ورسوم على جدران الكهوف والقصور والمعابد. كما تتمثل بالحفريات الجيولوجية وأحفورياتها (مستحاثاتها) خلال طبقات الصخور، والحفريات عبر الطبقات الجليدية القطبية، وبتغير مستويات البحار والأنهار والبحيرات. وتتمثل أيضا بحلقات نمو الأشجار المعمرة والمتحجرة وبحبوب طلعها المحفوظة خلال طبقات طمي البحيرات ورسوبياتها.

ثانيا: العوامل المؤثرة في المناخ

1- العوامل الفلكية Astronomical factors

هي تغيرات فلكية في حركة الأرض والتي تفسرها نظرية عالم الرياضيات الصربي ميلوتين ميلانكوفيتش (1879-1958)

نظرية ميلانكوفيتش (Milankovitch theory)

تصف هذه النظرية علاقة حركة الأرض حول نفسها وحول الشمس وكمية الأشعة الشمسية الساقطة عليها، وهي التغيرات الدورية التي ينتج عنها تغيرات في مناخ كوكب الأرض على المدى الطويل، حيث فسر من خلالها تقدم وتراجع الجليد في القطبين. ترتكز النظرية على ثلاث تغيرات دورية منفصلة ينتج عن مجملها تغير في كمية الأشعة التي تصل إلى الأرض من الشمس مفسرة العصور الجليدية التي مرت بها الأرض.

العنصر الأول: تغير شكل مدار الأرض حول الشمس Orbital shape (Eccentricity)

هو أن مدار الأرض حول الشمس ليس تام الاستدارة. ففي بعض الأوقات من السنة تكون الأرض أقرب للشمس من أوقات أخرى. وبدرجة طفيفة تصل المزيد من الطاقة الشمسية عندما يكون الشمس والأرض في أقرب نقطة من بعضهما (**الحضيض الشمسي: Perihelion**) أكثر مما هو عليه الوضع عندما يكونان على أبعد مسافة (**الأوج الشمسي:Aphelion**).

إلا أن شكل مدار الأرض يتغير أيضا في دورات تبلغ مدتها حوالي 100000 سنة. وفي بعض الأوقات يكون بيضاويا أكثر مما هو الآن، لذا فإن الاختلاف في الإشعاع الشمسي الذي يصل في الحضيض والأوج الشمسيين يكون أكبر.

يحدث الحضيض الشمسي في الوقت الحاضر في شهر جانفي بينما يحدث الأوج في شهر جويلية. ويساعد هذا في أن تكون فصول النصف الشمالي للكرة أقل تطرفا بسبب تأثير الدفء الإضافي في الشتاء. وفي نصف الكرة الجنوبي فالفصول أكثر قسوة مما لو كان مدار الأرض حول الشمس دائريا.

العنصر الثاني: ميل محور الأرض بالنسبة إلى مستوى مدارها حول الشمس (Obliquity)

وضع العالم ميلانكوفتش نظرية تفيد بأن ميل محور الأرض لا يكون 23.5 درجة على الدوام. فهناك تذبذب قليل عبر الزمن. وقام بحساب تغيرات الميل تلك فوجد أنها تراوحت بين 22.5 درجة و24.5 درجة خلال دورة مدتها **41.000** سنة. عندما يكون الميل أقل، يكون الصيف أبرد والشتاء ألطف. أما عندما يكون الميل أكبر، تكون الفصول أكثر قسوة.

Bioclimatology 22-23

العنصر الثالث: ترنح محور الأرض Precession

يؤدي التأثير الجاذبية المتبادل بين الأرض والقمر والشمس إلى ترنح محور الأرض ليصنع مخروطا مرة واحدة كل **23000** عام ويؤدي بذلك إلى تبدل الفصول بشكل بطيء. منذ حوالي **11000** سنة كان النصف الشمالي للكرة يميل نحو الشمس في ديسمبر بدلا من جوان .فقد كان الصيف والشتاء متعاكسين. وسيحدث تبادل جديد بينهما بعد **11000** سنة من الآن.

تتحد هذه العوامل الثلاثة – الميلان، وشكل المدار، والمداورة – لتحدث تغيرات في المناخ. وبما أن هذه القوى تعمل في مقاييس زمنية مختلفة، فإن تفاعلها معقد. فأحيانا تتراكم آثارها لتعزز بعضها البعض وفي أحيان أخرى تؤدي إلى إلغاء بعضها.

على سبيل المثال، فبعد **11000** سنة عندما تؤدي المداورة إلى بدء الصيف في النصف الشمالي للكرة في شهر جانفي، فإن تأثير زيادة الإشعاع الشمسي في الحضيض الشمسي في شهر جانفي وانتقاصه في الأوج الشمسي في جويلية سيزيد بشكل كبير من الاختلاف بين الفصول في النصف الشمالي للكرة بدلا من تخفيف حدته كما هي الحالة اليوم. لكن الأمر ليس بهذه البساطة، لأن مواعيد حصول الحضيض والأوج الشمسيين تتغير كذلك.

2– العوامل الجغرافية Geographical factors

2–1– الموقع بالنسبة لخط الاستواء وزاوية سقوط الأشعة الشمسية:Latitude and angles of the sun's rays

تتوقف درجة الحرارة حسب ميل أشعة الشمس الساقطة عليها، فالمناطق القريبة من خط الاستواء تستقبل أشعة الشمس عمودية مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها أما المناطق البعيدة عن خط الاستواء فإن أشعة الشمس تصلها مائلة مما يجعل درجة حرارتها منخفضة.

2–2– الارتفاع عن سطح البحر:Elevation or Altitude effect climate

تتفاوت درجة الحرارة حسب ارتفاع الأماكن أو انخفاضها فتنخفض درجة الحرارة كلما ارتفعنا عن سطح البحر. حيث تنخفض درجة الحرارة درجة مئوية واحدة كلما ارتفعنا 150 م عن مستوى سطح البحر. ويرجع انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع إلى عدة أسباب منها:

* أن الطبقات السفلى من الهواء يكثر بها بخار الماء الذي يمتص جزء من درجة الحرارة.

* أن الهواء يكتسب حرارته من ملامسته لسطح الأرض بتأثير الإشعاع الأرضي الذي يقل تأثيره كلما ارتفعنا إلى أعلى.

* يتخلخل الهواء وتقل كثافته ويقل ضغطه كلما زاد الارتفاع مما يؤدي إلى انخفاض الحرارة.

2–3– القرب أو البعد من البحار والمحيطات (المسطحات المائية):

حيث تعمل المسطحات المائية على تلطيف حرارة الأماكن القريبة منها في الصيف وتخفف من برودتها في فصل الشتاء بينما تشتد الحرارة صيفا والبرودة شتاء في المناطق البعيدة عن المسطحات المائية.

2–4– التيارات البحرية:Ocean currents

وهي حركة المياه السطحية في المحيطات، وإذا كانت التيارات آتية من جهات حارة تسمى تيارات دافئة وإذا كانت قادمة من جهات أبرد تسمى باردة. هذه الأخيرة تؤثر بشكل واضح على المناخ.

Bioclimatology 22-23

2-5- الغطاء النباتي:Vegetation cover

مثل الغابات والحشائش بسبب عملية النتح وحجب أشعة الشمس عن الأرض وهذا يفسر لنا اختلاف درجات الحرارة بين المناطق الصحراوية والغابات الاستوائية.

2-6- الكتل الهوائية Air mass

يتأثر المناخ بوصول الكتل الهوائية الحارة أو الدافئة أو الباردة.

2-7- التضاريس Topography

تلعب التضاريس دورا هاما في تحديد مناخ منطقة ما، فمثلا تؤدي الجبال العالية إلى منع مرور السحب، الأمر يجعل من المناخ في الجهة في الجهة الأخرى ذو طبيعة جافة.

3- العوامل الجيولوجية :Geological factors

3-1- الحركات التكتونية للصفائح Plate tectonics

مثل زحزحة القارات التي كان لها تأثير كبير على مناخ الأرض خلال العصور الجيولوجية نتيجة لتأثيرها في تغير مساحة وشكل وموقع القارات والمحيطات، أثرت أيضا على مواقع الجبال. نتيجة لذلك تعرضت الدورة الجوية العامة للتغير تحت تأثير بناء الجبال وتغير نمط دورة المحيطات والتيارات البحرية. وأدى ذلك إلى تعاقب الفترات الرطبة والجافة على الأرض.

3-2- البراكين Volcanoes

إن ثوران البراكين الكبيرة يؤدي إلى خروج كميات هائلة من المواد إلى أعلى التروبوسفير والستراتوسفير، مثل ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والغبار، وبالتالي سوف تعمل على تغيير التركيب الكيميائي للغلاف الجوي. وتبقى هذه المواد تدور في الجو لعدة سنوات وتحجب جزء من الأشعة الشمسية.

4- العوامل البشرية Anthropic factors

تعد العوامل البشرية مسؤولة عن التغيرات المناخية الحديثة، فلم يكن الإنسان عامل محايد بل أدت نشاطاته المختلفة إلى تسريع حدوث التغيرات المناخية. وأدت النشاطات البشرية إلى تغير محتوى الغلاف الجوي بزيادة نسبة الغازات وخاصة غازات الدفيئة. فالنمو الكبير في عدد سكان العام وتزايد النشاط الصناعي والتكنولوجي وتضخم المدن أدى إلى تزايد غازات الدفيئة التي ساهمت في رفع درجة حرارة الأرض. فحرق ومشتقات البترول والغاز وقطع الأشجار وغيرها من النشاطات الزراعية والصناعية أدت إلى تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان والأوزون في الغلاف الجوي. وكذلك كان للإنسان دور في تناقص تركيز غاز الأوزون في الستراتوسفير والذي ربما زاد من وصول الأشعة الفوق بنفسجية إلى الأرض.

Bioclimatology 2023