كلية الزراعة بمشتهر
مركز التعليم المفتوح
الإنتاج الزراعى للتصدير

محاضرات فى

الفيزياء والأرصاد الزراعية

الرقم الكودى ١٣٥

إعداد

أ.د/ أبوالنصر هاشم عبد الحميد
أستاذ الأراضى – قسم الأراضى

أ.د/ عصمت حسن عطية نوفل
أستاذ الأراضى – قسم الأراضى

2013 - 2012

" قالوا سُبحَانَك لا عِلم لنَا إلا مَا عَلمْتنَا إنك
أَنت العَليم الحَكِيم "

صدق الله العظيم

البقـــرة

(٣٣)

كلية الزراعة بمشتهر
مركز التعليم المفتوح
الإنتاج الزراعى للتصدير

محاضرات فى

الفيزياء والأرصاد الزراعية

الرقم الكودى ١٣٥

إعداد

أ.د/ أبوالنصر هاشم عبد الحميد
أستاذ الأراضى – قسم الأراضى

أ.د/ عصمت حسن عطية نوفل
أستاذ الأراضى – قسم الأراضى

الفصل الدراسى الثانى
2012 – 2013

الفهرس

المحتوى	الصفحة
أولاً : الطبيعة	
مقدمة	١
الباب الأول	٤
أولاً: القياس	٤
وحدة القياس	٤
أنواع وحدات القياس	٥
نظم الوحدات القياسية	٦
ثانياً: الكميات الفيزيائية	٧
ثالثاً: معادلة الأبعاد	٨
إستخدامات معادلة الأبعاد	٩
الباب الثانى	١٣
خواص المادة	١٣
١ – التوتر السطحى	١٣
قوة التلاصق	١٣
قوة التماسك	١٤
تفسير ظاهرة التوتر السطحى (النظرية الجزيئية)	١٤
زاوية التلامس (θ)	١٦
العلاقة بين التوتر السطحى وطاقة السطح	١٧
الخاصة الشعرية	١٩
التطبيقات العملية على دراسة التوتر السطحى	٢٢
٢ – المرونة	٢٤
الجسم المرن	٢٤
الجسم الغير مرن	٢٤

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

المحتوى	الصفحة
الإجهاد	٢٥
أنواع الإجهاد	٢٦
الإنفعال	٢٦
أنواع الإنفعال	٢٧
قانون هوك	٢٨
تطبيقات على المرونة	٣٠
١ – القوة الناشئة داخل قضيب أثناء تمدده وإنكماشه	٣٠
٢ – نسبة بواسون	٣٣
اللزوجة	٣٦
تعريف معامل اللزوجة	٣٨
طرق تعيين معامل اللزوجة	٣٩
تعيين معامل اللزوجة لسائل بإستخدام قانون ستوكس	٣٩
العلاقة بين لزوجة السائل ودرجة حرارته	٤٠
الباب الثالث	٤٣
الحرارة	٤٣
التدريج وأنواعه	٤٤
العلاقة بين مقاييس درجات الحرارة المئوى والفهرنهيتى وكلفن	٤٥
تمدد الأجسام الصلبة	٤٧
التمدد الطولى للأجسام الصلبة	٤٧
تأثير درجة الحرارة على حركة بندول الساعة:	٤٩
وحدات الحرارة	٥١
إنتقال الحرارة	٥٤
بعض التطبيقات على إنتقال الحرارة	٥٦
تعريفات هامة فى الحرارة	٥٧

المحتوى	الصفحة
ثانياً: الأرصاد الزراعية	
مقدمة عن علم الأرصاد الجوية Meteorology	٥٩
الباب الأول	٦٢
علم الأرصاد الجوية الزراعية Agrometeorology	٦٢
فوائد الأرصاد الجوية الزراعية	٦٢
أهمية الأرصاد الجوية الزراعية	٦٣
الظواهر الجوية	٦٦
الظواهر الجوية وأثرها على الزراعة	٦٦
الطقس والمناخ	٦٨
المناخ وتأثيره على الزراعة	٧٠
وأهم عناصر المناخ التي تؤثر في الإنتاج الزراعي	٧١
العوامل المحددة لمناخ أو طقس مكان ما	٧٢
تأثير العوامل الجوية على الإنتاج الزراعي	٧٣
أهمية دراسة المناخ كأحد عناصر البيئة	٧٤
الجو Atmosphere	٧٦
الغلاف الجوى	٧٦
الغازات الداخلة فى تركيب هواء الغلاف الجوى	٧٧
تقسيم الغلاف الجوى	٧٨
تركيب الهواء الجوى	٨١
الباب الثانى	٨٥
العناصر الجوية الهامة لخدمة الزراعة	٨٥
أولاً: الإشعاع الشمى وحرارة الهواء الجوى	٨٥
مصادر تسخين الهواء	٨٩
طرق تسخين الهواء	٩٠

المحتوى	الصفحة
ثانياً: الضوء Light	٩١
ثالثاً– الحرارة Heat	٩٢
رابعاً:الرطوبة الجوية Humidity	٩٣
أنواع الرطوبة الجوية	٩٤
١ – الرطوبة المطلقة Absolute humidity	٩٤
٢ – الرطوبة النسبية Relative humidity	٩٥
حالة التشبع بالرطوبة	٩٦
نقطة الندى Dew point	٩٦
التكثيف Condensation	٩٧
أهم صور التكاثف المعروفة	٩٧
١ – الشابورة والضباب Fog	٩٧
٢ – الندى Dew	٩٨
٣ – الصقيع Frost	٩٩
٤– الثلج Snow	٩٩
٥ – البرد Hill	٩٩
٦ – السحب Clouds	١٠٠
تأثير عوامل البيئة على الرطوبة الجوية	١٠٢
تأثير درجة الحرارة على الرطوبة الجوية	١٠٢
تأثير المناخ والموقع على رطوبة الجو	١٠٤
خامساً: المطر	١٠٤
الطرق التى ينشأ عنها المطر	١٠٦
سادسا: الرياح Wind	١٠٦
كيف يمكن التعرف على وجود الرياح؟	١٠٧
التغير الرأسى لسرعة الرياح	١٠٧

المحتوى	الصفحة
سابعاً: التبخر Evaporation	١٠٩
العوامل المناخية التى تؤثر فى عملية التبخير	١٠٩
ثامناً: البخر نتح Evapotranspiration	١١٠
النتح Transpiration	١١٠
البخر نتح أو التبخير الكلى Evapotranspiration or Total evaporation (ET)	١١٢
العوامل التى تؤثر على عملية البخر نتح	١١٢
البخر نتح المعيارى	١١٤
الباب الثالث	١١٥
العوامل البيئية والحاصلات الزراعية	١١٥
تأثير العوامل البيئية على النبات	١١٥
العوامل الجوية Climatic Factors	١١٧
أهم عناصر المناخ التي تؤثر في الإنتاج الزراعي	١١٧
أولاً: الإشعاع الشمسي	١١٨
الإشعاع الشمسي المنعكس (الالبيدو Albedo)	١٢٢
ثانياً: الضوء	١٢٣
تأثيرات الضوء على النبات	١٢٥
تقسيم النباتات من حيث إستجابتها إلى شدة الضوء	١٢٧
١ – تأثير الضوء على إنتاج الكلوروفيل	١٢٩
٢ – تأثير الضوء على عدد البلاستيدات الخضراء ومواضعها	١٣٠
٣ – تأثير الضوء على تركيب الورقة	١٣١
٤ – تأثير الضوء على السيقان	١٣٣
٥ – علاقة الضوء بالتغيرات اليومية في حركة الثغور	١٣٣
الخصائص الفسيولوجية لنباتات الشمس مقارنة بنباتات الظل	١٣٤

المحتوى	الصفحة
ثانيا: درجة الحرارة Temperature	١٣٥
تأثيرات الحرارة على النبات	١٣٧
درجات الحرارة الحدية	١٣٨
درجة حرارة النبات	١٤٠
درجات الحرارة الملائمة وغير الملائمة للنبات	١٤١
درجات الحرارة المثلى Optimum Temperature	١٤٢
تأثير درجة الحرارة على الكساء الخضري	١٤٢
تأثير درجة الحرارة على المحاصيل	١٤٣
التأثيرات السلبية لإرتفاع درجة الحرارة	١٤٤
التأثيرات السلبية للحرارة المنخفضة	١٤٦
ثالثا: الرطوبة النسبية Relative Humidity	١٤٧
رابعاً : الرياح wind	١٤٩
تأثير الرياح على النباتات	١٥١
– التأثيرات الفسيولوجية للرياح	١٥١
– التأثيرات الميكانيكية للرياح	١٥٢
أضرار الرياح:	١٥٤
مصدات الرياح Wind breaks	١٥٨
الكثبان الرملية Sand dunes	١٥٨
خامسا: التبخر Evaporation	١٥٩
علاقة التبخر بتوزيع النباتات	١٥٩
سادساً: المطر Rain	١٦٠
العلاقة بين المطر والمحتوى المائي للتربة	١٦١
أضرار الأمطار الغزيرة	١٦٣
سابعا: الندى Dew	١٦٣

المحتوى	الصفحة
موعد تكاثف الندى	١٦٤
تنظيم الندى لدرجة الحرارة	١٦٤
مصادر ماء الندى	١٦٥
ثامناً: الثلج	١٦٥
تاسعاً : الصقيع	١٦٦
تأثير العوامل المناخية على نمو أشجار الحمضيات	١٦٧
أولاً: تأثير الحرارة	١٦٧
ثانياً:تأثير الرطوبة	١٦٧
ثالثاً: تأثير الضوء	١٦٨
رابعاً: تأثير الرياح	١٦٨
الباب الرابع	١٦٩
الإحتياجات المائية والإستهلاك المائي للنباتات	١٦٩
العوامل التى تؤثر على الإستهلاك المائى للنباتات	١٧٠
طرق تقدير الإستهلاك المائى للمحاصيل	١٧١
أولاً: الطرق المباشرة	١٧١
ثانياً الطرق الغير مباشرة	١٧٣
الأرصاد الجوية الزراعية ودورها في مكافحة الأمراض والآفات النباتية.	١٧٤
دور الرصد البيئي والتغيرات المناخيه في تحليل والتنبؤ بالأمراض الوبائية	١٧٤
أهمية الظروف الجوية في تطور وظهور الأمراض والآفات النباتية	١٧٤
العوامل الهامة في إنشاء التنبؤ	١٧٧
تحليل الأوبئة النباتية Analysis of Epidemics	١٧٧
التنبؤ بالأمراض النباتية	١٧٨

المحتوى	الصفحة
مرض اللفحة النارية على الكمثرى fire blight on pear	١٧٨
مرض اللفحة (الندوة) المتأخرة فى البطاطس Late blight on potato	١٨٠
التغيرات المناخية وأثرها على الإنتاج الزراعى	١٨١
أسباب التغير المناخي	١٨١
تأثير التغير المناخي على القطاع الزراعي والقطاعات الاخرى	١٨٣
١- الأراضي الزراعية	١٨٣
٢- إنتاجية المزروعات	١٨٣
٣ - الثروة الحيوانية ومصايد الأسماك	١٨٤
٤- الأمراض والآفات النباتية	١٨٥
٥- الصحة العامة للبشر	١٨٥
٦ - الإستهلاك المائي للنباتات	١٨٥
٧ - البحار والأنهار والمياه الجوفية والسطحية والكتل الجليدية	١٨٦
٨- التنوع الحيوي	١٨٦
المقترحات والتوصيات لمواجهة الآثار السلبية الناجمة عن التغيرات المناخية في مجال الزراعة	١٨٧
أثر تغير المناخ علي مخلفات العقاقير البيطرية في الأغذية	١٨٩
بعض الأخطار التى تهدد بيئة الإنسان	١٨٩
قياس العناصر المناخية	١٩١
محطة الأرصاد الجوية	١٩١
شروط إختيار موقع المحطة	١٩١
أنواع محطات الأرصاد الجوية الزراعية ومزاياها	١٩١
آلية عمل محطة الأرصاد	١٩٣
المراجع العربية و الأجنبية	١٩٥

أولاً
الفيزياء

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــة

تعتبر العلوم الزراعية من العلوم التطبيقية والتى تستخدم العلوم البحتة بما فيها من مفاهيم كمية لتطبيقها وتفسير الظواهر المختلفة فى المجالات المختلفة للعلوم الزراعية ومن أهم العلوم البحتة علم الفيزياء الذى تطور فى القرن العشرين وتحول إلى فهم كامل وشامل للكون وتطورت وسائله وصوره بشكل ملموس وإختص بدراسة التكوين الأساسى لذلك الكون. مثلاً القوانين التى إستنبطت من مشاهدات وقياسات تجريبية مختلفة والتى وضعت فى صورة علاقات رياضية مختلفة تكتسب أهميتها حين تطبق فى المجالات العلمية المختلفة التى تستخدم لخدمة البشر وحل المشاكل المختلفة وتفسر بعض الظواهر العديدة فى حياتنا اليومية.

وقد زادت الدراسات الفيزيائية المختلفة بإستخدام المعادلات التى أدت إلى تطور العلوم التطبيقية ومن بينها العلوم الزراعية فعلى سبيل المثال قوانين الحركة وتطبيقاتها العديدة فى المجال الزراعى مثل جهاز فرز اللبن وجهاز تجفيف الزبد وأجهزة تقدير الرطوبة وطلمبات رفع المياه وأجهزة فصل السوائل والغرويات وأجهزة الرج والطرد المركزى وغيرها كل ذلك يعتمد على قوانين الحركة.

وأيضاً خواص المادة التى لها تطبيقات عديدة فى المجال الزراعى فالقوانين الفيزيائية التى تحكم الحالة الصلبة للمادة والتى تربط بين الإجهاد Stress والتغير النسبى المقابل له فى الشكل أوالحجم أوالطول وهو ما يعرف بالإنفعال Strain نجد أن لها تطبيقات عديدة فى قياسات المنشآت والمبانى الزراعية

وكذلك إستخدام الآلات الزراعية التى تستخدم فى عمليات الحفر والحرث والتسوية والتى تعمل فى درجات مختلفة من الرطوبة والجفاف.

أما بالنسبة للحالة السائلة من حالات المادة فهناك تطبيقات زراعية عديدة من لزوجة وكثافة السائل وكذلك حالات الجذب السطحى مثال ذلك دراسة حركة الماء فى القنوات المقفولة والمفتوحة وكذلك فى المصارف وكذلك حركة السائل خلال التربة أثناء سقوط الأمطار أو الرى والحركة أثناء الجفاف وما يترتب عليه من تأثير على خواص التربة الطبيعية وكذلك المحاصيل النامية. وأيضا التطبيقات المصاحبة لذلك من تقدير نسب مكونات الأرض المعدنية والتى تعتمد على سرعة السقوط لهذه الحبيبات خلال السوائل والتى تتوقف أساسا على لزوجة السوائل وأنصاف أقطار هذه الحبيبات والعلاقة التى إستنبطها العالم Stocks لفصل حبيبات التربة المختلفة.

كذلك تطبيقات القوانين الطبيعية للحرارة Heat وإنتقالها حيث وجد أن الحرارة التى تمتص بواسطة النبات أو التربة أو الحيوانات أو الحشرات تؤثر تأثير واضح على الإنتاج الزراعى كما أن إنتقال الحرارة خلال طبقات الغلاف الجوى الملاصق لسطح الأراضى المنزرعة ثم خلال سطح التربة إلى الأعماق المختلفة يفسر العديد من الظواهر ويحل الكثير من المشاكل الزراعية المختلفة.

أيضا فى مجال الهواء الأرضى والجوى من حيث كميته وتركيبه وتجديده فى التربة والجو له أثر واضح على خواص التربة الكيميائية وما يصاحبه من عمليات أكسدة وإختزال وإنجراف للتربة كل ذلك له أثره الواضح على الإنتاج الزراعى ويمكن الإستعانه به فى تفسير العديد من الظواهر وحل العديد من المشاكل التى يكون لها تأثير واضح فى الحياة اليومية وأيضا بالنسبة لتطبيقات الضوء فى الزراعة نجد أن ضوء الشمس هو مصدر الإضاءة الهام والمؤثر من وجهة النظر الزراعية ونجد أن ضوء الشمس يشمل أطوال موجات

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

مختلفة وقد وجد أن هذه الموجات تختلف فى درجة تأثيرها على نمو النبات فنجد أن بعضها مفيد وضرورى والبعض الأخر قاتل ومميت ويعتبر الجزء المنظور من ضوء الشمس والذى تتراوح أطواله الموجية بين ٠.٤ – ٠.٧ ميكرون ذات أهمية كبرى على النشاط الحيوى وإكتمال دورة حياة النبات وأهم هذه العمليات هى التمثيل الضوئى وما يصاحبها من بناء جسم النبات وتخزين العناصر الغذائية فى أماكن التخزين المختلفة فى النبات.

أما العملية الثانية فهى الفترة الضوئية وهى الفترة من الضوء التى يجب أن يتعرض لها النبات لكى يستجيب للإزهار.

أما بالنسبة للدواجن فنجد أن سقوط أشعة الشمس على أعين الدجاج يسبب لها هياج وكذلك طول الفترة الضوئية تؤثر تأثير إيجابى على وضع البيض.

وفى مجال التربة Soil يكون للضوء دور هام فى تحديد لون أفاق التربة المختلفة وما لذلك من أهمية فى عمليات وصف قطاع التربة وتحديد درجة تطوره.

محتوى الأبواب المختلفة

أولاً: الفيزياء

الموضوعات الرئيسية التى يتناولها كل باب

(محتويات الباب الأول)

مقدمة

أولاً: القياس

- وحدات القياس
- أنواع وحدات القياس
- نظم الوحدات القياسية

ثانياً: الكميات الفيزيائية

أنواع الكميات الفيزيائية

ثالثاً: معادلة الأبعاد

إستخدامات معادلة الأبعاد

الباب لأول

الكميات الفيزيائية Physical Quantities

أولاً القياس

تعريف القياس:

يُعرَّف القياس على أنه تقدير كمية شىء معين عن طريق إيجاد عدد مرات إحتواء هذا الشىء على كمية معينة منه.

هذه الكمية المعينة تُعرف بوحدة القياس لذلك لابد من تعريف وحدة القياس والشروط الواجب توافرها فيها.

وحدة القياس :

هى عبارة عن كمية طبيعية معروفة ومحددة تقارن على أساسها كميات طبيعية من نفس النوع غير معروفة وغير محددة.

الشروط الواجب توافرها فى وحدة القياس

١. أن تكون وحدة القياس مُعرَّفة تعريفاً دقيقاً وواضح.
٢. أن ترتبط بعلاقات رياضية بسيطة مع الوحدات الأخرى من نفس النوع فعلى سبيل المثال المتر = ١٠٠ سم ، الكيلوجرام = ١٠٠٠ جرام ، الساعة ٦٠ دقيقة إلى أخره.
٣. أن تكون وحدة القياس سهلة التحديد حتى يتسنى إستخدامها بسهوله ويسر.
٤. أن تكون وحدة القياس ثابتة وغير متغيرة بتغير الزمن.

أنواع وحدات القياس

توجد عدة أنواع لوحدات القياس:

١. وحدة قياس الطول Standard of length:

وهى عبارة عن المتر ، وقد قورن المتر فى فرنسا بواحد على مليون من المسافة بين مدينتين بول واكواتور وصُنع من البلاتين وحُفظ فى مكتب الموازين بفرنسا بعد طبع عدة نسخ منه إلى البلاد التى تتحدث الفرنسية. أما الياردة فهى وحدة لقياس الطول بالنسبة للبلاد التى تتحدث بالإنجليزية وهى تساوى ٠.٩١٤٤ متر أو البوصة وهى تساوى ٢.٥ سم. وبالرغم من ذلك لاقت هذه الوحدات بعض الإعتراضات أهما:

١. **لايمكن إعادة إنتاجه أو نسخه بطريقة دقيقة.**
٢. **الدقة التى يمكن الحصول عليها منه غير كافية وهى تساوى جزء واحد فى كل ١٠ ^{٧} جزء.**

لذلك تم الإستعانه حديثاً بطول الموجة الضوئية كوحده لقياس الطول وذلك للتغلب على الخطأ أو الدقة فى القياس حيث يكون الخطأ بها جزء فى كل ١٠ ^{٩} جزء .

٢. وحدة قياس الكتلة Standard of mass:

وحدة قياس الكتلة هى الجرام والكيلوجرام فى البلاد التى تتحدث الفرنسية والباوند أو الرطل فى البلاد التى تتحدث الإنجليزية والباوند أو الرطل = ٤٥٣ جرام.

٣. وحدة قياس الزمن Standard of time:

تعتبر وحدة قياس الوقت ذو أهمية بالغة من أجل معرفة الأغراض المدنية أو العلمية لذلك فإن وحدة قياس الوقت لابد أن تجيب على سؤالين هما كم من الوقت يستغرق حدث معين؟ وفى أى وقت يمكن حدوث هذا الحدث؟.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

لذلك إستُخدم أى حدث يكرر نفسة كوحدة لقياس الزمن فمثلاً الأرض تدور حول نفسها لذلك عُرف اليوم وكذلك تدور الأرض حول الشمس كل عام.

أيضاُ القمر يدور حول الأرض كل شهر وهكذا لذلك نجد أن أى حدث يمكن أن يكرر نفسه يؤخذ كوحدة قياس الزمن.

نظم الوحدات القياسية Systems of units :

كما سبق أن وضحنا أن هناك قدراً من الحرية فى إختيار الكميات الأساسية فيمكن بناء على ذلك أن نختار الطول والزمن والكتلة على أنها كميات أساسية أما باقى الكميات كالسرعة والقوة والعمق والإرتفاع فتختار على أنها كميات مشتقة والتى يعبر عنها بدلالة الكميات الأساسية.

ويمكن أن نعبر عن القوة ككمية أساسية بدلاً من الكتلة كما أن هناك كميات أساسية أخرى مثل درجة الحرارة والأمبير وغيرها. ويوجد عدة نظم للكميات القياسية منها :

١. **النظام الفرنسى المطلق أونظام جاوس** Gaws system :

وهو النظام الذى تعتبر وحداته الأساسية هى الجرام والسنتيمتر والثانية (g, cm ,s) فى تحديد الأبعاد وتعرف هذه الوحدات بالوحدات القياسية المطلقة.

٢. **النظام البريطانى FPS system :**

وهو النظام التى تعتبر وحداته الأساسية هى القدم والباوند والثانية (F.P.S) وهذه الوحدات لا تستخدم كثيراً فى المجالات العلمية وذلك لأن أجزاءه تحتوى على كثير من الكسور الإعتيادية.

٣. **النظام الدولى International :**

وهو نظام يتبع فى جميع بلدان العالم وحداته المتر – الكيلوجرام – الثانية (m, kg ,s).

ثانياً: الكميات الفيزيائية Physical quantities:

تعتبر الكميات الفيزيائية وحدات البناء فى الفيزياء وعن طريقها يمكن التعبير عن القوانين الفيزيائية المختلفة. ومن أهم هذه الكميات القوة ، السرعة ، الكثافة ، درجة الحرارة والشحنة. ولابد من تعريف الكميات بوضوح ودقة وتحديد أى كمية فيزيائية يكون من خلال عمليات قياس الكمية لأن التعريف ماهو إلا مجموعة عمليات قد تشمل حسابات رياضية توصل إلى رقم ذو وحدة.

وتقسم الكمية الفيزيائية إلى كميات أساسية وكميات مشتقة وهذا التقسيم إختيارى بمعنى أن أى كمية معينة يمكن أن ينظر إليها على أنها أساسية فى مجموعة عمليات ومشتقة فى مجموعة أخرى.

الكميات الفزيائية المشتقة :

هى التى تعرف بدلالة كميات فيزيائية أخرى مثل الحجم –الكثافة والسرعة والعجلة.

الكميات الفزيائية الأساسية :

هى الكميات التى تُعرف بدلالة نفسها وليس بدلالة كميات أخرى مثل الزمن – الطول – الكتلة ... وغيرها . وتعرف الكمية الفيزيائية على مرحلتان: **الأولى** هى إختيار وحدة القياس **والثانية** هى القيام بعمليات المقارنة للكمية التى تقاس بوحدة القياس حتى نحصل على عدد يؤخذ كمقياس لهذه الكمية.

ثالثاً: معادلة الأبعاد Dimensional equation:

الأبعاد ما هى إلا تمييز الكميات الفيزيائية وعندما يعبر بالأبعاد عن كمية معينة فهى تدل على طبيعة هذه الكمية أو معناها الفيزيائى.

فمثلاً : أبعاد الكميات المشتقة ما هى إلا نسبة أو حاصل ضرب أبعاد الكميات الأساسية التى تستخدم فى إستنتاجها.

أما التحليل البعدى فهو إيجاد معادلة الأبعاد أى التعبير البعدى عن الكمية الفيزيائية بدلالة أبعاد الكميات الأساسية. وعلى سبيل المثال:

- السرعة = معدل تغيير المسافة بالنسبة للزمن $\mathbf{L/T = LT^{-1}}$.
- العجلة معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن $\mathbf{LT^{-1}/T = LT^{-2}}$. $\mathbf{LT^{-2}}$
- الوزن النوعى: لا يُميز لأنه نسبة بين كتلة وحدة الحجوم من المادة على كتلة وحدة الحجوم من الماء.

$$ML^{-3}/ML^{-3} = Zero$$

- **الكثافة هى كتلة وحدة الحجوم من المادة $\mathbf{ML^{-1}}$**

فإذا أخذنا الكميات الأساسية ورمزنا للطول " L " والكتلة " M " والزمن بالرمز " T " فإنه يمكن تعيين وحدات المقادير الفيزيائية بدلالة هذه المقادير الثلاث الأساسية وكمثال للتوضيح السرعة مثلاً : = المسافة ÷ الزمن . (L / T)

ويعبر دائماً عن مقدار أى كمية طبيعية برقم هو مقياس لهذه الكمية بدلالة الوحدة القياسية. ويتوقف المقياس على قيمة الوحدة القياسية ولكن يظل حاصل ضرب المقياس فى قيمة الوحدة القياسية ثابت.

تقضى نظرية الأبعاد بأن يكون طرفى المعادلة الرياضية متجانسين بعدياً لذلك نستخدم هذا النظرية فى التأكد من صحة القوانين الفيزيائية كما تستحدم أيضاً فى إستنباط شكل العلاقة التى تحكم تغيراً معيناً وبالرغم من ذلك

فإن النظرية تبعاً للمقادير الثابتة فى العلاقات الرياضية بل يلزم إجراء تحليل رياضى كامل لمعرفة هذه الثوابت.

إستخدامات معادلة الأبعاد:-

أولاً: إستخدام معادلات الأبعاد فى الحكم على صحة قانون :

مثـال:

إذا أردنا إختبار قانون ستوكس لفصل الحبيبات

$$V = (2/9)\, gr^2 \left[(D_1 - D_2) / \eta \right]$$

حيث: D_1 = كثافة الحبيبات الصلبة.

D_2 = كثافة السائل.

r = نصف قطر الحبيبة.

η = معامل اللزوجة .

لكى نتأكد من صحة هذا القانون نبدأ أولا تحليل القانون من ناحية الأبعاد يجب أن يكون طرفى القانون متساويان.

الطرف الأول $V = L/T$

الطرف الثانى $= L / T^2 \,.\, L^2 \,.\, M / L^3 \,.\, LT / M$

$= L/T$

∴ الطرفان متساويان

وعلى ذلك تكون العلاقة من وجهة نظر الأبعاد سليمة إذن القانون سليم.

مثال أخر: إذا أعطيت المعادلة:

$$\mathbf{Q = V^2 \,.\, AT}$$

حيث: **Q** تمثل حجم الماء الذى يمر من فتحة مساحة مقطعها (A) بسرعة

مقدارها (V) وخلال زمن مقداره (T). وضح كيف يمكنك التأكد من صحة هذه المعادلة.

كما سبق قلنا نبدأ بتحليل المعادلة من حيث الأبعاد.

$Q = L.L.L = L^3$ الطرف الأول

$= V^2 . AT$ الطرف الثانى

$L^3 = (L / T)^2 . L^2 . T$

$= L^2 / T^2 . L^2 . T$

$= L^4 . T$

$= L^3 . L / T$

$= L^3 . V$

ويتضح من ذلك أن طرفى المعادلة غير متساويان بعديا

$L^3 = L^3 . V$

ولكى تكون المعادلة متساوية الأبعاد فإنه يلزم قسمة الطرف الثانى على وحدة سرعة حتى تصبح المعادلة صحيحة.

$Q = (V^2 . AT / V)$

$Q = (V^2 . AT) / V$

∴ المعادلة الصحيحة $Q = V . AT$ وليست V^2 .

ثانياً : إستخدام معادلات الأبعاد فى إستنتاج أبعاد الكميات المشتقة:

أ – السرعة = المسافة ÷ الزمن $= L /T = LT^{-1}$

ب – العجلة = السرعة على الزمن $= [(LT^{-1}) / T] = LT^{-2}$

جـ – القوة = الكتلة × العجلة $= M (LT^{-2}) = MLT^{-2}$

د – طاقة الوضع أو الشغل = القوة × المسافة $= MLT^{-2} . L = ML^2 T^{-2}$

هـ – الضغط = القوة ÷ المساحة $= (MLT^{-2}) / L^2 = ML^{-1} T^2$

و – الكثافة = الكتلة ÷ الحجم $= M / L^3 = ML^{-3}$

ز – الزاوية = القوس ÷ نصف القطر $= L / L = 1$

ل – السرعة الزاوية = الزاوية ÷ الزمن $= 1 / T = T^{-1}$

ك – التردد = ١ ÷ زمن الذبذبة $= 1 / T = T^{-1}$

ثالثاً : إستخدام معادلات الأبعاد فى الحكم على صحة تعريف :-

من المعروف أن القوة على سبيل المثال تساوى حاصل ضرب الكتلة × العجلة. ويوجد تعريف أخر للقوة بأنه **عبارة عن معدل تغير كمية الحركة بالنسبة للزمن.**

تعالو نحلل كل تعريف على حدة

فالتعريف الأول يوضح أن القوة = الكتلة × العجلة.

أبعاد القوة $= M . g$

$= ML\ T^{-2}$

ومن التعريف الثانى نجد أن القوة = (الكتلة × السرعة) ÷ الزمن

وبالتالى تكون أبعاد القوة $= (M . LT^{-1}) / T = ML\ T^{-2}$

وبذلك نجد أن أبعاد القوة المستنتجة بناء على التعريفين واحدة وبذلك يكون التعريف الجديد صحيحاً.

رابعاً : إستخدام معادلات الأبعاد فى التعرف على طبيعة الثابت الذى يوجد فى المعادلات الفيزيائية.

فى حالات كثيرة يكون الثابت الذى يوجد فى المعادلات الفيزيائية مجرد عدد ليس له أى أبعاد وقد يكون هذا الثابت كمية قيزيائية ذات أبعاد محددة ويمكن إستعمال معادلات الأبعاد لمعرفة حقيقة هذا الثابت ولكى نوضح ذلك يجب أن نأخذ مثال لكى يفسر لنا ذلك.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

مثال :

ينص قانون الجاذبية العام على أن قوة الجذب بين أى كتلتين M_1 ، M_2 تتناسب طردياً مع قيمة كل كتلة وتتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما.

بمعنى أن

$$F \alpha M_1 \cdot M_2$$

$$F \alpha \frac{M . M_2}{L^2}$$

$$\therefore \quad F = K M^2 L^{-2}$$

$$ML\,T^{-2} = KM^2\,L^{-2}$$

$$K = \frac{ML\,T^{-2}}{M^2\,L^{-2}} = M^{-1}L^3T^{-2}$$

وبذلك تكون قيمة الثابت هى $M^{-1}L^3T^{-2}$

وهذا يدل على أن الثابت العام لقانون الجاذبية ليس مجرد عدد ولكنه كمية فيزيائية لها أبعاد مثل أى كمية فيزيائية أخرى.

محتويات الباب الثانى

خواص المادة:

١ – التوتر السطحى

- **قوة التلاصق**
- **قوة (التجاذب) التماسك**
- **تفسير ظاهرة التوتر السطحى (النظرية الجزيئية)**
- **زاوية التلامس (θ)**
- **العلاقة بين التوتر السطحى وطاقة السطح**
- **الخاصة الشعرية**
- **التطبيقات على التوتر السطحى**

٢ – المرونة

- **الجسم المرن**
- **الجسم الغير مرن**
- **الإجهاد**
- **أنواع الإجهاد**
- **الإنفعال**
- **أنواع الإنفعال**
- **قانون هوك**

تطبيقات على المرونة

- **القوة الناشئة داخل قضيب أثناء تمدده وإنكماشه**
- **نسبة بواسون**

٣ – اللزوجة

- **تعريف معامل اللزوجة**
- **طرق تعيين معامل اللزوجة**
- **تعيين معامل اللزوجة لسائل بإستخدام قانون ستوكس**
- **العلاقة بين لزوجة السائل ودرجة حرارته**

الباب الثانى

خواص المادة

يوجد العديد من خواص المادة ولكن سوف نكتفى فى هذا الباب عن خواص الحالة السائلة من حالات المادة مثل التوتر السطحى واللزوجة وخواص الحالة الصلبة مثل المرونة.

التوتر السطحى Surface tension

توجد بعض الظواهر فى حياتنا اليومية تشد الإنتباه مثل تعليق قطرة من الماء فوق فوهة صنبور لفترة قبل إنفصالها تماما أو إمكانية أن يطفو دبوس أو شفرة حلاقة فوق سطح سائل مثل الماء رغم كبر كثافة الدبوس أو شفرة الحلاقة عن كثافة الماء.

كما تشاهد إنهمار مياه الأمطار فى صورة قطرات كما نلاحظ تجمع الزئبق على سطح الزجاج فى صورة شكل كروى بدلا من إنها تنتشر على صورة غشاء مثل الماء بفعل تأثير الجاذبية وأيضاً من هذه الظواهر ظاهرة إرتفاع الماء فى الأنابيب الشعرية ضد تأثير الجاذبية الأرضية . كل هذه الظواهر ما هو تفسيرها؟

أولاً : لتفسير كل هذه الظواهر لابد من معرفة أن هناك نوعان من القوى التى تؤثر على المادة هى:

١ – قوى التلاصق Adhesion

وهى عبارة عن قوى الجذب التى تحدث بين جزيئات حالتين مختلفتين من

حالات المادة. صلبة مع سائل ، سائل مع غاز ، غاز مع صلب.

٢ – قوى التماسك Cohesion

وهى عبارة عن قوى الجذب التى تحدث بين جزيئات الحالة الواحدة من حالات المادة أى قوى تجاذب بين جزيئات السائل وبعضها أو قوى تجاذب بين جزيئات الحالة الصلبة وبعضها.

ويلاحظ أن تفاعل قوى التماسك وقوى التلاصق ينتج عنه ظاهرة أو خاصية من خواص المادة يطلق عليها التوتر السطحى أو الشد السطحى Surface tension.

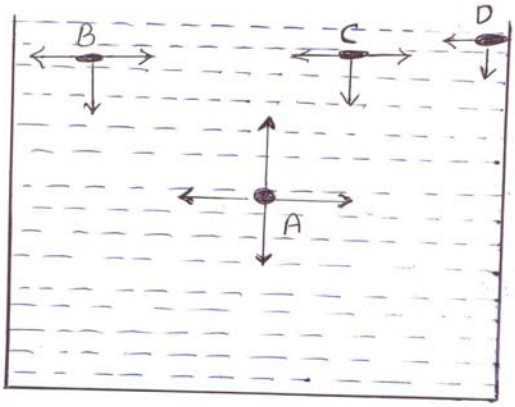
أى أنه يمكن القول أنه إذا ترك أى سائل لمسلكه الطبيعى دون وجود حواجز تؤثر على شكله فإنه يميل إلى تشكيل نفسه بحيث يعطى أصغر سطح ممكن وذلك لأن سطوح السوائل تميل إلى الإنكماش فى أقل مساحة ممكنة ويعمل سطح السائل كما لوكان غشاء ممتد له القدرة على الإنكماش.

تفسير ظاهرة التوتر السطحى (النظرية الجزيئية) :

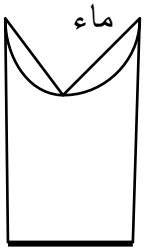
لكى نفسر ظاهرة التوتر السطحى نفترض أن لدينا إناء به سائل ونفترض أن لدينا فى هذا السائل مجموعة جزيئات مثل (A) الذى يقع داخل السائل وهذا الجزئ وزنه وإلى أعلى تحت تأثير قوى الدفع ومن الجوانب تحت تأثير قوى الـ Cohesion وتكون كل هذه القوى متزنة لأن الجزئ موجود فى حالة سكون أما بالنسبة للجزئ B ، C القريبين من السطح فإن محصلة القوى إلى أسفل (داخل السائل) تكون أكبر من القوى إلى أعلى لأن الجزئ يقع بالقرب من السطح وبالتالى تكون قوة الدفع قليلة أو تكاد تكون

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

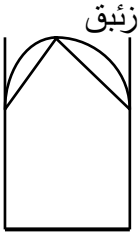
معدومة أى أن التأثير يكون لداخل السائل وهذا يفسر عدم إفلات الجزئ خارج أو بعيد عن سطح السائل.



أما بالنسبة للجزئ (D) القريب من جدران الأناء فإنه بالإضافة إلى قوى الـ Cohesion توجد قوى أخرى مثل الـ Adhesion الناتجة عن تلاصق الإناء ويترتب على ذلك ما يلى:



١ – **أنه إذا ذادت قوى التلاصق Adhesion عن قوى التماسك Cohesion** فإن جزيئات السائل تتلاصق بالإناء وتتسلق الجدران إلى أعلى ويأخذ سطح السائل فى الإناء الشكل المقعر ويطلق على هذا النوع من السوائل إسم السائل المبلل مثل الماء مع الزجاج أو سائل قابل للإنتشار على الأسطح الصلبة.



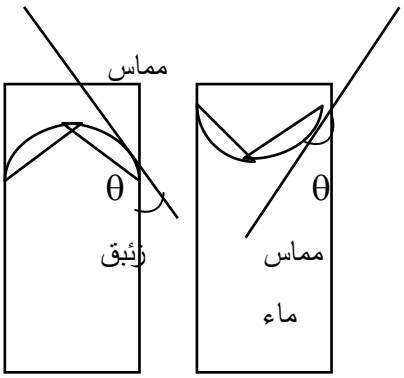
٢ – **أما إذا كانت قوى الـ Cohesion أكبر من الـ Adhesion** فإن جزيئات السائل تهبط إلى أسفل ويأخذ شكل السائل الشكل المحدب ويطلق على هذا النوع من السوائل غير مبللة مثل الزئبق ، وعلى ذلك

فجزيئات السائل على السطح أو قريباً منه وكذلك التى يختلف موقعها بالنسبة لجدران الإناء لا تكون واقعة تحت تأثير قوى متزنة ولكن تؤثر عليها محصلة قوى تعمل فى إتجاه معين وهذه القوى تجعل سطح السائل كالغشاء المشدود ويقاوم أى تغير فى شكله ويحاول أن يأخذ أقل مساحة ممكنة حتى يجعل طاقته السطحية أقل ما يمكن.

من كل ما سبق يمكن أن نضع تعريف للتوتر السطحى بأنه الشغل اللازم لزياد ة مساحة سطح السائل بمقدار الوحدة (١ سم٢) وتكون وحداته إرج / سم٢ أو القوة التى تعمل مماسية للسطح عمودية على وحدة الأطول من السطح ووحداته داين/ سم. ويوجد تعريف شامل للتوتر السطحى هو : الطاقة المختزنة فى وحدة المساحات من السطح الفاصل.

زاوية التلامس (θ):

إذا لوحظ سطح الماء الذى إرتفع فى أنبوبة شعرية فإننا سوف نجد أن سطح الماء الملامس لجدران الأنبوبة أعلى من مستوى سطحه فى مركز الأنبوبة ويكون على شكل نصف كرة ونفس الكلام يلاحظ إذا وضع الماء فى وعاء زجاجى نظيف مما يدل على أن قوى الجذب بين جزيئات الوعاء وجزيئات السائل تفوق تلك القوى بين جزيئات السائل نفسه أما فى حالة الزئبق يشاهد إنخفاض سطح الزئبق الملامس لجدران الوعاء عن مستواه فى مركز الوعاء مما يدل على أن قوى الجذب بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى الجذب بين جزيئات وجدران الوعاء والزاوية المحصورة بين المماس للسطح عند نقطة التلامس وجدران الوعاء تعرف بزاوية التلامس



مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

وتتوقف على درجة نظافة ونقاوة الوعاء والسائل.

ويلاحظ أن زاوية التلامس (θ) فى حالة السوائل المبللة تكون حادة وتكون فى حالة السوائل الغير مبللة منفرجة كما فى الشكل السابق كما يلاحظ فى حالة السوائل المبللة إذا لم تذكر قيمة لزاوية التلامس فنفترض أنها = صفر كما فى الماء على سبيل المثال.

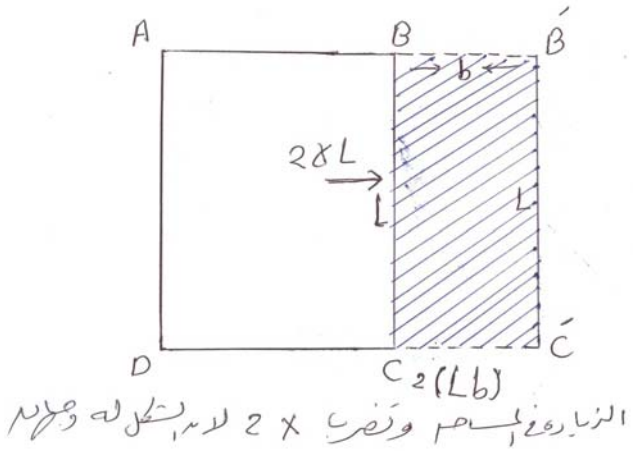
العلاقة بين التوتر السطحى وطاقة السطح:

لقد سبق وعرفنا التوتر السطحى بأنه الطاقة المختزنة فى وحدة المساحات من السطح الفاصل والأن سوف نوضح ما نعنيه بهذا التعريف. لنأخذ على سبيل الفرض وليس التطبيق شريط من محلول الصابون وهذا الشريط مشدود بين أضلع برواز أضلعه هى ABCD كما فى الشكل وإذا كان (α) هو معامل التوتر السطح للمحلول بالداين على السنتيمتر فإن القوة الناشئة من التوتر السطحى والتى تؤثر على الضلع BC تساوى $2\ \alpha\ L$ داين حيث L مقاسة بالسنتيمتر وتعبر عن وحدة المساحة المعرضة وأضيف العدد (2) نظراً لأن الشريط له سطحان.

ولنفرض أن الضلع (BC) تحرك نتيجة القوة الواقعة عليه مسافة مقدارها (b) يصل إلى BC ضد قوى التوتر السطحى مسبباً بذلك زيادة مساحة سطحى الشريط وإذا كانت درجة حرارة المحلول ثابتة فإن معامل التوتر السطحى (α) سيبقى ثابت أثناء حركة الضلع BC إلى BC.

والشغل المبذول لزيادة مساحة سطحى الشريط يساوى القوة × المسافة. ولكن 2lb هو الزيادة فى المساحة إذن الشغل المبذول لزيادة السطح بمقدار الوحدة يساوى التوتر السطحى. ومن ذلك فإن التوتر السطحى (α) يساوى الطاقة

اللازمة لإنشاء أو لعمل وحدة المساحات من السطح عند ثبوت درجة الحرارة فإن الشغل المبذول = التوتر السطحى × الزيادة فى المساحة (2Lb)



ولتوضيح ذلك نأخذ الأمثلة التالية :

مثال ١:

إحسب الشغل المبذول ضد قوى التوتر السطحى اللازم لنفخ فقاعة صابون قطرها ١ ملليمتر إذا علمت أن التوتر السطحى لمحلول الصابون يساوى ٢٥ داين / سم.

الحل

الشغل المبذول = التوتر السطحى × الزيادة فى مساحة السطح

والزيادة فى مساحة السطح = مساحة سطحى الفقاعة بعد النفخ – مساحة سطحى الفقاعة قبل النفخ (صفر)

∴ الزيادة فى المساحة = $2 \times 4 \pi r^2$

$6.28 = 2 \times 4 \times 3.14 \ (0.5)^2$

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

بما أن الشغل المبذول = الزيادة فى المساحة × التوتر السطحى

$= 6.28 \times 25 = 157$ Erg

مثال ٢ :

إحسب الشغل اللازم بذله لتفتيت قطرة ماء نصف قطرها ٠.٥ سم إلى عدد من القطرات كل منها نصف قطرها ١ مم إذا علمت أن التوتر السطح للماء ٧٠ داين/سم.

الحل

$$\text{عدد القطرات} = \frac{4/3\ \pi r^3 [\ 4/3\ \pi (0.5)^3\ ]}{4/3\ \pi r^3 [\ 4/3\ \pi (0.1)^3\ ]} = 125 \text{ قطرة}$$

المساحة النهائية للقطرات = عدد القطرات × مساحة القطرة الواحدة

$= 125 \times 4\ \pi r^2$ قطرة

$$125 \times 4 \times 3.14 \times (0.1)^2 = 15.70$$

المساحة الإبتدائية للقطرات (قبل التفتيت) $= 4\ \pi r^2$

$4 \times 3.14 \times (0.5)^2 =$

$3.124 =$

بما أن الشغل اللازم = التوتر السطحى × (الزيادة فى المساحة)

= التوتر السطحى × (المساحةالنهائية – المساحة الإبتدائية)

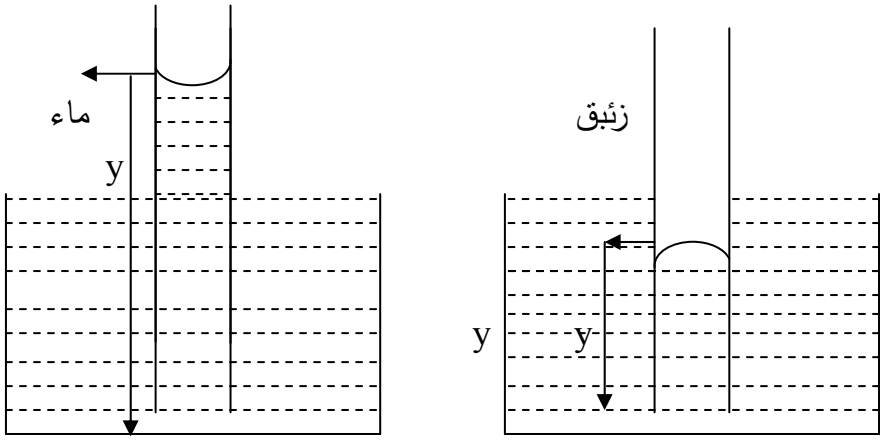
$= 70 \times (15.70 - 3.724)$

$= 70 \times 12.576$

$= 70 \times 12.576 = 890$ Erg.

الخاصة الشعرية:

وهى الخاصية من الخواص المتعلقة بالأنابيب الشعرية (ذات القطر الصغير) وهى خاصية تفيد فى المجال الزراعى حيث توضح حركة الماء خلال المسام الضيقة بالتربة حيث تكون هذه الحركة إما من أعلى إلى أسفل وذلك أثناء سقوط الأمطار أو الندى والعكس أثناء الجفاف وفى الجوانب وتعتمد على خاصية البلل والإنتشار. حيث يتم تبليل السوائل للأنابيب الشعرية إذا كانت زاوية التماس أقل من ٩٠° ويترتب على ذلك إرتفاع الماء وحركته خلال الأنابيب الشعرية ويحدث العكس إذا كانت زاوية التماس أكبر من ٩٠° كما هو موضح بالرسم ويتوقف مدى إرتفاع السوائل فى الأنابيب الشعرية أيضاً على نصف قطر الأنبوبة نفسها حيث يزداد الأرتفاع كلما قل نصف قطر الأنبوبة الشعرية والعكس صحيح أى أن التناسب عكسى.



زاوية التماس أقل من ٩٠° زاوية التماس أكبر من ٩٠°

عند وضع أنبوبة شعرية فى سائل زاوية تماسه أقل من ٩٠° فإن السائل يرتفع فى الأنبوبة حتى يصل إلى الإرتفاع (y) وبعد ذلك يقف إرتفاع

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

السائل وبفرض أن نصف قطر الأنبوبة = (r) بعد ذلك نجد أن السائل يتلامس مع الأنبوبة على خط مقداره ($2\pi r$) من ذلك نجد أن هناك قوى تؤثر إلى أعلى (قوة التوتر السطحى مع بخار السائل) وهذه القوة (F) تساوى:

$$\mathbf{F = 2 \pi r \propto Cos \theta}$$

يترتب على ذلك أن هناك قوة لأسفل تؤثر على الأنبوبة تساوى وزنها (w) ؛ (حيث g عجلة الجاذبية ، ρ كثافة السائل)

$$W = \pi r^2 y \rho g$$

بما أن الأنبوبة فى حالة إتزان

$$\therefore W = F$$
$$\pi r^2 y \rho g = 2 \pi r \propto Cos \theta$$
$$y = (2 \propto Cos \theta) / \rho g r \ cm$$

نفس العلاقة السابقة يمكن إستنتاجها بإستخدام طريقة فرق الضغط.

مثال ١:

يصل الماء فى أنبوبة شعرية لإرتفاع ٥.٨ سم أوجد مقدار إنخفاض الزئبق فى نفس الأنبوبة إذا علمت أن التوتر السطحى للماء ٧٥ داين/ سم وزاوية تماس الزئبق مع الزجاج النظيف ١٣٠° وكثافة الزئبق ١٣.٦ جم/سم^3 والتوتر السطحى للزئبق ٥٤٧ داين/ سم.

الحل

بالنسبة للماء يلاحظ أن $Cos \theta$ =١ لأن زاوية تلامس الماء = صفر

$$y = (2 \propto Cos \theta) / (\rho g r)$$
$$5.8 = (2 \times 75 Cos \theta) / (r \times 1 \times 980)$$
$$r = 150 / (5.8 \times 980) = x \ cm$$

بالنسبة لإنخفاض الزئبق (h)

$H = (2 \propto Cos \theta) / (\rho g r)$

$H = (2 \times 547 Cos 130)/[(x cm) \times 13.6 \times 980 = x$

مثال ٢ :

أنبوبة شعرية قطرها ٠.٥ مم تقف رأسياً فى وعاء واسع يحتوى على سائل توتره السطحى ٣٠ داين / سم فإذا كان السائل مبلل للأنبوبة وذو كثافة نوعية تساوى ٠.٨ جم / سم^{٣} إحسب إرتفاع السائل داخل الأنبوبة الشعرية.

الحل

نق للأنبوبة = ٠.٢٥ سم

بما أن السائل مبلل للأنبوبة

∴ زاوية التلامس θ = صفر وهذا إذا لم يذكر قيمة الزاوية.

$y = (2 \propto Cos \theta) / (\rho g r)$

$y = (2 \propto) / (\rho g r) = (2 \times 30)/ (0.25 \times 0.8 \times 980)$

$= 3.061$ cm

التطبيقات العملية على دراسة التوتر السطحى:

دراسة التوتر السطحى ذات أهمية بالغة حيث أنها أساس لفهم كثير من الأمور التطبيقية ومثال ذلك:

١. إرتفاع الماء بالخاصة الشعرية كثيراً من الأراضى الزراعية تعانى من إرتفاع مستوى الماء الأرضى بها فإذا تصورنا أن مسام التربة الزراعية يمكن النظر إليها وكأنها أنابيب شعرية فإنه من الممكن تصور أن الماء يرتفع فى هذه المسام إلى أعلى حيث يتبخر على السطح تاركاً الأملاح التى تتجمع مما تسبب ضرر للأرض والنبات إذا ذاد تركيزها عن حد معين وهذا فى الأراضى الواقعة فى المناخ الحار الجاف كذلك مسك الماء فى الأنابيب الشعرية وما يترتب عليه من إنخفاض فى

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

ضغط الماء والذى إتخذ مقياس لطاقة الماء فى الأرض والذى يعبر عنه بجهد الماء الأرضى أو بتعبير أدق جهد الماء الشعرى لأنه يكون موجود فقط فى المسام الشعرية للأرض.

٢. عند رش المبيدات أو الهرمونات أو العناصر الغذائية الصغرى على النباتات لابد من خلط هذه المواد بمواد قابلة للإنتشار والبلل حتى تعطى الفرصة لتغطية مساحة أكبر من سطح الورقة حتى لا يحدث زيادة فى التركيز فى منطقة معينة تسبب حرق الورقة وضرر للنبات.

٣. فى حالة محاليل التنظيف أو المنظفات الصناعية لابد من أن تكون محتوية على مادة ناشرة حتى يمكن أن تنتشر بسهولة على أسطح المنسوجات وتستطيع إحتواء الطبقات الدهنية وإذابتها لذلك لابد من إضافة مواد ذات توتر سطحى وزاوية تلامس قليلة.

٤. وهناك تطبيقات أخرى كثيرة فى عمليات اللحام وتصنيع الأقمشة المقاومة للبلل وكذلك زيوت التشحيم وغيرها.

المرونــة Elasticity

تعتبر المرونة من خواص المادة الصلبة حيث من المهم عند دراسة المواد الصلبة معرفة بنائها الداخلى حيث من المعروف أن المواد الصلبة مواد متبلورة وذات بناء داخلى مرتب من أيونات وذرات مرتبطة مع بعضها بعض وإلى جانب البناء الداخلى من المهم أيضا معرفة السلوك الميكانيكى للمواد الصلبة وكذلك دراسة مدى إستجابة هذه الأجسام للقوى المؤثرة عليها من الناحية الإستاتيكية ثم ما هو سلوك هذه الأجسام بعد زوال القوى المؤثرة عليها . حيث من الملاحظ أنه إذا أثرت قوة على جسم ساكن وظل هذا الجسم ساكن دون أن يتحرك تحت تأثير هذه القوة فإنها حتماً سوف تغير من أبعاده وأطواله بمعنى أخر إنها تحدث به تشوهاً واضحاً . من ذلك لابد من معرفة ماهية الجسم المرن والغير مرن.

الجسم المرن Perfect Elastic Solid :

هو ذلك الجسم الصلب الذى إذا تعرض لفعل قوة أو مجموعة قوى تغير فى الحال وإحتفظ بصورته وشكله الجديد طالما بقى تحت تأثير القوة المؤثرة عليه ويعود لوضعه الأصلى بعد زوال هذه القوى هذا فقط من الناحية النظرية. أما فى الحقيقة فإنه لا توجد مثل هذه الأجسام لأنها دائما يصاحب القوة المؤثرة عليها بعض التغير ويظل هذا التغير أو التشوه وهذا ما يطلق عليه إسم الأثر المتبقى Residual effect بعد زوال القوة المؤثرة.

الجسم الغير مرن Perfect Plastic :

هو ذلك الجسم الذى إذا تعرض لفعل قوة أو مجموعة من القوى فإنه يحدث به تمددا أو تغير فى شكله ولا يسترجع أو لا يعود لأى درجة من

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

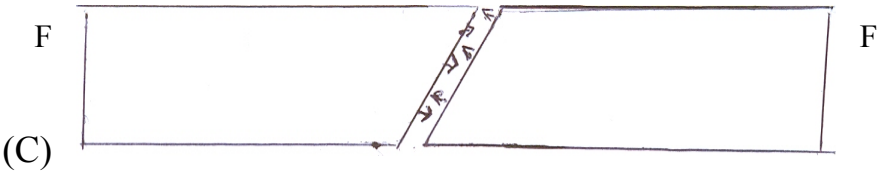
من حالته الأصلية بعد زوال القوى المؤثرة عليه.

وعلى أية حال فإن الأجسام الحقيقية تقع وبدرجات متفاوتة ما بين أجسام تامة المرونة وأجسام عديمة المرونة أى لا تعود إلى أى درجة من وضعها الأصلى بعد زوال القوى المؤثرة وتحت تأثير القوى على الأجسام نجد أن أجزاء الجسم تتحرك بالنسبة لبعضها البعض ويتغير شكل الجسم وليس المهم فى هذا المجال مقدار القوة المطلق الذى يؤثر حيث قد تؤثر قوة كبيرة على جسم ما لكن على مساحة كبيرة من هذا الجسم وفى هذه الحالة قد يكون تأثير هذه القوة غير ملموس. من الناحية الأخرى قد نلمس تأثير قوة صغيرة على مساحة صغيرة نسبياً لذلك سوف نوجد وصف لهذه القوة المؤثرة.

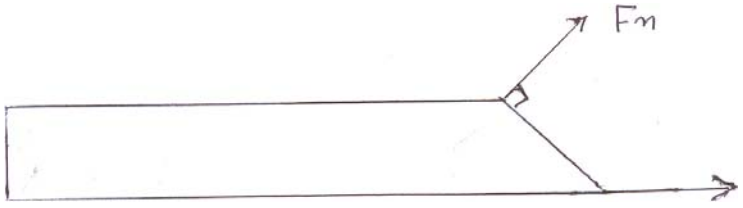
١ – الإجهاد Stress :

يعرف الإجهاد بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحات.

$$S = F/A$$



(C)



(d)

الشكل (a) يبين قضيب مساحة قاعدته A ومعرض عند طرفيه لقوة شد مقدارها F لذلك يقال أن القضيب فى هذه الحالة تحت الشد فلو أخذنا مقطع عموديا على مساحة القضيب وهذا المقطع يكون فى المنتصف بما أن كل جزء من أجزاء القضيب متزن لذلك فإن الجزء من القضيب على اليمين يدفع الجزء على اليسار بقوة مقدارها F موزعة بإنتظام على مساحة مقطع القضيب والعكس بالعكس كما فى شكل (b) وهذا ما يوضح التعريف السابق للإجهاد Stress أى القوة بالنسبة لوحدة المساحات (A).

أنواع الإجهاد:

يوجد نوعان من الإجهاد النوع الأول يعرف بالإجهاد الرأسى أو الإجهاد العادى Normal Stress وهو ما سبق أن عرفناه أما النوع الثانى فيعرف بالإجهاد المماس أو الإجهاد القصى Shearing Stress .

ولتوضيح الفرق بين النوعين نقطع القضيب فى إتجاه إختيارى بالنسبة للطول (شكل c) وكما ذكرنا من قبل فإن كل جزء من جزئى القضيب يؤثر على الأخر بقوة متساوية ومضادة.

لذلك نجد فى هذا الشكل أن القوة F تتوزع على مساحة أكبر من A وهى ليست متعامدة مع طول القضيب وعند تحليل القوة إلى مركبتين كما فى شكل (d) الأولى فى إتجاه عموديا على المساحة A " Fn " والثانية مماسية للمساحة A وتساوى " Ft " عند ذلك نجد أن :

الإجهاد الرأسى = (Ft/A) Normal Stress = Ft/A

الإجهاد المماسى (القصى) = Shearing Stress= Fn/A, Ft/A-Fn/A, Ft/A

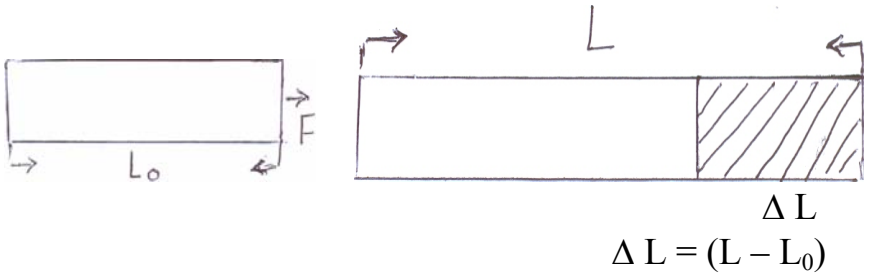
والإجهاد عبارة عن مقدار قياسى.

٢ – الإنفعال Strain :

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

يعرف على أنه التغير النسبى الذى يحدث فى الجسم نتيجة لفعل الإجهاد.

ونظراً لأن الإنفعال هو تغير يصاحب الإجهاد لذلك نجد أن كل نوع من الإجهاد يصاحبه نوع من الإنفعال فمثلا فى شكل (٢).



$$\Delta L = (L - L_0)$$

شكل (٢)

يلاحظ فى شكل (٢) قضيب طوله (L_0) وقع تحت تأثير قوة شد على طرفيه "F" فى هذه الحالة فإن التغير فى طول القضيب ΔL حيث أصبح طوله L

$$\Delta L = (L - L_0)$$

حيث أن هذا التغير الذى حدث فى طول القضيب يعرف بالإنفعال الناتج من الإجهاد الذى تعرض له وعلى ذلك فهناك نوعان من الإنفعال.

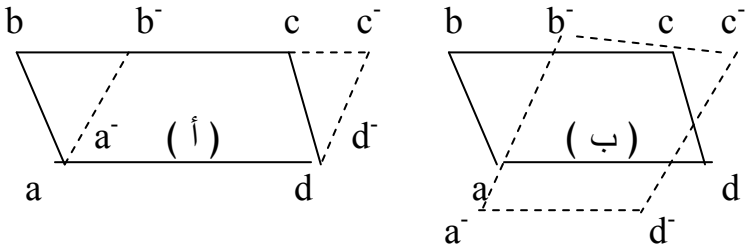
١ – *الإنفعال العادى (الرأسى)* *Normal Strain* **($N.S = \Delta L/L_0$)**

والإجهاد الذى أثر على القضيب يعرف بإجهاد إستطالة لأنه أدى إلى زيادة فى طول القضيب أو قد يحدث تغير فى الحجم ويعرف بإسم الإنفعال الحجمى ($\Delta V/V$).

٢ - ***الإنفعال القصى (المماسى) Shear Strain :***

وهو عبارة عن التغير الناتج فى الزوايا نتيجة لفعل إجهاد قصى أو مماسى وهذا ما يوضحه شكل " ٣ " .

حيث يوضح هذا الشكل الإنفعال عندما يتعرض جسم على شكل بلوك لإجهاد قصى يوضح الخط المتقطع abcd شكل البلوك قبل الإجهاد أما الشكل a` b` c` d` يوضح الشكل بعد الإجهاد حيث يحدد الضلعان a` d` , ad` مركزى الشكلين (٣ ب) حيث يوضح الشكل أن الأضلاع العرضة للإجهاد هى التى يحدث تغير فى طولها ولذلك يتغير طول الأضلاع الموازية للأقطار فقط.



شكل (٣)

قانون هوك Hooke's Law :

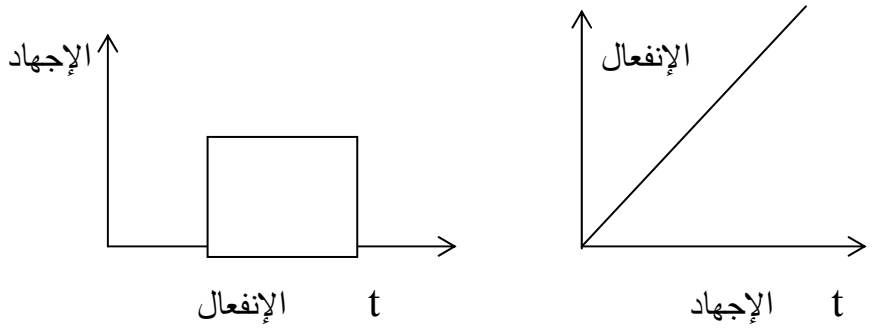
وضع هذا القانون لوصف سلوك المواد جيدة المرونة حيث أن أساس ذلك القانون أو فكرته تعتمد على أنه عند تعليق أثقال مختلفة فى زنبرك فإن الزنبرك يتمدد فى تناسب مع وزن هذه الأثقال لذلك فإن

هذا القانون ينص على أن:

" الإنفعال يتناسب تناسبا طرديا مع الإجهاد "

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

علاوة على أن هذا الإنفعال يحدث فى الحال عندما يؤثر الإجهاد وأنه يختفى تماماً فى اللحظة التى تتخلص من الإجهاد. والشكل التالى يوضح علاقة الإجهاد بالإنفعال وكذلك علاقتهم بالزمن (t).



هذه تعبر عن المعادلة التى تنتج من التناسب الذى يحدث بين الإجهاد والإنفعال حيث يزداد الإنفعال بزيادة الإجهاد والعكس صحيح.

$$\text{Stress} \propto \text{Strain}$$

Stress = R x Strain

حيث R مقدار ثابت يعرف بإسم معامل المرونه.

R = Stress / Strain

بما أن الإنفعال عبارة عن نسبة أى ليس له أبعاد لذلك نجد أن أبعاد معامل المرونة "R" هى نفس أبعاد الإجهاد.

$$\text{Stress} = F / A = \text{dy`ne} / cm^2$$
$$= F / L^2$$
$$F = M \times g$$
$$= M \times LT^{-2}$$
$$\therefore \text{Stress} = MLT^{-2} / L^2 = ML^{-1} T^{-2}$$

وهذه هى معادلة أبعاد معامل المرونة وهى نفسها أبعاد الضغط.

ويعتبر معامل المرونة خاصية من خواص المواد لنأخذ فى البداية الإجهاد الرأسى والإنفعال المقابل له توضح النسبة بينهما مقدار ثابت يعرف بمعامل يانج Yang (Y)

$$\text{(معامل المرونة الطولى)} \quad Y = \frac{F / A}{\Delta L / L} \qquad (1)$$

حيث F / A الإجهاد ، $\Delta L / L_0$ الإنفعال .

وتكون وحداته هى نفسها وحدة الإجهاد أى F / A (قوة ÷ مساحة) أما الإجهاد القصى (المماسى) والإنفعال المقابل له تعرف بمعامل القص (S)

$$S = [(Ft / A) / \varphi] \quad \text{(معامل المرونة القصى)}$$

حيث φ التغير الناتج فى الزوايا (الإنفعال)

ووحداته أيضا قوة ÷ مساحة ويكون دائما أقل من "Y"

أما فى حالة السوائل أو الغازات التى تتعرض لضغط P يكون تحت إجهاد ويكون الإنفعال فى هذه الحالة إنفعال حجمى وحجم السائل أو الغاز فى هذه الحالة يقل نتيجة فعل الإجهاد ونسبة الإجهاد إلى الإنفعال فى هذه الحالة يعرف بمعامل الجرم Germ أو معامل المرونة الحجمى ويرمز له بالحرف (B) .

$$B = - [P / (\Delta V / V_0)] \quad \text{(معامل المرونة الحجمى)}$$

حيث: P الضغط (Stress) ، $(\Delta V / V_0)$ التغير الذى حدث (Strain) والإشارة السالبة توضح أن زيادة الضغط تسبب نقص فى الحجم والإشارة السالبة تجعل دائماً قيمة B موجبة .

ومقلوب معامل الجرم يعرف بالإنضغاطية (أى القابلية للإنضغاط) ويرمز لها بالرمز K

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

$$\frac{1}{B} \quad K = - = \left[\frac{1}{P} \times \frac{\Delta V}{V_0} - \right]$$

وتعرف الإنضغاطية بأنها التغير النسبى فى الحجم على وحدة الزيادة فى الضغط.

من التطبيقات على المرونه ندرس ما يلى:

١ – القوة الناشئة داخل قضيب أثناء تمدده وإنكماشه:

من المعروف أنه عند تسخين قضيب من المعدن فإنه يتمدد وعند تركه ليبرد فإنه ينكمش ولمنع القضيب من الإنكماش لابد من وجود قوة عند طرفيه ولإستنتاج هذه القوة لنفرض أن معامل يانج للقضيب = Y ومساحة مقطع القضيب = A ومعامل تمدد القضيب الطولى = e وأن الإنخفاض فى درجة الحرارة مقداره t^oC وأن طول القضيب الأصلى قبل التمدد = L. وأن النقص فى طول القضيب بعد إنخفاض درجة الحرارة ΔL

= معامل تمدده الطولى × طوله × (درجة الحرارة العليا – السفلى) أى أن $\Delta L = eLt$ (التغير الذى ظهرعلى القضيب بعد إنخفاض الحرارة)

بما أن معامل يانج (Y) = (الإجهاد)/ (الإنفعال)

$$Y = (\text{Stress}) / (\text{Strain}) = (F/A)/(\Delta L / L)$$

بالتعويض عن ΔL

$$= (F/A) / (eLt / L) = (FL) / (AeLt)$$

$$F = Y A et$$

حيث: F = القوة المؤثرة A = مساحة المقطع

Y = معامل يانج e = التمدد الطولى لمادة الصلب (الجسم)

t = الفرق فى درجات الحرارة.

مثـــال:

سخن قضيب من الصلب مساحة مقطعه ٢ سم٢ إلى ١٠٠°م إذا إنخفضت درجة الحرارة إلى ١٠°م منع القضيب من الإنكماش – إحسب القوة اللازمة لمنع القضيب من الإنكماش إذا علمت أن معامل يانج لمادة القضيب = ٢ × ١٠ ^{١٢} داين / سم٢ ومعامل التمدد الطولى = ١٢ × ١٠$^{-٦}$ لكل درجة حرارة.

الحـــل

$F = Y\ e\ t\ A$

$= 2 \times 10^{12} \times 12 \times 10^{-6} \times (100 - 10) \times 2$

$= 2 \times 10^{12} \times 12 \times 10^{-6} \times (90) \times 2$

$= 43.2 \times 10^{8}$ dyne

لتحويل ال dyne إلى Kg

$= (43.2 \times 10^{8}) / (1000 \times 980) = 4.4$ Kg. Wt.

مثـــال:

علق ثقل مقداره ٢٠ كيلوجرام من ركيزه طولها ٥ م مكونه من سلكين إحداهما من النحاس الأصفر والأخر من الصلب وكل منها طوله ٥ أمتار وملتحمين من نهايتهما إذا كانت مساحة مقطع كل منها = ٠.٠١سم٢ إوجد مقدار الإستطالة فى السلكين عند تعليق الثقل فى الركيزة .

علما بأن معامل يانج للنحاس = ١٠ × ١٠ ^{١١} وللحديد ٢٠ × ١٠ ^{١١}

الحـــل

بما أن الإستطالة واحدة فى كل من السلكين

∴ يمكن تطبيق العلاقة التالية

$$Y = (F/A) / (\Delta L / L)$$

$$F = [\ YA\ (\Delta L / L)]\quad F = YA$$

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

$$= \Delta L / L = \text{Strain}$$
$$F = YA (\Delta L / L)$$

بالنسبة للنحاس

$$F_1 = (10 \times 10^{11} \times 0.01 \times \Delta L) / 500 \qquad \text{l}$$

بالنسبة للحديد

$$F_2 = (20 \times 10^{11} \times 0.01 \times \Delta L) / 500 \qquad \text{ll}$$

حيث F_1 القوة الموثرة على سلك النحاس ، F_2 القوة المؤثرة على سلك الصلب.

$$\therefore F_1 + F_2 = 20 \text{ Kg}$$

من المعادلات l ، ll نجد أن $F_2 = 2 F_1$

$$\therefore F_1 + 2 F_1 = 20$$
$$\therefore 3 F_1 = 20$$
$$\therefore 3 F_1 = 20/3 = 6.66$$
$$= 6.66 \times 1000 \times 980 \text{ dyne .}$$

بالتعويض فى المعادلة l لحساب مقدار الإستطالة فى سلك النحاس التى تساوى مقدار فى الإستطالة الصلب ΔL .

$$F_1 = (10 \times 10^{11} \times 0.01 \times \Delta L) / 500$$
$$6.66 \times 1000 \times 980 = (10 \times 10^{11} \times 0.01 \times \Delta L) / 500$$

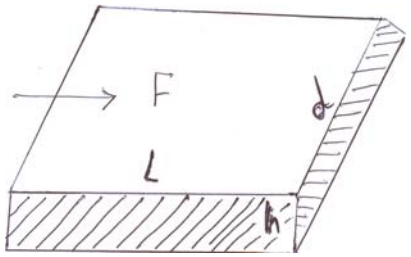
مقدار الإستطالة $\Delta L = 0.327$ cm.

نسبة بواسون Bwason Ratio :

لو تعرض جسم لشد على إمتداد محوره أو تضاغط فإنه يحدث ليس فقط تغيرات فى طول الجسم ولكن يكون هناك أيضا تغيرات مرادفة فى عرضه.

وتعرف النسبة بين الإستطالة على إمتداد محور واحد إلى الإنكماش على محور أخر بإسم نسبة بواسون Bwason Ratio لتفسير ذلك نفترض

أن لدينا متوازى مستطيلات أبعاده هى L , h , d (شكل ٣)



وأثرنا بقوة مقدارها F نتيجة هذه القوة إنفعال طولى فى إتجاه القوة مقداره ΔL / L وصاحبه أيضا إنفعالان مستعرضان مقدارهما Δd /d , Δh / h وهما متساويان ومتناسبان مع الإنفعال الطولى ΔL / L بمعنى أن التناسب عكسى

$$\Delta h / h = \Delta d / d \ \alpha \ \Delta L / L$$
$$\Delta h / h = \Delta d / d = - B \ \Delta L / L$$

حيث " B " هو ثابت التناسب وهو يعبر عن نسبة الإنفعال المستعرض إلى الإنفعال الطولى (نسبة بواسون).

مع ملاحظة أن الإشارة السالبة توضح أن زيادة الإنفعال الطولى يقابلها أو يرادفها نقص فى الإنفعال المستعرض.

مع ملاحظة أن نسبة بواسون = (الإنفعال المستعرض)/(الإنفعال الطولى)

مثـــال:

سلك نحاس طوله ٣ متر وقطره = ١ ملليمتر لو علق به ثقل مقداره ١٠ كجم من أحد طرفيه إحسب مقدار الإستطالة الناتج عن تعليق الثقل إذا علمت أن معامل يانج للسلك هو ٥، ١٢ × ١٠ ^{١١} داين/سم٢ ثم إحسب مقدار الإنضغاط الجانبى للسلك إذا علمت أن نسبة بواسون = ٠.٢٦ .

الحـــل

$$L = 300 \text{ cm}$$
$$r = 0.5 \text{ mm}$$
$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.5)^2$$
$$F \text{ (dyne)} = 10 \times 1000 \times 980$$

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

$$\Delta L = \text{(الإستطالة)}$$

بما أن $Y = (F/A) / (\Delta L / L)$

$\therefore \Delta L = (F \cdot L) / (Y \cdot A)$

$$= \frac{980 \times 1000 \times 10 \times 300}{3.14 \times (0.5)^2 \times 12.5 \times 10^{11}}$$

$$= 0.2997 \text{ cm}$$

بما أن نسبة بواسون = (الإنفعال المستعرض) / (الإنفعال الطولى)

= (الإنفعال المستعرض) / ($\Delta L / L$)

$0.26 =$ (الإنفعال المستعرض) / ($\Delta L / L$)

الإنفعال المستعرض = $0.26 \times (\Delta L / L)$

$= 0.26 \times (0.2997 / 300)$

$= 2.598 \times 10^{-4}$

الإنفعال المستعرض = (التغير فى القطر) / (القطر الأصلى)

بما أن التغير فى القطر معناه الإنكماش أو الإنضغاط الجانبى

= (التغير فى القطر) أو

بما أن الإنفعال المستعرض = (الإنكماش والإنضغاط الجانبى) / القطر الأصلى

$\therefore$ الإنضغاط الجانبى = الإنفعال المستعرض × القطر الأصلى

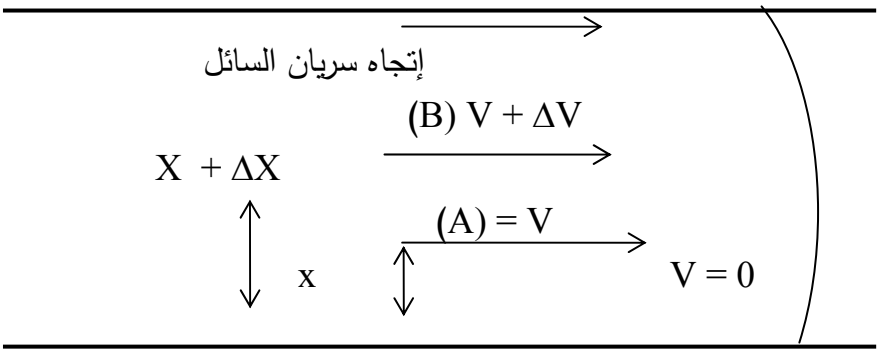
$= 0.1 \times 2.598 \times 10^{-4}$

$= 2.598 \times 10^{-5}$

اللزوجة Vicosity

اللزوجة هى عبارة عن تعبير عن قوى الإحتكاك الموجودة داخل السائل. أو هى الخاصية التى تحدد مقاومة السائل لقوى القص. وتعرف قوى القص بأنها القوى التى تؤثر مماسيا على سطح ما حيث أن السوائل تتحرك تحت تأثير هذه القوى.

وإذا ما تحكمنا فى الماء نلقى مقاومة ناتجة عن اللزوجة وتختلف السوائل فى مقدار لزوجتها وقابليتها للإنسياب وكذلك إستجابتها لفعل القوى التى تعمل على تحريكها من ذلك يمكن أن نستخلص تعريف أخر وواضح للزوجة بأنها المقاومة التى تبديها السوائل عند تحريكها أو عند حركة الأجسام فيها أو خلالها. ولتوضيح هذه الظاهرة فإننا نعتبر أن السوائل تتحرك فوق سطح ثابت أو تسرى ببطئ فى أنبوبة.



جدار الأنبوبة (سطح ثابت)

من هذا الرسم نستطيع إعتبار أن السائل مكون من طبقات أو شرائح رقيقة فوق بعضها ومن هذه الطبقات أو الشرائح نجد أن الشريحة الملاصقة لجدار الأنبوبة أو السطح الثابت تكون ساكنة بفعل قوى التلاصق Adhesion

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

بينها وبين جزيئات السطح أو الجدار ولكن الطبقات أو الشرائح التى تعلوها تتحرك بسرعات مختلفة تتزايد قيمة هذه السرعات كلما إبتعدنا عن السطح الساكن وتكون أقصى سرعة منطبقة مع محور الأنبوبة.

ويلاحظ أن التدفق فى هذه الحالة أو السريان يسمى بالتدفق الطبقى Laminar flow ونجد أن السرعات بالنسبة لسريان السائل كلما بعدنا عن السطح الثابت مختلفة وهى التى تنتج عنها قوى الإحتكاك بين جزيئات السائل وبعضها. وهو ما يطلق عليه توزيع بارابولى Paraboly distribution

من الرسم السابق بفرض أن سرعة الطبقة (A) التى تبعد عن السطح الساكن مسافة مقدارها (X) هى (V) .

وسرعة الطبقة (B) التى تبعد عن السطح الساكن مسافة مقدارها **(X + ΔX) هى (V + ΔV).**

من ذلك فإن الطبقة التى تقع بين A , B لها سرعة ذات قيمة أكبر من V وأقل من V + ΔV حيث تعمل الطبقة A على تقليل سرعتها وكذلك الطبقة B تعمل على زيادة سرعتها من ذلك تنشأ قوى الإحتكاك الداخلى والذى يمكن تسميته باللزوجة أى أنه تنشأ قوى مماسية بين طبقات السائل ينتج عنها فقدان فى الطاقة الميكانيكية للسائل. وعبر نيوتن عن القوى المماسية بالرمز (F). حيث أن هذه القوة تتناسب مع مساحة السطح (A) بين الطبقتين وكذلك معدل تغير السرعة مع البعد عن السطح الثابت (ميل السرعة) والذى يساوى F α A; $\Delta V / \Delta X$

$(\Delta V / \Delta X)$ معدل تغير السرعة بالنسبة للبعد عن السطح الثابت

بما أن $F \alpha A$

$F \alpha \Delta V / \Delta X$

$\therefore F = \eta A . (\Delta V / \Delta X)$

وهذا هو قانون اللزوجة كما وضحه نيوتن حيث F قوى الإحتكاك بين طبقات السائل ، η معامل اللزوجة ، A مساحة السطح ، $(\Delta V / \Delta X)$ معدل تغير سرعة السريان بالنسبة لمعدل البعد أو المسافة عن السطح (تدرج السرعة).

تعريف معامل اللزوجة :

هو عبارة عن القوة المماسية المقاومة لحركة السائل (المائع) بين طبقتين مساحتهما المشتركة هى الوحدة وكذلك إنحدار السرعة بينهما تساوى الوحدة.

ويمكن حسابه من المعادلة السابقة

$$\eta = F / A . (\Delta V / \Delta X)$$

فإذا قيست مساحة السطح (A) باسم٢ تكون وحدات معامل اللزوجة هى داين/ سم٢ / وحدة ميل فى السرعة.

وبالتالى يمكن حساب معادلة أبعاد معامل اللزوجة كما يلى:

بما أن $\eta = F / A .(\Delta V / \Delta X)$

$$\therefore = (MLT^{-2})/[L^2 . (LT^{-1}/L) = (MLT^{-2}) / L^2 T^{-1} = MLT^{-2} L^{-2} T^{-1}$$
$$= ML^{-1} T^{-1}$$

أما إذا كانت وحدات الكتلة بالجرام والطول بالسنتيمتر والزمن بالثانية فإن وحدة معامل اللزوجة تكون مساوية جم/سم (ثانية) وهو ما يطلق عليه إسم البواز وبالتالى يمكن وضع قانون نيوتن كما يلى:

$$F / A = \eta . (\Delta V / \Delta X)$$

والقوة المؤثرة عندما تُقسم على المساحة أى أنها تُحسب بالنسبة لوحدة المساحة تُسمى الإجهاد وتُعرف هذه المعادلة بأن الإجهاد المماسى لطبقتين من سائل أو مائع يتناسب مع إنحدار السرعة فى إتجاه عمودى على الطبقتين ويكون ثابت

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

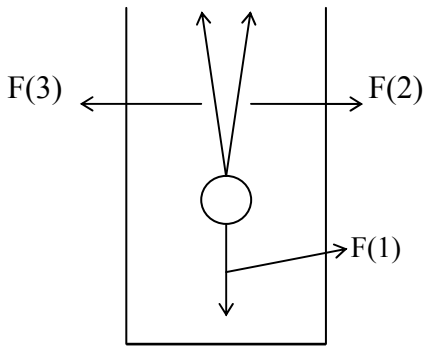
هذا التناسب هو معامل اللزوجة والذى يتوقف على طبيعة السائل وكذلك درجة حرارته.

طرق تعيين معامل اللزوجة:

يمكن تعيين معامل اللزوجة عن طريق قانون ستوكس أو عن طريق معادلة بواسيل وسنكتفى بتعيين معامل اللزوجة بإستخدام قانون ستوكس الذى ينص على أن سرعة سقوط الحبيبات يتناسب طردياً مع نصف قطر الحبيبة وعكسياً مع معامل اللزوجة.

تعيين معامل اللزوجة لسائل بإستخدام قانون ستوكس:

ولتعيين معامل اللزوجة يفترض أن لدينا مخبار حجمه ١ لتر ويحتوى هذا المخبار على معلق تربة مثلاً ولوفُرض أن هناك حبيبة من من حبيبات التربة المعلقة فى منتصف تأثير بثلاث قوى هى:



١. قوة وزن الحبيبة وتؤثر إلى أسفل (F_1) وهى= $4/3\pi\ r^3D_2.g$
٢. قوة دقع السائل للحبيبة وتؤثر إلى أعلى (F_2) وهى = $4/3\pi\ r^3D_2.g$

٣. معدل الإحتكاك بين الحبيبة والسائل (F_3) وهى = $6\pi\ r\eta V$ وتؤثر أيضاً إلى أعلى.

وعند الإتزان يكون محصلة القوى الى أسفل = محصلة القوى لأعلى

$$F_1 = F_2 + F_3$$

بالتعويض

$$4/3\ \pi\ r^3.\ D_2.\ g = 4/3\ \pi\ r^3.\ D_1.\ g + 6\ \pi\ r\ .\ \eta\ V$$
$$4/3\ \pi\ r^3\ .\ D_2\ .\ g\ -\ 4/3\ \pi\ r^3\ .\ D_1\ .\ g\ =\ 6\ \pi\ r\ .\ \eta V$$

بأخذ $4/3\ \pi\ r^3\ .\ g$ عامل مشترك تصبح المعادلة:

$$4/3\ \pi\ r^3.\ g\ (D_2 - D_1) =\ 6\ \pi\ r\ .\ \eta\ V$$

$$\eta = 4\ /3\ x\ 6\ \ r^2g\ \ \times\ \ \frac{(D_2 -\ \ D_1)}{V}$$

$$\eta = 4\ /18\ \ r^2g\ \times\ \frac{(D_2 -\ \ D_1)}{V}$$

$$\eta = 2\ /9\ \ r^2g\ \times\ \frac{(D_2 -\ \ D_1)}{V}$$

حيث أن:

D_1 = كثافة الماء η = معامل اللزوجة V = سرعة الترسيب

D_2 = كثافة الحبيبة r = نصف قطر الحبيبة

العلاقة بين لزوجة السائل ودرجة حرارته:

نجد أن لزوجة أى سائل تتوقف بدرجة كبيرة على درجة حرارته حيث تقل اللزوجة بالنسبة للسائل عند إرتفاع درجة الحرارة وتفسير ذلك يمكن إرجاعه إلى أن زيادة درجات الحرارة تعطى طاقة للجزيئات المكونه للسائل للحركة

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

يتوقف على ذلك زيادة المسافة بين الجزيئات وتقل قوة الربط التى تعمل على ربط الجزيئات وتجاذبها مع بعضها مما يصاحبه إنخفاض فى قوة التجاذب بين الجزيئات ويصاحب ذلك إنخفاض فى لزوجة السائل والعكس صحيح عند إنخفاض درجة الحرارة.

فعلى سبيل المثال نوضح فى الجدول التالى لزوجة الماء عند درجات الحرارة المختلفة.

درجة الحرارة	**لزوجة الماء**
صفر°م	٠.١٧٩٢٠ بواز
٢٠°م	٠.٠١٠٠٥ بواز
٥٠°م	٠.٠٠٤٩٠ بواز
١٠٠°م	٠.٠٠٢٨٤ بواز

وتعتبر لزوجة الماء عالية جداً بالمقارنة بسائل وزنه الجزيئ منخفض مثل الكيروسين وهذا يرجع إلى قوة الروابط الأيدروجينية التى تربط جزيئات الماء وبعضها وأيضا يرجع إلى القطبية التى يكتسبها جزئ الماء من الروابط الهيدروجينية التى تعتبر أقوى الروابط الموجودة.

والقوه المؤثره عندما تقسم على المساحة [F/A] تُسمى بالإجهاد.

لذلك يمكن القول بأن الإجهاد المماسى لطبقتين من سائل أو مائع تتناسب مع معدل إنحدار السرعة فى إتجاه عمودى على الطبقتين ويكون ثابت هذا التناسب هو معامل اللزوجة (η) والذى يتوقف على طبيعة السائل ودرجة حرارته.

محتويات الباب الثالث

الحرارة

- التدريج وأنواعه
- العلاقة بين مقاييس درجة الحرارة مئوى ، فهرنهيتى ، كلفن
- تمدد الأجسام الصلبة
- معامل التمدد الطولى للأجسام الصلبة
- تأثير درجة الحرارة على حركة بندول الساعة
- وحدات الحرارة
- إنتقال الحرارة
- بعض التطبيقات على إنتقال الحرارة
- تعريفات هامة فى الحرارة

الباب الثالث

الحرارة Heat

تعطى بعض الأشياء إحساسا بالحرارة أكثر من غيرها وفكرتنا عن درجة الحرارة ترجع أصلا إلى إحساسنا ولكن لكى يمكن التعبير كميا Quantitatively عن مدى إرتفاع حرارة جسم ما عن جسم أخر لابد من القياس الحرارى وذلك من خلال إستخدام خاصية من خواص المادة تتغير تغيرا تدريجيا مع تغير درجات الحرارة.

ومن الخواص الطبيعية التى تتغير مع تغير درجة الحرارة والتى تتوقف عليها فكرة عمل أجهزة القياس الحرارى أو الترمومترات Thermometers ما يلى:

١ – تمدد السوائل ٢ – تمدد الغازات

ولعمل جهاز الـ Thermometer لقياس درجة الحرارة Temperature إعتمادا على خاصية تمدد السوائل بتغير درجة الحرارة نختار نقطتين ثابتتين للترمومتر – الأولى منهما تعتبر كبداية للقياس مثل درجة تجمد الماء النقى تحت الضغط الجوى العادى أما النقطة الثانية فتعتبر نهاية للمقياس مثل نقطة غليان الماء النقى تحت الضغط الجوى العادى.

الفكرة الأساسية:

هى الفرق فى درجات الحرارة بين نقطتى تجمد الماء the ice point وبخره steam point . تقسم المسافة بين النقطتين السابقتين إلى أجزاء متساوية تسمى درجات يقابل كل منها مستوى معين من السخونة أو الحرارة.

فإذا وصل مستودع الزئبق بأنبوبة شعرية ووضع هذا المستودع فى إناء يحتوى على مخلوط من الماء النقى والثلج بحيث يتصل الإناء مباشرة بالجو atmosphere (أى تحت الضغط الجوى العادى) فإن إرتفاع الزئبق فى الأنبوبة الشعرية يؤخذ حينئذ على أنه بداية القياس the ice point أما إذا وضع مستودع الزئبق فى ماء نقى يغلى تحت الضغط الجوى العادى فإن إرتفاع الزئبق فى الأنبوبة هذه المرة يؤخذ على أنه نهاية المقياس steam point . وهناك العديد من الطرق الشائعة المستخدمة فى تقسيم المسافة بين نقطتى البداية والنهاية نذكر منها ما يلى :

١ – التدريج المئوى Celsius or Centigrade scale :

فى هذا التدريج تسمى نقطة تجمد الماء the ice point بدرجة الصفر المئوى (0^oC) وتسمى نقطة البخار the steam point بدرجة مائة مئوية ($100^o C$) وتقسم المسافة بين نقطتى الصفر والمائة إلى مائة جزء يسمى كل منها درجة مئوية .

٢ – التدريج الفهرنهيتى Fahrenheit scale :

تقسم المسافة ما بين نقطتى القياس الصغرى والكبرى إلى ١٨٠ درجة حيث تعطى النقطة الأولى القيمة ٣٢ درجة فهرنهيت (32^oF) أما النقطة العظمى فتعطى القيمة ٢١٢ درجة فهرنهيت (212^oF).

٣ – تدريج كلفن Kelvin scale :

تقسم المسافة ما بين نقطة تجمد الماء النقى ونقطة غليانه إلى مائة جزء حيث أعطيت النهاية الصغرى القيمة ٢٧٣ كلفن (273 K) كما أعطيت

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

النهاية العظمى القيمة ٣٧٣ كلفن (373 K) وسمى كل جزء من الأجزاء المائة المحصورة بين النهايتين العظمى والصغرى بدرجة كلفن .

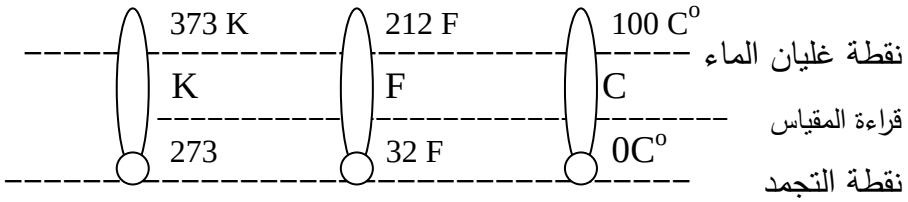
العلاقة بين مقاييس درجات الحرارة المئوى والفهرنهيتى وكلفن:

من الشكل المبين يمكن إستنتاج العلاقة التالية:

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{K - 273}{373 - 273}$$

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$$

وعلى هذا يمكن القول أن : $\frac{\text{قراءة المقياس} - \text{نقطة إنصهار الجليد}}{\text{نقطة غليان الماء} - \text{نقطة إنصهار الجليد}} = \text{مقدار ثابت}$



من العلاقة السابقة يمكن إستنتاج أن الدرجة المئوية الواحدة تساوى $\frac{١٨٠}{١٠٠}$ أو $\frac{٩}{٥}$ درجة فهرنهيت وبالتالى يمكن التحويل من درجة فهرنهيت إلى درجة مئوية من العلاقة:

$$C = (F - 32) \times 5/9$$

كما يمكن التحويل من درجة مئوية إلى درجة فهرنهيت من العلاقة :

$$F = [(9/5) C] + 32$$

مثال ١ :

ترمومتر مئوى قراءته ٣٦.٦م° إحسب الدرجة المقابلة على الترمومتر الفهرنهيتى؟

الحل

$F = [(9/5) \times 36.6] + 32 = 97.9 \ ^{o} F$

مثال ٢ :

يقرأ ترمومتر فهرنهيتى درجة حرارة ١٤ °ف . ماذا تكون الدرجة على ترمومتر مئوى؟

الحل

$C = (14 - 32) \times 5/9 = - 10^{o}C$

مثال ٣ :

عند أى درجة حرارة تكون قراءة ترمومتر فهرنهيتى ضعف قراءة ترمومتر مئوى ؟ وعند أى درجة تتساوى القراءتان؟

الحل

	التدريج المئوى	التدريج الفهرنهيتى
نقطة التجمد	صفر	٣٢
نقطة الغليان	١٠٠	٢١٢

∴ ١٨٠ درجة فهرنهيتى = ١٠٠ درجة مئوية

٩ درجة فهرنهيتى = ٥ درجة مئوية

∴ درجة مئوية واحدة = $\frac{٩}{٥}$ درجة فهرنهيتية .

أ – نفرض أن x هى درجة الحرارة المطلوبة بالتقدير المئوى.

∴ 2 x هى درجة الحرارة المطلوبة بالتقدير الفهرنهيتى:

بما أن $C/100 = (F - 32)/180$

$\therefore x / 100 = (2 x - 32)/ 180$

$\therefore 200 x - 3200 = 180 x$

http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى

$200\ x - 180\ x = 3200$

$20\ x = 3200$

$\therefore\ x = 3200 \div 20 = 160^{o}C$

بفرض أن $F = C$ وبالتطبيق فى العلاقة

$C / 100 = (F - 32) / 180$

$\therefore\ x / 100 = (x - 32) / 180$

$\therefore\ C = F = - 180$

$100\ x - 3200 = 180$

$- 3200 = 180\ x - 100\ x = 80\ x$

$\therefore\ x = - 3200 \div 80 = - 40^{o}C$

وبالإضافة إلى الترمومترات التى تستخدم الزئبق هناك ترمومترات سائلية أخرى تستخدم الكحول ويمكنها قياس درجة الحرارة بين – ١٣٠ °م ، + ٦٠ °م.

تمدد الأجسام الصلبة Expansion of solids

أولاً : التمدد الطولى للأجسام الصلبة
: Linear expansion of solids

عند تسخين أى جسم صلب فإنه يتمدد فمثلاً عند تسخين قضيب من جسم صلب يزداد طوله بمقدار يتوقف على المادة المصنوع منها القضيب وعلى طوله وكذلك مقدار الإرتفاع الحادث فى درجة الحرارة.

لو فرض أن طول قضيب قبل تسخينه L_c ، ورفعت درجة حرارته بمقدار ΔT فإن الزيادة فى طوله ΔL تتناسب طرديا مع كل من $\Delta T , L_c$

أى أن : $$\Delta L = \alpha L_c \Delta T$$

وبناء على ذلك يكون الطول الجديد للقضيب بعد تسخينه L_h هو :

$$L_h = L_c (1 + \alpha L_c \Delta T)$$

أو بشكل أخر $$L_h = L_c (1 + \alpha \Delta T)$$

حيث α هو ثابت التناسب ويسمى بمعامل التمدد الطولى Coefficient of linear expansion .

مما سبق يمكن أن نعرف معامل التمدد الطولى لمادة ما بأنه مقدار الزيادة التى تحدث فى الطول لوحدة الأطوال من هذه المادة إذا رفعت درجة حرارتها بمقدار درجة مئوية واحدة.

وتختلف قيمة معامل التمدد الطولى بإختلاف نوع المادة ولمادة معينة فإن قيمة معامل التمدد الطولى تختلف إلى حد ما بإختلاف درجة الحرارة.

جدول (١)

يوضح قيم معامل التمدد الطولى لعديد من المواد الصلبة مقدرة عند ٢٠ °م ما لم يتم الإشارة إلى غير ذلك.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

Coefficients of linear expansion of solids

Element	Per C Degree	Per F degree
Aluminum	24×10^{-6}	13×10^{-6}
Brans or bronze	18×10^{-6}	10×10^{-6}
Copper	17×10^{-6}	9.5×10^{-6}
Glass (soft or hard)	$8 – 9.5 \times 10^{-6}$	$4.5 – 5.3 \times 10^{-6}$
Ice (range -10^{0} to 0C)	51×10^{-6}	28×10^{-6}
Iavar steel (30 % nickel)	$-0.3 - + 2.5 \times 10^{-6}$	$-0.2 - + 1.4\ 10^{-6}$
Iron (wrought)	12×10^{-6}	6.7×10^{-6}
Lead	29×10^{-6}	16×10^{-6}
Platinum	9×10^{-6}	5×10^{-6}
Pyrex glass	3×10^{-6}	1.7×10^{-6}
Silica, fused ($0 – 30\ ^{0}$C)	0.42×10^{-6}	0.23×10^{-6}
Silver	19×10^{-6}	11×10^{-6}
Steel	11×10^{-6}	6.1×10^{-6}
Zinc	26×10^{-6}	14×10^{-6}

وللتمدد الطولى عديد من النواحى التطبيقيه الهامة نذكر منها على سبيل المثال ما يتبع عند إنشاء خطوط السكك الحديدية حيث يجب أن نترك فواصل بين الأطوال المختلفة من القضبان تعتمد على طول هذه القضبان وكذلك على معامل التمدد الطولى لمادتها (الحديد). ولتحديد كيف يمكن حساب طول الفاصل الواجب تركه بين كل قضيبين متتاليين إليك مثالا عدديا:

مثال ٤: بفرض أن طول القضيب الحديدى ٤٠ قدم أثناء إقامة خط حديدى عند درجة ٣٥ °ف فى فصل الشتاء بقطر ما فإذا كان فصل الصيف ترتفع فيه درجة الحرارة إلى١٢٠ ° ف.إحسب طول الفاصل بين القضبان المتاخمة.

الحل

لحل هذا المثال يجب أولاً أن نحسب مقدار التغير فى درجة الحرارة بين الشتاء والصيف وهو :

$$\Delta T = 120 - 35 = 85\ ^oF$$

ومن المعادلة $\Delta L = \alpha\ L_c\ \Delta T$

$$\Delta L = 6.1 \times 10^{-6}\ /^oF \times 40\ ft \times 85^oF = 0.0207\ ft\ of\ 0.249\ in$$

∴ المسافة الواجب تركها عند الإنشاء بين كل قضيب حديدى وأخر تساوى ٠.٢٤٩ وصة.

مثال ٥: إذا علمت أن معامل التمدد الطولى للحديد هو $0.000012/^oC$ أو $0.0000067/^oF$ إحسب كم يصبح طول قضيب من الحديد طوله إلى البارد ٥٠ سم إذا ما رفعت درجة حرارته .

أ – بمقدار ٥٠ °م. ب – بمقدار ٥ °ف.

الحل

أ – $L_h = L_c\ (\ 1 + \alpha\ \Delta\ T\ )$

$$= 50\ [\ 1 + (\ 0.000012 \times 5\ )\ ] = 50 \times 1.000060 = 50.003000\ cm$$

ب – $L_h = 50\ [\ 1 + (\ 0.000012 \times 5 \times 5/9\ )\ ]$

وذلك لأن الدرجة الفهرنهيتية الواحدة تعادل (٥ ÷ ٩) درجة مئوية

$$\therefore\ L_h = 50.001665\ cm$$

تأثير درجة الحرارة على حركة بندول الساعة:

تمثل العلاقة بين جول البندول L_c و زمن ذبذبته t بالمعادلة :

$$t = 2\ \pi \sqrt{L_c / g}$$

حيث g عجلة الجاذبية الأرضية.

فإذا إرتفعت درجة الحرارة بمقدار ΔT يصبح الطول الجديد للبندول L_h حيث

http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى

$$L_h = L_c (1 + \alpha \Delta T)$$

وبالتالى يصبح زمن الذبذبة الجديد $t + \Delta t$ ويعطى بالمعادلة:

$$t + \Delta t = 2 \pi \sqrt{ L_c (1 + \alpha \Delta T) / g }$$

$$= 2 \pi \sqrt{ L_c / g } \times \sqrt{ 1 + \alpha \Delta T }$$

$$= 2 \pi \sqrt{ L_c / g } \times (1 + \alpha \Delta T)^{1/2}$$

أى على سبيل التقريب يكون

$$t + \Delta t = 2 \pi \sqrt{ L_c / g } . (1 + 1/2 \alpha \Delta T)$$
$$\therefore t + \Delta t = t (1 + 1/2 \alpha \Delta T)$$
$$t + \Delta t = t + 1/2 \, t \alpha \Delta T$$
$$\therefore \Delta t = 1/2 \, t \alpha \Delta T$$
$$\Delta t/t = 1/2 \alpha \Delta T$$

حيث $\Delta t/t$ تدل على الزيادة النسبية فى زمن الذبذبة .

مثال ٦: بفرض أن بندول ساعة تم صنعه من مادة معامل تمددها الطولى ٠.٠٠٠٠١٨ وزمن ذبذبة هذا البندول ثانية واحدة . إحسب مقدار التأخير فى الساعة إذا إرتفعت درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية. راجع على عدد الأصفار فى الحل لأنها غير متفقة مع الموجود فى المثال

الحل

$$\Delta t/t = 1/2 \alpha \Delta T \qquad = 1/2 \times 0.000018 \times 10 = 0.00009$$

$$\Delta t = 0.00009 \times t \text{ sec.}$$

أى أن مقدار التأخير فى الثانية الواحدة (عندما $t = 1$ sec.) = ٠.٠٠٠٠٩ ثانية.

مقدار التأخير فى اليوم = ٢٤ × ٦٠ × ٦٠ × ٠.٠٠٠٠٩ = ٧.٧٧٦ ثانية

ولما كان التقديم أو التأخير يعتبر عيباً كبيراً فى الساعات فقد عمل على تلافى ذلك بتصميم أنواع من البندولات لا يختلف طولها بإختلاف درجات الحرارة سميت بالبندولات المتعادلة أو المتكافئة. وتصنع معظم البندولات الحديثة من سبيكة تسمى إنفار وهى سبيكة من الصلب والنيكل معامل تمددها أقل من عشر (١÷ ١٠) معامل تمدد الحديد.

مسألة: صنع أحد بندولات الثوانى من الإنفار وحسب طوله عند ١٠ °م فإذا كانت درجة الحرارة المتوسطة فى شهور يونية ويولية وأغسطس هى ٢٥ °م وضبطت الساعة عند ظهر اليوم الأول من يونية. أوجد مقدار ما تؤخره الساعة حتى ظهر اليوم الأول من سبتمبر علما بأن معامل تمدد البندول هو ٠.٠٠٠٠٠٠٩ [الجواب (٥٣.٦ ثانية)].

وحدات الحرارة Heat units :

الحرارة تعتبر صورة من صور الطاقة Energy ويمكن التعبير عن كمية الحرارة بأكثر من وحدة مثل Erg, Joules , Foot , Pounds .

معلوم من الخبرة العامة أن كمية الحرارة اللازمة لغليان كمية معينة من الماء بداء من درجة حرارة معينة تكون أقل من كمية الحرارة اللازمة لغليان كمية أكبر من الماء بدءا من نفس درجة الحرارة ومعنى ذلك أن كمية الحرارة اللازمة لإحداث إرتفاع معين فى درجة حرارة كمية من الماء تتناسب طرديا مع كمية المياه المراد تسخينها وأيضا فإن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

كمية معينة من المياه إلى ٦٠ °م مثلا تكون أكبر من تلك اللازمة لرفع درجة حرارة نفس الكمية من المياه إلى ٣٠ °م فقط بما يعادل الضعف. من هذا يمكن القول أن كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة كتلة من الماء تتناسب طرديا مع كل من كتلة الماء وكذلك الإرتفاع فى درجة الحرارة.

وكتعريف عام لوحدة الحرارة يمكن القول أنها كمية الحرارة اللازمة لرفع وحدة الكتل من الماء بمقدار درجة واحدة. وهناك وحدتان حراريتان شائعتان هما:

١. **السعر Calorie**

٢. **والوحدة الحرارية البريطانية British thermal unit (B.t.u.)**

ويعرف السعر Calorie بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة من ١٤.٥ – ١٥.٥ °م .

أما الوحدة الحرارية البريطانية (Btu) فتعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة باوند (رطل) واحد من الماء درجة فهرنهيتية واحدة من ٦٣ °ف إلى ٦٤ °ف.

وحيث أن كتلة الباوند تكافئ ٤٥٣.٦ جم وكذلك الإرتفاع فى درجة الحرارة بمقدار درجة فهرنهيتية واحدة يعادل إرتفاعا فى درجة الحرارة مقداره (٩ ÷ ٥) درجة مئوية فإنه يتبع ذلك أن:

$$\mathbf{1\ Btu = 453.6 \times (5/9) = 252\ cal.}$$

وهكذا فإن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة من المياه مقدارها ١٠ كجم من ٢٠ °م إلى ٧٠ °م تصبح مساوية لحاصل ضرب هذه الكتلة معبراً عنها بالجرامات فى مقدار الإرتفاع فى درجة الحرارة أى:

$10 \times 1000 \times 50 = 5 \times 10^5$ cal.

وبالمثل كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة من المياه مقدارها ٥٠ رطل (باوند) من ٤٠ °ف إلى ١٥٠ °ف تصبح كما يلى:

50 x (150 - 40) = 5500 Btu.

ويجب أن يكون معلوماً أنه من الناحية العملية والفعلية تختلف كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتل من المياه بمقدار درجة واحدة بإختلاف درجة الحرارة ولذلك فإن تعريف السعر Calorie والوحدة الحرارية البريطانية Btu السابقين يشيران إلى متوسط يعادل ١ ÷ ١٠٠ من كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء من صفر°م إلى ١٠٠ °م فى الحالة الأولى ويعادل (١ ÷ ١٨٠) من كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء من ٣٢ °ف إلى ٢١٢ °م فى الحالة الثانية.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

إنتقال الحرارة Transfer of Heat

يمكن للحرارة أن تنتقل من مكان لأخر بثلاث طرق هى:

١ – التوصيل Conduction

٢ – الحمل Convection

٣ – الإشعاع Radiation

أولاً: إنتقال الحرارة بالتوصيل Conduction:

يعرف إنتقال الحرارة عن طريق التوصيل بأنه إنتقال الطاقة بين جزيئات الأجسام الصلبة نتيجة إختلافها فى درجات الحرارة حيث تنتقل الحرارة من الطرف ذو الحرارة العالية إلى الطرف ذو الحرارة المنخفضة. وتختلف المواد فى درجة توصيلها للحرارة حيث يلاحظ أن كل الفللزات موصلة جيداً للحرارة بعكس المواد المسامية التى تحبس الهواء بداخلها حيث تعتبر رديئة التوصيل للحرارة مثل الخشب. وتُعرف المسافة بين نقطة الحرارة العالية ونقطة الحرارة المنخفضة على طول ساق من المعدن بخط السريان أو التدرج الحرارى.

ثانياً: إنتقال الحرارة بالحمل Convection :

إنتقال الحرارة عن طريق التوصيل خلال الأجسام الصلبة ثم عن طريق إنتقال الحرارة من جزء فى الجسم إلى أخر مجاور له وهكذا دون إنتقال لأى من هذه الأجزاء .أما فى حالة الموائع (السوائل والغازات) والتى تستطيع جزيئاتها الحركة والإنتقال لمسافات كبيرة فإن هذه الجزيئات تحمل الحرارة معها حيثما إنتقلت ولذلك تسمى هذه الطريقة من الإنتقال الحرارى بالحمل Convection. والإنتقال بالحمل يعزى إلى إنخفاض كثافة المائع

بإرتفاع درجة حرارته ومن ثم إحلال الأجزاء الأقل حرارة محل الساخنة والأقل كثافة القريبة من المصدر الحرارى.

ومن الأمثلة المألوفة لإنتقال الحرارة عن طريق الحمل التدفئة المركزية بالماء الساخن حيث ترتفع درجة حرارة الهواء الذى يتلامس مع جهاز التدفئة فتقل كثافتة فيتحرك حاملا معه الحرارة ليحل محله هواء بارد يسخن بدوره ليكرر الدورة السابقة.

أيضا حركة الرياح التجارية Trade winds تحدث بسبب التسخين المستمر للهواء بالقرب من خط الإستواء equator وإنخفاض كثافته وبالتالى حركته بعيدا عن سطح الأرض ليحل محله هواء بارد قادم من الشمال فى نصف الكرة الشمالى أو قادم من الجنوب فى نصف الكرة الجنوبى وينشأ عن ذلك تيارات حمل convection currents فى نفس الإتجاهات لفترة طويلة. والجدير بالذكر أن دوران الأرض يسبب بعض الإنجراف للرياح عن المسارات المذكورة.

ثالثاً: إنتقال الحرارة بالإشعاع Radiation :

لا يحتاج إنتقال الحرارة بالإشعاع إلى وسط مادى حتى يحدث. فالإشعاع الشمسى ينتقل فى الفضاء حتى يصل إلى الأرض حيث يمتص على شكل طاقة حرارية. كذلك الإشعاعات المنبعثة من سلك ساخن فى لمبة كهربائية تقطع الفراغ بين السلك وزجاج اللمبة رغم أن تجويف اللمبة مفرغ.

والأشعة الساقطة على جسم ما قد تنعكس عنه أو يمتصها أو ينفذها وقد تحدث هذه التأثيرات منفردة أو متصاحبة. وأى جسم يمتص إشعاع تزداد سخونته نتيجة زيادة الطاقة الداخلية الناشئة عن الإشعاع وجميع الأجسام تشع حرارة سواء كانت ساخنة أو باردة وكلما كانت أسخن كلما زادت كمية

http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى

الإشعاع الحرارى وأيضاً فإن جميع الأجسام تستقبل إشعاعات من بعضها ويحدث التبادل فى الطاقة الإشعاعية بإستمرار وفى ذلك فإن الجسم الذى تظل درجة حرارته ثابتة لا يمكن إعتباره قد توقف عنه إشعاع الحرارة أو إمتصاصها ولكنه فى واقع الأمر يستقبل الطاقة بنفس المعدل الذى يشعه بها أما الجسم الذى ترتفع درجة حرارته فهو يمتص الطاقة بمعدل أعلى من معدل إشعاعه لها وعلى النقيض من ذلك فإن الجسم الذى تنخفض درجة حرارته فإنه يمتص الطاقة بمعدل أقل من معدل إشعاعه لها.

والجسم جيد الإشعاع للحرارة هو فى ذات الوقت جيد الإمتصاص للطاقة وفى هذا الصدد نقول أن الجسم الأسود الخشن جيد الإشعاع للحرارة لأنه فى الوقت نفسه يتميز بإمتصاصه العالى جدا للإشعاع الحرارى بعكس الأجسام اللامعة التى تتميز بضعف قدرتها على إمتصاص الطاقة وبالتبعية تكون هذه الأجسام قليلة الإشعاع.

الطاقة الشمسية تصل إلى الأرض بالإشعاع وتصل كمية الطاقة التى تصل ما فوق الغلاف الجوى لسطح الأرض ٢ كالورى فى الدقيقة لكل مساحة قدرها ١ سم٢ من السطح المتعامد على أشعة الشمس حيث يمتص حوالى ثلث هذه الطاقة أثناء مرور الأشعة خلال الغلاف الجوى.

بعض التطبيقات على إنتقال الحرارة :

١. الصوب الزجاجية:

عندما يراد زراعة محصول أو نبات ما فى ظل مدى مرتفع نسبيا من درجات الحرارة عن تلك السائدة فى منطقة ما أو موسم نمو معين تستخدم الصوب الزجاجية الشفافة تسمح بنفاذ الأشعة المرئية والقريبة من

تحت الحمراء التى تأتى من الشمس وهذه الأشعة تتحول إلى حرارة عندما تمتص بواسطة الأجسام الموجودة داخل الصوب ومن ثم تصبح هذه الأجسام أدفأ وتبدأ هى الأخرى فى إشعاع طاقة ولكن نظراً لأن درجة حرارتها لا تكون مرتفعة بالقدر الذى يسمح للطاقة بالمرور خلال الزجاج فإن الطاقة المشعة تحبس داخل الصوبة وفى هذا تلعب الصوبة دور المصيدة الحرارية لأن الفواقد الحرارية بالحمل والإشعاع تكاد تكون معدومة ونتيجة لذلك تصبح درجة الحرارة داخل الصوبة إعلى كثيرا منها بالخارج.

٢. **الترموس الزجاجى :**

توضح زجاجة الترموس كيف يمكن إستعمال أسس إنتقال الحرارة لتقليل كمية الحرارة المتدفقة إلى داخل (أو خارج) حيز الزجاجة. بالترموس يتكون من زجاجتين متداخلتين ومتلامستين فقط عند العنق كدلك تفضض سطوح الزجاجتين ويفرغ ما بين جداريهما. وإختيار الزجاج فى صنع الزجاجتين يقلل الإنتقال الحرارى إلى حده الأدنى حيث أن الزجاج مادة رديئة التوصيل للحرارة. كذلك فإن تفريغ ما بين الزجاجتين يمنع الإنتقال بالحمل أما الإنتقال بالإشعاع فيكون محدودا لأن الأسطح المفضضة للزجاج إمتصاصها للحرارة المنتقلة إليها عن طريق الإشعاع محدود وأيضا فقدها للحرارة بالإشعاع قليل جداً.

تعريفات هامة:

- **الحرارة النوعية Specific heat:**

هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية. أو هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من المادة درجة واحدة فهرنهيتية.

- **السعة الحرارية " C " Heat capacity :**

هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم بأكمله درجة واحدة مئوية.

- **حرارة الإنصهار Heat of fusion :**

هى كمية الحرارة مقدرة بالسعرات Calories التى تلزم لتحويل وحدة الكتلة من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة

- **حرارة التصعيد أو الحرارة الكامنة للتبخير Latent heat of vaporization**

هى كمية الحرارة مقدرة بالسعرات Calories التى تلزم لتحويل وحدة الكتلة من السائل عند نقطة الغليان إلى بخار عند نفس درجة الحرارة.

- **التسامى Sublimation :**

هو عبارة عن تحويل المادة من الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة مثل تسامى ثانى أكسيد الكربون الصلب دون أن يبلل الوعاء.

ثانياً

الأرصاد الزراعية

علم الأرصاد الجوية Meteorology

مقدمة:

علم الأرصاد الجوية: هو علم الجو أو علم الظواهر الجوية أو علم الأنواء، وأصل الكلمة ميتيورولوجي من اليونانية والمعنى اللفظي لها هو علم الأشياء العُليا أو دراستها، أي دراسة الجو. ويعرف حاليا بمجموعة من التخصصات العلمية التي تعنى بدراسة الغلاف الجوي التي تركز على أحوال الطقس والتنبؤات الجوية (خلافا لعلم المناخ). الدراسات في هذا المجال تعود لآلاف السنين، على الرغم من أن التقدم الكبير في مجال الأرصاد الجوية لم يحدث حتى القرن الثامن عشر. وشهد القرن التاسع عشر تقدما سريعا في علم الأرصاد الجوية بعد تطور شبكة مراقبة حالة الطقس (محطات الأرصاد الجوية، وغيرها) عبرالعديد من البلدان. في النصف الأخير من القرن العشرين تحقق التقدم الكبير في التنبؤ بأحوال الطقس، وذلك بعد تطور جهاز الحاسب الإلكتروني.

يختص علم الأرصاد الجوية بدراسة العناصر الجوية من حرارة ورطوبة وضغط ورياح وسحب وأمطار وتبخير وإشعاع شمسى وحرارة التربة. وتشتمل هذه الدراسة أيضا على:

- توزيع تلك العناصر على سطح الكرة الأرضية أفقياً ورأسياً وزمنياً.
- قياس قيمة كل عنصر عند أى مكان على سطح الأرض
- تقدير التغير الذى يحدث فى العنصر بالأرض عند ذلك المكان
- دراسة التغير الذى يحدث فى تلك العناصر بتغير فصول السنة.

تتعدد تطبيقات الأرصاد الجوية وتستخدم في ميادين متنوعة مثل المجال العسكري، وإنتاج الطاقة، والنقل، والزراعة والبناء وغيرها من أوجه النشاط المختلفة التى تتأثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة باحوال الطقس والمناخ.

و ينقسم عِلْم الأرصاد الجوية إلى:

- عِلْم المناخ
- فيزياء الغلاف الجوي
- كيمياء الغلاف الجوي
- ترموديناميكا الغلاف الجوي
- مجالاتَ ثانويةَ مِنْ العلوم الجوية

وهذه الأشياء هي المواد الأساسية في علم الأرصاد الجوية.

الأرصاد الجوية وعلم المياه يؤلفان معا علم الظواهر الجوية المائية. التفاعلات بين الغلاف الجوي للأرض والمسطحات المائية هي جزء من دراسات المحيطات والغلاف الجوي.

علم المناخ Climatology: هو علم وثيق الصلة بعلم الأرصاد ولا يقل أهمية عنه ويعرف على أنه **العلم الذى يختص بدراسة الحالة العامة لعناصر الجو المختلفة لذلك فهو يعتمد فى دراسته على متوسط قيم هذه العناصر لمدة طويلة قد تتراوح ما بين ٢٠ – ٣٠ سنة حتى يعطى صورة للملخص الإجمالى للعناصر الجوية.**

فعلم المناخ هو العلم الذى يدرس الظواهر الجوية لفترة كافيه من الزمن خاصة فيما يتعلق منها بسطح الأرض.

أما علم الأرصاد الجوية فهو يتناول دراسة الظواهر الجوية فى حد ذاتها وفى أى طبقة من طبقات الهواء سواء كانت لتلك الظواهر علاقة بسطح الأرض أم لا. **والذى يهمنا فى هذا المجال هو علم الأرصاد الجوية الزراعية.**

محتوى الأبواب المختلفة

ثانياً: الأرصاد الزراعية

الموضوعات الرئيسية التى يتناولها كل باب

(محتويات الباب الأول)

مقدمة عن علم الأرصاد الجوية Meteorology

علم الأرصاد الجوية الزراعية Agrometeorology

فوائد الأرصاد الجوية الزراعية

أهمية الأرصاد الجوية الزراعية

الظواهر الجوية وأثرها على الزراعة

الطقس والمناخ

المناخ وتأثيره على الزراعة

وأهم عناصر المناخ التي تؤثر في الإنتاج الزراعي

العوامل المحددة لمناخ أو طقس مكان ما

تأثير العوامل الجوية على الإنتاج الزراعي

أهمية دراسة المناخ كأحد عناصر البيئة

الجو Atmosphere

الباب الأول

علم الأرصاد الجوية الزراعية Agrometeorology

هو العلم الذى يهتم بقياس أحوال الجو والتربة ودراسة الظواهر الجوية التى تؤثر على النباتات.

والأرصاد الجوية الزراعية تعرف بأنها التطبيقات العملية للمعلومات والبيانات الخاصة بالطقس والمناخ في مجال الزراعة أو بمعنى آخر هي دراسة الظواهر الجوية المختلفة وتقديم الخدمات الممكنة بهدف الحد والتخفيف من الآثار السلبية لهذه الظواهر والاستفادة من الموارد المناخية الكامنة في الزراعة.

فوائد الأرصاد الجوية الزراعية:

تتلخص فوائد معلومات الرصد الجوى فى:

١. حساب المتطلبات المناخية للمحاصيل الزراعية المختلفة وإعداد جدولة الري المناسبة.
٢. إصدار التنبيهات عن تقلبات الطقس وظهور الأمراض والآفات الزراعية التي تصاحب الظروف الجوية المختلفة.
٣. تنظيم عمليات المكافحة وإعداد التقويم الزراعي لكل منطقة وإختيار موعد بداية الزراعة وأوقات الحصاد المناسبة.

٤. إختيار الأنواع المناسبة من المحاصيل الزراعية والثروة الحيوانية والعمل على إدخال أصناف جديدة وفق المشابهات المناخية الزراعية ووفق المتطلبات البيئية.
٥. إجراء الدراسات والبحوث الخاصة بالمحافظة على البيئة في مجال الزراعة (الزحف الصحراوي، تعرية التربة، حرائق الغابات، واستخدامات الأسمدة، ومبيدات الإعشاب).

وخلاصة القول إن هدف الأرصاد الجوية الزراعية هو إيجاد العلاقة التي تربط عوامل المناخ مع الزراعة والتي تتضمن المحاصيل والبستنة، والحيوان، والغابات، والري لذلك فان علم الأرصاد الجوية الزراعية يمتد من طبقات التربة التي ينمو فيها النبات إلى طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض حيث تنمو المحاصيل والأشجار وصولاً إلى طبقات الهواء العليا التي تهم علم الحياة.

أهمية الأرصاد الجوية الزراعية:

١. التخطيط الزراعى للبلد
٢. رفع مستوى الأنتاج الزراعى وتحسين نوعيته وذلك عن طريق البيانات والمعلومات الجوية والتوصيات بأنسب الأوقات للزراعة والحصاد للمحاصيل المختلفة.
٣. زيادة كفاءة أستخدام الموارد الطبيعية
٤. التنبؤ بالظواهر الجوية الضارة مثل الجفاف والصقيع والبرد واللفحة الحرارية وغيرها والتحسب لمواجهتها وتخفيف أثارها.
٥. دراسة تأثير العوامل الجوية على البيئة والمشاكل التى ترافقها مثل مشاكل تعرية التربة والتصحر.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

٦. المساعدة فى إعداد خرائط التقسيم البيئى الزراعى إعتماداً على التوزيعات الخاصة بالمناخ الزراعى وربطها مع أستخدامات موارد الأراضى والمياه بهدف أختبار الأصناف المناسبة فى المحاصيل الزراعية.
٧. تحديد الأحوال المناخية الملائمة للمحاصيل المختلفة وحدودها ومناطق توزيعه.
٨. دراسة البيئة المناخية المحيطة بالنباتات مباشرة والقريبة جداً من سطح الأرض.
٩. مقاومة إنتشار الآفات الحشرية والفطرية وأمراض النباتات وبذور الأعشاب الضارة بالنباتات ويرجع ذلك لوجود علاقة وثيقة بين ظروف الأحوال الجوية وإنتشار هذه الآفات والبذور ، وبذلك يمكن إتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة لمقاومة إنتشارها.
١٠. الإستفادة من العوامل المناخية كعامل أساسى فى تكوين الأراضى وفى عمليات تحسين وتدهور
الأراضى الزراعية وعمليات التصحر للأراضى الزراعية.

مما سبق يتضح أن التغيرات فى النباتات يمكن معرفتها والتعرف على أبعادها عن طريق دراسة الطقس والمناخ اللذان يعتبران أساساً للتغيرات العظمى فى المنطقة التى يتواجد فيها النبات والكائنات الحية الأخرى.

ولذلك ينبغى علينا أن نهتم بدراسة المتغيرات فى كل من الطبقة السطحية من الجو أى الطبقة الملامسة للقشرة الأرضية وأيضاً الطبقة العليا من القشرة الأرضية نفسها إذ لكلتيهما تأثير واضح على النباتات الموجودة

بها والدراسة المتعلقة بالتغيرات الطبقية هى ظواهر تؤثر على النمو والإنتاج النباتى كما تنعكس على الإنتاج الحيوانى على السواء.

ويتأثر كل نبات بالمؤثرات الجوية وينمو فى أحسن صورة عند حدود معلومة مادام بين حدين هما حد الإنبات وحد نهاية النضج ومن هذه المؤثرات:

- الرطوبة النسبية والرطوبة الأرضية
- الحرارة والإشعاع
- الضغط الجوى وسرعة الرياح
- طول النهار أو عدد ساعات سطوع الشمس وغيرها

وقد أثبت البحث العلمى أن لبعض هذه المتغيرات دور فقط فى تكامل أجزاء النبات أكثر من دورها فى نموه المطلق بينما يظهر أثر البعض الأخر مثل الإشعاع بصورة مؤكدة على النمو الأمر الذى جعل الباحثين يهتمون بدراسة الإشعاع وأثر طول النهار والعوامل التى تؤثر عليه.

ومما سبق يتضح أن الدراسات الطبيعية للتغيرات التى تحدث فى الطبقة السطحية من القشرة الأرضية والطبقة التى تعلوها من الجو لها أهميتهما التى لا يمكن إغفالها عند مزاولة الزراعة (علل) حيث أنها:

- تتداخل مع نمو النباتات وإكتاله
- وتؤثر على علاقة التربة والماء بالنباتات بالإضافة إلى التغيرات التى تحدث فى النبات نفسه

ومثل هذه الدراسات الطبيعية وهى بالدرجة الأولى موضع علم الأرصاد الجوية.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الظواهر الجوية:

هي الأحداث الجوية الملاحظة بما فيها الظواهر الضوئية وتم تفسيرها بواسطة علم الأرصاد الجوية. هذه الأحداث تتوقف على وجود مجموعة من المتغيرات (العناصرالجوية) في الغلاف الجوي وهي:

- درجة الحرارة، الضغط الجوي، وبخار الماء، ومعدلات تواجدها وتفاعل كل عنصر، والتغيرات التي تطرأ عليها بمرور الزمن وأغلب الأحداث الجوية على الأرض تقع في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي – التربوسفير.

الظواهر الجوية وأثرها على الزراعة:

تظهر الظواهر الجوية بما تحمله من مفاجآت موسمية تأثيرات بالغة الأهمية على الزراعة ، لذلك فدراسة مثل هذه الظواهر ومعرفة أصلها وتفسير حدوثها على حياتنا اليومية ونشاطنا الإقتصادى و الإجتماعى وعلى الزراعة بصفة خاصة يعتبر من أهم الدراسات فى علم الأرصاد الجوية الزراعية فمثلاً:

.

- عند سقوط الأمطار بغزارة وتشبع الأرض بالماء يؤثر ذلك على نمو النباتات ، كما يتسبب عن ذلك الفيضانات لامتلاء الأنهار بالمياه مما يهدد الزراعة القائمة.
- عند إنخفاض درجة الحرارة لدرجة حصول الصقيع يحدث تلف للمحصول أو قلة غلته.
- فى حالة إرتفاع درجة الحرارة عن معدلها الطبيعى الذى يتحمله النبات النامى يؤدى ذلك إلى حدوث ضرر للمحاصيل والفواكه والخضروات.
- عند هبوب الرياح الشديدة العاصفة أو الأعاصير تحدث أضراراً ميكانيكية و فسيولوجية للنباتات المنزرعة.

- نتيجة لفعل الرياح وعامل التبخر للماء تتكون الملوحة فى الأرض مما يسبب الضرر للنباتات.
- العوامل الجوية تحدد ميعاد الزراعة لكل محصول فى المنطقة المعينة كما تحدد نموه وإزهاره
- تحدد العوامل الجوية نوع النباتات التى تنمو فى كل منطقة ، وتبعاً لذلك نوع الحيوانات التى تعيش عليها. ففى مصر مثلا نجد أن :

– القطن طويل التيلة يجود فى شمال الدلتا أما قصب السكر فينمو فى جنوب الوادى

– أما الشعير فيمكن زراعته فى الصحراء الغربية لعدم إحتياجه للماء الكثير

– أما النباتات الزيروفيتية فتنمو فى المناطق الصحراوية.

- حيوانات اللحم لا يلائمها إلا المناطق الباردة المعتدلة
- إنتاج البيض يكثر فى الربيع والخريف لملائمة الظروف الجوية لذلك.

وبطبيعة الحال فتبعا لتنوع المحاصيل والنباتات والحيوانات فى المناطق المختلفة تتوقف الصناعات القائمة. ويلاحظ أن الصور الفوتوغرافية المأخوذة عن طريق الأقمار الصناعية بالأشعة التحت الحمراء تُظهر حالة المحاصيل المنزرعة فى الأراضى.

نتيجة لذلك كان لابد من دراسة الغلاف الجوى والعناصر المناخية المختلفة لمعرفة حقيقة المناخ السائد فى المنطقة خصوصا العوامل المناخية المسئولة عن الإنتاج الزراعى والحيوانى فى المنطقة حتى يمكن معرفة

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

المعوقات الأرضية التى تقف فى سبيل الحصول على الإنتاج الزراعى الوفير.

ويمكن حينئذ التغلب على بعض هذه المعوقات بإحدى الطرق الأتية:

١. المحافظة على النباتات من الصقيع ومن الحر اللافح.
٢. وقاية الأرض من الإنجراف الهوائى أو المائى.
٣. الوقاية من الرياح الضارة الشديدة السرعة أو التخفيف من حدتها.
٤. إسقاط الأمطار الصناعية إذا توفرت الشروط اللازمة.
٥. حفظ المياه الزائدة عن الحاجة وتخزينها للإنتفاع بها عند الحاجة.
٦. إستخدام الصوبات الزجاجية أو الخشبية المناسبة فى بعض الظروف.

من كل ما سبق يتضح لنا أنه لابد من دراسة الطقس والمناخ والأرصاد الجوية وتطبيقها فى الزراعة بطريقة تمكن الدارس من معرفة الظواهر الجوية التى تتحكم فى إستقرار الزراعة وتوفير الدخل منها بعد تهيئة جميع الظروف البيئية الأخرى التى يحتاجها النبات.

الطقس والمناخ:

الطقس Weather هو حالة الجو فى وقت محدد وهو قابل للتغير من فترة لأخرى **(علل)** لأن الظواهر الجوية فى تتابع مستمر من أول العام حتى آخره وبعدها تعيد تلك الظواهر الكرة بنسق متشابه أو غير متشابه. أى أن الطقس هو ما تحدده العناصر الجوية أثناء فترة معينة وهو يتغير من آن لأخر ، وبوجة عام قد يكون الطقس فى يوم من أيام الشتاء دافئا أو حارا ويعقب ذلك يوما باردا أى أن الطقس غير مستقر. والطقس يرجع إليه:

- **نجاح المحاصيل ونموها أو**
- **ضعف نموها وقلة إنتاجها**

المناخ Climate هو عبارة متوسطات العناصر الجوية خلال سنين عديدة وقلما تتغير هذه المتوسطات. ويمكن معرفتها عندما تتوافر قراءات أو رصدات جوية يومية لعدد من محطات الرصد المنتشرة خلال سنوات عديدة حيث تستخدم هذه القراءات لحساب متوسطات لهذه العناصر المدروسة لكل محطة أو إقليم سواء كمتوسطات شهرية أو موسمية أو سنوية ونطلق على هذه المتوسطات فى مجموعها "المناخ". **ومناخ الإقليم هو الذى يُحدد طبيعة حاصلاته الزراعية.**

أى أن المناخ هو الملخص الإجمالى للطقس لمدة طويلة من الزمن إذ هو نتيجة مجموع الظواهر الجوية ويعطى صورة واضحة للطريقة التى تلعب بها العناصر الجوية دورها مجتمعة وكلما كانت قراءة المتوسطات لعدد كبير من السنين كلما ذاد المتوسط إستقرارا.

ولكل من الطقس والمناخ تأثيره الخاص على الكائنات الحية عموماً ومنها النبات والحشرات المسببة لأمراض النبات.

ولدراسة المناخ لابد من معرفة التركيب العنصرى للجو كالإشعاع الشمسى ودرجات الحرارة للماء والهواء والطبقة السطحية من الأرض وكذلك الرطوبة والسحاب والتبخير والمطر والثلج والعواصف الترابية والرعدية والندى والبرق والضباب والضغط الجوى والرياح سرعتها وإتجاهها ومواقيت إبتداء وإنتهاء المواسم كموسم الرياح أو موسم الأمطار أو الجليد أو الأعاصير وقد يطلق على المناخ إسم المترولوجيا الجغرافية.

ويُعد علم المناخ التطبيقي أحد فروع علم المناخ الذي ظهر في القرن التاسع عشر الميلادي، وقد عرفه أوليفر(Oliver) بأنه الاستخدام العلمي

للمعلومات المناخية وتطبيقاتها على مشاكل معينه، ضمن موضوع معين مثل أثر بعض عناصر المناخ أو كلها على الإنتاج الزراعي أو نمو وتوزيع الغابات أو الصناعة أو الإنسان.

وقد ظهرت العديد من المصطلحات التي تعبر عن مجالات البحث في المناخ التطبيقي، منها المناخ الزراعي (Agroclimaology) الذي يهتم بدراسة تأثير العناصر المناخية المختلفة وخاصة (**الإشعاع الشمسي – الحرارة – الأمطار–.....الخ**). على المحاصيل من حيث الإنتاج والنمو والأمراض. ودراسة أثر وعلاقة عناصر المناخ على زراعة وإنتاج المحاصيل المختلفة لاسيما مع زيادة معدلات النمو السكاني وزيادة الطلب على المواد الغذائية التي تشكل عبئاً مباشراً على الأرض الزراعية، من خلال تكثيف الإستغلال الزراعي للمساحات المخصصة للإنتاج الزراعي ، لا يمكن تحقيقها بشكل جيد إلا بدراسة الظروف المناخية المحلية والعوامل الجغرافية الأخرى. فأختيار المحاصيل الزراعية وزراعتها على أسس علميه يتطلب متابعة ورصد الظواهر الجوية وعناصر المناخ المختلفة، وتحديد إرتباطها وتأثيرها على إنتاج المحاصيل الزراعية، فضلاً عن مراحل نموها المختلفة، وكذالك تحديد المواعيد المثالية للزراعة والإنتاج ، وتحديد حالات التطرف والتذبذب للعناصر المناخية خلال فترات النمو والأزهار وعقد الثمار ، والتي تعد الأكثر حساسية من غيرها.

المناخ وتأثيره على الزراعة:

يُعد عامل المناخ من أكبر العوامل الطبيعية تأثيراً في تحديد أنواع المحاصيل حيث يحدد المناطق التي يمكن زراعتها بمحاصيل معينة . كما أن المناخ عامل رئيسي في تكوين التربة وإختلاف أنواعها ودرجة خصوبتها.

وأهم عناصر المناخ التي تؤثر في الإنتاج الزراعي:

١. درجة حرارة الهواء والتربة.
٢. كمية الأمطار.
٣. الرياح (سرعة وإتجاه).
٤. الضوء
٥. الإشعاع الشمسى (معبراً عنه كطاقة أو طول النهار الفعلى)
٦. الرطوبة (النسبية)
٧. سقوط الثلج.
٨. الصقيع.
٩. البخر
١٠. البخرنتح
١١. الندى

ويتم رصد هذه العناصر الجوية لخدمة الزراعة على إرتفاع ٢ م من سطح الأرض (علل).

وتختلف أهمية كل عنصر من هذه العناصر من محصول إلى أخر ومن مكان إلى أخر. فقد تكون كمية المطر من أهم العناصر بالنسبة لمحصول معين ، وقد تكون درجة الحرارة أو كمية الرطوبة أو الرياح أقوى أثرا مادام يمكن توفير المياه صناعياً . وقد يكون طول الفصل الخالي من الصقيع هو العامل الرئيسي . وبعض المحاصيل يحتاج لفترة مشمسة ، بينما يحتاج البعض الآخر لغطاء من السحب في بدء نموه . وفى المناطق الإستوائية يمكن أن يستمر نمو النبات طول العام مادام الماء متوفرا(سقوط المطر) ، بينما في المناطق الشمالية تنمو معظم المحاصيل في الصيف ويقتلها برد الشتاء.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

العوامل المحددة لمناخ أو طقس مكان ما:

١. موقع المكان من خط الأستواء حيث تسقط أشعة الشمس العمودية ، ويعبر عن ذلك بدوائر العرض ،وتجعل المناخ حارا.
٢. قرب الأقليم أو بعده من البحر يؤثر على مناخه سواء من ناحية الأمطار هبوب الرياح أو تعديل درجة الحرارة.
٣. وجود أو عدم وجود مسطحات مائية بالقرب من المنطقة لما لها من تأثير ملطف على درجة الحرارة.
٤. تعرض المكان إلى رياح دائمة أو موسمية سواء كانت حارة أو باردة تؤثر على المناخ.
٥. منسوب المكان من سطح البحر إذ تنخفض درجة الحرارة بالإرتفاع.
٦. منسوب سطح المنطقة (الطبوغرافية) وما لها من تأثير على درجات الحرارة والضغط
٧. مناطق الضغط العالي أو المنخفض نصف الثابتة Semi permanent الناشئة من دوران الأرض وإختلاف درجة الحرارة حسب خطوط العرض فيتاصعد الهواء الساخن أو يهبط الهواء البارد ويحدث عدم الإتزان.

٨. تيارات المحيطات سواء الباردة أو الساخنة حسب المصدر المارة عليه وإتجاهها.
٩. وجود الحواجز الجبلية حيث تؤثر على تغيير إتجاه الريح وتسقط الأمطار أما تكوين الجليد فوقها يؤثر على المناخ عامة.
١٠. نوع الرياح التى تهب على المنطقة هل هى رياح حارة أو محملة بالرطوبة ومدى سرعتها.

١١. نوع الغطاء النباتى للمنطقة: هل هى نباتات حشائش أو غابات أو أراضى خالية من المزروعات ويكون المناخ لطيف فى وجود النباتات صيفاً وشتاءً عن المناطق الخالية من المزروعات لتأثير الرطوبة الناتجة عن عمليات النتح وأيضاً المساحات المغطاة بالجليد.

١٢. العواصف.

وقد يشترك التأثيرعلى مكان عامل أو أكثر لتؤثر على :

أ – درجة حرارة الأقليم . ب – الرطوبة الجوية والترسيب .

ج – الضغط الجوى . د – الرياح .

تأثير العوامل الجوية على الإنتاج الزراعي

للطقس والمناخ دورً هام في تحديد الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني، حيث تظهر تأثيرات العوامل الجوية على النبات في جميع مراحل نموه ، من بداية الزراعة (بداية وضع البذرة) ، وحتى الحصاد ، وقد يمتد هذا التأثير ليسبق بداية الزراعة، ويمتد بعد الحصاد ليشمل مثلاً ، التأثير على طبيعة تصميم وإنشاء مستودعات تخزين المحاصيل الإستراتيجية، سواء المخازن الحقلية منها أو المستودعات الرئيسية الكبيرة. وتُفيد دراسة هذه العوامل الجوية فى تجنب محاربة الطبيعة للفلاح بقدر المستطاع. وما أثيرُها على الثروة الحيوانية..؟

الثروة الحيوانية ، إضافة إلى تأثير العوامل الجوية عليها بشكل مباشر ، فان لهذه العوامل تأثير غير مباشر ، من خلال التأثير على:

- **النبات الذي يعتبر غذاء الحيوانات**
- **الأرض التي تعيش عليها.**

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

لـذلك تعتبـر العوامـل المناخيـة، هـي الـسبب الرئيـسي فـي توزيـع الثـروة الحيوانية فوق سطح الأرض ، ومن هنا تأتي أهمية دراسة تأثيرات عوامل المنـاخ عند تخطيط، وتنفيذ المشاريع الزراعية، لما لها من تأثير حيوي في زيادة الإنتاج الزراعى **(علل)**.

وتعتبر العوامل الجوية واحدة من العوامل البيئية التى تؤثر على الكائن الحـى عموماً. وبالنسبة للمجال الزراعى فهى تمثل مع الأرض والماء والغذاء العوامـل البيئيـة التـى تتفاعـل مـع عامـل الوراثـة (فـى التقـاوى) لتكـون النـاتج النهـائى والـذى يمثـل غـذاء الإنـسان ، وفـى كثيـر مـن الأحيـان تُعتبـر العوامـل الجوية هى المحدد للإنتاج

أهمية دراسة المناخ كأحد عناصر البيئة:

للمناخ تأثير كبير على الإنسان وغيره من الكائنات الحية التى تعيش على سطح الأرض ومن هذه التأثيرات مايلى:

١. أثر المناخ على نوع النباتات النامية:

يحدد المناخ ، وخاصة عنصرى الحرارة والمطر نوع النبات الطبيعى الذى ينمو فى إقليمً ما. ولذا فإن توفر هذين العنصرين يؤدى إلى نمو غطاء نباتى كثيف ، مثل الغابات الإستوائية، كذلك يختلف نوع الغطاء النباتى حسب موسم سقوط المطر، فتنمو الحشائش مثلاً فى المناطق ذات المطر الفصلى بينما يزدهر نمو الغابات فى المناطق ذات المطر السنوى. وبصفة عامة ، الحرارة هى التى تحدد النطاقات العامة للأنواع النباتية (نباتات حارة – معتدلة – باردة) بينما يحدد المطر التوزيع الفصلى داخل تلك النطاقات.

٢. هناك علاقة وثيقة بين المناخ والتربة:

فالمناخ هو المسئول الأول عن عملية تكوين الأراضى وذلك عن طريق تفكيك الصخور وتحللها ، وكمية المياه وبالتالى نشاط البكتريا وغيرها من الكائنات الحية. لهذا نجد أن عملية تكوين وتطور التربة تكون نشطة فى الأقاليم التى ترتفع فيها الحرارة وتغزر بها الأمطار. بينما تكاد تختفى فى المناطق الجافة القليلة المطر.

٣. للمناخ تأثير كبير على الزراعة:

حيث تتحدد أنواع المحاصيل الزراعية وفقاً لدرجة الحرارة وكمية المياه. ومن هنا نجد أن هناك محاصيل إستوائية مثل المطاط – الكاكاو – ومحاصيل مدارية مثل القطن وقصب السكر – ومحاصيل معتدلة مثل القمح.

٤.يؤثر المناخ تأثيراً كبير على الإنسان ومظاهر الحياه الأخرى على سطح الأرض

حيث يؤثر على نمو الجراثيم والحشرات الناقلة للأمراض، ولهذا نجد أن لكل بيئة أمراضها، فأمراض الجهاز التنفسى مثل السل والإلتهاب الرئوى تنتشر فى البيئات الباردة ، بينما تنتشر الملاريا والبلهارسيا والديدان المعوية فى المناطق الحارة.

٥. للمناخ تأثير مباشر على الإنسان

حيث يؤثر على نوع مأكله ، ففى المناطق الباردة يحتاج الإنسان إلى كمية كبيرة من السعرات الحرارية ، فيعتمد على الدهون والسكريات بنسبة كبيرة بعكس الحال فى المناطق الحارة التى يقل إحتياجه فيها إلى مثل هذه الأطعمة. ويتحكم المناخ أيضاً ، إلى حد كبير ، فى نوع الحرفة التى يمارسها الإنسان وفى أنواع بعض الموارد على الأرض.

الجو Atmosphere

غطاء سميك يحيط بالكرة الأرضية جميعها ويشبه فى ذلك اليابس والسائل وإن إختلف فى أننا لا نلمسه أو نشعر به إلا عندما يتحرك. ويمتد الغلاف الجوى إلى مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض ويحتوى الغلاف الغازى فى تركيبه وخصائصه ويليه الفراغ الكونى.

وبدون هذا الغلاف الهوائى لا يمكن أن تتواجد الحياة ولن تتكون السحب والرياح والعواصف أو يتغير المناخ. وبجانب ما ذُكر فالغلاف الجوى **يحمى الأرض من شدة حرارة الشمس بالنهار وزيادة فاقد الحرارة ليلاً.**

الغلاف الجوى:

يطلق هذا اللفظ على تلك الغلالة من المادة الغازية الشفافة التى تحيط بالأرض وهى عبارة عن مادة متجانسة تتكون من مجموعة من الغازات التى لا طعم لها ولا لون ولا رائحة وتعرف بإسم الهواء تركيبها ثابت بالقرب من سطح الأرض وذلك بسبب إستمرار عملية إنتشار الغازات الأساسية المكونة له. ويعتبر الغلاف الجوى ديناميكى أى متحرك له خاصية الليونة والإنضغاط والتمدد وكثافته منخفضة بالنسبة للصور الأخرى من اليابس والماء. وتقل كثافته بالإرتفاع عن سطح الأرض **(علل) وذلك بسبب ضغط الطبقات العُليا على الطبقات السُفلى وقابليته للإنضغاط.** ويتكون فى الغلاف الجوى السحب والأمطار والرياح وتمر خلاله الأشعة الشمسية. ويوجد نصف حجم الهواء المحيط بالأرض فى الستة كيلو متر السُفلى من الغلاف الجوى. وتُعتبر أهمية دراسة الطبقات العُليا فى التأثيرات المناخية محدودة

والمعلومات التى تهمنا من الناحية الزراعية معظمها يتصل بالطبقات الأقل إرتفاعاً.

الغازات الداخلة فى تركيب هواء الغلاف الجوى Total Atmosphere

يتركب الغلاف الجوى من غازات هى:

١. غاز النيتروجين (٧٨ %)
٢. الأكسجين (٢١ %)
٣. والأرجون (٠.٩٣ %)
٤. ثانى أكسيد الكربون (٠.٠٣ %).

كل هذه المكونات على أساس الحجم ، والباقى (٠.٠١ %) عبارة عن غازات خاملة مثل الأوزون والكربتون والهليم والميثان وأكاسيد النيتروز والأيدروجين.

وتقل نسبة الأكسجين عند إرتفاع خمسة كيلو متر ، وتقل نسبة ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء بالإرتفاع، وعامة تعتبر هذه المكونات ثابتة حتى إرتفاع ٨٠ كيلومتر تقريباً.

وتقل نسبة المواد العالقة من الأتربة والدخان غير كامل الأحتراق والأملاح بالإرتفاع وهى تعتبر كنواه لتكوين البللورات المسببة لسقوط الأمطار وهى أيضاً المسببة لإعطاء اللون الأزرق للسماء واللون الأحمر عند الشروق والغروب .

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

يتكون الغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية إبتداء من سطحها وحتى إرتفاع ٨٠٠ كيلومتر من أربع طبقات أساسية ومتتالية ، علماً بأنه لا توجد حدود فاصلة بينها وبين الفضاء الخارجى.

تقسيم الغلاف الجوى

أمكن تقسيم الغلاف الجوى إلى أربع طبقات أساسية ومتتالية، أساسها مبنى على درجات الحرارة وهى كالتالى:

١. طبقة التروبوسفير Troposphere
٢. طبقة الإستراتوسفير Stratosphere
٣. طبقة الأيونوسفير Ionosphere
٤. طبقة الأكسوسفير Exosphere

١ – الطبقة الجوية السفلى (تربوسفير) Troposphere :

تقع هذه الطبقة فوق سطح الأرض مباشرةً وتحيط بها ومن خواصها:

١. يختلف سمكها على حسب خطوط الطول ودوائر العرض فإرتفاعها حوالى ٩ كيلومتر عند القطبين ، ١٨ كيلومتر عند خط الإستواء ولذلك فإرتفاعها يتوقف على درجة الحرارة فيزيد بإرتفاعها والعكس.

٢. تحتوى على معظم بخار الماء والسحب والأمطار والعواصف والتيارات الهوائية.
٣. تتناقص درجة حرارتها بالإرتفاع بواقع ٦ درجات مئوية لكل كيلو متر واحد إرتفاعاً.

٤. معظم التغيرات اليومية من الظواهر الجوية يقتصر حدوثها على هذه الطبقة وذلك لإمكان تحولها من الحالة الغازية إلى السائلة إلى الصلبة.

٥. تعتبر طبقة مضطربة حتى إرتفاع ٣ كيلومتر وذلك لوجود تحركات أفقية ورأسية للعواصف.
٦. تحتوى أيضاً على معظم غاز الأكسوجين وثانى أكسيد الكربون.

الحد الفاصل بين هذه الطبقة والطبقة التالية التى تعلوها يسمى التروبوبوز Tropopause حيث تبدأ درجة الحرارة فيها بالثبات أو التزايد بالإرتفاع.

٢ – الطبقة الجوية الوسطى (ستراتوسفير) Stratosphere :

يمتد إرتفاع هذه الطبقة إلى ٨٠ كيلومتر تقريباً من سطح الأرض وتتميزهذه الطبقة بالأتى:

١. لا توجد بها السحب لخلوها من بخار الماء.
٢. ثبات حرارتها.
٣. تقل بها الغازات ويتناقص الضغط فيها بالإرتفاع.
٤. يمكن تقسيم هذه الطبقة إلى ثلاث طبقات

- **الطبقة الأولى (السُفلى)** تتميز بصفاء الجو وإستقراره وصلاحيته للطيران بمساعدة أجهزة الأوكسجين.
- **الطبقة الثانية (الوسطى):** وتُعرف بطبقة الأوزون حيث يتركز غاز الأوزون على إرتفاع من ١٥ – ٤٥ كيلومتر ولكن أقصى تركيز يوجد على إرتفاع ٢٥ كيلومتر وقد

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

يسميها البعض طبقة الأوزونوسفير Osonosphere وهى طبقة ساخنة تصل درجة الحرارة بها إلى ٩٠م°. وتمتص طبقة الأوزون هذه الجزء الأكير من الأشعة الفوق بنفسيجية المنبعثة من الشمس والتى تضر الحيوان والإنسان والنبات.

- **الطبقة الثالثة (الطبقة العُليا):** هى طبقة مكهربة ولذلك هى أدنى الطبقات الهوائية التى تمتص الموجات اللاسلكية.

٣ – الطبقة الجوية العليا (أيونوسفير) Ionosphere:

تبدأ هذه الطبقة من إرتفاع ٨٠ كيلومتر إلى ٨٠٠ كيلومتر من سطح الأرض وتتميز بالآتى:

١. خفة غازاتها ولذلك يسود الهيدروجين والهيليم
٢. تتكون من عدة طبقات متأينة فهى تحتوى على أيونات وإلكترونات.
٣. معظم العمليات الأساسية الكهربية تحدث فى هذه الطبقة حيث تنعكس فيها موجات اللاسلكى القصيرة نحو الأرض كما تنتقل فيها الإشعاعات الكهرومغناطيسية إلى القطب.
٤. تقسم طبقة الأيونوسفير طبقتين هما :

أ) الميزوسفير Mesosphere:

وهى الطبقة المنخفضة من طبقة الأيونوسفير حيث تكون درجة الحرارة عند إرتفاع ٨٠ – ٨٥ كيلومتر حوالى ١٠٠ °م ولكن وعند نهاية هذه الطبقة ترتفع درجة حرارتها.

ب) الثرموسفير Thermosphere:

ترتفع درجة الحرارة فى هذه الطبقة إرتفاعاً كبيراً حيث قد تصل إلى ١٥٠٠ °م على إرتفاع حوالى ٥٠٠ كيلومتروتتميز بالآتى:

١. تمتص الأشعة الفوق البنفسيجية القصيرة الطول
٢. يحدث تأين للغازات التى تؤثر على إنتشار موجات الراديو وذلك لإرتفاع درجة الحرارة فيها ونتيجة لإمتصاصها للأشعة الشمسية المنتشرة فيها.
٣. يتخلق فيها لون الشفق خاصة عند القطبين وذلك نتيجة تنشيط الأيونوسفير بالطاقة المرتفعة للحبيبات المشعة من الشمس.

٤ – طبقة الجو الخارجية (الأكسوسفير) Exosphere :

وهى الطبقة الخارجية للغلاف الجوى والتى يتخلق منها جزيئات الغاز الأكثر خفه مثل الهيدروجين والهيليم إلى الفراغ الفضائى. تمتد هذه الطبقة حتى إرتفاع ٢٠٠٠ – ٣٠٠٠ كم وبالتدريج تتحول إلى الفضاء ودرجة حرارتها قد تصل فيها إلى ٥٠٠ °م.

تركيب الهواء الجوى:

سبق أن ذكرنا أن الهواء الجوى ثابت التركيب على سطح الأرض إذا إعتبرنا الهواء جاف تماماً وأن أهم مكونات الهواء الجوى التى تلعب دوراً هاماً فى حياة الكائنات الحية على سطح الأرض هى الأكسجين وبخار الماء – ثانى أكسيد الكربون – الأوزون. ويتكون الغلاف الجوى من خليط معقد من عدة عناصر وغازات هى:

١. بخار الماء وهو متغير حيث يتحول من الحالة الغازية إلى السائلة والصلبة.
٢. غازات تظل على الحالة الغازية تحت الظروف الجوية.
٣. يحنوى على بعض المكونات الصلبة مثل ذرات الغبار وذرات الأملاح

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

١ – بخار الماء:

ترتفع نسبة بخار الماء فى الهواء عن طريق حدوث البخر من السطوح المائية والتربة والنبات ويتميز بخار الماء الموجود فى الجو بما يأتى:

١. **يتغير حجمه بالنسبة للهواء الجوى** على حسب مكان الهواء إن كان فوق يابس أو ماء وكذلك وقت تقدير هذا الحجم.
٢. **يكون جزء هام من الهواء** وتتراوح نسبته من صفر إلى ٤ % حجماً.
٣. **ويوجد أغلبه فى طبقة التربوسفير** حيث نجد أن حوالى أربعة أخماس حجمه الكلى يوجد فى طبقة الأربعة كيلومترات الأولى فوق سطح الأرض.
٤. **يمثل المصدر الرئيسى للماء** الذى يتساقط على سطح الأرض على هيئة أمطار وثلوج.
٥. **يؤثر على الظواهر الجوية** الأخرى مثل الحرارة والضغط الجوى
٦. **تتغير نسبته من مكان لأخر ومن وقت لأخر.**

فتقل نسبته فى الهواء فى المناطق الصحراوية والمناطق القطبية بينما ترتفع نسبته فى العروض الإستوائية والمناطق الساحلية .

أهمية بخار الماء

ترجع أهمية بخار الماء الموجود فى الجو إلى أن:

١. وجود بخار الماء فى الهواء يعتبر دليلاً على إمكان حدوث التكاثف فى الهواء أو سقوط المطر أو غير ذلك من صور التكاثف.
٢. بخار الماء يؤثر فى الإشعاع الأرضى للحرارة ، إذ أن وجوده فى الهواء ينظم عملية فقدان الأرض لحرارتها وبذلك ينظم حرارة

الأرض حيث يعمل على حفظ الحرارة بعامل الإمتصاص.

٣. كمية بخار الماء فى الهواء تدل على كمية الحرارة الكامنة المخزونة فى الهواء، حيث تنتقل هذه الحرارة معه بواسطة الرياح من المناطق التى يتولد فيها إلى المناطق المعتدلة ليتكاثف هناك وتنطلق منه هذه الحرارة.

٤. بخار الماء يعمل أيضاً على تلطيف المناخ وتوزيع الحرارة بصورة عادلة على مختلف بقاع الأرض.

٥. نسبة بخار الماء فى الجو لها علاقة كبيرة بمقدرة الإنسان على تحمل الحرارة المرتفعة أو عدم تحملها

٦. يقوم بخار الماء بإمتصاص الأشعة الطويلة الموجة (التحت حمراء) الواصلة إلى سطح الأرض من الشمس. وبذلك يعمل على إنتشار درجة الحرارة على سطح الأرض.

ويلاحظ أن نصف كمية بخار الماء فى الهواء توجد فى الجزء الأسفل من الغلاف الغازى تحت إرتفاع ٣٥٠٠ متر.

ثانى أكسيد الكربون :

ينتج CO_2 عن تنفس الكائنات الحية ونتيجة لعمليات الإحتراق الداخلى خصوصاً إحتراق الغابات ومن فوهات البراكين ويمتصه النبات فى النهار ويخرج الأكسجين فى حين يطلقه النبات فى الليل ويمتص الأوكسجين. وأن نسبة CO_2 فى الهواء الجوى فى الطبقة القريبة من سطح الأرض ثابتة تقريباً ، ويدخل CO_2 فى عمليتين حيويتين هما:

١. **التمثيل الكلوروفيلى**

٢. **الإتزان والتفاعل بين كربونات وبيكربونات مياه** البحار والمحيطات

http://agri-science-reference.blogspot.com/ مدونة المرجع الزراعى

حيث يتحد بالماء مكوناً الكربونات وأيضاً فى المحلول الأرضى.

الأوزون:

نسبته غير ثابتة ويزداد عند إضطراب الجو وهو يقوم بإمتصاص جزء كبير من أشعة الشمس فوق البنفسيجية وهذه الأشعة المحتجزة فى طبقة الأوزون تكون مع بعض الأشعة الزرقاء اللون السماوى المزرق المعروف.

(محتويات الباب الثانى)

العناصر الجوية الهامة لخدمة الزراعة
أولاً: الإشعاع الشمى وحرارة الهواء الجوى
ثانياً: الضوء Light
ثالثاً– الحرارة Heat
رابعاً:الرطوبة الجوية Humidity
خامساً: المطر
سادسا: الرياح Wind
سابعاً: التبخر Evaporation
ثامناً: البخر نتح Evapotranspiration

الباب الثانى

العناصر الجوية الهامة لخدمة الزراعة

١. الإشعاع الشمسى (معبر عنه كطاقة أو طول النهار)
٢. الضوء
٣. درجة الحرارة (الهواء أو التربة)
٤. الرطوبة الجوية (الرطوبة النسبية)
٥. المطر
٦. الرياح (سرعة وإتجاه)
٧. البخر نتح
٨. البخر (بخر الوعاء القياسى ، بخر البيتش).
٩. الصقيع
١٠. الثلج
١١. الندى

أولاً: الإشعاع الشمى وحرارة الهواء الجوى:

تعتبر الشمس هى المصدر الرئيسى للحرارة ، فى الطبقة الهوائية على سطح الأرض وداخلها لبضع سنتيمترات، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

الشمس عبارة عن كرة غازية قطرها أكبر من قطر الأرض مائة مرة تقريباً – ودرجة حرارة سطح الشمس الخارجى حوالى ٧ آلاف درجة مئوية – بينما مركز الشمس تصل درجة حرارته إلى ٢٠ مليون درجة

مئوية، لذلك تندفع نافورات من غازات ملتهبة حول الشمس تعرف بالبقع الشمسية وتمثل أعاصير تصل إلى الأرض بعد مرورها فى الفضاء مسافة ٩٣ مليون ميل فى المتوسط وهى المسافة بين الشمس والأرض.

والغلاف الجوى يعتبر كغطاء للكرة الأرضية يعمل على التحكم فى عمليات الإشعاع من الأرض بحيث يكون هناك إتزان بين ما يمتص من حرارة بواسطة الأرض وما يشع منها.

والشمس هى مصدر الحرارة ، ويطلق على الأشعة الساقطة من الشمس والتى تصل سطح الأرض إسم Insulation وهى تمثل:

١. **إشعاعات طويلة الموجة** مثل الأشعة تحت الحمراء Infrared ويمتص معظمها أغلبها فى الطبقات الجوية.
٢. **الأشعة المرئية وهى أشعة متوسطة الطول.**
٣. **الأشعة الغير مرئية** (الأشعة الفوق بنفسجية) Ultra Violet

وعندما تصل هذه الأشعة إلى الأرض فإنها تمتص جزء منها وتتحول إلى حرارة (طاقة مكتسبة) تكون نتيجتها حدوث تغيرات مختلفة فى الطقس والمناخ.

وأشعة الشمس المخترقة للغلاف الجوى من بدء إنبعاثها من الشمس وخلال إجتيازها الغلاف الهوائى الجوى فى طريقها إلى سطح الأرض تتعرض لعدة عمليات وظواهر تقلل من حدة تأثير هذه الأشعة من الناحية الحرارية والكيميائية. ويتوقف تأثير الهواء على أشعة الشمس على عدة عوامل منها:

١. **كمية السحب**

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

٢. **كمية الغبار الموجودة بالجو**
٣. **نسبة بخار الماء**

والأشعة المخترقة للهواء يحدث لها مايأتى:

١. يضيع جزء منها بالتبعثر Scattering ويقدر بحوالى ٩ % من إجمالى الأشعة المرسلة من الشمس.
٢. جزء أخر ينعكس إلى طبقات الجو العليا **(وهو الجزء ذو الموجات القصيرة)** ويقدر بحوالى ٢٥ % من جملة الأشعة المنبعثة
٣. جزء أخر يحدث له إمتصاص Absorption ويعرف بإسم الأشعة المكتسبة ويكون فى صورة موجات طويلة وهو يمثل ٦٦ % من جملة الأشعة المنبعثة من الشمس.

ولكن فى الأحوال الطبيعية فإن نسبة الإشعاع الذى يصل إلى سطح الأرض يقترب من ٤٤ % حيث يضيع الباقى فى الفراغ الخارجى نتيجة للإنعكاس والتناثر والإمتصاص لبخار الماء والغازات

ويطلق على النسبة بين الأشعة المنعكسة والأشعة الواصلة إلى الأرض معدل الإنعكاس، وهو يختلف بإختلاف:

- **لون الأرض**
- **ظروف تكوين الأرض**

والإشعاع هو عبارة عن طول الموجة فى الأشعة الأثيرية ويعبر عنها بإسم "الطيف المنبعث" ويشمل جميع الأطوال الموجية المنبعثة. ويتراوح طول الموجات الإشعاعية ما بين ٠.١٧ – ٤.٠٠ ميكرون ، وهذه الأشعة تشمل مايلى:

١. **الأشعة فوق البنفسيجية:** وهى أشعة ذات طول موجى يتراوح

ما بين٠.١٧ – ٠.٢٣ ميكرون نسبتها تصل إلى ٩ % تقريباً من جملة الإشعاع الشمسى الساقط ولها تأثير على العمليات الفسيولوجية والكيماوية فى النبات.

٢. **الأشعة المرئية** : وهى تمثل ٣٨ % من إجمالى الأشعة الساقطة من الشمس، وهى ذات طول موجى يتراوح ما بين ٠.٢٣ – ٠.٨٠ ميكرون وهى تكون ما يعرف بالضوء فهى أشعة متوسطة وقصيرة وهى تكون لون النهار أى الضوء الأبيض للنهار والذى ينتج من إختلاط مجموعة الموجات المكونة للألوان الحمراء والصفراء والزرقاء والبنفسيجية وتتميز بمايأتى:

- **تعتبر مصدر للضوء**
- **تختلف شدة الإضاءة الصادرة عنها صيفاً عن الشتاء وأيضاً أثناء النهار.**
- **تؤثر بشدة على نمو النبات وتزهير.**

٣. **الأشعة تحت الحمراء:** وهى أشعة ذات طول موجى يتراوح بين ٠.٨١ – ٤.٠٠ ميكرون وتشكل ٥٣% من جملة الأشعة الساقطة من الشمس وتتميز بما يأتى:

- **تمثل الأشعة الحرارية أى أنها أشعة ذات تأثير حرارى**
- **هى المسئولة عن النشاط الجوى.**
- **لا تؤثر على العمليات الكيميائية والفسيولوجية للنبات إلا عن طريق ارتفاع درجة الحرارة**

والإشعاع الشمسى يبلغ أقصاه فى الصيف حيث الأشعة متعامدة ويبلغ أدناه فى الشتاء حيث الأشعة موازية لسطح الأرض تقريباً

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

ويكون متوسطاً فى الإعتدالين (الربيع والخريف).

أيضاً تؤثر طبوغرافية سطح الأرض على كمية الحرارة التى تكتسبها، فقد وجد أن السطوح المستوية تكتسب كمية أكبر من الإشعاع الشمسى عن السطوح المائلة (المنحدرة). وكذلك يؤثر إتجاه الميل (الإنحدار) على كمية الحرارة (الإشعاع الشمسى) التى تكتسبها التربة ، فتختلف السطوح المنحدرة فى كمية الإشعاع التى تكتسبها حسب إتجاة الميل بالنسبة للإشعاع الشمسى الساقط عليها. فإذا كان الميل فى الإتجاه الشرقى أو الجنوبى فإن الكمية المكتسبة من الأشعة الحرارية تكون أكبر من الكمية المكتسبة فى حالة ما إذا كان الميل فى الإتجاه الغربى أو الشمالى.

ويستفاد من ذلك فى العمليات الزراعية من حيث إتجاه خطوط الزراعة وأيضاً الموقع الذى يتم عليه الزراعة. حيث أنه عند زراعة المحاصيل التى تحتاج إلى درجات حرارة عالية فى بداية موسم النمو يراعى تخطيط الأرض من الشرق إلى الغرب والزراعة على الجانب القبلي للخط لتكون الحزمة الشعاعية عمودية تقريباً على هذا الجانب (علل).

مصادر تسخين الهواء

يتم تسخين الهواء الجوى عن طريق كل من:

١. **الإمتصاص المباشر لأشعة الشمس المخترقة** للهواء فى طريقها من الشمس إلى الأرض وذلك فى صورة موجات قصيرة.
٢. **الإشعاع الأرضى Soil radiation**. فى الحقيقة يستمد الغلاف الجوى حرارته من الأرض وليس من الشمس مباشرة ، حيث تكتسب الأرض جزء كبير من الإشعاع الشمسى ثم تعكسه لتسخين طبقة الهواء .

ويختلف الإشعاع الأرضى تبعاً لنوع الغطاء الأرضى وحالة الجو حيث نجد أن:

- الجليد قدرته على عكس الأشعة أكبر من قدرة الصخور والغطاء النباتى.
- الإشعاع الأرضى يتم بسرعة أكبر فى الأيام الصافية الخالية من السحب والغبار لذلك نجد أن ليالى الشتاء التى تكون صافية قارصة البرودة.

والأشعة المرتدة من سطح الأرض تكون **أشعة طويلة الموجة** ويمتصها بخار الماء والسحب والغبار لتعيدها إلى الارض عن طريق الهواء الجوى الملاصق لسطح الأرض. لذلك نجد أن درجة حرارة الهواء الجوى القريب من سطح الأرض لا تنخفض بدرجة كبيرة أثناء الليل فى الأيام الملبدة بالغيوم والغير صافية (علل).

طرق تسخين الهواء:

يتم نسخين الهواء بثلاث طرق هى:

١. **التلامس Conduction:** حيث أنه عندما يتلامس جسمان يختلفان فى درجة الحرارة تنتقل الحرارة من الجسم الأكثر حرارة إلى الجسم الأقل حرارة.
٢. **التصاعد Convection:** حيث يتم تصاعد هواء ساخن من طبقات هوائية أخرى ، وهو يختلف عن التلامس من حيث أنه فى حالة التصاعد يتحرك الهواء نفسه من مكان لأخر فى حركة تصاعدية فيسخن الطبقات التى يصل إليها، بينما فى حالة التلامس تنتقل الحرارة من جسم لأخر ولا يشترط حركة الجسم نفسه.
٣. **الحرارة الكامنة الناتجة عن التكاثف:** نعلم أن الماء كى يتبخر يحتاج إلى حرارة تعرف بإسم حرارة التبخر وعندما يتحول الماء إلى بخار

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

٤. تكمن تلك الحرارة فى ذرات البخار. فإذا تم تكاثف بخار الماء فإنه يتم أيضاً إنطلاق تلك الحرارة الكامن والتى تستخدم فى تسخين طبقات الهواء التى تمت فيها عمليات التكاثف.

ثانياً – الضوء Light

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي للطاقة إلى الأرض ويخترق الإشعاع الشمسي الكون الخارجي في شكل موجات كهرومغناطيسية وتقوم طبقة الأوزون المغلفة للكرة الأرضية بإمتصاص الإشعاعات الضارة للنبات والإنسان وتمتص السحب جزءاً من الإشعاعات ليصل الباقي إلى النبات الذي يستفيد بحوالي ١ – ٢% فقط من الطاقة الشمسية للقيام بعملياته الحيوية التي تحتاج إلى ضوء (ومن مجموع الطاقة الشمسية الممتصة ما بين ٧٥ – ٨٠% يستعمل لتبخير الماء ٥ – ١٠% طاقة تخزن في التربة ولا يستفيد النبات إلا من ١ – ٢%).

والضوء الذي يمتصه النبات هو الضوء المنظور وهو الجزء من الإشعاع الشمسي الذي تدركه الأبصار وتحول النباتات هذه الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في عملية التمثيل الضوئي ويمتص كلوروفيل النبات الألوان – الزرقاء والحمراء وتعكس باقي الألوان ولا يستفيد النبات إلا بجزء ضئيل من هذه الألوان

والضوء أحد نماذج وأشكال الطاقة المشعة يأتي من الشمس إلى الأرض. ويختلف مقدار هذه الطاقة باختلاف طول الموجة الضوئية وعموما يتناسب مقدار هذه الطاقة تناسباً عكسياً مع طول الموجة الضوئية فالموجات القصيرة أغنى بالطاقة من الموجات الطويلة. وتختلف شدة الإضاءة بصفة

عامة في منطقة ما **بإختلاف اليوم والموسم والبعد عن خط الاستواء** فهي تزيد تدريجياً من شروق الشمس إلى منتصف النهار ثم تنخفض تدريجياً من منتصف النهار إلى غروب الشمس وتكون مرتفعة في الصيف ومتوسطة الإرتفاع في الربيع والخريف ومنخفضة في الشتاء. كما تصل إلى أقصى إرتفاعاً لها عند خط الإستواء ثم تنخفض تدريجياً كلما إتجهنا إلى القطبين وتتراوح شدة الإضاءة في منتصف المناطق المعتدلة من العالم في أيام الصيف الصافية بين ٨٠٠٠ – ١٠٠٠٠ شمعة /قدم وهي تعادل ١.٢–١.٥ كجم /كالوري / دقيقة.

هذا ويختلف الإشعاع الضوئي عن البريق أو السطوع. فالأخير يعتبر مقياس لقدرة العين على الرؤيا وبالتالي فالوحدات المستعملة لقياس شدة الإضاءة أو الإشعاع تختلف عن الوحدات المستعملة لقياس شدة الإضاءة كما تراها العين. ومهما يكن فهناك إرتباط موجب بين شدة الإضاءة أو الإشعاع وشدة الإضاءة كما تبدو للعين والفرق بينهما بسيط يمكن أحياناً إهماله.

ويؤثر الضوء على النباتات النامية ولا يقتصر أثر الضوء على عملية البناء الضوئي فقط بل يتعداه إلى تأثيرات أخرى على نمو النبات وتطوره.

وتعتبر المدة التى يتعرض لها النبات للضوء مهمة فى حياته حيث **تؤثر على نموه وإزهاره** كما يتأثر النبات أيضاً بدرجة الحرارة الملائمة وشدة الضوء وطول الموجة الضوئية.

ثالثاً– الحرارة Heat

تُعتبر الحرارة من أهم العوامل التى تؤثر على توزيع النباتات على سطح الأرض فضلاً عن أنها تؤثر على جميع أوجه الحياة. كذلك للحرارة

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

تأثير مباشر أو غير مباشر على العوامل والظواهر الجوية المختلفة كالتبخير والتكاثف والضباب والسحاب وسقوط الأمطار والثلوج والضغط والرياح.

ومصدر الحرارة هو **الإشعاع الشمسى** والأشعة الحرارية هى التى **تتحكم فى توزيع المناخ والنبات.** وأغلبية الأشعة الحرارية غير المرئية طويلة الموجة وتتوقف كمية الأشعة الحرارية التى تصل إلى الأرض على:

١. **درجة شفافية وصفاء الجو**
٢. **نسبة بخار الماء والغبار وثانى أكسيد الكربون الموجودة بالهواء.**
٣. **عدد ساعات سطوع الشمس ودرجة ميل الأشعة أو خط العرض.**

وتمتص الأرض هذه الحرارة نتيجة لسقوط الأشعة الشمسية وبذلك تصبح الأرض جسماً مشعاً أى تنتقل الحرارة من سطح الأرض إلى الهواء الذى يعلوها بالإشعاع وحيث أن الأرض تبعد كثيراً عن الشمس نجد أن الأشعة المرتدة بالإشعاع من سطح الأرض تكون أشعة طويلة الموجة **(علل)** وهذه يمتصها بخار الماء والسحب لتُعيدها إلى الأرض ونتيجة لذلك نجد أن درجة حرارة الهواء الجوى القريب من سطح الأرض لا تنخفض إنخفاضاً كبيراً أثناء الليل عندما تكون السماء ملبدة بالغيوم بعكس الحال عندما تكون السماء صافية بالليل **(علل).**

رابعاً:الرطوبة الجوية Humidity

هى عبارة عن كمية بخار الماء الموجودة فى الجو وهى غير مرئية ولكن عن طريقها يتكون الندى والضباب والسحب والأمطار.

مصادر بخار الماء

ويتكون بخار الماء نتيجة تصاعده من:

١. السطوح المائية عن طريق التبخير بالحرارة والإشعاع.
٢. النباتات عن طريق التبخير والنتح.
٣. سطح الأرض عن طريق التبخير والإشعاع حيث تكون عمليات التبخير على أشدها فى المناطق الحارة. ويبلغ متوسط ما يتبخر من كل سنتيمتر مربع على سطح الأرض نحو ٢ ملليمتر فى اليوم.

معنى ذلك أن هناك حالة توازن بين بخار الماء فى الجو والماء فى المصادر المائية المختلفة وكذلك فى الأرض. وبالرغم من صغر كميته بالنسبة لوزن الهواء فإن لوجوده أهمية عظمى فى كثير من ظواهر الجو.

أنواع الرطوبة الجوية

الرطوبة الجوية نوعان:

١ – الرطوبة المطلقة Absolute humidity:

وهى عبارة عن كمية بخار الماء الموجودة فى حجم معين من الهواء بالوزن وعادةً يؤخذ ما فى المتر المكعب من الهواء.

- **تصل الرطوبة المطلقة نهايتها فى المناطق الإستوائية ثم تقل نحو القطبين.**
- **تتأثر كمية الرطوبة الموجودة بالجو بوجود المسطحات المائية والغطاء النباتى.**

وقد يطلق أيضاً على الرطوبة المطلقة "كثافة بخار الماء" **(علل)** وهذا له أهمية كبيرة فى:

١. **إسقاط المطر**
٢. **تنظيم درجة الحرارة الواصلة للكائن الحى على سطح الأرض**
٣. **مصدر للحرارة الكامنة التى تنطلق عند تكاثفه**

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

٢ – الرطوبة النسبية Relative humidity :

هى عبارة عن نسبة بخار الماء فى الهواء

وهى عبارة عن النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة فى حجم معين من الهواء عند درجة حرارة معينة إلى كمية بخار الماء الذى يستطيع نفس الحجم من الهواء أن يحمله عند حالة التشبع عند نفس درجة الحرارة.

وبعبارة أخرى هى عبارة عن النسبة بين كمية بخار الماء الفعلية فى الهواء منسوبة إلى أقصى كمية بخار الماء التى يستطيع أن يحملها الهواء تحت نفس درجة حرارته ويعبر عنها كنسبة مئوية.

$$100\ x\ \frac{\text{كمية بخار الماء الموجودة فى حجم معين من الهواء عن درجة حرارة معينة}}{\text{كمية بخار الماء الذى يستطيع نفس الحجم من الهواء أن يحملها عند حالة التشبع}}$$

أو بعبارة أخرى

$$100\ x\ \frac{\text{الرطوبة المطلقة}}{\text{الرطوبة الكلية العظمىالتى يمكن أن يحملها الهواء فى نفس درجة الحرارة والضغط}}$$

فمثلاً إذا كان الهواء فى درجة حرارة ٣٠م° يستطيع أن يحمل ٢٠ جرام من بخار الماء فى المتر المكعب ولكنه يحمل فعلاً ١٥ جرام فقط فمعنى هذا أن:

الرطوبة النسبية له: (١٥ ÷ ٢٠) × ١٠٠ = ٧٥ %

- وتعتمد مقدرة الهواء على حمل بخار الماء على درجة حرارة الهواء ، فالهواء الحار أكثر مقدرة على التشبع ببخار الماء من الهواء البارد **(علل)**.

- تختلف نسبة بخار الماء الموجودة فى الهواء حجماً على حسب المكان فهى تتراوح ما بين صفر إلى ٥ %.

حالة التشبع بالرطوبة:

هى الحالة التى يكون عندها الهواء الجوى محمل بأقصى ما يمكن أن يحمله من بخار الماء وتزداد قابلية الهواء للتحمل ببخار الماء كلما إرتفعت درجة حرارة الجو **(علل)** تحت ضغط معين. وترتبط درجة التشبع بما يعرف بنقطة الندى.

نقطة الندى Dew point:

هى عبارة عن درجة الحرارة التى يحدث عندها تكاثف لبخار الماء على صورة ندى وضباب وسحاب أو ثلج وذلك على حسب درجة حرارة الهواء.

أو هى عبارة عن الدرجة الحدية من الحرارة التى إذا إنخفضت درجة حرارة الهواء عنها فإنه يصبح غير قادر على أن يحمل ما فيه من بخار الماء فيتكاثف الجزء الزائد من الرطوبة على صورة ندى وضباب وسحاب أو ثلج وذلك على حسب درجة حرارة الجو والتى يحدث عندها التكاثف.

فعندما يصبح الهواء الجوى مشبعاً ببخار الماء عند درجة حرارة معينة ثم تنخفض درجة حرارة الهواء عن ذلك أو أضيف إليه كميات أخرى من بخار الماء فإنه يحولها إلى ماء أو يحولها إلى ثلج فى حالة درجة حرارة الهواء تحت الصفر. ويقال فى هذه الحالة أنه حدث تكاثف لبخار الماء وتسمى درجة الحرارة التى حدث عندها التكاثف بإسم درجة الندى أو نقطة الندى.

التكثيف Condensation

عملية تحول بخار الماء الذى فى الجو إلى نقط أو قطرات مائية عالقة أو بللورات ثلجية وهى عملية عكس التبخير والأساس فى عملية التكثيف أن الهواء المحمل ببخار الماء يتعرض للبرودة فتقل قدرته على حمل بخار الماء الذى يترسب عندما يصبح الجو مشبعاً بالرطوبة.

يحدث التكاثف نتيجة **إنخفاض درجة حرارة الهواء** وهو يحدث فى صور مختلفة منها الشبورة والضباب ، الندى ، الثلج ، الصقيع الأبيض ، الضباب ، السحاب والمطر. والمطر يحدث **نتيجة تبريد كتل هوائية كبيرة قادرة على إسقاط كميات كبيرة من الماء** وباقى الصور تحدث نتيجة ظروف محلية معينة.

أهم صور التكاثف المعروفة:

١ – الشابورة والضباب Fog :

الشابورة قطرات صغيرة الحجم من الماء تؤثر على الرؤية حتى ١٠٠٠ متر فإذا كانت الرؤية متعذرة لمسافة أقل من ١٠٠٠ متر سميت ضباباً – وفى مصر والدلتا بوجه خاص تتسبب هذه الظاهرة من الإشعاع الحرارى أثناء الليل ويحدث ذلك بصورة أهم أثناء الصيف والخريف حيث السماء صافية وسرعة الريح قليلة فتزداد الرطوبة الجوية على سطح الأرض فى الطبقات السطحية ومثل هذا الضباب ينقشع بسرعة عندما تشرق الشمس.

والضباب ظاهرة مائية تقلل من المشاهدة Visibility إلى أقل من كيلومتر وتتسبب عن وجود رطوبة نسبية فوق ٧٠ % إذا كانت الرطوبة النسبية أقل من ذلك وتعذرت الرؤية الكاملة فقد يرجع ذلك إلى إنتشار الغبار والأتربة كما يحدث عند موسم الخماسين.

الشروط العامة لتكوين الضباب

١. هبوط درجة الحرارة إلى نقطة الندى.
٢. رياح خفيفة سرعتها ٥ كيلو متر / الساعة على الأكثر.
٣. لابد من وجود طبقة Turbulence تعمل على إمتداد التبريد إلى أعلى.

٢ – الندى Dew:

هو عبارة عن قطرات مائية تتكون على الأسطح الباردة فى الصباح الباكر. وهو صورة شبيهة بالضباب وإن كانت قطرات الماء (الندى) تترسب على الأسطح الباردة صباحاً ويظهر ذلك بصورة واضحة على النباتات صباحاً عندما تكون الرطوبة النسبية عالية والإنخفاض الحرارى بين النهار والليل كبير حيث يؤدى ذلك إلى ترسب جزء من الرطوبة الجوية التى قد تكون مصدراً مائياً لبعض النباتات الزيروفيتية – الموجودة فى بعض الصحارى.

ويتكون الندى نتيجة إستمرار عملية إضافة الماء بخار الماء إلى الهواء أثناء النهار وعندما تنخفض درجة حرارة الهواء أثناء الليل بسبب الإشعاع الإرضى تقل مقدرته على حمل بخار الماء فيتكاثف بخار الماء على شكل قطرات صغيرة من الماء. ويتم هذا التكاثف على أى جسم صلب مثل أوراق النباتات وسطح الأرض أو أى جسم ذو سطح بارد ويعرف هذا الماء بالندى.

الظروف الملائمة لتكوين الندى:

١. أن تكون السماء صافية خالية من السحب أثناء الليل لأن ذلك يساعد على سرعة فقدان الأرض لحرارتها عن طريق الإشعاع الأرضى **(علل)**.

٢. أن تكون حركة الهواء خفيفة أو معدومة.
٣. وجود كتل هوائية رطبة ترتفع فيها نسبة بخار الماء حيث يحدث التكاثف فى هذه الحالة على صورة ندى . أما إذا وصل الهواء إلى نقطة الندى وكانت درجة حرارته تحت الصفر المئوى فإن التكاثف فى هذه الحالة يكون على هيئة صقيع.

٣ – الصقيع Frost:

هو عبارة عن بللورات من الثلج الأبيض. وهو مظهر من مظاهر تكاثف بخار الماء وهو يشبه الندى فى كيفية تكوينه ولكن الفرق بينهما أن بخار الماء فى حالة الندى يتحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة بينما فى حالة الصقيع يتحول بخار الماء من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة مباشرة. ويتكون الصقيع فى ظروف شبيهة بظروف تكوين الندى المتكون فى درجة حرارة دون الصفر. والصقيع له أضراره فى إتلاف المحاصيل إذ يتسبب فى تمزيق ألياف النبات وقتله فى بعض البلاد ولتقليل أثره الضار يدخن فى الحقول حيث الدخان يقلل الفاقد من الحرارة .

٤– الثلج Snow:

الثلج عبارة عن قطرات ماء متجمدة وهو يُعتبر مظهر من مظاهر التساقط شأنه فى ذلك شأن المطر، وله أشكال مختلفة ويغطى الثلج المتساقط سطح الأرض فى طبقة هشة فى أول الأمر ولكنها تلبث أن تتماسك إذا ما كثرت كميته ويتحول فى هذه الحالة إلى الجليد.

٥ – البرد Hill:

هو أحد مظاهر التساقط غير أنه يسقط نادراً وفى مناطق محدودة ،

وهو عبارة عن كرات من الجليد يتراوح نصف قطرها بين ١.٥ إلى ١٠ سم ويحدث سقوط البرد كنتيجة لتكاثف قطرات من الماء داخل السحب ثم تجمدها ويضاف إليها قطرات أخرى فيثقل وزنها وتحاول السقوط ولكن بسبب وجود حركة التصاعد القوية تحملها معها حتى يزداد وزنها ولا يستطيع الهواء حملها فتسقط على الأرض. ويندر حدوثه فى المناطق الإستوائية والقطبية.

والميـاه الهوائيـة Atmospheric water والممثلـة فـى النـدى والـضباب والرطوبـة الجويـة تـساهم فـى بعـض المنـاطق مـساهمة معنويـة فـى الإنتـاج الزراعـى كمـا هـو الحـال فـى غـرب إسـتراليا وصـحراء النقـب وسـيناء . وتقـدر هـذه المـصادر المائيـة بمـا لا يزيـد عـن ١٥ بوصـة سـنوياً أى حـوالى ١٥٠٠ متر مكعب للفدان.

٦ – السحب Clouds:

هى عبارة عن أبخرة مياه متكاثفة قوامها نقط صغيرة من الماء السائل أو ذرات صغيرة من الثلج تتكون نتيجة للتبريد الذاتى لأبخرة المياه التى يتكون عنها نقط ماء مختلفة الحجم أو بللورات ثلج أو منهما معاً.

صور السحب

١ – السحب الركامية Cumulus:

وهى سحب قادرة على النمو أو التراكم فى الإتجاه الرأسى متأثرة بالتيارات الصاعدة محلياً ولذا تعرف بإسم السحب الركامية Cumulus . والسحاب الركامى يبدو كأنه قطع مستقلة ذات قاعدة أفقية لها قمم مستديرة متعددة وهو سحاب متوسط الإرتفاع من ١٠٠٠ – ٣٥٠٠ متر.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

٢ – السحب الطبقية Stratums:

وهى سحب تنتج عن رفع طبقة بأكملها من الهواء رفعاً تدريجياً فيعطى طبقة متصلة من السحاب ويطلق عليه السحاب الطبقى Stratums وهو منخفض على شكل طبقات تغطى السماء ولا يتميز فيها قمم ويتميز بأنه منخفض من ٧٠٠ – ١٠٠٠.

٣ – السحب الزغبية Cirrus

وهى تشبه الزغب أو شكل القطن المندوف ويطلق عليها السحب الزغبىCirrus. وأشهر صورها ما يشبه شكل ذيل الفرس وهو سحاب عالى الإرتفاع جداً يصل إلى ٦٠٠٠ – ٩٠٠٠ متر

٤ – أما السحاب الممطر (المزن):

هو السحاب الذى ينزل منه المطر ويطلق على السحاب إذا كان ممطراً إسمه أولاً وممطراً ثانياً فيقال ركام ممطر وطبقى ممطر مثلاً – وهناك نوع من السحب الممطرة غير مميزة وغير واضحة الشكل يتراوح إرتفاعها بين ١٢٠٠ – ٢٨٠٠ متراً.

وتتكون السحب من ملايين من الجزيئات الصغيرة من الماء وبسبب صغر هذه الجزيئات يستطيع الهواء أن يحملها وتتمكن الرياح من حملها وتحريكها من مكان لأخر. وهناك تشابه كبير بين السحاب والضباب ، فالضباب ليس إلا سحاب ترسو قاعدته على سطح الأرض. وأهمية السحب أنها مصدر للأمطار والثلوج المتساقطة وللسحب تأثير هام على الإشعاع الشمسى والإشعاع الأرضى وتقسم السحب على حسب إرتفاعها إلى:

١ – السحب المرتفعة: ومتوسط إرتفاعها ٢٠٠٠٠ قدم.

٢ – السحب المتوسطة: ومتوسط إرتفاعها ٦٥٠٠ قدم.

٣ – السحب المنخفضة: متوسط إرتفاعها أقل من ٦٥٠٠ قدم وقد تصل إلى

قرب سطح الأرض.

تأثير عوامل البيئة على الرطوبة الجوية-:

تتأثر الرطوبة الجوية كثيراً بمختلف عوامل **البيئة كدرجة الحرارة والرياح والكساء الخضري والمحتوى المائي للتربة.**

- **تأثير درجة الحرارة على الرطوبة الجوية:**

١. إرتفاع درجة الحرارة يرفع السعة المائية للهواء أي كمية بخار الماء اللازمة لتشبع حجم معين منه وبذلك تهبط الرطوبة النسبية.

٢. أما في درجات الحرارة المنخفضة فان الهواء يتسع لقدر أقل من بخار الماء ولذلك تزداد رطوبته النسبية ، وذلك تفسير لإزدياد كمية المطر على سفوح الجبال المواجهة للرياح تبعا للإرتفاع ، إذ إن الحرارة تنخفض بالإرتفاع فيؤدي إنخفاضها إلى إرتفاع الرطوبة النسبية حتى تصل إلى درجة التشبع وتنخفض الرطوبة النسبية أثناء النهار مع إرتفاع درجات الحرارة كما ترتفع أثناء الليل مع برودة الهواء أي إن العاملين درجة الحرارة و والرطوبة النسبية يتغيران في إتجاهين متضادين. فالهواء قد يصبح مشبعا بالماء إلى حد تكاثف الندى أثناء الليل حتى في الطقس الجاف نسبيا إذ تهبط درجة الحرارة ليلا بمقدار كبير **وفي وجود وزن معين من بخار الماء يزداد النتح من النبات والتبخر من التربة إذا زادت درجة الحرارة وذلك نتيجة لما يسببه العامل الأخير من هبوط في الرطوبة النسبية.**

تأثير الرياح على الرطوبة الجوية:

الرياح ذات تأثير كبير على رطوبة الجو ويكون ذلك على الوجه التالى:

- **الرياح الجافة تنقص الرطوبة (علل)** لطردها الهواء الرطب المحيط بالنبات وخلطه بالهواء الجاف البعيد وفي ذلك تنشيط للنتح ولما كانت الرياح تزداد تبعا للإرتفاع عن سطح الأرض فان الأشجار تعاني كثيراً من الجفاف بينما لا تتعرض النباتات المنخفضة والزاحفة لمثل هذا العناء ويزداد النتح كثيراً كما يقل النمو إلى سفوح الجبال المواجهة للرياح.
- **الرياح الرطبة فذات تأثير مضاد أى تُزيد من الرطوبة** مثال ذلك أنه إذا هبت رياح من مسطحات مائية واسعة وكان هبوبها مستمراً أو كثير الحدوث فإنها تسمح بنمو نباتات وسطية (Mesophytes) في مناطق لولاها ما أنتجت غير نباتات صحراوية (Xerophytes).
- **كذلك تؤثر درجة التعرض للشمس على الرطوبة الجوية للبيئة ،** فالسفوح التي تتعرض لأشعة الشمس أطول وقت ممكن وهي عادة سفوح جنوبية تأخذ بنصيب وافر من الحرارة ولذلك تكون رطوبتها أقل من رطوبة السفوح الشمالية. وفي الوقت نفسه تكون السفوح الجنوبية أكثر جفافاً لهبوب الرياح الجافة عليها وبذلك يتضافر التعرض للشمس وللرياح الجافة على إنقاص الرطوبة النسبية في بيئة السفوح الجنوبية مما يجعلها أقل ملائمة لنمو النباتات من السفوح الشمالية **(علل)** .
- **ويزيد الكساء الخضري الرطوبة الجوية (علل)** بإضعافه تأثير درجات الحرارة والرياح بالإضافة إلى ذلك يمد الكساء الحي الهواء بالرطوبة عن طريق النتح من سطوح النباتات التي يتكون منها ولما كان الكساء الخضري ينتج كميات وفيرة من الماء فان الرطوبة النسبية بين النباتات وفوقها مباشرة تكون أعلى منها

- فوق أرض جرداء غير مكسوة بالخضرة . ويزيد التبخر من سطح تربة رطبة رطوبة الجو. ويلاحظ ذلك بنوع خاص من الغابات والأحراش إذ تحجب النباتات الشمس والرياح عن سطح الأرض ويكون الهواء القريب من سطح الأرض عادة أكثر رطوبة من الهواء البعيد الذي يوجد في مستوى قمم الأشجار.

تأثير المناخ والموقع على رطوبة الجو-:

إن الحد الأعلى للرطوبة النسبية يصلها الجو قبل الشروق والحد الأدنى بعد الظهر أي عكس أوقات الحد الأدنى والأعلى لدرجة الحرارة

خامساً: المطر

هو كمية المياه التى تسقط من السحب المحمولة بواسطة الرياح مُعبراً عنها كإرتفاع ماء بالملليمتر. ويمكن حسابها لمساحة فدان بالضرب فى ٤.٢ لتُغطى كمية المياه الساقطة على مساحة فدان بالأمتار المكعبة. ويحدث المطر نتيجة لتبريد كتل هوائية كبيرة قادرة على إسقاط كميات كبيرة من الماء.

ومصدر الأمطار هو المياه التى يتم تبخيرها بواسطة أشعة الشمس من البحار والمحيطات والأنهار وغيرها. وتُعتبر مصر من البلاد الجافة التى يقل فيها كثيراً معدل المطر. وتُعتبر منطقة الساحل الشمالى هى أكثر مناطق مصر إستقبالاً لمياه الأمطار حيث يتراوح معدل المطر السنوى بين ١٠٠ – ٢٠٠مم/سنة. ويقل معدل المطر بالإتجاه جنوباً حتى يصل إلى ٢٥مم بمنطقة الجيزة ، ويقل أكثر بعد ذلك حتى يكاد لا يوجد مطر يذكر بمناطق الصعيد.

ولكى يحدث المطر لابد من **وجود السحب** ولسقوط المطر لابد من وجود نواه تتكاثف حولها قطرات الماء حتى يصبح حجم قطرات المياه من

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الثقل بحيث لا يستطيع الهواء حملها فتسقط إلى الأرض. ومن العوامل الأساسية التى يترتب عليها سقوط الأمطار **هو وجود حالة ثبات أو عدم ثبات فى الكتلة الهوائية. ومن المعروف أن الأمطار تتساقط إذا كانت الكتلة الهوائية تتصف بعدم الثبات** ، وعدم الثبات فى الكتلة الهوائية هو أن:

١. الهواء لا يقاوم الإرتفاع الرأسى أو التصعيد
٢. معدل إنخفاض الحرارة كبير

أما فى حالة الثبات فإن:

١. الهواء يقاوم أى حركة رأسية.
٢. لا توجد فرصة لحدوث حركة تصعيد

ويساعد على ذلك تبريد الأجزاء السُفلى من الكتلة الهوائية بحيث يصبح معدل إنخفاض الحرارة قليل جداً وفى هذه الحالة تنعدم فرص سقوط المطر.

ويسمى المطر أحياناً رخات حيث يسقط المطر من السحب ذات النمو الرأسى التى تتكون فى حالة الجو الغير مستقر ، وقد سُميت كذلك لأن المطر يسقط على فترات متقطعة لآن قطع السحب يكون بينها فواصل من الهواء الخالى من السحب ومعظم الأمطار التى تسقط على مصر من هذا النوع.

والمطر الطبيعى يتم بتكوين بللورات ثلجية حول الأجسام الغروية مثل الغبار والأملاح والأجسام الأخرى المعلقة فى الجو مكوناً بللورات ثلجية وتُسمى هذه العملية التنوية Neucleation وتتجمع النويات الثلجية مع بعضها فى طبقات الجو وتنمو فى الحجم ثم تسقط.

وتتوقف كمية الأمطار الساقطة على :

١. درجة حرارة السحب وسمكها وضغطها.
٢. كثافة جزيئات المادة

الطرق التى ينشأ عنها المطر:

أ - **مطر ينشأ من تيارات الحمل: ويكون أشد هذه التيارات فى المناطق الإستوائية أى حول خط الإستواء**

ب - **مطر ينشأ عن إنخفاضات جوية:** تكثر الإنخفاضات الجوية فى المنطقة المعتدلة وسبب سقوط المطر فى الإنخفاض الجوى هو رفع الهواء الدافئ المشبع ببخار الماء إلى الأجزاء العليا الباردة فيحدث المزيج وتزداد الرطوبة عن منتهى التشبع ويحدث التكثيف والمطر.

جـ - **المطر الأوروجرافى Orographic rain:** يتسبب هذا النوع من المطر نتيجة لتصادم الهواء الساخن المشبع ببخار الماء مع الجبال فيصعد إلى أعلى حيث يبرد ويحدث التكثيف والمطر.

سادسا: الرياح Wind:

هى الحركة الأفقية للهواء. والسبب الرئيسى لهبوب الرياح هو الإختلاف فى الضغط الجوى من مكان لأخر وبذلك يكون هبوب الرياح عبارة عن محاولة من الطبيعة لإيجاد حالة من التوازن ويدل إتجاه خط الضغط المتساوى على إتجاه الرياح إذ تهب الرياح عادةً شبه موازية لخطوط الضغط إلا فى حالات خاصة.

والرياح تهب مباشرة وفى خط مستقيم من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض ، غير أن دوران الأرض يسبب إنحراف الرياح ففى نصف الكرة الشمالى تنحرف الرياح يمين إتجاهها ، وعلى يسار إتجاهها فى نصف الكرة الجنوبى ويسمى هذا بقانون Ferrel

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

كيف يمكن التعرف على وجود الرياح؟

يمكن التعرف على وجود الرياح بالتعرف على:

١ - **إتجاه الرياح** **٢ – سرعة الرياح**

١. **إتجاه الرياح** وعادة تسمى بإسم الجهة الأتية منها الرياح فيقال رياح شمالية غربية بمعنى أنها تأتى من جهة الشمال الغربى. وهناك أجهزة كثيرة تُحدد إتجاه الرياح مثل دوارة الرياح.
٢. **سرعة الرياح** والتى تقدر بالميل أو الكيلومتر / ساعة فيستعمل لقياسها أجهزة يطلق عليها الأنيمومترات وقد تسجل السرعة خلال فترة طويلة (يوم أو أسبوع).

وتقاس الرياح بمتوسط السرعة خلال فترة زمنية بالـ كم / ساعة أو ميل / ساعة أو كم / يوم وتمتد إلى أشهر ولكن المتوسطات لفترة طويلة تكون في الغالب مضلله ولا تعبر عن حالة البيئة تعبيراً صادقاً **(علل)** وذلك لشدة تغيرات الرياح وكثرة تقلباتها فقد تهب رياح عاصفة لمدة دقائق محدودة فتحدث بذلك أبلغ الأضرار ثم تنقضي سريعا ويسكن بعدها الهواء ولا يظهر أثر ذلك في المتوسطات. **وتتوقف سرعة الرياح على عدة عوامل منها:-**

١. العوامل الطبوغرافية.
٢. القرب والبعد عن ساحل البحر .

التغير الرأسى لسرعة الرياح

تزداد سرعة الرياح عادة بالإرتفاع عن سطح الأرض وتكون الزيادة كبيرة فى الـ ١٠٠ قدم الأولى إذ تبلغ سرعة الرياح عند إرتفاع ٣٣ قدم ضعف سرعتها عند إرتفاع ١.٥ قدم. والسبب فى إنخفاض سرعة الرياح فى

الجزء الأسفل من طبقات الجو هو وجود عوائق السطح والتى تعمل على تغيير إتجاه الرياح وإنقسام التيار الهوائى الواحد على حسب شكل التضاريس ووجود المبانى والأشجار وغيرها **(علل)**. وقد وجد أن سرعة الرياح تنخفض كثيراً بالقرب من سطح الأرض مقارنة بسرعتها فوق قمم الأشجار والنباتات **(علل)** ويستفاد من ذلك عند تطبيق عمليات الخدمة الزراعية سواء إضافة أسمدة كيماوية عن طريق الرش أو البدار حيث يجب على القائم بعملية إضافة السماد أن يميل ويقترب من سطح الأرض. وأيضاً عند إصافة المبيدات الحشرية يجب أن تضاف على إرتفاع منخفض بجوار النباتات **(علل)** لتفادى حركة الرياح من حيث سرعتها وإتجاهها . وأيضاً فى حالة إستخدام الرى بالرش أو الرى المحورى يجب أن تُدرس سرعة الرياح وإتجاهها **(علل)** لكى يتم توزيع مياه الرى على سطح التربة توزيعاً منتظماً بالنسبة للنباتات النامية.

وتعمل الرياح على فقد الرطوبة عن طريق زيادة التبخير من سطح التربة والنتح من النبات وهذا بدوره يقلل من فاعلية الأمطار. للرياح مدى واسع من التأثيرات البيئية فهي تنقل بخار الماء من البحيرات والمحيطات إلى اليابسة مما يؤدي إلى هطول المطر.

تتمثل تأثيرات الرياح على النباتات في نقل حبوب اللقاح من نبات لآخر، نقل البذور، التأثيرات الفسيولوجية على النبات وكذلك التأثير على شكل النبات. في بعض العائلات النباتية مثل Orchid و Heather لا يزيد وزن البذور عن ٠.٠٠٢ مجم وبذلك يمكن نقلها بواسطة الرياح مسافات بعيدة.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

سابعاً: التبخر Evaporation

التبخر هو تحول الماء من الصورة السائلة إلى الصورة الغازية فى صورة بخار ما وذلك بفعل التسخين ، إما بفعل أشعة الشمس أو صناعياً بإستخدام أى مصدر أخر للطاقة.

يقصد بالتبخير من سطح ما أنه هو صافى كمية المياه التى تتصاعد إلى الهواء من هذا السطح.

تتكون أبخرة الماء فى الجو نتيجة تبخر الماء من :

١ – السطوح المائية المختلفة

٢ – من سطح التربة والثلج والجليد والغطاء النباتى.

وتحدث عملية التبخر على مدار السنة بأكملها. فى نفس الوقت فإن جزيئات بخار الماء الموجودة فى طبقات هواء الغلاف الجوى من الممكن أن ينزل جزء منها إلى سطوح المجارى المائية أو النباتية أو سطح الأرض مرة أخرى أى أن هناك عملية تبادل مستمرة لجزيئات الماء بين الأسطح المختلفة عن سطح الأرض والهواء المختلط بالأرض. ويختلف معدل البخر بإختلاف

نوعية السطوح التى يحدث منها التبخير. وقد وجد أن التبخر من سطح التربة المشبعة بالماء يكون مساوى تقريباً للبخر من سطح مائى مكشوف وموجود معه تحت نفس الظروف الجوية إلا أنه مع إستمرار جفاف التربة فإن معدل التبخر يقل ويستمر فى النقصان حتى ينعدم تماماً.

العوامل المناخية التى تؤثر فى عملية التبخير:

هناك عدة عوامل تؤثر فى عملية التبخير هى:

١ – الإشعاع الشمسى ٢ – درجة حرارة الهواء
٣ – الضغط الجوى ٤ – سرعة الرياح
٥ – الضغط البخارى

وقد وجد أيضاً أن نوعية المياه التى يحدث منها التبخير تؤثر على معدل حدوث البخر ، فقد وجد أن معدل التبخير من مياه البحر المالحة يقل بمقدار حوالى ٢% عن معدل التبخير من المياه العذبة تحت نفس الظروف.
يقاس التبخير بإستخدام أحواض التبخير (وعاء البخر) أو ما يعرف بإسم الـ Evapometers or Pan Evaporation يمكن بواسطتها قياس سمك المياه التى تتبخر خلال زمن معين.

ثامناً: البخر نتح Evapotranspiration

عند دراسة التوازن المائى لمساحة معينة ، فإنه من الأهمية بمكان معرفة التبخر الكلى من هذه المساحة والذى يُسمى أيضاً بالبخر نتح Evapotranspiration والذى يُعبر عن كمية المياه المتبخرة من الأسطح

المائية والثلوج والتربة والنباتات الموجودة بها.

النتح Transpiration

هو عبارة عن تسرب بخار الماء خلال الثغور النباتية أو المسافات البينية لخلايا الورقة.

وتتأثر كمية الماء الممتصة بواسطة الجذور تتأثر مباشرة بعملية النتح ، فكلماز ادت عملية النتح زادت الكمية الممتصة من

الماء عن طرق الجذور.

وتتأثر عملية النتح بعدة عوامل مناخية **هى نفسها العوامل التى تؤثر فى عملية التبخير ويكون التأثير على النحو التالى:**

- يؤثر الإرتفاع أو الإشعاع الشمسى على كمية الماء المفقودة عن طريق النتح فقد وجد أن حوالى ٩٥ % من النتح اليومى تحدث أثناء سطوع الشمس ويقل النتح ليلاً لإنغلاق الثغور فيصل إلى ٥ – ١٠ % ، معنى ذلك أن النتح يحدث خلال ساعات النهار فقط.
- يقل النتح من النباتات بالقرب من الغروب ويصل أقصاه وقت الظهيرة.
- يزداد النتح من النباتات بإرتفاع درجة حرارة الهواء الجوى ويقل معدل النتح بزيادة الرطوبة النسبية فى الجو.

وبالإضافة إلى العوامل السابقة فإن النتح من النباتات يتوقف على:

١ – نوع النبات ٢ – مرحلة نمو أو عمر النبات
٣ – نوع المحصول المنزرع وخصائصه المورفولوجية.

فكلما زادت مساحة المجموع الجذرى وعمق الجذور كلما زادت الكمية الممتصة من الماء وبالتالى المفقودة عن طريق النتح. وكذلك كلما زادت مساحة الأوراق (مساحة المجموع الخضرى)

زادت كمية الماء المفقودة عن طريق النتح. كما أن البادرات النباتية الصغيرة تنتح كمية من الماء أقل مقارنة بالنبات الكامل.

البخر نتح أو التبخير الكلى
Evapotranspiration or Total evaporation (ET)

يسمى التأثير المشترك لفقد الماء عن طريق البخر والنتح بإسم Evapotranspiration (ET).

البخر نتح: هو عبارة عن عملية إنتقال للماء إلى الهواء سواء كان ذلك الإنتقال بطريقة مباشرة كما هو الحال فى التبخير أو بطريقة غير مباشرة كما يحدث فى النتح.

ويعبر البخر نتح عن كمية الماء المفقودة (المتبخرة) من الأسطح المائية والثلوج والتربة والنباتات.

العوامل التى تؤثر على عملية البخر نتح

تتأثر كمية الماء المفقودة بالبخر – نتح بما يلى:

- كثافة النباتات ومساحة الجزء المغطى من سطح التربة.
- نوع وعمر النبات.
- العوامل المناخية السابقة الذكر.
- كمية الماء الموجودة بالتربة.

ويزيد معدل البخر نتح كلما زاد الضغط البخارى فى الهواء الجوى وإرتفعت درجة حرارته **(علل)** ويرجع ذلك إلى أن الحرارة تؤدى إلى تمدد الهواء كما أن الرياح تعمل على تجديد وإزاحة البخار مما يعمل على إستمرار وجود فرق فى الجهد البخارى بين سطوح البخر والنبات من جهة والهواء الجوى من جه أخرى وهذا يؤدى إلى زيادة معدل البخر نتح. يضاف

إلى هذا أن الضوء له تأثيره على فتح وغلق الثغور ، إذ يتوقف النتح الثغرى أثناء الليل ، كما يُمثل الإشعاع الشمسى مصدر للطاقة الرئيسية التى تلزم لعملية البخر نتح. وهذا يدل على أنه يلزم طاقة لتحويل الماء الممتص بواسطة النبات إلى بخار ماء عن طريق عملية البخر نتح. وتُعتبر الشمس من أهم مصادر الطاقة حيث تُقدر الطاقة الشمسية بالنسبة للواحد سنتيمتر المربع من السطح فى اليوم (١٢ساعة) بمقدار ١٤٠٠ كالورى وهى تختلف بإختلاف زاوية سقوط الأشعة الشمسية وعدد ساعات سطوع الشمس.
ومن ثم فإن بيانات الأرصاد المناخية بالإضافة إلى العوامل التى تتعلق بالتربة والنبات تلعب دوراً كبيراً فى تقدير كميات البخر . نتح.

وتعتبر دراسة معدل البخر– نتح من أهم الدراسات التى تهم الباحثين فى المجال الزراعى لأنها هى المحددة لنوع المحصول ومقدار الإحتياجات المائية للمحاصيل وطرق الرى للزراعة المروية كما هو الحال فى مصر.

وعملية البخر نتح تعتبر عكس عملية الهطول والتى ينتقل فيها الماء من الجو إلى الأرض. وعلى ذلك لا يمكن الحكم على مناخ إقليم ما أنه رطب أو جاف من معرفة كمية الماء التى تسقط عليه **(علل)** بل يجب الأخذ فى الإعتبار كمية الماء التى يحتاجها النبات ويفقدها عن طريق البخر نتح.

- ففى حالة ما إذا كانت كمية المياه المتساقطة على الأرض فى صورة ندى وأمطار **أكبر من كمية الماء المفقودة بالبخر نتح** أُعتبر المناخ رطباً (وسمى الإقليم رطب) وليس فى حاجة للرى والعكس بالعكس.
- أما إذا كانت كمية المياه المتساقطة على الأرض **تعادل كمية الماء المفقودة عن طريق البخر – نتح** سمى الإقليم متوسط الرطوبة.

وتعتبر مصر من الأقاليم التى يكون فيها البخر نتح أكبر من كمية

المياه المتساقطة.

ومن الناحية الزراعية يصعب فصل تأثير البخر– نتح عن بعضهما تحت الظروف الحقلية **(علل)** لذا يستخدم مصطلح البخر نتح للدلالة على الإستهلاك المائي للنباتات Consumptive use of water.

البخر نتح المعيارى:

هو عبارة عن كمية الماء التى يفقدها سطح من التربة مغطى تماماً بالخضرة مع توافر الماء اللازم لإستعمال النبات فى التربة فى جميع الأوقات وهو يتوقف بدرجة كبيرة على مقدار الإشعاع الشمسى الذى تستقبله التربة وعلى درجة الحرارة التى تكتسبها.

وهو يختلف عن البخر نتح العادى الذى يعبر عن كمية المياه التلا تفقد عن طريق البخر –نتح فى حالة عدم توفر المياه اللازمة للنبات فى جميع الأوقات.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

(محتويات الباب الثالث)

العوامل البيئية والحاصلات الزراعية
تأثير العوامل البيئية على النبات
العوامل الجوية Climatic Factors
أهم عناصر المناخ التي تؤثر في الإنتاج الزراعي
أولاً: الإشعاع الشمسي
الإشعاع الشمسي المنعكس (الالبيدو Albedo)
ثانياً: الضوء
تأثيرات الضوء على النبات
تقسيم النباتات من حيث إستجابتها إلى شدة الضوء
الخصائص الفسيولوجية لنباتات الشمس مقارنة بنباتات الظل
ثانيا: درجة الحرارة Temperature
تأثيرات الحرارة على النبات
درجات الحرارة الحدية
درجة حرارة النبات
درجات الحرارة الملائمة وغير الملائمة للنبات
درجات الحرارة المثلى Optimum Temperature
تأثير درجة الحرارة على الكساء الخضري
تأثير درجة الحرارة على المحاصيل
التأثيرات السلبية لإرتفاع درجة الحرارة
التأثيرات السلبية للحرارة المنخفضة
ثالثا: الرطوبة النسبية Relative Humidity
رابعاً : الرياح Wind
تأثير الرياح على النباتات
– التأثيرات الفسيولوجية للرياح
– التأثيرات الميكانيكية للرياح
أضرار الرياح:

مصدات الرياح Wind breaks

الكثبان الرملية Sand dunes

خامسا: التبخر Evaporation

علاقة التبخر بتوزيع النباتات

سادساً: المطر Rain

العلاقة بين المطر والمحتوى المائي للتربة

أضرار الأمطار الغزيرة

سابعا: الندى Dew

موعد تكاثف الندى

تنظيم الندى لدرجة الحرارة

مصادر ماء الندى

ثامناً: الثلـج

تاسعاً : الصقيـع

تأثير العوامل المناخية على نمو أشجار الحمضيات

أولاً: تأثير الحرارة

ثانياً:تأثير الرطوبة

ثالثاً: تأثير الضوء

رابعاً: تأثير الرياح

الباب الثالث

العوامل البيئية والحاصلات الزراعية

علم البيئة Ecology (وهو أحد العلوم الحيوية الذي يختص بدراسة العلاقة بين الكائنات الحية والعوامل المتواجدة في البيئة) ، ويدرس علم البيئة العلاقة ما بين الإنتاج الزراعي والعوامل البيئية.

تأثير العوامل البيئية على النبات:

البيئة (Habitat) هي مجموعة الظروف ذات الأثر الفعال التي يعيش تحتها النبات أو المجتمع النباتى. و يتأثر الإنتاج الزراعي في منطقة ما بالظروف البيئية السائدة في المنطقة. وتقسم العوامل البيئية المكونة لبيئة النباتات المنتشرة على سطح الأرض إلى:

١. **عوامل مناخية Climatic factors**
٢. **عوامل التربة Soil factor أو عوامل أرضية Edaphic Factors**
٣. **عوامل موقعية Physiolographic Factors**
٤. **عوامل حيوية Biological factor**.

وهي تمثل:

- **العوامل البيئية على المدى الطويل:** أي تأثير المناخ مثل الشتاء البارد ، الصيف الحار بحيث تُحدد المحاصيل الممكن نجاحها في منطقة معينة أو فشلها.
- **العوامل البيئة على المدى القصير:** وتعرف بإسم عوامل الطقس Weather factors.

ولا يمكن فصل هذه العوامل الأربعة فصلاً تاماً عن بعضها إذ يوجد إرتباط وتداخل كبير بينها. فالعوامل الجوية والعوامل الموقعية تؤثر في بعضها البعض وتؤثر في عوامل التربة والعوامل الإحيائية. وللعوامل الجوية تأثير سائد على جميع العوامل الأخرى وتحدد عوامل الإرتفاع والانحدار ما يعُرف بالمناخ الموضعي أو المناخ المحلى Local climate والذى يؤثر على درجة الحرارة وكمية المطر والرطوبة النسبية كما يحدد درجة تعرض الأجزاء المختلفة من الكساء الخضري للإشعاع الشمسي وبالتالى شكل الكساء الخضري وتركيبه ومن أمثلة الأجواء الموضعية الواضحة **قمم الجبال والسفوح الشمالية والجنوبية الحادة والأودية العميقة وكذلك السفوح الواقعة عكس اتجاه الريح والجلاميد الكبيرة** التي قد تحمي النباتات الواقعة خلفها من تأثير الرياح أو التعرض لأشعة الشمس.

فالبيئة شيء معقد غاية التعقيد وهي نتاج عدد كبير من العوامل المختلفة المتغيرة لكن يجب أن نذكر أن التأثير الفعلي لهذه العوامل ينحصر في عدد محدود من العمليات الطبيعية والكيميائية. فمنها تأثير الضوء على التمثيل الضوئي والنمو وتأثير درجة الحرارة على التغيرات الكيميائية في جسم النبات وتأثير محلول التربة والأيونات الذائبة فيه والتي تتبادل على الشعيرات الجذرية للنبات ومن ثم على الأنسجة الأخرى عن طريق هذه الشعيرات.

وعموماً تؤثر العوامل البيئية على الإنتاج أو النمو بإختلاف شدتها وفترة مكثها في الحقل أو موسم النمو. وأهم العوامل البيئية التي تؤثر على الإنتاج الزراعي هي : الضوء ، الحرارة ، الرطوبة ، الرياح.

وسنكتفى هنا بشرح العوامل الجوية وتأثيرها على النبات وهو الذى

يهمنا فى هذا المجال.

العوامل الجوية Climatic Factors:

يُعد عامل المناخ من أكبر العوامل الطبيعية تأثيراً في تحديد أنواع المحاصيل حيث يُحدد المناطق التي يمكن زراعتها بمحاصيل معينة . كما أن المناخ عامل رئيسي في تكوين التربة واختلاف أنواعها ودرجة خصوبتها .

وأهم عناصر المناخ التي تؤثر في الإنتاج الزراعي:

١. الإشعاع الشمسى
٢. الضوء .
٣. درجة الحرارة (الهواء أو التربة).
٤. الرطوبة (النسبية)
٥. كمية الأمطار.
٦. الرياح.
٧. سقوط الثلج.
٨. الصقيع.
٩ – التبخر
١٠ – الندى

وتختلف أهمية كل عنصر من هذه العناصر من محصول إلى أخر ومن مكان إلى أخر . فقد تكون كمية المطر من أهم العناصر بالنسبة لمحصول معين ، وقد تكون درجة الحرارة أو كمية الرطوبة أو الرياح أقوى أثراً مادام يمكن توفير المياه صناعياً . وقد يكون طول الفصل الخالي من الصقيع هو العامل الرئيسي. وكما أن بعض المحاصيل يحتاج لفترة مشمسة ، بينما يحتاج البعض الآخر لغطاء من السحب في بدء نموه. والمناطق

الإستوائية يمكن أن يستمر نمو النبات طول العام مادام الماء متوفرا(سقوط المطر) ، بينما في المناطق الشمالية تنمو معظم المحاصيل في الصيف ويقتلها برد الشتاء.

وفيما يلي سنتناول أهمية كل عنصر من هذه العناصر المناخية المؤثرة في الإنتاج الزراعي.

أولاً: الإشعاع الشمسي

يعُرف الاشعاع الشمسي (Solar Radiation) بأنه : الطاقة الإشعاعية التي تطلقها الشمس في جميع الإتجاهات والتي تستمد منها كل الكواكب التابعة لها وأقمارها حرارتها. و**ينبعث الإشعاع الشمسي من الشمس على شكل موجات كهرومغناطيسية ويشكل مصدراً للطاقة والضوء للأرض وبقية الكواكب وتوابعها**. كما يعرف الإشعاع الشمسي بأنه مجموعة من الأشعاعات الأثيرية التي مصدرها الشمس.

ويعد الاشعاع الشمسي المصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوى وهو يُحدد بحوالي (٩٩.٩٧ ٪) من الطاقة المستعملة و (٠.٠٣٪) فقط من باطن الأرض وطاقة النجوم والمد والجزر، والإشعاع الشمسي والطاقة المستمدة منه هي مصدر الظواهر الجوية التي تحدث في الغلاف الجوي بدأ من الحرارة ، الضغط الجوي ، الرياح، الإمطار، الصقيع ، البرد، السحب، الرعد ، البرق .... الخ.

ويعرف الإشعاع بأنه إنتقال الطاقة الغير مجسمة و إنتشارها كما هو

الحال في الطاقة الحرارية و الضوئية و الكهرومغناطيسية وأحيانا يطلق على هذا النوع من الإشعاع إسم "الإشعاع الأثيري" ويفقد الإشعاع الشمسي ٤٠%

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

من نسبته و ذلك بالإنعكاس من عناصر الجو بينما تقدر نسبة ما يمتصه الغلاف الجوي بما يحتويه من مواد عالقة **حوالي ١٥% من الإشعاع الشمسي** ، وكذلك يتم **عكس ١٠% من مقدار الإشعاع الشمسي بواسطة المباني و الأشجار و باقي الموجودات على سطح الأرض.** ودرجة الحرارة تمثل المظهر الرئيسي للإشعاع في كونها محصلة كل من الإشعاع الشمسي Solar radiation و الإشعاع الأرضي Earth radiation حيث يمتص سطح الأرض جزءا من أشعة الشمس التي تسقط عليه بينما يعكس الباقي إلى الفضاء **بتأثير الألبيدو الأرضي و(الذي نعني به القدرة الكلية للأرض و الجو على عكس الأشعة الشمسية إلى الفضاء دون أن يكون لها تأثير على حرارتها)** و بعد ذلك يشع سطح الأرض الأشعة الشمسية التى سبق وأن إمتصها. ويختلف الإشعاع الأرضي عن الإشعاع الشمسي **(علل)** في إن الإشعاع الأرضي عبارة عن أشعة غير مرئية و حرارية طويلة الموجة كما يتميز بإستمراره طول اليوم (نهاراً و ليلاً) بينما يبدأ الإشعاع الشمسي مع شروق الشمس و يبلغ أقصاه بعد الظهر (الزوال) بقليل و يرجع ذلك إلى إحتفاظ سطح الأرض بحرارته فترة من الوقت نظرا لتعامد الشمس وقت الزوال، بينما يستمر الإشعاع الأرضي في الزيادة بعض الوقت بينما يقل الإشعاع الشمسي عقب وقت الزوال بشيء تدريجي.

والإشعاع الشمسي يؤثر تأثيراً مباشراً و غير مباشراً على النبات من حيث النمو. فالنبات يحتاج للضوء لتتم عملية البناء الضوئي و توفر الضوء يساعد على تكوين الأزهار و الثمار والنمو الخضري و تكوين الأبصال و الدرنيات و مادة البروتوبلازم لا تستطيع تحويل المواد الغذائية إلى مواد حية تساهم في بناء كيان النبات إلا في وجود الضوء من هنا يمكننا القول أن

للإشعاع الشمسي فوائد عديدة لنمو النباتات. فالإشعاع الشمسي له تأثير كبير على زراعة مختلف المحاصيل ، وذلك لدوره الكبير في عملية البناء الضوء التي يحتاج اليها النبات لصنع غذائه.

وللإشعاع الشمسى أهميته أيضاً للتربة من حيث تعرضها للإشعاع الشمسي الذي ينعكس جزء منه ، وهذا الانعكاس تختلف كميته بإختلاف طبيعة التربة و لونها ، وتسمى النسبة بين الإشعاع الإجمالي و الإشعاع المعكوس (البياض Albedo) و كلما كانت التربة جافة و لونها فاتحاً ، كلما إزداد البياض والعكس صحيح ، وهذه الظاهرة مهمة جدا لأنها تستطيع تغيير حرارة الجو بالقرب من السطح كما تستطيع كذلك خلال الليل تحرير ما أُختزن من حرارة خلال النهار و بهذا تتم حماية النباتات كالكروم من خطر التجمد.

و يتأثر الإشعاع الشمسي بعدة عوامل منها طبيعة الغلاف الغازي و المواد العالقة به و منها تركيز أشعة الشمس أو الزاوية التي تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض و منها طوال المدة التي تستمر فيها الشمس فوق الأفق و هذا يتغير تبعا للفصول وتبعا للموقع بالنسبة لدوائر العرض.

ويتكون الإشعاع الشمسي من موجات مختلفة الأطوال والألوان فمنها الضوء الأبيضWhite light الذي يتألف من مجموع كل الألوان التي تتألف منها الأشعة الضوئية أو المرئية ، وتحتل الأشعة الضوئية موقعاً وسطاً بين الأشعة الحمراء وبين الأشعة فوق البنفسجية وهي أشعه ذوات موجات قصيرة إما الأشعة الحرارية Heat rays فهي أشعه ذات موجات أطول من موجات الأشعة الحمراء كما توجد موجات قصيرة، مثل الأشعة (السينية)

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

وأشعه (جاما) والأشعة الكونية ويقسم الإشعاع الشمسي وفقاً لأطوال موجاته إلى:

أ:- الأشعة الضوئية (المرئية) Sun light Rays:

- تشكل موجات هذه الأشعة حوالي (٣٧٪) من مجموع الإشعاع الشمسي بموجات طولية Long Waves وتتكون هذه الموجات من ألوان مختلفة ولكل لون موجات محددة في أطوالها ، أطولها اللون الأحمر ٠.٦٥ إلى > ٠.٧ واقصرها اللون البنفسجي ٠.٤ إلى ٠.١٥ من الميكرون، وتزداد نسبة هذه الأشعة في منتصف النهار وفي وقت الصيف أثناء النهار و**تؤثر بشدة على نمو النبات وتزهيره. وإن أهميتها كبيرة في نمو النباتات وإخضرارها وإزدهارها ونضجها.**

ب :- الأشعة الحرارية Infrared Radiation:

تصدر الشمس موجات إشعاعية تعرف بالأشعة تحت الحمراء وهي أشعه غير مرئية تنتقل بموجات طويلة تشكل نسبة (٤٦٪) من مجموع الإشعاع الشمسي ويبلغ طول موجاتها بين (٠.٨ –٠.٩ ميكرون)، وتضاف لها الأشعة الكهرومغناطيسية والأشعة الكهروفيزياوية فتصبح نسبتها (٥١٪) من المجموع الكلي للإشعاع الشمسي، **وهي تتسبب في ارتفاع حرارة الأجسام عند امتصاصها. ولا تؤثر على العمليات الكيميائية والفسيولوجية للنبات إلا عن طريق إرتفاع درجة الحرارة.**

ج :- الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet :

ويطلق عليها الأشعة الحيوية لايمكن رؤيتها أو الإحساس بها وتشكل نسبة (١٢٪) ، وهي ذوات موجات قصيرة Short Waves تتراوح أطوال موجاتها بين (٠.١ – ٠.٤ ميكرون) ، **ويكون تأثيرها كبير كيمياوياً**

على الكائنات الحية، إذ أنها تقتل البكتريا، كما لها دورها في تغيير لون جلد الإنسان إلى اللون الداكن ، ولها فوائد في علاج أمراض السل والكساح. ولها تأثير على العمليات الفسيولوجية والكيماوية فى النبات.

فضلاً عن ذلك فأن الإشعاع الشمسي يتألف من أنواع أخرى من الأشعة التي تكون موجاتها أقصر من موجات الأشعة فوق البنفسجية منها الأشعة السينية والأشعة الكونية وأشعه كاما وأشعاعات ذوات ألوان وموجات متباينة.

الإشعاع الشمسي المنعكس (الالبيدو Albedo)

ويقصد به مقدار الأشعة الشمسية التي تنعكس إلى الفضاء ثانية دون أن يحول أي جزء منها إلى طاقة ، ويختلف تاثير الالبيدو على حسب طبيعة الأجسام المستقبلة للإشعاع الشمسي من حيث اللون والخشونة والرطوبة والغطاء النباتي، فالمعروف أن اللون الاسود له القدرة على إمتصاص (١٠٠٪) من الأشعة المستلمة ، في حين أن اللون الأبيض يعكس (١٠٠٪) منها ، فضلاً عن ذلك أن للسحب وذرات الغبار وبخار الماء وسطح الأرض نفسه القابلية على رد الأشعة الشمسية ثانية إلى الفضاء ، وتعد السحب أهم هذه الأجسام كونها تعكس حوالي (٢٣٪) من الأشعة الشمسية حيث تتباين

نسبة الألبيدو بين الغيوم فهي تكون بنسبة (٢١٪) إذا كانت الغيوم عالية وتصل إلى (٤٨٪) في الغيوم المتوسطة التي يتراوح إرتفاعها بين (٣-٦ كم)، في حين تزداد النسبة للالبيدو فتصل إلى (٦٩٪) في الغيوم الومنخفضه و(٧٠٪) في الغيوم الكثيفة (غيوم ركامية). وتعكس ذرات الغبار وبخار الماء (٩٪) من الأشعة الشمسية ، ولذلك فان نسبة الانعكاس

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

(الالبيدو) لمكونات الغلاف الغازي تصل الى حوالي (٣٩٪) من الأشعة الشمسية.

كما تتباين قيم الانعكاس (الألبيدو) لأشعة الشمس وفقاً لطبيعة سطح الأرض المستلم للإشعاع ، اذ تتراوح نسبة الألبيدو في سطح الأرض المغطى بالجليد أو الثلوج بين (٥٠ – ٦٠٪) و (٤٠ – ٩٠ ٪) ولكل منهما على التوالي . كذلك الحال في سطح الأرض المغطى بالرمال ، إذ تتراوح نسبة الألبيدو بين (٣٥ – ٤٥٪) و (٢٠ – ٣٠٪) في الكثبان الرملية الجافة عنها في الكثبان الرملية الرطبة ولكل منهما على التوالي.

ثانياً: الضوء

يؤثر الضوء على عملية التمثيل الضوئى (الكلوروفلى) التى يمكن بواسطتها تحويل الأملاح والمواد الذائبة التى يمتصها النبات من التربة إلى مكونات غذائية تدخل فى تركيب النبات وتساعد على نموه النبات. ويتضح أثر هذا العامل فى العروض العُليا الباردة التى يطول بها النهار صيفا فيزيد من سرعة نمو النبات ونضجه مما يعوض من أثر انخفاض درجة الحرارة كما هو الحال فى السويد والنرويج حيث يمكن إتمام النضج للقمح الربيعى فى فصل الصيف الشمالى القصير.

ويختلف أثر الضوء من محصول إلى آخر. ففى محصول كالقطن يرتبط إنتاجه وجودته بعدد الساعات المشمسة فى فصل النمو وهو يحتاج فى المتوسط إلى ما بين ٢٤٠٠ – ٢٥٠٠ ساعة ولعل ذلك من بين أسباب رداءة محصول القطن فى الهند حيث ساعات الضوء لا تتجاوز ١٥٠٠ ساعة لأن فصل النمو مرتبط بفصل سقوط الأمطار الموسمية الذى تكثر فيه السحب

بعكس محصول القطن فى مصر الذي يعتمد على الرى وبقدر مناسب من الضوء. وبعض المحاصيل يحتاج إلى أيام ذات نهار طويل لكى تتم فيها عملية الإزهار والإثمار بنجاح ومن هذه المحاصيل القمح والشعير والبطاطس والبرسيم ، لذلك يطلق على هذه المحاصيل اسم محاصيل النهار الطويل Long Day Crops ولو أنها تنمو نمواً خضرياً وفيراً فى الأيام ذات النهار القصير، كما أن هناك محاصيل تحتاج إلى أيام ذات نهار قصير لكى تُزهر وتُثمر وهى بعكس السابقة يحتاج نموها الخضري إلى الأيام ذات النهار الطويل ، ويطلق على هذه المحاصيل إسم محاصيل النهار القصير Short Day Crops ومن هذه المحاصيل فول الصويا والدخان والذرة الشامية. وتوجد محاصيل لا تتأثر كثيرا بطول النهار وتعتبر من هذه الناحية محايدة وقد أطلق عليها إسم المحاصيل المحايدة وعملية التكاثر فيها لا ترتبط بطول النهار ، فإذا كانت مناسبة لنموها فانها تزهر فى كل دوائر العرض وفى كل فصول السنة مثل القطن وعباد الشمس وتختلف أنواع وأصناف المحاصيل إختلافاً واضحاً من حيث طول النهار المناسب لنموها الخضرى أو الثمرى ، فطول النهار قد يغير من طبيعة نمو نبات معين وأقلمته مثل نبات البنجر الذى يعتبر من النباتات ذات الحولين فى المناطق المعتدلة ذات النهار القصير نسبيا ولكنه يعتبر من النباتات الحولية فى ولاية ألاسكا ذات النهار الطويل .وتساعد وفرة الضوء على التفريع وزيادة قوة وصلابة

السيقان وزيادة وزن النبات الكلى وعدد الحبوب ووزن الحبة . كما يزيد الضوء من نسبة الجذور إلى المحصول الكلى ويقلل من نسبة القش إلى المحصول الكلى. ولا يقتصر أثر الضوء على عملية البناء الضوئي فقط بل يتعداه إلى تأثيرات أخرى على نمو النبات وتطوره. وتقتضي دراسة أثر

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الضوء على النمو أن يقسم أثر الضوء إلى أوجه ثلاثة وهي:-

١. **أثر شدة الضوء أو الإشعاع.**
٢. **أثر الطول النسبي لفترات الضوء والظلام (التأقت الضوئي).**
٣. **أثر نوع الضوء.**

وللضوء تأثيرات عديدة على النبات نوجزها فيما يلي:

١- تكوين المادة الخضراء واكتمال تكوين البلاستيدات الخضراء.
٢- يدخل في عملية التمثيل الضوئي كمصدر للطاقة.
٣- يتزايد نمو النباتات نتيجة للضوء الأزرق والأحمر.
٤- تؤثر الموجات الضوئية في توزيع الأوكسينات وبالتالي يؤثر ذلك في عملية النمو والانتحاءات وتكوين هرمونات الأزهار.
٥- يؤثر الضوء في فتح وغلق الثغور (عملية النتح).
٦- يتأثر التركيب التشريحي للنبات باختلاف شدة الضوء.

فالنباتات المحبة للشمس تتميز بوجود طبقات من النسيج العمادي وأديم أكثر سماكة (Epiderm) مع تواجد شعيرات أو زغب على السطح الخارجي عن النباتات المحبة للظل. ويختلف تأثير الضوء من حيث النوع Quality ، الكمية Quantity أوشدة الإضاءة Light Intensity ومدة الإضاءة Duration.

أولاً : **تأثير نوع الضوء: Quality of light**

يختلف تأثير الضوء من حيث نوعية الضوء بالإضافة إلى مكوناته من الألوان المختلفة ويختلف النوع من حيث الموسم والموقع الجغرافي فيؤثر كل من الموسم والموقع على زاوية سقوط الضوء على سطح الأرض فزاوية

السقوط تكون عمودية على خط الاستواء وتكون بزاوية أكبر كلما اتجهنا شمالاً (القطب الشمالي مثلاً).

أما نوعية الضوء فلقد ذكرنا أن الإشعاعات القصيرة تمتص بطقبة الأوزون بينما الإشعاعات الطويلة تمتص من خلال السحب وبخار الماء. كما تؤثر الأتربة والدخان على باقي الموجات الضوئية كذلك ذكرنا أن الضوء ذو اللون الأزرق أو الأحمر أهم الألوان التي تمتصها البلاستيدات الخضراء في حين تعكس الألوان الأخرى ويلاحظ أن ألوان الضوء تؤثر على الأكسينات فاللون الأحمر يزيد من إنبات بعض البذور مثل بذور الخس.

كذلك نجد أن الأشعة فوق البنفسجية والزرقاء تساعد في تكوين اللون الأحمر في ثمار التفاح أما بالنسبة للنمو فالأشعة فوق البنفسجية تعتبر ضارة وتؤدي إلى تقزم النباتات ولها تأثير على النباتات النامية على قمم الجبال في حين أن الأشعة الحمراء تسرع من إنبات بعض البذور بينما الإشعاع الأحمر البعيد له تأثير سلبي على إنبات البذور.

ثانياً: تأثير كمية الإضاءة أوشدة الضوء على النباتات:

تُعرف شدة الضوء على أنها كمية الضوء الساقطة على وحدة المساحة لسطح معين في وحدة الزمن.

وتختلف شدة الإضاءة بصفة عامة في منطقة ما بإختلاف اليوم والموسم والبعد عن خط الإستواء فهي تزيد تدريجياً من شروق الشمس إلى منتصف النهار ثم تنخفض تدريجياً من منتصف النهار إلى غروب الشمس وتكون مرتفعة في الصيف ومتوسطة الإرتفاع في الربيع والخريف ومنخفضة في الشتاء. كما تصل إلى أقصى إرتفاع لها عند خط الإستواء ثم

تنخفض تدريجياً كلما إتجهنا إلى القطبين. وتحتاج النباتات على الأقل من ١٠٠ – ٢٠٠ شمعة لكي تنمو ولهذا تزداد كمية المواد الكربوهيدراتية المتكونة في النباتات بزيادة شدة الضوء حتى تصل إلى حد أقصى. وتتراوح شدة الإضاءة في منتصف المناطق المعتدلة من العالم في أيام الصيف الصافية بين ٨٠٠٠ – ١٠٠٠٠شمعة /قدم وهي تعادل ١.٢ – ١.٥ كجم /كالوري / دقيقة.

هذا ويختلف الإشعاع الضوئي عن البريق أو السطوع.فالأخير يعتبر مقياس لقدرة العين على الرؤيا وبالتالي فالوحدات المستعملة لقياس شدة الإضاءة أو الإشعاع تختلف عن الوحدات المستعملة لقياس شدة الإضاءة كما تراها العين. ومهما يكن فهناك ارتباط موجب بين شدة الإضاءة أو الإشعاع وشدة الإضاءة كما تبدو للعين والفرق بينهما بسيط يمكن أحياناً إهماله.

كذلك تؤثر شدة الإضاءة على الانتحاء الضوئي فتحلل الأوكسينات المسببة للنمو وتتحرك نحو الجزء المظلم وبالتالي تؤدي إلى استطالة الخلايا البعيدة عن الضوء وبالتالي تؤدي إلى انتحاء النبات نحو الضوء.

ويزيد الضوء من نسبة الإنبات في بعض المحاصيل مثل الخص Lactuca sativy، حشيشة الـ Poa وكذلك يتأثر إنبات نبات الجزر في حين تزداد نسبة الإنبات في الظلام لنبات Liliaceae (الأبصال).

تقسيم النباتات من حيث إستجابتها إلى شدة الضوء إلى :

أ- **نباتات محبة للضوء:** وتحتاج على الأقل إلى ٣.٠٠٠ وحدة شمعية ضوئية ومعظم المحاصيل الاقتصادية تنتمي إلى هذه المجموعة.

ب- **نباتات محبة للظل:** وتحتاج إلى كمية ضوء أقل ومن أمثلتها نباتات الزينة.

وإذا قلت شدة الإضاءة عن ١٠٠ – ٢٠٠ شمعة يؤدي هذا إلى تقليل التمثيل الضوئي بحيث تقل نواتج التمثيل الضوئي عن المستهلك بواسطة التنفس ويصبح النبات شاحب Elilated فيستطيل النبات ويقل سمك الساق ويتحول لونه إلى اللون الأبيض والشكل مغزلي.

أثـــر الطـــول النـــسبي لفتـــرات الـــضوء والظـــلام (التأقـــت الـــضوئي) *Photoperiodism*

عبارة عن إختلاف إستجابة النباتات للطول النسبي لكل من الليل والنهار. مثل الأزهار وتكشف البراعم والكمون والثمار في النباتات.

ثالثاً: مدة الإضاءة Duration

المقصود بها عدد ساعات الإضاءة في اليوم وهى تختلف من مكان إلى آخر ومن موسم إلى آخر. فعند خط الاستواء تصل عدد ساعات النهار إلى ١٢ ساعة طول العام بينما تتراوح عدد ساعات النهار عند خط عرض (٢٥) من ١٠.٥ ساعة شتاءً إلى ١٣.٧٥ ساعة صيفاً وعند خط عرض (٤٥) تتراوح ما بين ٨ ساعات شتاء إلى ١٦ ساعة صيفاً وعند القطب الشمالي تتراوح ما بين صفر شتاء إلى ٢٤ ساعة صيفاً وتنقسم النباتات من حيث إستجابتها لمدة الإضاءة إلى نوعين:

١. **نباتات محايدة أي Neutral**: وهذه لا تتأثر بعدد ساعات النهار ومن أمثلتها: القطن – اللوبيا – القرعيات – دوار الشمس – الباميا.
٢. **نباتات تتأثر بساعات الإضاءة وهى تقسم إلى :**

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

أ- **نباتات النهار الطويل:** وهذه تحتاج لنشوء التزهير إلى عدد ساعات إضاءة تزيد عن حد معين من الساعات على الأقل وأن ساعات الإضاءة تتزايد في أثناء فترة نشوء التزهير ومن أمثلة المحاصيل: **القمح الشتوي ، الشعير ، الراي ، البرسيم الأحمر، الكتان ،البطاطس**

ب- **نباتات النهار القصير:** وهذه تحتاج إلى ساعات إضاءة أقل من حد معين ويجب أن تتناقص ساعات النهار باستمرار ومن أمثلتها: **الأرز ، وبعض أصناف الذرة الشامية ، الذرة الرفيعة ، فول الصويا.**

وإذا ما نقلنا نبات نهار قصر من المنطقة الاستوائية إلى المنطقة المعتدلة يؤدي هذا إلى عدم إزهار النباتات وتستمر في النمو الخضري. والعكس عند زراعة محاصيل النهار الطويل في موسم نهار قصير يؤدي هذا إلى تقصير فترة النمو الخضري.

وتختلف الأصناف المختلفة لمحصول ما في إستجابتها لساعات الإضاءة. ولقد نجح مربي النباتات إلى إنتخاب أصناف لا تتأثر بطول النهار.كذلك تؤثر الفترة الضوئية في تكوين الدرنات في البطاطس وتكوين السوق الجارية في الشليك وتكوين الأشطاء في النجيليات. **وتأثيرات الضوء على النبات يمكن تحديدها في -:**

ا - تأثير الضوء على إنتاج الكلوروفيل :-

وهو أول رد فعل تستجيب له النباتات لعامل الضوء يستثنى من ذلك بطبيعة الحال البكتريا والفطريات. وهناك بعض السوطيات تنتج الكلوروفيل دون أن تتعرض للضوء ولكنه لا يستطيع أن يؤدي عمله في وظيفة تمثيل

الكربوهيدرات إلا إذا تعرض للضوء ولا يستطيع النبات إنتاج الكلوروفيل إلا إذا تعرض للضوء ويختفي الكلوروفيل إذا طال تعرض النبات للظل.

وكذلك تختلف النباتات في درجة تحملها للظل. ففي المناطق المعتدلة تحتاج أكثر النباتات إحتمالا للظل إلى ١ % على الأقل من الضوء الطبيعي لكي تقوم بقدر من التمثيل الضوئى اللازم لنموها وأن كمية الضوء التي يحتاجها النبات لتكوين الكلوروفيل هي أقل بكثير مما يحتاجه في عملية التمثيل الضوئي واستمرار النمو.

٢ – تأثير الضوء على عدد البلاستيدات الخضراء ومواضعها :

يؤثر الضوء في التركيب الداخلي للورقة في ضوء الإحتياجات المائية. فقد وجد أن نسبة ضئيلة فقط من الطاقة الإشعاعية التي تمتصها البلاستيدات الخضراء تستعمل في التمثيل الضوئي بينما يتحول مقدار كبير منها إلى حرارة تُسبب تبخر الماء من الخلايا ويؤدي إلى خفض درجة حرارة الورقة وبقائها منخفضة وليس هذا الأثر بنفس الدرجة من القوة في نباتات الظل إذ أن التعرض للإشعاع الشمسي أقل . لذلك فان البلاستيدات الخضراء في نباتات الشمس والتي يكون عددها كثير في وضع تترتب فوق بعضها على إستقامة الأشعة الساقطة بحيث يحجب بعضها بعضا ويحمي بعضها البعض من التأثير الكامل للطاقة الإشعاعية وفي ذلك تقليل لمقدار الماء المفقود.

ويمكن النظر إلى ترتيب البلاستيدات الخضراء في نباتات الشمس على إستقامة الأشعة الساقطة على أنه وسيلة لمنع فقد الماء بشده في وقت تنشط فيه هذه البلاستيدات في صنع المواد الغذائية وتحتاج إلى درجة عالية

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

من التميؤ للقيام بهذه الوظيفة على الوجه الأكمل. أما فى حالة الظل فان خطر فقد الماء قليل وتزداد الحاجة للحصول على طاقة بأكبر قدر ممكن لذلك فان البلاستيدات تترتب في وضع متعامد مع الأشعة الساقطة مما يؤدي إلى إزدياد مساحة السطح الممتص للأشعة ولهذا السبب يعزى إنقسام النسيج الوسطي إلى نسيج ذو خلايا عمادية ونسيج ذو خلايا أسفنجية.

عرف الخلايا العمادية والخلايا الأسفنجية ؟

إذ أن الجزء العلوي يستقبل ضوء كامل لذلك فان البلاستيدات تترتب على امتداد الأشعة ومعنى ذلك أن الأنسجة السفلية للورقة تشبه الطبقات السفلى من الكساء الخضري للغابة من حيث تظللها بالطبقات العليا ولذلك تنتشر بلاستيداتها وتترتب في وضع يمكنها من الحصول على أكبر قسط من الضوء وهذا الترتيب هو الشائع في الأوراق النباتية ولكن ليس مطلقا.

٣ – تأثير الضوء على تركيب الورقة:-

يتغير تركيب الورقة كثيراً تحت تأثير شدة الضوء والعامل المباشر في تأثير الضوء على تركيب الورقة هو تأثيره على العلاقات المائية للنبات ذلك أن عدد البلاستيدات يزداد بزيادة شدة الضوء ولهذا تنظم البلاستيدات نفسها في الضوء الضعيف بطريقة تكفل تعويض أكبر سطح ممكن لإستقبال الأشعة الساقطة. بينما في الضوء الشديد ترتب البلاستيدات نفسها بطريقة تكفل تقليل العرض وتقلل تبعا لذلك فقد الماء وكما هو معروف فان البلاستيدات تقع في طبقة السيتوبلازم التي تبطن الجدار الخلوي ولما كان هذا الجدار مرناً وقابل للتمدد والتشكل ويحيط بكتلة غروية هيلامية فان تحرك البلاستيدات داخل السيتوبلازم باتجاه متعامد مع سطح الورقة مما يؤدي إلى إستطالة الخلايا في

إتجاه الحركة وهذا ما يفسر إستطالة الخلايا العمادية في إتجاه عمودي على سطح الورقة.

وتختلف كمية الأنسجة العمادية المتكونة في الجزء الأعلى من الورقة وهو الذي تسقط عليه الأشعة من أعلى تبعا لشدة الضوء فتزيد كلما زاد ، لذلك فان أوراق نباتات الشمس تحتوي عدد أكبر من طبقات النسيج العمادي عنما تحتويه نباتات الظل وفي الحالات التي يتعرض لها السطحان للضوء

بدرجة واحدة كما في أوراق الكافور وكثير من النباتات الصحراوية تتكون أنسجة عمادية في الجانب السفلي للورقة كما في الجانب العلوي كذلك يختلف سمك الورقة في نباتات الشمس عنه في نباتات الظل فتكون أكثر سمكاً في نباتات الشمس عما هو في نباتات الظل كما تكون فراغاتها البينية أضيق وأقل عدداً. وتختلف كمية النسيج العمادي في أوراق النبات الواحد فالأوراق الخارجية التي تتعرض للضوء الكامل تختلف كثيراً عن الأوراق المظللة إذ تحتوي على نسبة أعلى من الخلايا العمادية ، وفي حدود معينة من الظل قد لا تكون الخلايا العمادية على الإطلاق.

ويتعين شكل الورقة أساساً بتأثير شدة الضوء على البلاستيدات الخضراء وما يتبع ذلك من تغيير في شكل الخلايا التي تحوي البلاستيدات، فالخلايا الأسفنجية تميل إلى الإستطالة باتجاه موازي لسطح الورقة وبالتالى فإنها تؤدي إلى إحداث إمتداد للورقة بإتجاه متعامد مع إتجاه الأشعة الضوئية بينما تميل الخلايا العمادية إلى إمتداد يقع على إستقامة الأشعة لذا فان أوراق الظل أوسع واقل سمكاً من أوراق نباتات الشمس ولنفس النبات.

علل :- تكون نباتات الظل ذات أوراق اقل سمكاً من النباتات المعرضة للشمس؟

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

٤ – تأثير الضوء على السيقان:

النباتات التي تعيش في الظل تكون عادة أطول وأكثر تفرعا من نباتات الشمس **(علل)** ومن الواضح أنه في السيقان ذات السلاميات الطويلة لا تظلل الأوراق العليا ما تحتها من أوراق كما يحدث في السيقان ذات السلاميات القصيرة وهذا يفسر كثرة التفرع وإنتشار النبات في مساحة واسعة في الظل إذ أن هذا التفرع يحمل الأوراق بعيداً عن الساق وعن بعضها البعض فيتيح لها بذلك فرصة أكبر للحصول على الضوء.

٥ – علاقة الضوء بالتغيرات اليومية في حركة الثغور:

يعتبر الضوء أهم العوامل البيئية التي تتحكم في حركة الثغور وفي جميع النباتات تقريبا يرتبط فتح الثغور بوجود الضوء إذا كانت الظروف الأخرى مواتية أما إذا أصبحت تلك الظروف غير مواتية فان تأثير الضوء يتحور تحت تأثير العوامل الأخرى إلى أن يمتص تماما. **وفيما يلى أهم الصفات المورفولوجية (الشكلية) للنباتات التي تعيش في الشمس مقارنةً بنباتات الظل:**

١. السيقان أغلظ وخشبها أحسن تكوينا كما أن أنسجتها العمادية أغزر.
٢. السلاميات أقصر.
٣. خلايا أنصال الأوراق أصغر.
٤. أنصال الأوراق أسمك وأصغر .
٥. الثغور أصغر وأكثر تقاربا.
٦. المساحات الورقية بين العروق أصغر.
٧. الأدمة أسمك وكذلك جدر الخلايا.
٨. البلاستيدات الخضراء أقل عدداً ولكنها أكبر وأعلى في محتواها

الكلوروفيلي.

٩. الفراغات البينية أصغر.

١٠. النسبة أكبر بين مساحتي السطحين الداخلي والخارجي للورقة.

١١. الجدر الجانبية لخلايا البشرة أقل تموجاً.

١٢. أنصال الأوراق غالبا غير مفلطحة وتتخذ وضعا غير متعامد مع الأشعة الساقطة.

١٣. النسبة أصغر بين المساحة الكلية لسطح الورقة ومساحة النسيج الوعائي بالساق.

١٤. الجدر أطول وأوفر عدداً ولذلك فالنسبة أعلى بين المجموعين الجذري والخضري.

١٥. إزدياد الوزنين الأخضر والجاف للجذور والسيقان على السواء.

الخصائص الفسيولوجية لنباتات الشمس مقارنة بنباتات الظل:

١. المحتوى الكلوروفيلي بها أقل ، ولذلك فلونها أخضر ومصفر.

٢. معدل التمثيل الضوئي لها أقل في درجات الحرارة المعتدلة .

٣. سرعة التنفس عالية وكذلك سرعة النتح أشد

٤. المحتوى المائي بها أقل على أساس الوزن الجاف.

٥. ذات محتوى عالي من الأملاح وضغط أُسموزى مرتفع.

٦. الضغط الإنتفاخي لخلايا نباتات الظل قليل لدرجة إنها تذبل عندما يقل محتواها المائي بمقدار طفيف.

٧. نقص الجهد الهيدروجيني للعصير الخلوي.

٨. إرتفاع نسبة الكاربوهيدرات إلى النيتروجين

٩. غزارة أكثر في الأزهار والثمار.

١٠. إزهار وإثمار مبكر.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

١١. مقاومة اشد للأضرار الحرارية والجفاف والتطفل.
١٢. لفترة الضوء (طول النهار) أثر كبير في سرعة النمو.

ثانيا: درجة الحرارة Temperature

لدرجة الحرارة تأثير كبير على جميع وظائف الحياة إذ أن جميع عمليات الأيض الكيميائية والعمليات الطبيعية اللازمة لتكوين جدر الخلايا وغيرها كالإنتشار والترسيب والتجلط تعتمد على درجات الحرارة إذ تنشط بإرتفاع هذه الدرجة إلى الحد الأمثل وعلى العكس من ذلك إذا نقصت درجة الحرارة إلى حد أدنى معين

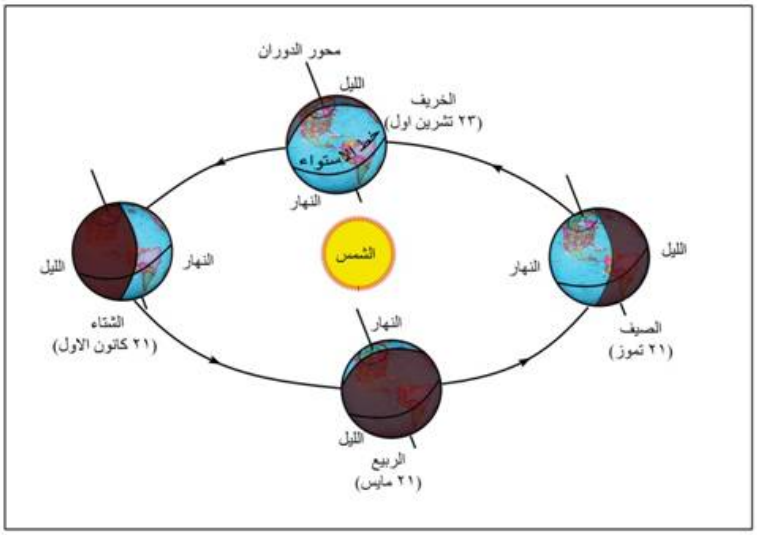
وتُحدد درجة الحرارة طول فصل النمو ونوع النباتات . فالحرارة لها أهمية كبيرة في تحديد إنتاج بعض المحاصيل والحصول على أقصى منفعة إقتصادية منها. وقد أدى هذا إلى ظاهرة التخصص الزارعي وإرتباط المحاصيل بدرجات الحرارة. وكلما زادت قدرة النبات على تحمل درجات الحرارة المتفاوتة كلما كان أوسع انتشاراً. فالأقاليم الإستوائية وشبه الإستوائية التي لا تقل درجة الحرارة فيها طول السنة عن (80° درجة فهرنهيتية) ٢٦ درجة مئوية (تتخصص في إنتاج غلات معينة كالمطاط وجوز الهند والكاكاو وقصب السكر والموز وزيت النخيل بينما تتخصص الأقاليم الموسمية في إنتاج الأرز والبن والشاي ، وإقليم المناخ السوداني في إنتاج القطن والسمسم والفول السوداني ، أما الأقاليم المعتدلة الباردة كأقاليم الحشائش فتتخصص في إنتاج القمح والشعير والبنجر والبطاطس والشوفان. ويجب ألا تقل درجة الحرارة عن حدها الأدنى اللازم لمحصول معين أثناء فصل النمو ، فلكل محصول درجة حرارة مفضلة لنموه ودرجة حرارة صغرى لا ينمو تحتها

ودرجة عظمى لا ينمو فوقها. وكلما كانت درجة الحرارة السائدة في موسم النمو أقرب إلى الدرجة المفضلة كان ذلك أنسب لنمو النبات وإذا لم تتوفر درجة الحرارة الكافية فوق الحد الأدنى أثناء فترة النمو فان المحصول لا ينضج. وعادة يكون معدل النمو بطيئا عند الحد الادنى لدرجة الحرارة اللازمة له ، كما أن درجة الحرارة اذا تجاوزت الحد الأقصى اللازمة فإنها تضر بالنبات. وتتضاعف سرعة معدل نمو المحصول كلما زادت درجة حرارة الجو عشر درجات مئوية . وتكون هذه الزيادة فى درجة الحرارة عن الحد الأدنى اللازم لنمو المحاصيل طول الموسم ما يعرف بالحرارة المتجمعة. وتبلغ الحرارة المتجمعة المناسبة لمحصول القمح ١٤٠٠ درجة/يوم ، وللأرز تبلغ ٣٠٠٠ درجة/يوم بمعدل عشرين درجة مئوية يوميا. ويقصر فصل النمو كلما اتجهنا شمالا أو جنوبا عن المناطق شبه المدارية لان العام كله يعتبر فصل نمو فى المناطق المدارية اذا توفرت العوامل الأخرى اللازمة للزراعة من مياه وتربة صالحة ... الخ.

وتعتبر الحرارة العامل الرئيسي في تحديد طول فصل النمو. هذا وتقل الحرارة بالتدريج كلما إتجهنا من خط الإستواء إلى القطبين وكلما إرتفعنا عن سطح البحر. كما أن لتوزيع الأمطار أهمية خاصة مابين خط عرض صفر إلى٤٥ ْ لأن درجة الحرارة متوفرة طول العام ويكون لدرجة الحرارة أهمية خاصة ما بعد خط عرض ٤٥ ْ لتوفر الرطوبة بينما تقل درجة الحرارة، ولذلك يعتبر عامل الحرارة هو العامل الرئيسي في الإختلافات النباتية بعد هذا الخط. كما أن التوزيع الفصلي للحرارة له تأثير على الغطاء النباتي وكذلك على المحاصيل المنزرعة.

وينشأ التفاوت اليومي أو الفصلي الحاصل في درجة الحرارة بسبب

دوران الأرض حول محورها وكذلك دورانها حول الشمس، وهذا يؤثر على كمية الطاقة الضوئية التي تصل إلى مكان ما على سطح الكرة الأرضية وبالتالي درجة حرارته. على سبيل المثال يكون التفاوت في درجة الحرارة اليومية أو السنوية في المناطق الإستوائية ضئيلاً بينما يصل هذا التفاوت إلى ٥٠ ْم في الأجزاء الشمالية للكرة الأرضية.



دورة الأرض حول الشمس

تأثيرات الحرارة على النبات

تتزايد عملية الأيض في النبات بمعدل يتراوح ما بين ١-٣ أضعاف لكل زيادة مقدارها ١٠ درجات مئوية في درجة الحرارة. وإن درجات الحرارة التي تزيد عن ٥٠ درجة مئوية تحدث تغيراً كبيراً في التركيب الجزيئي للبروتينات كما تزيد معدل التنفس في النبات.

وتختلف تأثيرات الحرارة على النبات حسب الجزء النباتي ، فدرجة الحرارة اللازمة لنمو الجذور عادة ما تكون أقل من المجموع الخضري ولذلك تستطيع الجذور أن تنمو في الخريف عندما تكون الأجزاء الخضرية ساكنة ، وتؤثر درجة الحرارة على النبات من الأوجه الأتية:

- **تؤثر على التمثيل الضوئى:** فإذا نقصت درجة الحرارة أكثر من الحد الأدنى يكون ذلك عائقا للنمو في الحجم حيث يتأثر التمثيل الضوئي بالحرارة.
- **تنشط وظائف النبات**
- **توفر الطاقة اللازمة لبعض الوظائف.**
- **تؤثر في سرعة النمو وكذلك في سرعة التحول الغذائي ومنتجاته** ففي درجات الحرارة المنخفضة تنتج النباتات كربوهيدرات متعددة السكريات.

- **تؤثر على الإنبات والنمو والإزهار وفتح الثغور وإنغلاقها والتكاثر.**

ولكل نبات درجات حرارية تُعرف بالدرجات الحدية وهى:

- **الدرجة الدُنيا (Minimum)**
- **الدرجة المثلى (Optiumum)**
- **القصوى (Maximum)**

وغالبا ما تدخل النباتات فى طور كمون شتوي بسبب البرد وتجدد نموها فى الربيع التالي.

درجات الحرارة الحدية

تُعرف الدرجات الحدية على أنها درجات الحرارة التي يستطيع النبات عندها النمو وهناك ثلاث درجات حدية:-

١ – درجة الحرارة الدنيا Minimum temperature

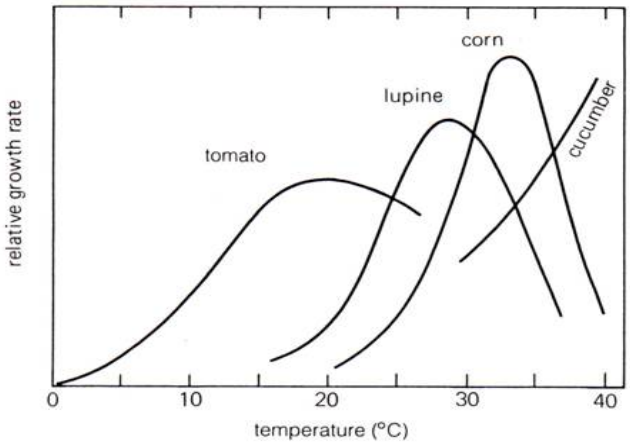
وهي أقل درجة حرارة يمكن للنبات النمو فيها إلا أن العمليات الحيوية في النبات تكون متدنية بشكل كبير وتبلغ الدرجة الحدية الدُنيا لمعظم النباتات ٥ درجات مئوية.

٢ – درجة الحرارة المثلى Optimum temperature

وهي درجة الحرارة التي يمكن للنبات أن ينمو فيها: حيث تكون العمليات الحيوية للنبات في أعلى مستوياتها وتختلف هذه الدرجة حسب نوع النبات.

٣ – درجة الحرارة القصوى Maximum temperature

وهي أعلى درجة حرارة يمكن للنبات أن ينمو فيها وتكون العمليات الحيوية للنبات في أدنى مستوياتها وتبلغ الدرجة الحدية القصوى للنبات ٥٤ درجة مئوية. وتختلف الدرجات الحدية بإختلاف النوع النباتي كما فى الشكل التالى. كما تختلف الدرجة الحدية للعمليات الفسيولوجية في النوع النباتي فلكل عملية فسيولوجية درجاتها الحدية الخاصة.



شكل يوضح درجات الحرارة الحدية لبعض النباتات.

كما تختلف درجات الحرارة الحدية للأجزاء النباتية حيث تكون البراعم الزهرية أكثر حساسية لدرجات الحرارة المنخفضة. كما تختلف الدرجات الحدية تبعا لعمر الجزء النباتي فالأوراق الصغيرة تختلف درجاتها الحدية عن الأوراق الكبيرة. كما تختلف درجات حرارة النمو تبعا للاجزاء النباتية فالجذور في نباتات المناطق المعتدلة لكى تنمو تتطلب درجات حرارة أقل من تلك التى تتطلبها البراعم لكى تنمو.

درجة حرارة النبات:

تتبع درجة حرارة النبات أكثر الأحيان الوسط الذي يعيش فيه النبات وقلما ترتفع درجة حرارة السيقان والأوراق أو تنخفض كثيراً عن درجة حرارة الوسط الخارجي والذى ترتبط حرارته بعوامل المناخ كالحرارة والتبخر والرياح ..... الخ فضلاً عن درجة حرارة الجذور قلما تختلف عن درجة حرارة التربة التي تنمو فيها وهناك أنشطة فسيولوجية يصاحبها إنبعاث حرارة مثل التنفس إلا إنها لا تُفيد في رفع درجة حرارة النبات لأن التنفس يهبط عند إنخفاض درجة حرارة الوسط الخارجي لذلك فان كمية الحرارة الناتجة تقل فيه.

وتتغير درجة حرارة النبات بدرجة أبطأ من تغير درجة حرارة الوسط الذي تعيش فيه لذلك إذا حدث تغيير مفاجئ في درجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه النباتات فان التغير فى درجة حرارة النبات يكون أبطأ من إستجابة الهواء لهذا التغير (علل) ويعزى ذلك إلى وفرة الماء في أنسجة النبات والماء له حرارة نوعية عالية فيحافظ على درجة حرارة الخلايا لفترة أطول مما يتغير فيه الوسط الذي يعيش فيه النبات كما أن درجة حرارة أشجار الغابات قد تختلف بمقدار عشرة درجات لنفس الشجرة بين الجزء

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

العلوي المعرض للأشعة والجزء السفلي المظلل. وكذلك يحد من إرتفاع درجة حرارة النباتات المعرضة للشمس التأثير التبريدي لعملية النتح .

درجات الحرارة الملائمة وغير الملائمة للنبات :-

تتحمل معظم النباتات مدى واسع من درجات الحرارة وتستطيع بعضها أن تنمو في درجات حرارة متطرفة في الإرتفاع وبعضها في درجات حرارة متطرفة في الإنخفاض

وهناك أنواع تستطيع إحتمال الدرجات المتطرفة طالما توفر لديها الماء الكافي. فبعض النباتات الطُحلبية الدنيئة تستطيع أن تنمو وتتكاثر في المياه القطبية إذ تهبط درجة الحرارة تحت الصفر. ويظل الماء سائلاً رغم ذلك بسبب ملوحته العالية. ومن ناحية أخرى تزدهر أنواع كثيرة من الطحالب والبكتريا في الينابيع الدافئة تحت درجات حرارة تصل إلى ٧٧ م° وحتى إلى ٨٩ م° في بعض الأنواع.

والمعروف بشكل عام أن درجات الحرارة **الملائمة لمعظم الأنواع النباتية هي الدرجات السائدة في الأماكن الطبيعية لهذه النباتات** لذلك نجد أن:

- معظم نباتات المناطق المعتدلة تنمو جيداً بين درجتي ١٥ م° و٢٥ م°
- نباتات المناطق البادرة وجبال الألب تزدهر في درجات تعلو قليلا عن درجة التجمد.

وتتعرض النباتات أثناء فترة نموها لمدى واسع في درجات الحرارة ولا تتحمل البقاء إلا إذا بقيت درجة الحرارة في حدود معينة **فإذا تجاوزت**

تلك الحدود إرتفاعاً أو هبوطاً فان النباتات تُسارع بالنضج أو تَهلك أو أحيانا تدخل فترة سكون كما يحدث في المناطق الجافة التي تنصب مواردها في فترات معينة من العام لا تستطيع النباتات أن تمتص ما يعوض الماء المفقود بالنتح. وتتشابه طريقة إستجابة النباتات للجفاف ولدرجات الحرارة المتطرفة إذ أن النتيجة في الحالتين إختزال الأوراق الناتجة ومختلف صور النشاط الحيوي.

درجات الحرارة المثلى Optimum Temperature :

هي أكثر الدرجات ملائمة لنمو النبات والقيام بوظائفه أي هي الدرجة

الحرارية التي يحصل عندها أعلى معدل للنمو. ولا توجد درجة حرارة مثلى لمختلف العمليات الفسيولوجية **(علل)** إذ أن كل عملية تتوقف على عدد من العوامل الطبيعية والكيميائية كما أنه لا توجد درجة مثلى واحدة لجميع العمليات فدرجة التنفس المثلى أعلى بكثير من عمليات البناء الغذائي ولذلك فان درجة الحرارة المثلى هي مدى. وتوفر الدرجة الحرارية المثلى يعني أن هناك زيادة فى معدلات النمو وهي تحتاج إلى ماء ومواد غذائية أكثر لذلك فان درجة الحرارة المثلى لا تحقق ظروف مثلى للأيض والنمو لوحدها. والدرجة الحرارية المثلى للإنبات ونمو البادرات هي في العادة أقل بكثير مما يحتاجه النبات البالغ.

تأثير درجة الحرارة على الكساء الخضري :

ترتفع درجة الحرارة عادة في فصل الصيف ارتفاعا كبيرا فوق الحد الذي يسمح باستمرار نمو النباتات ولو إن فترة الحر الشديد قد لا تستمر أكثر من بضعة أسابيع ولذالك فان كثير من الأنواع النباتية وخاصة الحوليات لا تستمر في فصل الصيف وتلجأ أنواع كثيره من نباتات الصحاري إلى تكوين أجزاء حية

مطمـورة تكمــن فــي أوقــات الحــر الشديد على عمق كبير تحت سطح التربة وتعمل على إستمرار حياة النبات بصورة كامنة خلال الفترة غير الملائمة بينما تجف الأجزاء الهوائية وعندما تعتدل حرارة الجو وتكون مصحوبة بازدياد في الرطوبة تنبت الأعضاء الكامنة لتعطي أفرعاً هوائية وأوراقاً خضراء ويعود إلى النبات نشاطه.

وبينمـا تعتبـر درجـة الحـرارة أهـم العوامـل التـي تُسيطر علـى توزيـع النباتات نجد إن أثرُها أكبر في تحديد الأنواع النباتية التي تستوطن منطقة من المنـاطق(Flora). فتكوينـات أراضـي الحـشائش والغابـات والـصحاري توجـد جميعها في كل منطقة من المناطق الحرارية على سطح الكرة الأرضية ، ولكن الأنـواع المكونـة لكـل نـوع مـن هـذه الأنـواع كالغابـات مـثلاً تختلـف كثيـراً فـي المناطق المختلفة.

تأثير درجة الحرارة على المحاصيل

تُعتبر درجة الحرارة أهم العوامل قي توزيع نباتات المحاصيل حيث أنها تـؤثر علـى جميـع العمليـات الحيويـة الخاصـة بالنبـات بدايـة مـن وضـع البـذرة بالتربـة وإلـى مـا بعد الحصاد وتخزين نـاتج المحصول. ودرجـة الحـرارة المُثلـى لنمـو معظـم المحاصـيل الزراعيـة تتراوح مـا بـين **١٥ – ٤٠م° وإرتفـاع درجـة الحرارة أو إنخفاضـها عن هذا المعدل يقلل من نمو النبات ومن ثم إنتاجه.** فالحد المثالي لإنتاج القطن مثلاً على نطاق مُربح تجارياً يُحدده درجة الحرارة ولنبات القمح حد أدنى من درجات الحرارة **أثنـاء** موسم نموه ولذلك فإن توزيعه يكون مقصوراً على الأقاليم التي لا تنخفض درجة حرارتها دون ذلك الحد. فى حين أن إنتاج البطاطا يكون أوفر محصولاً في المناطق ذات الحرارة الصيفية المنخفضة (علل) وذلك لأن درجات الحرارة العالية تعوق

نمو الدرنات. هذا ويحدد توزيع بعض المحاصيل كالذرة درجة حرارة موسم النمو وحده وبعضها يتأثر بدرجة حرارة العالم كله.

وتؤثر الحرارة فى توزيع المحاصيل على سطح الأرض ولذا قُسمت المحاصيل من حيث تأثير الحرارة عليها إلى:

- **محاصيل صيفية:** وهى محاصيل تجود زراعتها تحت ظروف الصيف مثل الذرة والأرز وفول الصويا والخضروات الصيفية وغيرها.

- **محاصيل شتوية:** وهى محاصيل تجود زراعتها تحت ظروف الشتاء مثل القمح والشعير ومحاصيل البقول والخضروات الشتوية وغيرها.

ولكل محصول نطاق حرارى يستطيع النمو من خلاله وإرتفاع الحرارة أو إنخفاضها عن هذا المدى يأتى بتأثيرات سلبية على نمو وإنتاج هذا المحصول.

التأثيرات السلبية لإرتفاع درجة الحرارة

تُحدث الحرارة المرتفعة أضراراً بالغة للنبات تتمثل فيما يلي:

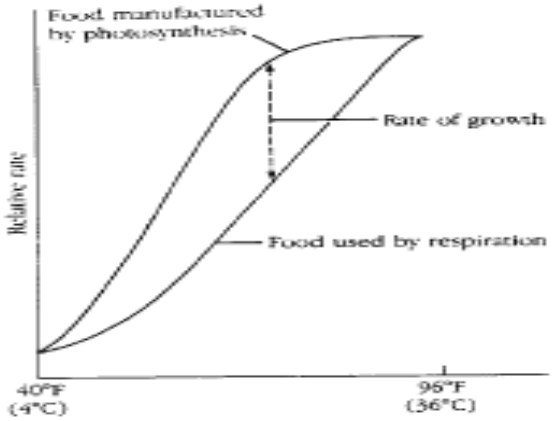
١ – الجفاف

عند إرتفاع درجة الحرارة يتزايد معدل فقد النبات للماء عن طريق النتح ويبدأ النبات في الذبول عندما يصبح التوازن المائي له سالباً (كمية الماء المفقودة عن طريق النتح تفوق كمية الماء الممتصة بواسطة الجذور) وتنتهي هذه العملية غالباً بموت النبات بسبب توقف العمليات الحيوية والتي تعتمد على الماء.

٢- تزايد معدلات الهدم

تزيد عملية الهدم في النبات (زيادة معدل التنفس) بإرتفاع درجة الحرارة عن الحد الاقصى **(علل)** لأن عملية الأيض في النبات تعتمد على

التوازن ما بين عمليتي البناء (كعملية البناء الضوئي وتكوين المركبات) وعملية الهدم. ففي الطماطم على سبيل المثال نجد أن درجة الحرارة التي يبدأ بعدها النبات في إستهلاك المواد المصنعة في عملية التمثيل الضوئي بواسطة التنفس هي ٣٦ درجة مئوية كما هو موضح بالشكل التالى.



شكل يوضح العلاقة ما بين درجة الحرارة وكل من التمثيل الضوئي والتنفس

وبالإضافة إلى ما ذُكر سابقاً فهناك تأثيراً **ضاراً أيضاً للحرارة على عمليات التلقيح والإزهار والإثمار في النبات** فعلى سبيل المثال:

- **حبوب اللقاح في النبات تعتبر** حساسة جداً لارتفاع درجة الحرارة حيث تقل حيويتها الأمر الذي يصعب معه نمو الأنبوبة اللقاحية اللازمة لحدوث

التلقيح والإخصاب.

- **عند تكون الأزهار ونتيجة** للحرارة المرتفعة فإنها تسقط وبذلك لا تتكون الثمار.
- **جذور النبات في التربة تكون** معرضة لتأثيرات الحرارة الضارة ، خصوصا الطبقة السطحية ، حيث تموت في درجات الحرارة المرتفعة وبالتالي يتأثر نمو النبات.
- **تتأثر نوعية الثمار المنتجة في** درجات الحرارة المرتفعة حيث تكون أقل حلاوة **(علل)** بسبب نقص السكريات والتي تستخدم في عملية التنفس.

التأثيرات السلبية للحرارة المنخفضة:

تُسبب الحرارة المنخفضة إنخفاضاً في معدل العمليات الحيوية في النبات مما يؤثر على النمو. فمعظم النباتات يتوقف نموها عند درجات الحرارة المنخفضة مع تأثير كبير يمكن ملاحظته بعد تعديل درجة الحرارة للأدفأ ويعتمد ذلك على عمر النبات فعلى سبيل المثال:

- **شتلات نبات الذرة التي** تعرضت إلى درجة حرارة منخفضة (٠.٣ م) لمدة ٢٤ ساعة تطلبت ٤ أيام للعودة للحالة الطبيعية للنمو وظهور أوراق جديدة.
- **الانسجة النباتية في درجات حرارة منخفضة تتعرض لبعض الاضرار مثل:**

١- تجمد البروتوبلازم

إنخفاض درجة الحرارة يؤدي إلى ترسب البروتينات المكونة للبروتوبلازم الخلوي مما يؤدي إلى موت النبات **(علل)**.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

٢- الجفاف الخلوي

قبل حدوث الجفاف الخلوي والناشئ عن الحرارة المنخفضة يحدث تغيير في نفاذية الغشاء الخلوي للخلية بحيث أن الماء الموجود في الخلية يبدأ في الإنتشاربإتجاه الفراغات الخلوية الموجودة بين الخلايا حيث يتجمد. باستمرار خروج الماء من الخلية يفقد البروتوبلازم الماء حيث ينهار نتيجة تجمع البروتينات. وتختلف الأنواع النباتية في قدرتها على تحمل إنخفاض درجة الحرارة وميكانيكية المقاومة لذلك.

- ولا يقتصر تأثير الحرارة المنخفضة على أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة كالأوراق والسيقان والثمار بل يكون هناك أيضاً تأثيراً على الجذور.

ثالثا: الرطوبة النسبية Relative Humidity:

يُسمى الماء الموجود بالهواء على شكل بخار بالرطوبة (Humidity) وتعتبر الرطوبة أهم العوامل ذات التأثير المباشر **على شدة النتح**. والنتح بدوره هو الذي يحدد في كثير من الأحوال فيما إذا كان النبات يستطيع العيش في بيئة ما أم لا. ونظراً للوسط الغازي الذي يوجد به بخار الماء الجوي فان توزيعه في الجو يكون أكثر انتظاما من توزيع الماء السائل في التربة ، ولنفس السبب أيضا تذبذب كميته في مجال أوسع. كما تختلف رطوبة الهواء عن ماء التربة حيث أن جزء من ماء التربة غير ميسر للنبات بينما جميع رطوبة الجو ذات تأثير على النبات **(علل)** إذ إنها تشكل الحافز الخارجي الذي يتحكم في فقد الماء من المجموع الخضري.

تُسمى الكمية المطلقة من الماء الموجود بالهواء بالرطوبة المطلقة ويعبر عنها بوزن الماء الذي يحتويه المتر المكعب الواحد من الهواء وليست لهذه الرطوبة المطلقة من الأهمية كعامل بيئي مثلما ما هو للرطوبة النسبية **(Relative Humidity) (علل) إذ إن الأخيرة هي التي تحدد ما إذا كان المناخ رطبا أو جافا.** وقد تكون الرطوبة المطلقة في مناخ الصحراء مساوي لكميتها في المناطق التي تعتبر رطبة ولكن الرطوبة النسبية تختلف فيهما إختلافا كبيراً.

وتُقاس الرطوبة النسبية بالنسبة بين كمية بخار الماء الموجود بالهواء في درجة حرارة خاصة وضغط جوي خاص والكمية اللازمة لتشبعه ببخار الماء في هذه الظروف **فمعنى ٥٠% رطوبة نسبية مثلا إن الهواء يحتوي على نصف كمية البخار اللازمة لتشبعه** وكلما قلت الرطوبة النسبية زادت السرعة التي يتبخر بها الماء من الورقة المتاحة أو من سطح تربة مبللة **(علل)** وذلك لإنخفاض درجة تشبع الهواء الجوى المحيط بهما بالماء.

وللرطوبة أثر هام على بعض المحاصيل وفى قيام بعض الصناعات ، وقد ترتب على الرطوبة التخصص الإقليمي فى زراعة القطن فقد تخصصت منطقة وسط الدلتا وشمالها فى الأقطان طويلة التيلة نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة بها **(علل)**. أما منطقة جنوب الدلتا فتخصصت فى زراعة الأقطان متوسطة التيلة حيث تُعتبر الرطوبة متوسطة فى حين تخصص جنوب مصر فى الصنف الأقل جودة لتحمله الحرارة الشديدة وقلة الرطوبة **(علل)**.

ولدرجة الرطوبة الجوية (النسبية) تأثير على كمية المياه التى تُفقد

من سطح الأرض بالتبخير مما يؤثر على نمو النباتات كما يزيد أو يقلل من عملية النتح. كل ذلك يؤثر على درجة النمو لشدة إحتياج هذه النباتات للماء الموجود فى الأرض.

رابعاً : الرياح Wind:

للرياح آثار طيبة ، وأخرى سيئة على الزرعة والإنتاج الزراعى ، فمن آثارها الطيبة:

- حمل حبوب اللقاح
- إدارة طواحين الهواء ، ومراوح توليد الطاقة الكهربائية التى تمد طلمبات سحب المياه الجوفية بالطاقة اللازمة للتشغيل
- كما أنها أيضاً تساعد على نضج بعض المحاصيل مثل رياح الفهن التى تهبط على السفوح الشمالية لجبال الألب الأوربية ، والتى تعمل على رفع درجة الحرارة بمعدل ١٢ درجة تتسبب فى إذابة الجليد ، ولذلك تفيد هذه الرياح فى نُضج بعض الزراعات فى جنوب ألمانيا والنمسا كالتفاح والكمثرى

ومن الآثار الضارة للرياح سرعتها الشديدة التى تتسبب فى:

- كسر سيقان بعض النباتات الضعيفة
- تعرية التربة وخاصة فى المناطق الجافة

وعلى كل حال يظهر أثر الرياح على الزراعة فى معدل البخر والنتح من النباتات وتلعب دوراً كبيراً فى عملية التلقيح ، كما تفيد فى تشغيل المراوح الهوائية لرفع المياه من الآبار كما هو الحال فى هولندا وكما هو الحال على الساحل الشمالى الغربى لمصر. كما تؤثر الرياح على محصول

الكاكاو الذى لا يحتمل الرياح فى وقت النضج حيث تؤدى الرياح إلى سقوط الثمرة ، ولذلك يزرع الكاكاو فى المناطق الهادئة **(علل)**. كذلك تعمل شدة الرياح إلى سقوط الثمار وبعض الحبوب على الأرض ، كما تعمل الرياح القوية على جرف التربة وبعضها ضار بالزراعة كرياح الخماسين فى مصر التى تهب من الصحراء محملة بالاتربة والرمال فتؤثر كثيرا على الخضراوات والأزهار والموالح وبعض الفواكه مما يترتب عليه الإضرار بهذه المحاصيل وإرتفاع أسعارها ، ومثل رياح المسترال التى تجتاز وادى الرون بفرنسا التى تضر بمحاصيل الزيتون والموالح والفواكه الأخرى وكما يحدث فى حركة الكثبان الرملية التى تحتاج إلى تثبيت حتى لا تضر بالمناطق المجاورة كما يحدث فى منطقة الإحساء بالمملكة العربية السعودية وقد تمنع الرياح أحيانا الحشرات من أداء وظيفتها فى تلقيح الأزهار. كما تعمل على نقل بذور الجعضيض والقريص والحلفا ، وكذلك جراثيم بعض الأمراض الفطرية. وتؤثر الرياح الجافة على الغطاء النباتي حيث يزيد هبوبها من عمليات التبخير فيفقد النبات الكثير من الرطوبة المختزنة عن طريق الأوراق.

والرياح عامل بيئي على جانب كبير من الأهمية خاصة في المناطق المستوية المفتوحة وشواطئ البحار ومرتفعات الجبال **ويتلخص دور الرياح فى الآتى:**

١. تنشط عمليات التبخر والنتح.
٢. تسبب أضرار ميكانيكية للنباتات.
٣. تُساعد على التلقيح وإنتشار البذور والثمار.
٤. للرياح تأثيرات غير مباشرة على الرطوبة بنقلها كتل الهواء الساخن

أو البارد من مكان إلى آخر وتحريكها الضباب والسحب التي تغير الرطوبة وشدة الضوء.

٥. تعمل الرياح على فقد الرطوبة عن طريق زيادة التبخير من سطح التربة والنتح من النبات وهذا بدوره يقلل من فاعلية الأمطار. وللرياح مدى واسع من التأثيرات البيئية فهي تنقل بخار الماء من البحيرات والمحيطات إلى اليابسة مما يؤدي إلى هطول المطر.

ويتلخص تأثير الرياح على النباتات فى:

١. نقل حبوب اللقاح من نبات لآخر
٢. نقل البذور (في بعض العائلات النباتية مثل Orchid و Heather لا يزيد وزن البذور عن ٠.٠٠٢ مجم) وبذلك يمكن نقلها بواسطة الرياح مسافات بعيدة.
٣. التأثيرات الفسيولوجية على النبات
٤. التأثير على شكل النبات (الشكل المورفولوجى)

- التأثيرات الفسيولوجية للرياح

١. للرياح تأثير واضح على عملية تبادل الغازات ما بين الغلاف الجوي وورقة النبات عبر الثغور.
٢. فقد الماء من الورقة يكون بتأثير الرياح فهي تعمل على تقليل سمك طبقة الهواء الرطبة المحيطة بالورقة أو إزالتها مما يسرع من إنتشار بخار الماء خارج الورقة عبر الثغور فيما يعرف بالنتح.
٣. تعمل الرياح أيضاً على تغيير درجة حرارة الورقة مباشرةً عن طريق نقل كتلة الهواء لتلامس الورقة مما يجعل درجة حرارة

الورقة مقاربة لدرجة حرارة الهواء

٤. يتأثر شكل الورقة بالرياح فالأوراق التي تتعرض للرياح تصبح أقل مساحة وأكثر سمكاً كما أن نسبة فقد الماء فيها تكون منخفضة بالنسبة لوحدة المساحة.

- التأثيرات الميكانيكية للرياح

١. **التأثير على الشكل الظاهرى للنبات:** حيث تؤثر الرياح على شكل النبات فالنبات الذي يتعرض إلى رياح جافة بصفة متكررة يكون اقل حجماً (متقزم) مقارنة بنبات من نفس النوع ينمو في منطقة لا تهب فيها الرياح. ويعود سبب التقزم إلى أن الخلايا ليس بها ماء كاف لتتمدد إلى حجمها الكامل كما أن نقص الرطوبة يعيق إنقسام الخلايا، ويعرف ذلك بالتأثير المورفولوجى.

٢. **التأثير الميكانيكى:** قد يعزى التأثير الضار للرياح على النبات إلى المواد التي تحملها الرياح فعلى سبيل المثال:

- الرياح التي تهب في المناطق الساحلية من البحر تحمل الملح والرمل والتي يمكنها قتل البراعم والأوراق.
- حبيبات الرمل المحمولة في الرياح تزيل اللحاء من الأشجار مما يؤدي لموتها.
- تعمل الرياح أيضاً على إزالة الطبقة السطحية للتربة فيما يعرف بعملية التعرية (Soil erosion) ونقلها إلى أماكن أخرى مما يفقد هذه الأراضي خصوبتها مع الوقت وتدهور إنتاجيتها.

وللوقاية من التأثيرات الضارة للرياح هناك العديد من الوسائل المستخدمة

مثل :

١. زراعة مصدات الرياح في صفوف مفردة أو مزدوجة في الجهات التي تهب منها الرياح كما فى الشكل التالى:

شكل يوضح زراعة مصدات الرياح في صفوف متتالية.

٢. زراعة أشجار الفاكهة في صفوف متقاربة لتحمي بعضها كما تعمل على تخفيض سرعة الرياح عند مرورها.

٣. عند حصاد المحصول بالكامل يُراعى ترك بقايا المحصول **(علـل)** وذلك لحماية التربة من الإنجراف بتأثير الرياح أو المطر.

٤. استخدام الحواجز(barriers) الصناعية مثل الشباك السلكية المتعددة الأطوال (١-٦م) والتي تخفض سرعة الرياح بنسبة ٣٠-٥٠ % كما فى الشكل التالى كما يمكنها حماية المحاصيل من تأثيرات الرياح التي تهب من البحر والمحملة بالأملاح.

شكل يوضح إستخدام الشباك السلكية لمقاومة التأثيرات الضارة للرياح على المحاصيل المزروعة.

أضرار الرياح:

١ - التجفيف Desiccation:

- تعمل الرياح على زيادة معدلات التبخر لإزاحتها كتل الهواء المحملة ببخار يحل محلها كتل هواء جافة
- تؤدى الرياح كذلك إلى إنثناء الأوراق مسببة تقلصا وانقباضاً متعاقبين في الفراغات البينية يؤدي إلى طرد الهواء المشبع بالماء خارج الأوراق ودخول هواء جاف ليحل محله. وتصبح كفائة الأدمة عاملاً بالغ الأهمية في تحديد مقاومة النبات للجفاف عندما تشتد الرياح (**علل**) وذلك لأن الثغور تنغلق عندما تزداد شدة الرياح وبذلك يصبح النتح كله أدمياً.
- يؤدي هبوب رياح جافة حارة إلى قتل جميع الأوراق والسيقان

- الحديثة في مدى ساعات قليلة بسبب زيادة النتح على الإمتصاص
- هبوب رياح جافة حارة تزيد من قوة التبخر الجوية وهذا يجعل من الصعب على النباتات الحفاظ على توازنها المائي داخل أنسجتها وقد تؤدي إلى جفاف الثمار وإسقاطها وكلما زاد إرتفاع النبات زاد تعرضه للجفاف.

سؤال :- فسر ظاهرة حدوث حروق وموت الأوراق والسيقان أو تموت النباتات في فصل الصيف.

٢ - التقزم Dwarfing:

لا تبلغ النباتات التي تنمو تحت تأثير رياح جافه درجة من التميؤ (أي الارتواء بالماء Hydration) والانبعاج تمكنها من توسيع خلاياها في طور البلوغ إلى الحجم الطبيعي ويترتب على ذلك ضعف في تكوين جميع الأعضاء.

ولايحدث التقزم إلا بفعل الرياح التي تهب خلال الفترة التي تكبر فيها الخلايا وتجتاز طور البلوغ وينشأ عنه إختلال في التوازن المائي الداخلي.

٣ – التشويه Deformation

عندما تتعرض الأعضاء الخضرية النامية لرياح شديدة تهب من إتجاه ثابت فان شكل الأعضاء ووضعها قد يتغير تغيراً مستديماً ويسمى ذلك بالتشويه ولا يكون التشويه دائما مصحوبا بالتقزم وذلك لأن الرياح الرطبة يمكن أن تغير شكل المجوع الخضري دون أن تختزل وكثيراً ما نشاهد جذوع مائلة على الهضاب وشواطئ البحار **(علل)** حيث أن الرياح الشديدة

والمستمرة تؤدي إلى تحديد نمو الأشجار بإتجاه الرياح السائدة.

ويختلف تأثير الرياح بإختلاف أنواع الأشجار فبعضها يتفلطح وتمتد أفقيا فوق سطح الأرض بينما تظل أشجاراً أخرى في وضع قائم وفي بعض الحالات تنمو فروع الأشجار وتمتد في الجانب البعيد عن الريح وحده أما الجانب المواجه للريح فيخلو تماماً من الفروع وينشأ هذا التفرع غير المنتظم نتيجة ضغط الرياح. كما أنه في نباتات المحاصيل كالقمح والشعير وقصب السكر تسبب الرياح تفلطحها وإضطجاعها على سطح الأرض وتُحدث أضرار جسيمه.

٤ – التكسُّر

تتوقف قابلية النبات للكسر تحت وطأة الرياح على تركيبها التشريحي فإذا كان الخشب هشا قليل التغلظ فان الأشجار تكون أكثر استعداداً للكسر والعكس صحيح أى أن النباتات التي يكون خشبها كثير التغلظ فان قابليتها للتكسر تكون أقل. وتتعرض للتكسر الأشجار المصابة بأمراض حشرية أو فطرية كمرض تعطين الخشب الذي يسببه فطر (Polyporus) ويصيب شجر الكافور وغيره من أنواع الأشجار التي تغرس على جوانب الطرق الرئيسية. وقد تقُلع الأشجار تماما تحت تأثير الرياح القوية وخاصة في الأشجار ذات الجذور الضحلة والأنسجة الميكانيكية الضئيلة.

٥ – البري Abrasions:

يحدث هذا الأثر نتيجة حمل الرياح لحبيبات التربة وقذفها بشده فوق النباتات مسببه تآكلها وتعاني طائفة كبيرة من النباتات الصحراوية نباتات المناطق الساحلية الشيء الكثير من هذا الضرر فحبيبات الرمل تُحدث

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

ثقوبا بأوراق النباتات كما أن حبيبات الرمال الدقيقة تستقر أحيانا في ثقوب الثغور وتبقيها مفتوحة بإستمرار وفي الأشجار الخشبية يتآكل القلف في الناحية المواجهة للرياح.

٦ – التآكل Erosion :

يمنع الكساء الخضري المستديم تآكل التربة وتحركها وإنتقالها بفعل الرياح ولكن عندما يخفف الكساء أو يزال ولو في مواضع محددة فان الرياح تُحدث تآكل وحفراً في التربة وتؤدي إلى تعرية جذور النباتات القريبة منها وقد تؤدي إلى موتها فتزداد الرقعة العارية وتنتقل التربة المتآكلة إلى أماكن أخرى حيث تتجمع حول النباتات وأحيانا تستطيع النباتات التغلب على التربة المتجمعة فوقها ومن حولها وذلك بإنتاج أجزاء خضرية في مستوى يعلو على الرمال المترسبة باستمرار ولكن بعضها لا يستطيع ذلك.

٧ – الرذاذ الملحي Salt Spray:

تُشاهد هذه الظاهرة على شواطئ البحار والمحيطات حيث تحمل الرياح الرذاذ المتناثر من الأمواج التي ترتطم بالساحل بعيداً فتلقيه على النباتات التي تعيش على مقربة من البحر ولما كان هذا الرذاذ محملاً بالأملاح فانه يسبب أضراراً بالغة للنباتات الحساسة للأملاح وتقل كمية الملح التي يحملها الهواء كلما زاد البعد عن الساحل لذلك فالنباتات الحساسة لا تستطيع النمو قريبا من البحر إلا إذا كانت دورة حياتها قصيرة.

وفي حالة المحاصيل الزراعية تُقام مصدات رياح وذلك بغرس نباتات تتحمل الملوحة على ساحل البحر وذلك لحمايتها من الرذاذ الملحي.

مصدات الرياح Wind breaks:

مصدات الرياح هي عبارة عن شريط كثيف من نباتات مرتفعة يتراوح عرضه بين عشرين وسبعين متر ، وتغرس النباتات بصورة متعامدة مع إتجاه الريح السائدة. وتستبدل في بعض الأحيان المصدات البسيطة بما يسمى النطاق الحامى (Shelter belt) وهو مساحة واسعة تقام فيها عدة مصدات متتالية على مسافة منتظمة ، فتحقق بذلك وقاية مستمرة ومستديمة لما خلفه.

ويمكن إضعاف قوة الرياح والتغلب عليها بطرق شتى منها:

- إقامة مصدات الهواء (الرياح) وزراعة النباتات في خطوط منخفضة أو أخاديد (Furrow)
- زراعة عدة محاصيل مختلفة المواسم في أشرطة ضيقة متبادلة وخاصة في الأراضي الرملية بحيث تظل الأرض في جميع الأوقات مغطاة ولو جزئيا وذلك يمنع تآكلها ويحفظها من أضرار الرياح.

- يستطيع الكساء الخضري حتى وإن كان مركبا من نباتات عشبية قصيرة إن يقلل سرعة الرياح قرب سطح الأرض إلى حد كبير وبهذا يعمل على تقليل تآكل التربة وتعريتها كما يؤدي إلى سرعة تفريغ حمولة الرياح من الأتربة فتتكون الكثبان الرملية. كما أن إقامة واحات داخل الصحراء يتطلب إحاطتها بمصدات رياح لأن بدونها سوف تزحف الأتربة فتطمرها.

الكثبان الرملية Sand dunes:

يؤدي هبوب الرياح إلى حركة الرمال وخاصة في الأراضي الجرداء

وأحيانا تتغلب النباتات عليها بالنمو والإنبثاق من خلال الرمال وكذلك بربط الرمال وتثبيتها وهناك أنواع نباتية مثبته لحركة الرمال. هذا ويتطلب إقامة غطاء نباتي طبيعي في الصحراء لتثبيت الكثبان الرملية إلى نثر بذور نباتات عشبية (تحت شجيري) وبعد أن تستقر هذه النباتات وتثبت جذورها يتم إدخال شجيرات والخطوة التي تليها يتم إدخال أشجار.

خامسا: التبخر Evaporation

التبخر : هو عبارة عن تلبية متطلبات الهواء الجوي من الرطوبة فهناك نسبة إشباع تصل إلى ١٠٠ % فكلما نقصت هذه النسبة كان هناك مزيد من الحاجة للتبخر. والعوامل المسببة للتبخر لا يمكن فصلها لمعرفة تأثير كل واحد منها لأنها متداخلة. **تتوقف قوة التبخر على:**

- **الحرارة**
- **الرطوبة النسبية**
- **الرياح**
- **الطاقة الشمسية**.

علاقة التبخر بتوزيع النباتات:

يعبر التبخر عن مقدار فقد الرطوبة نتيجة العوامل المسببة له ويؤدي التبخر إلى تقليل المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي فان زيادة التبخر تؤدي إلى زيادة الحد الأدنى لرطوبة التربة اللازمة لنمو النبات وتكوين الكساء الخضري وبالتالي يتحدد التكوين النباتي وفقا لمعدلات التبخر وما يتبقى من رطوبة التربة .

وتُحدد معدلات التبخر الإحتياجات المائية للنبات ويُعرف الإحتياج المائي بالبخر نتح Evapotranspiration وهي عبارة عن متطلبات

الهواء المحيط بالنبات لمزيد من بخار الماء الذي يُفقد من التربة عن طريق البخر ومن النبات عن طريق النتح لإشباعه. **لذلك فإن الإحتياجات المائية لأي نبات تعتمد على:**

- **طول موسم النمو والعوامل المناخية المحيطة بالنبات**
- **صفات النبات المورفولوجية وقدرة النبات على إنتاج المادة الجافة.**

وتعتمد نسبة التبخر إلى النتح على درجة تغطية التربة بالكساء الخضري فالتبخر من التربة يصبح أعلى مايمكن في الصحراء الخالية من النباتات وأعلى نسبة نتح تكون في المنطقة المغطاة كالمستنقعات القصبية ثم الغابات ثم أراضي الحشائش. ولذلك فان العلاقة بين المطر الساقط ونسبة التشبع والأخير (النتح) يمكن حسابها من نسبة الرطوبة الجوية وقد وجد إن هذه النسبة تتفق مع التكوينات النباتية وكيفية توزيعها.

سادساً: المطر Rain:

يهدف الإقتصاد المائي للنبات إلى إيجاد حالة توازن مائي بين الموارد المائية المتيسرة له وكمية الماء المفقودة أي جعل الماء الممتص مساوي للماء المفقود ويحصل النبات على إحتياجاته من ماء المطر والندى. وتعد كمية الأمطار وطريقة توزيعها خلال الموسم أهم العوامل التي تحدد الصفات العامة والمظاهر الموسمية للكساء الخضري ويلي المطر عامل الحرارة مباشرة في الأهمية من هذه الناحية فكلما زاد فصل الجفاف وزادت شدته زاد تعجيل النباتات بإنهاء دورة حياته.

وللأمطار تأثير كبير على نمو المحاصيل لأنها المصدر الرئيسى للمياه العذبة اللازمة للنبات ولذلك تؤثر كمية المطر على الانتاج الزراعى . فكمية الأمطار الساقطة وفصل سقوطها ونظام سقوطها يحدد نوع المحصول

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الذى يمكن زراعته أو الحيوان الذى يستطيع الإنسان رعيه فى المنطقة . فالأمطار تسقط صيفاً على معظم الإقليم الموسمى ، ولذلك تزرع المحاصيل الصيفية كالأرز ، كما تزرع المحاصيل الشتوية فى إقليم البحر المتوسط كالقمح إعتماداً على الأمطار الشتوية.

وليست كمية المطر دليلاً على نجاح الزراعة ، اذ المهم أن تسقط الأمطار فى الوقت المناسب وهو فصل النمو الذى تشتد فيه حاجة النبات إلى الماء . كما تراعى الظروف الأخرى التى تتحكم فى مدى الاستفادة من المطر مثل انتظام سقوطه ودرجة الحرارة ومعدل البخر وبناء التربة والغطاء النباتي . فكمية ١٠٠ سم مطر قد تكون مناسبة للزراعة فى العروض المعتدلة لكنها غير كافية فى الجهات المدارية لارتفاع معدل البخر فى المناطق المدارية.

وتختلف الإحتياجات المائية للنباتات حسب نوع المحصول وتبعا لإختلاف العروض التى يزرع فيها. وكما تكون الأمطار مفيدة للزراعة فأحيانا تكون ضارة كما يحدث فى الفيضانات المدمرة.

العلاقة بين المطر والمحتوى المائي للتربة:

يتوقف المحتوى المائي للتربة على كمية المطر وأنواع التكاثف الأخرى وذلك في جميع البيئات عدا تلك التي تعتمد على الموارد المائية الأرضية كمياه الأنهار والبحيرات والينابيع وتتوقف كمية الماء التي تمتصها التربة على قوام التربة وتركيبها والكساء الخضري ودرجة انحدارها ويبلغ المحتوى المائي للتربة أقصاه بعد الأمطار مباشرة ويقل خلال فصل الجفاف. وقد لا تتناسب الزيادة في المحتوى المائي للتربة في معظم الأحيان

مــع كميــة المطــر الــساقط عليها **(علل) وذلك للأسباب الآتية:**

- المطر الخفيف إذا سقط على تربة جافة دافئة فانه يتحول بأجمعه إلى بخار في مدى ساعات قلائل.
- المطر الغزير يكون في الغالب قصير الأمد يضيع معظمه بالجريان السطحي ولا يتغلغل منه في التربة إلا القليل
- الأمطار التي تسقط في المناطق الصحراوية ونصف الصحراوية تكون على هاتين الصورتين.
  - إذا كانت كمية الأمطار الساقطة أقل من ٣ – ٤ ملم فإنها تكون قليلة الأثر في زيادة المحتوى المائي للتربة.
  - إذا كان المطر الساقط معتدلاً وبطيئا وطويل الأمد زادت كمية ما تتشربه التربة منه.

ويحدد المحتوى الرطوبي للتربة وعمق الرطوبة وبالتالى مقدار الرطوبة الصالحة للنباتات المنزرعة كمية الأمطار الساقطة في كل عاصفة مطريه والفترة بين المطره والأخرى.

كما أن كمية الأمطار وتوزيعها الموسمي هي التي تحدد فئات الكساء الخضري فإذا كانت كمية الأمطار غزيرة وموزعة بانتظام على جميع موسم النمو تتواجد باستمرار نباتات مزهرة وكساء خضري كثيف. أما إذا كان المطر قليل ومتقطع فان النباتات السائدة تزهر وتثمر في أسابيع قليلة ثم تضمحل ليسود بعدها الأرض الجرداء.

وتتوقف كمية مياه المطر الذي يفقد بالجريان السطحي على عدة عوامل هي:

- مقدار المطر الكلى

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

- وع الكساء الخضرى
- نوع التربة ودرجة إنحدارها.

فإذا كانت الأمطار غزيرة فجائية فان الجريان السطحى يزداد ، والجريان السطحي يكون قليل في الغابات والأراضى الرملية و الأراضى ذات الانحدار القليل.

أضرار الأمطار الغزيرة:

للسيول والأمطار الغزيرة مضار كثيرة منها:

- تفرق حبيبات التربة الطينية وتحويلها إلى طين رخو لا تستطيع إن تستقر عليه النباتات وتتشبث به جذورها.
- نزع الكساء الخضري عن التربة وقلة ما يتركه.
- تجرف السيول المنحدرة ما يصادفها من بذور مع الطبقة السطحية وما يتخلف منها بعد الأمطار يكون ضعيف الإنبات على بقايا التربة المتآكلة التي خلت من الدبال. وتتعرض البادرات النابتة للغرق في فصل الأمطار والذبول في فصل الجفاف بسبب ضحالة التربة وقلة الدبال مما يقلل فرصة ثبوتها وإستقرارها.

سابعا: الندى Dew

يُعد الندى مورداً طبيعياً مائيا هاماً بالنسبة للحزازيات وغيرها من النباتات اللازهرية فقد وجد إن بعض الحزازيات يزداد محتواها المائي من ٢٠ إلى ٣٠ % من الوزن الجاف أثناء النهار والى ١٠٠ % بعد ليلة غزيرة الندى .وتستطيع بعض النباتات تحت الحولية إن تعيش على الندى . إذ يعتقد أن أوراق كثير من النباتات الوعائية تستطيع إن تمتص بعض الندى المتكاثف على سطوح أوراقها عن طريق الأدمة مع أن الندى قد يكون قيلاً

في المناطق المعتدلة والجافة لدرجة أنه لايمكن أن يساهم بنصيب يذكر في زيادة المحتوى الرطوبي للتربة ولكن مع ذلك يعمل بتبخره على زيادة الرطوبة الجوية فيقلل بذلك تبخر الماء من التربة ومن النباتات لفترة من الوقت.

ويعتمد تكاثف الندى على الفرق في درجة الحرارة بين السطح الذي يتكاثف عليه الندى والهواء الملامس له وقد يكون السبب في برودة السطح الذي يحدث عليه التكاثف هو فقد الحرارة بالإشعاع أثناء الليل والدليل هو أن الندى يترسب بشكل أغزر على المواد كثيرة الإشعاع كالأوراق النباتية ويؤدي الإشعاع القوي من أوراق النباتات إلى هبوط درجة حرارتها بعد الغروب بمقدار بضع درجات عن درجة حرارة الهواء الملامس.

موعد تكاثف الندى:

يبدأ تكون الندى عادة بعد الغروب ويتوقف في الصباح عند الشروق وقد يتأخر بدؤه إلى منتصف الليل أو بعده وقد تطول مدته أو تقصر حسب الظروف الجوية.

تنظيم الندى لدرجة الحرارة.

يتسبب تكاثف الندى كما قدمنا عن برودة الأجسام التي يترسب عليها بما في ذلك التربة والنباتات بفعل الإشعاع ولكنه يعمل بمجرد تكاثفه على وضع حد لهذه الدورة لأن التكاثف من شانه رفع درجة حرارة الجو والأرض كما أن تحول البخار إلى ندى (سائل) يعني فقد حرارة ولذلك نجد
إن درجة حرارة الأرض تكون أبرد في الليالي الجافة منه فى الليالي الندية **(علل ؟)**

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

مصادر ماء الندى:

ليس مصدر الندى المتكاثف هو بخار الماء الجوي وحده بل جزء منه يأتي من التربة ويصعد إلى سطحها بالخاصية الشعرية كما أن سطح التربة المبتل يكون مصدر رئيسي لبخار الماء الذي تحتويه الطبقات السفلى من الهواء الجوي وما يؤكد ذلك هو ترسب الندى على السطح السفلي للحصى الذي يغطي سطح الأرض بالصحارى.

وبالإضافة إلى الندى الذي يتكاثف على سطح الأرض من أعلى ومن أسفل يتكاثف الندى أيضاً في باطن الأرض تحت تأثير الإختلاف في درجة حرارة التربة بين مكان وأخر فبخار الماء ينتقل من الأماكن الدافئة إلى الأماكن الباردة حيث يتكاثف على سطوح الحبيبات ويزيد المحتوى المائي للتربة ويعرف ذلك بالندى الداخلي (Internal dew) ويعد مصدراً هاما للماء في البيئة الصحراوية **وتتوقف وفرة الندى الداخلي على:**

- تركيب التربة
- محتوى التربة المائي
- شدة الإشعاع من سطحها
- الكساء الخضري الذي يغطيها

ثامناً: الثلج

إن سقوط الثلج وتراكمه وتحوله إلى جليد بفعل الضغط يقضى على الزراعات المختلفة والثلج فى حد ذاته يعتبر طبقة عازلة تحمى التربة وتعزلها عن درجة حرارة الهواء المنخفضة٠ فيؤخر هذا الوضع التغلغل العميق للصقيع. ويعمل الغطاء الثلجى على حماية الحبوب التى تبذر فى الخريف فى المناطق الباردة حيث أنه يحميها من الصقيع ومن الرياح الجافة

التى قد تسبب موت النباتات بالجهات قليلة الرطوبة لأنها ترفع من معدل البخر. والثلج ضار بالزراعة عندما يساعد على نمو بعض الحشائش الضارة بالمحاصيل التى يزرعها الإنسان كما يحدث عند زراعة القمح الشتوى والشيلم فى شمال السويد.

ويترتب على سقوط الثلج على الأرض أضرارا كبيرة حيث يسبب الفيضانات المدمرة عند ذوبانه ، كما يغطى المراعى التى يعتمد عليها حيوان الرعى كما يضطر الفلاح الى إيواء الحيوانات فى الحظائر طوال هذه الفترة.

تاسعاً : الصقيع:

يعتبر الصقيع من أخطر العوامل المناخية على النباتات ويحدث الصقيع نتيجة تحول بخار الماء من الحالة الغازية الى الصلبة مباشرة دون المرور بالسيولة وتزداد خطورة الصقيع إذا حدثت موجاته خلال فصل الخريف أى فى المراحل الأولى لنمو النبات وقبل أن يكون فى حالة تمكنه من مقاومة شدة البرودة. كما يكون الصقيع خطيراً إذا جاء فى أواخر فصل الربيع أى فى وقت الحصاد فهو فى هذه الحالة يضر بالثمار وقد يكون الضرر بسبب تجمد التربة ولذلك يحاول الزراعيون استنباط سلالات وفصائل نباتية تنضج فى فترة زمنية قصيرة حتى لا تتأثر بالصقيع مما يساعد على إمكان التوسع فى الزراعة شمالاً بنصف الكرة الشمالى فى سيبيريا وكندا وألاسكا وشمال أوربا.

ويؤثر الصقيع فى الزراعة فى المناطق المرتفعة بينما تتعرض المنخفضات التى ينصرف عليها الهواء البارد للإصابة بالصقيع ، وسفوح المنحدرات لا يصيبها الصقيع إلا نادراً ، ولذلك فإن السفوح تناسب زراعة

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الفاكهة لأنها محاصيل حساسة جداً للصقيع.

تأثير العوامل المناخية على نمو أشجار الحمضيات

أولاً: تأثير الحرارة:

الحرارة المنخفضة: يلزم الحمضيات مناخ خال من الصقيع، حيث تُعتبردرجة الصفر المئوية وما تحتها من الدرجات الضارة لأشجار الحمضيات إذا تعرضت لهذه الدرجات لمدة طويلة. وتعد درجة – ٢.٢ وما تحتها من الدرجات المانعة لزراعة الحمضيات ويمكن ترتيب درجة إحتمال أجناس وأنواع الحمضيات لدرجة الحرارة المنخفضة ترتيباً تنازلياً كالتالي: (ثلاثي الأوراق، الكمكوات، اليوسف، النارنج، البرتقال، الجرب فروت، الأضاليا). **ويقاوم الصقيع عن طريق**"

١. **زراعة مصدات الرياح وتضييق مسافات الزراعة**
٢. **حماية الشجيرات والشتلات الصغيرة من البرودة بالتغطية**
٣. **تدفئة الأشجار في الليالي الباردة بمواقد خاصة أو إستعمال مراوح لتحريك الهواء فوق مستوى الأشجار وفق نشرة أصدرتها مجموعة ساق.**

الحرارة المرتفعة: تبدأ الحمضيات نموها عند درجة حرارة تتراوح من ١٣ – ١٨م، في حين أن أقصى نمو يحدث للحمضيات يكون عند درجة ٣٢ – ٣٥م ويقل النمو تدريجياً كلما ارتفعت الحرارة حتى ينعدم النمو على درجة الحرارة ٤٨م .

ثانياً:تأثير الرطوبة:

يساعد إنخفاض الرطوبة النسبية على زيادة الضرر الناتج عن إرتفاع الحرارة، مؤدياً إلى زيادة النتح وعدم مقدرة الجذور على امتصاص الماء، ويمكن

تقليل الضرر الناشئ عن إنخفاض الرطوبة بالوسائل المتبعة لمقاومة إرتفاع الحرارة، بالإضافة إلى إتباع طريقة الري بالرش وزراعة المحاصيل البيئية التي تساعد على رفع الرطوبة النسبية، أما زيادة الرطوبة فتؤدي إلى انتشار الأمراض الفطرية المختلفة والحشرية وتؤدي إلى انخفاض السكريات والحموضة في الثمار ورداءة الطعم .

ثالثاً: تأثير الضوء: تُعد الحمضيات من نباتات النهار القصير، ولكن يمكن أن تصبح من نباتات النهار الطويل إذا قدمت لها العناية اللازمة من ري وتسميد. ويعد الضوء من أقل العوامل الجوية تأثيراً على مدى نجاح زراعة الحمضيات.

رابعاً: تأثير الرياح: تُعد الرياح من العوامل الهامة في نجاح زراعة الحمضيات وخاصة في المناطق التي تتعرض لرياح الخماسين كمنطقة المتوسط. والرياح التي ترتفع فيها الرطوبة النسبية أقل ضرراً من الرياح الجافة والساخنة.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

(محتويات الباب الرابع)

الإحتياجات المائية والإستهلاك المائي للنباتات
العوامل التى تؤثر على الإستهلاك المائى للنباتات
طرق تقدير الإستهلاك المائى للمحاصيل
أولاً: الطرق المباشرة
ثانياً الطرق الغير مباشرة
الأرصاد الجوية الزراعية ودورها في مكافحة الأمراض والآفات النباتية.
دور الرصد البيئي والتغيرات المناخيه في تحليل والتنبؤ بالأمراض الوبائية
أهمية الظروف الجوية في تطور وظهور الأمراض والآفات النباتية
العوامل الهامة في إنشاء التنبؤ
تحليل الأوبئة النباتية Analysis of Epidemics
التنبؤ بالأمراض النباتية
مرض اللفحة النارية على الكمثرى fire blight on pear
مرض اللفحة (الندوة) المتأخرة فى البطاطس Late blight on potato
التغيرات المناخية وأثرها على الإنتاج الزراعى
أسباب التغير المناخي
تأثير التغير المناخي على القطاع الزراعي والقطاعات الاخرى
المقترحات والتوصيات لمواجهة الآثار السلبية الناجمة عن التغيرات المناخية في مجال الزراعة
أثر تغير المناخ علي مخلفات العقاقير البيطرية في الأغذية
بعض الأخطار التى تهدد بيئة الإنسان
قياس العناصر المناخية
محطة الأرصاد الجوية
شروط إختيار موقع المحطة
أنواع محطات الأرصاد الجوية الزراعية ومزاياها
آلية عمل محطة الأرصاد
المراجع العربية و الأجنبية

الباب الرابع

الإحتياجات المائية والإستهلاك المائي للنباتات
Water requirements (WR) and Consumptive use (CU) of water for plants

الإحتياجات المائية للمحاصيل Water requirement (WR):

هى عبارة عن كمية المياه التى يحتاجها المحصول فى فترة معينة من الزمن كى ينمو نمواً طبيعياً تحت ظروف الحقل وتشتمل الإحتياجات المائية على ما يلى:

- كمية المياه المفقودة عن طريق البخر نتح ET أو الإستهلاك المائيى للمحصول (Cu).
- كمية المياه المفقودة أثناء إضافة الماء للرى.
- كمية مياه الرى اللازمة للعمليات الخاصة مثل إعداد الأرض للزراعة – الإنيات – الغسيل.

ولتحديد الإحتياجات المائية للمحاصيل لابد أن نفهم أولاً تقدير الإستهلاك المائي للمحاصيل أو ما يسمى بمعدل البخر نتح ET.

الإستهلاك المائي للنباتات
Consumptive use of water (Cu)

هو عبارة عن مجموع أحجام المياه التى تستعملها النباتات النامية بمساحةً ما من الأرض فى عملية النتح أو تكوين الأنسجة مع الأخذ فى الإعتبار كمية ما يتبخر من سطح الأرض وأسطح النباتات فى مدة معينة.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

ولقياس التبخر– نتح أو التبخر فإنه يستخدم أجهزة خاصة بالتربة المزروعة أو التربة المبتلة . أما لقياس التبخر من السطوح المائية فيستخدم وعاء الأرصاد وكذلك مقياس البخر.

ويطلق على الإستهلاك المائى **Consumptive use (Cu)** البخر نتح والفرق بينهما هو كمية الماء المحتجزة داخل النبات ، وحيث أن هذه الكمية لا تتعدى ١ إلى ٢ % لذا يطلق على الإستهلاك المائى بأنه البخر نتح عملياً . **وعلى ذلك فإن الهدف من معرفة الإستهلاك المائى Cu هو:**

"تحديد كمية مياه الرى اللازمة لنمو النبات والواجب توصيلها إليه حتى لا تضيع كميات من ماء الرى هباء علاوة على تدهور التربة الزراعية.

العوامل التى تؤثر على الإستهلاك المائى للنباتات:

يؤثر على الإستهلاك المائي للنباتات عدة عوامل منها ما هو متعلق بالمناخ ، ومنها ما هو متعلق بالنبات ، ومنها ما هو متعلق بالتربة وعوامل أخرى.

أولاً: عوامل متعلقة بالمناخ:

١ – درجة الحرارة ٢– مدة أو عدد ساعات سطوع الشمس

٣ – الرطوبة النسبية ٤ – سرعة الرياح ٥ – الأمطار

ثانياً: عوامل متعلقة بالنبات:

١ – نوع النبات ٢ – طول فترة نمو النبات

٣ – مرحلة نمو النبات ٤ – طبيعة نمو النبات

٥ – طبيعة الأوراق والجذور ٦ – الأمراض والحشرات التى تصيب النبات

ثالثاً: عوامل متعلقة بالتربة:

١ – عمق القطاع الأرضى ٢ – عمق مستوى الماء الأرضى

٣ – قوام وبناء التربة ٤ – تركيز الأملاح بالأرض

٥ – كمية الماء الميسر ٦ – كمية الماء الشعرى التى تمد الجذور من الماء الأرضى.

رابعاً: عوامل أخرى:

١ – طريقة الرى ٢– حجم قناة الرى ٣ – الدورة الزراعية

٤ – العمليات الزراعية ٥ – حجم الحقل أو المزرعة

طرق تقدير الإستهلاك المائى للمحاصيل:

توجد عدة طرق لتقدير الإستهلاك المائى للمحاصيل، منها طرق مباشرة وطرق غير مباشرة.

أولاً: الطرق المباشرة

وفيها يتم تقدير الإستهلاك المائى الفعلى (الحقيقى) وذلك بواسطة العديد من التجارب منها:

١ – تجارب الليزيمترات (الأحواض)

٢ – التدفق من وإلى المساحات الواسعة.

٣ – التجارب الحقلية.

وفى التجارب الحقلية يمكن تقدير الإستهلاك المائى عن طريق:

أ – إيجاد علاقة بين الماء المضافة وكمية المحصول.

ب – رفع مستوى الماء الأرضى إلى السعة الحقلية بعد إستنفاذ جزء من الماء الميسر.

جـ – تقدير التغير فى رطوبة التربة قبل الرى وبعده (طريقة

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الإستنفاذ الرطوبى من التربة).

وسنكتفى بشرح الطريقة (جـ) وهى الأكثر إستخداماً:

فى هذه الطريقة يتم الأتى:

- تقدر النسبة المئوية للرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية (FC) بعد ٤٨ – ٧٢ ساعة من الرى فى عدة طبقات من الأرض بعمق إنتشار جذور النبات.
- تقدر النسبة المئوية للرطوبة الأرضية M فى نفس الطبقات الأرضية السابقة قبل الرية التالية مباشرةً.
- تحسب كمية الماء المستهلكة بواسطة النبات من التغير فى المحتوى الرطوبى بالأرض من العلاقة التالية:

$$Cu = \sum_{i=1}^{n} \frac{F.C - Mi}{100} \times Ai \times di$$

حيث أن:

Cu = الماء المستهلك من منطقة إنتشار الجذور سم

n = عدد طبقات الأرض المقدر بها مقدار التغير فى الرطوبة الأرضية.

FC = النسبة المئوية للرطوبة بالأرض بعد الرى بـ ٤٨ – ٧٢ ساعة (السعة الحقلية)

Mi = النسبة المئوية للرطوبة بالأرض قبل الرى مباشرة فى الطبقة i من التربة

Ai = الكثافة الظاهرية للتربة i من التربة جم/سم^{٣}

di = عمق الطبقة I من التربة سم.

ثانياً الطرق الغير مباشرة:

وفيها يتم تقدير الإستهلاك المائى النظرى أو المحتمل وذلك بواسطة العديد من المعادلات والتى يطلق عليها معادلات الرى المناخية. وهذه المعادلات تربط الإستهلاك المائى للمحصول بقياسات العناصر الأساسية للمناخ (درجة حرارة – رطوبة نسبية – سرعة الرياح – شدة السطوع الشمسى) والمأخوذة من محطة الأرصاد الجوية الزراعية. وعادةً ما تطبق هذه المعادلات على ظروف منطقة معينة من حيث المناخ ونوع النبات الذى يؤخذ فى الإعتبار فى بعض المعادلات.

وعلى مستوى العالم يوجد العديد من المعادلات وأشهرها إستخداماً فى مصر هى المعادلات التالي:

١ – معادلة بنمان المعدلة ٢ – معادلة بنمان مونتيث

٣ – دورينبوز وبروت ٤ – البخر من الوعاء القياسى

ويمكن حساب الإحتياج المائى للمحصول بمعرفة الإستهلاك المائى وكفاءة الرى الحقلى

$$Water\ requirement = \frac{water\ consumption\ use}{Irrigation\ efficiency}$$

وتتوقف قيمة كفاءة الرى الحقلى على:

١ – مرحلة نمو النبات ٢ – نوع التربة

وتبلغ كفاءة الرى حوالى ٦٠ % فى الأراضى الرملية، و٦٥ % الأراضى الرملية الطميية ، ٧٠ % فى الأراضى الطميية، ٧٥ % فى الأراضى الطينية الطميية ، ٨٠ % الأراضى الطنية.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الأرصاد الجوية الزراعية ودورها في مكافحة الأمراض والآفات النباتية

دور الرصد البيئي والتغيرات المناخيه في تحليل والتنبؤ بالأمراض الوبائية

الظروف الجوية السائدة في منطقة ما تلعب دوراً رئيسياً في التوزيع الجغرافي للمحاصيل المنزرعة به، كما تلعب دوراً أكبر في توزيع الأمراض النباتية ومواسم ظهورها.

وتسمح الظروف البيئية بتطور وظهور المرض النباتي إذا:

- تلازم العائل القابل للإصابة و
- المسبب المرضى النشط
- والظروف المناخية المناسبة

وقد إتضح أثر الدور الرئيسي للبيئة علي ظهور المرض من وجود الإرتباط الوثيق بين ظهور أمراض معينة تحت ظروف جوية معينة في مناطق الزراعة المختلفة. كما أدت إمكانية التنبؤ بالطقس إلي معرفة وتوقع حدوث زيادة فجائية في المرض.

أهمية الظروف الجوية في تطور وظهور الأمراض والآفات النباتية

إن إجراء المكافحة المتكاملة لمرض ما تستلزم فهم تأثيرات البيئة علي العائل والمسبب المرضى، حيث وجد أن العوامل المناخية تتحكم في معدل تطور المرض، وبالتالي فإن تكرار المرض يتوقف علي تتابع وإختلاف مراحل تطور المُمرض.

وتعتبر دراسة تأثير الجو والمناخ علي حدوث الأوبئة وأمراض النبات موضوعاً في غاية الأهمية الاقتصادية ، حيث أن إستخدام العوامل الجوية المصاحبة لإنتشار الأمراض والأوبئة النباتية في إطار رسائل الإنذار والتنبؤ بحدوث هذه الأوبئة في الوقت الأمثل – يفيد في التحرك لمكافحة هذه الأمراض والأوبئة برش أو تعفير النباتات بالمركبات والمواد المناسبة، حيث إن مكافحة المرض أو الوباء قبل أو بعد الوقت المناسب بمدة طويلة نوعاً ما لن تكون له نتيجة مرضية.

فجراثيم الفطر Phytophthora infestans مسبب مرض الندوة المتأخرة علي البطاطس . تتأثر بالتفاعل بين العوامل المناخية السائدة ففي حين تتحكم درجة الحرارة في تمدد بقع الإصابة وأتساعها نجد أن التفاعل بين الرطوبة والإضطرابات الهوائية تؤثر علي انتشار جراثيم الفطر.

يستطيع التنبؤ بالأمراض النباتية أن يساعد المزارعين في تحديد الوقت الذي يتم فيه تطبيق تقنيات المكافحة للمرض النباتي ، ومع التقدم في تطوير النظم الجديدة للتنبؤ والفهم الجيد للنظم القديمة يمكن من خلال ذلك عمل تنبؤات ناجحة وإجراء التطبيقات الخاصة بالأمراض الوبائية ومع إنتشار المبيدات زادت تكاليف المقاومة بالنسبة للمزارعين ومع تقدم العلوم والوعي الكافي بتأثير المبيدات على البيئة والصحة العامة ومع الأخذ في الاعتبار أن هدف المزارع أو المنتج هو تعظيم الكفاءة الإنتاجية بالتالي فإن التنبؤ بالأمراض ما هو إلا تقنية حديثة تقوم بالمساعدة للمزارعين في كيفية اتخاذ قراراتهم وخاصةً في استخدام المبيدات أو عدم استخدامها حيث تمكن المزارع من جعل الخيارات في يده بالنسبة للمكافحة والتي سوف تزداد أهميتها في المستقبل. والقائمون بعملية التنبؤ لهم القدرة على التنبؤ بالوباء أو

الزيادة في الكثافة المرضية اعتمادا على معلومات الطقس ، المحصول، المسبب المرضي ، والتنبؤ يعتبر طريقة محسنة من تقنيات مقاومة الأمراض النباتية.

إن المكافحة الكيماوية للأمراض النباتية والآفات الحشرية يجب أن تتم في ظروف مناخية مناسبة لإستخدام المبيدات والمضادات الحيوية، حيث إن حدوث المطر الكثيف بعد إجراء المكافحة يجعل تكاليف هذه العملية تذهب هباء، لأنه من المفروض بقاء هذه المواد علي الأنسجة المرشوشة لفترة معينة، وإلا أصبح من الواجب إعادة الرش؛ لذا يحتاج المزارعون إلي تنبؤ جوي تطبيقي يساعدهم في إجراء عمليات المكافحة لآفات وأمراض محاصيلهم.

هل يعتبر التنبؤ تقنية فعالة في الحد من خطورة الأمراض النباتية؟

يقصد بالتنبؤ forecasting

توقع حدوث فعل معين في المستقبل؛ لذا يفيد التنبؤ بالأوبئة النباتية مبكراً وقبل حدوثها بفترة كافية في إتخاذ اللازم لمكافحة المرض، وتلافي الخسائر الاقتصادية الناتجة من تحوله لوباء مما سيؤدى لتحقيق ربح كبير للمزارع والعكس صحيح، كما أن التنبؤ بأن الظروف غير مواتية لحدوث الأمراض تمنع من إضاعة جهد ومال المزارعين في إجراء عمليات مكافحة غير لازمة. لذا يجب أن يكون إتصال المزارعين بمركز التنبؤ بوسائل سريعة: كالتليفون والفاكس والإزاعة والبث التليفزيوني أو البريد الإلكتروني.

وتزداد أهمية الحاجة إلي التنبوء، نظراً لزيادة تكاليف المبيدات وعمليات المكافحة، وتقدم الوعي، ومعرفة اخطار هذه المواد السامة على البيئة وصحة الإنسان، مع الأخذ في الاعتبار أن هدف المنتج هو تعظيم

إنتاجيته وتحسين نوعيته.

وعلي ذلك يعتبر التنبؤ بالأمراض النباتية اليوم تقنية تزداد أهميتها، حيث تضع الخيارات المناسبة لمكافحة الأمراض في يد المزارع كطريقة محسنة من تقنيات مكافحة الأمراض النباتية.

العوامل الهامة في إنشاء التنبؤ

توجد ثلاث عوامل مهمة في دقة عملية التنبؤ:

١. الفهم التام للظروف البيئية وتأثيرها على المسبب المرضي والعائل.
٢. توافر التقنيات الحديثة لاكتشاف المسبب المرض وعمليات حصر المرض
٣. ضمان وسيلة اتصال سريعة بين القائمين بعمليات التنبؤ والمزارعين أو المرشدين الزراعيين للعمل على الحد من انتشار الأمراض النباتية.

تحليل الأوبئة النباتية Analysis of Epidemics:

نظراً لأن المرض يحدث نتيجة للتفاعل بين العائل والطفيل والظروف البيئية في مدة زمنية، فإن عامل الزمن يعتبر هاماً في تحليل الأوبئة النباتية، حيث إن الظروف الجوية مثل درجة الحرارة والرطوبة والضوء تتغير في اليوم الواحد، وتعتبر الظروف الجوية ملائمة أو غير ملائمة لحدوث المرض أثناء تغيرها من فترة إلي أخرى، لذلك عند تحليل أهمية الظروف الجوية في حدوث الأوبئة يجب تقسيم مدة حدوث الوباء إلي فترات معينة **(علل)** ولتكن كل فترة ٣ ساعات مثلاً، وبذلك يمكن تقسيم اليوم

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

الواحد إلي ثمان فترات، وفي حالة حدوث الأوبئة لنفترض أن مدة الوباء مائة يوم، فبذلك يكون لدينا ٨٠٠ فترة segments of time تدرس حالة الجو في كل فترة، وعلي ذلك سوف يكون لدينا ٨٠٠ قياس لحالة الجو خاصة بدرجة الحرارة، و ٨٠٠ قياس خاصة بالطوبة النسبية، و ٨٠٠ قياس خاصة بالأمطار و ٨٠٠ قياس خاص بالضغط الجوي، و ٨٠٠ قياس خاصة بسرعة الرياح واتجاهها ... إلي آخره.

ويمكن تطبيق ذلك أيضاً علي الطفيل؛ لذا يلزم أيضاً تجزئة دورة حياة الطفيل المتعلقة مباشرة بالأوبئة النباتية؛ كانتشار وسقوط الجراثيم، أو أصطدامها بسطح النبات العائل ونسبة العائل ونسبة إنبات الجراثيم ودرجة تكون عضو الالتصاق إن وجدت، وكيفية تعداد اختراق الطفيل للنبات وسرعة تكوين البثرات وكفاءة التجرثم وتكوين الحوامل الجرثومية أو الكونيدية على سطح العائل.

ويمكن القول أنه توجد على الأقل ٨ متغيرات متعلقة بالطفيل و٨ متغيرات متعلقة بالظروف الجوية على مدى ١٠٠ يوم مجزأة إلى فترات

لمدة ثلاث ساعات ولذلك يكون عدد التفاعلات بين هذه المتغيرات = ٨ × ٨ × ٨٠٠ = ٥١٢٠٠ وينتج من تحاليل هذه التفاعلات وجود ٥١٢٠٠ رقم لذا لا يمكن تحليل هذه المتغيرات إلا باستعمال الحاسب الإلكترونى حيث يمكن تحليل هذه التفاعلات بدون أى أخطاء ويتم ترتيبها على اساس درجة الفاعلية ويتم رسم منحنى للوباء للمرض فى فترة الدراسة.

التنبؤ بالأمراض النباتية:

مرض اللفحة النارية على الكمثرى fire blight on pear:

يتسبب هذا المرض عن بكتريا erwinia amylovora ، ويوجد لهذا المرض عدة أنظمة للتنبؤبة ؛ ففى انجلترا نشأ نظام بيلنج (billing ١٩٧٨) **الذى ياخذ فى الاعتبار درجات الحرارة العظمى والدنيا ، والربط بينها وبين حدوث الاصابة** ، ويعتمد التبؤ فى هذة الحالة على تحديد الوقت اللازم الذى تحتاجة البكتريا لإتمام مرحلة التحضين داخل أنسجة العائل ،ومع حساب الوقت اللازم لفترة الجيل عموما والتى تسمى الجهد التضاعفى اليومى (pd) daily potential duplicates، وعلى أساس تلك الفترة يتم حساب عمليات التنبؤ ٠فعندما يكون متوسط درجة الحرارة فى مناطق الانتاج خلال أشهر النمو الحرجة (مارس،أبريل ، مايو) أعلى من (١٦.٧م ،١٥.٦م ، ١٤.٤م) على التوالى يلزم إجراء وقائى للمبيدات خلال فترات التزهير ، مع عدم الاشارة الى أمطار أو مستويات الرطوبة النسبية٠

ويوجد نظام أخر تم إعدادة فى الولايات المتحدة الامريكية فى جامعة ميرلاندا ،ويطلق علية (ماربيلايت (maryblyt) حيث يوجد لة عددة اصدارات من سنة ١٩٩٢-١٩٦٦ ،ويطلب هذا البرنامج امدادة بالمعلومات التالية:

- متوسط درجة الحرارة والرطوبة وكمية المطر (ظروف الطقس)
- المراحل الفسيولجية التى يمر بها النبات
- الحشرات التى تقوم بنقل هذا المرض

كل هذه العوامل تدمج مع بعضها البعض من خلال معادلات خاصة بالبرنامج ، وفى النهاية يمكن التنبؤ بالمرض وإعطاء اشارة البدء فى إجراء عمليات الرش أو عدم الرش.

وقد تم إعداد برنامج للتنبؤ بهذا المرض تحت الظروف البيئية المصرية

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

حيث تؤخذ لـة نفس القياسات التى تؤخذ فى برامج maryblyt ولكن تحت الظروف البيئية المصرية ، وتتم ملاحظة النتائج من خلال الرسومات البيانية ، فاذا تعدت العلاقة بين الايام اللازمة لتفتح البراعم ومتوسط درجة الحرارة عن الحد الحرج ، مع توافر الظروف الأخرى من رطوبة نسبية ومطر وحالة الاشجار ٠٠٠ الخ –تمكن هنا خطورة المرض ،ويبداء تنفيذ بامج مكافحة المرض

مرض اللفحة (الندوة) المتأخرة فى البطاطس Late blight on potato:

يُعتبر هذا المرض المتسبب عن phytophthora infestance من أكثر الأمراض تعرضا للدراسة من جانب دراسة الأمراض النباتية وخاصة الوبائية منها ، حيث أن لهذا المرض أهمية تاريخية معروفة ، وقد أُستُحدثت نظم للتنبؤ بهذا المرض فى كثير من الدول مثل : نيوزيلاندا ، الولايات المتحدة ، فرنسا ،انجلترا .....الخ ومن المفترض أن اللقاح الاولى لللفحة المتاخرة الذى يبدأ من خلالة الوباء يرتبط إرتباطاً وثيقا بالظروف الملائمة للمرض ففى طريقة كوك cook وجد أن المتوسط اليومى لدرجات الحرارة ٢٤ م مناسب للاصابة بشكل عام ، وان المتوسط اليومى لدرجات الحرارة اذا كان 24> = م ، وان كمية الامطار المتجمع تحت الخط الحرج –فان اللفحة المتاخرة لن تظهر تحت هذه الظروف.

وفي النهاية فأن التنبؤ بالأمراض النباتية يعتبر طريقة إستراتيجية جديدة للحد من إنتشار المرض النباتي بالإضافة إلى الحد من الرش بالمبيدات التي تعمل على تلوث البيئة مما يعود على الإنسان بالضرر والأعداء الطبيعية وبتطور نظم أجهزة القياس ومحطات الرصد الجوى وإنشاء محطات أرصاد

جوية زراعية متخصصة من خلالها يمكن التنبؤ بالعوامل الجوية وبالتالي عمل تنبؤات ناجحة للمرض النباتي وكذلك من خلال الدراسات التاريخية وتسجيلات لبيانات الطقس على عمل مقارنات تكون مفيدة في عملية التنبؤ بما يضيف على مقاومة الأمراض النباتية طريقة جديدة من طرق المكافحة المتكاملة للأمراض النباتية.

التغيرات المناخية وأثرها على الإنتاج الزراعى

التغير المناخي

هو إختلال في الظروف المناخية المعتادة كالحرارة وأنماط الرياح والهطول التي تميز كل منطقة على الأرض، وكذلك إرتفاع حرارة الغلاف الجوي المحيط بالأرض بسبب تراكم غاز ثاني اكسيد الكربون والميثان واكسيد النيتروز.

وتغير المناخ يُعتبر ظاهرة عالمية إلا أن تأثيراتها السلبية الأشد هي التي يشعر بها الفقراء في البلدان النامية والتي تعتمد إعتماداً كبيراً لكسب عيشهم علي قاعدة الموارد الطبيعية، وحيث أن الزراعة وتربية الحيوانات هي من بين أكثر القطاعات الاقتصادية الحساسة للمناخ ولذا فإن المجتمعات المحلية الفقيرة في المناطق الريفية هي أكثر عرضة لآثار تغير المناخ.

أسباب التغير المناخي

ويمكن تقسيم أسباب التغير المناخي الى مجموعتين

١- طبيعية: ومنها:

أ. **ثورات البراكين:** حيث ينبعث منها غازات الدفيئة، مثل بركاني ايسلندا وتشيلي.

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

ب. **العواصف الترابية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة** التي تعاني من تدهور الغطاء النباتي وقلة الزراعة والأمطار، ومن أمثلتها رياح الخماسين وما تثيره من غبار عالق في الجو.

ت. **ظاهرة البقع الشمسية وهي ظاهرة تحدث كل ١١ عام تقريبا** نتيجة اضطراب المجال المغناطيسي للشمس مما يزيد من الطاقة الحرارية للإشعاع الصادر منها **(علل)**.

ث. **الأشعة الكونية** الناجمة عن إنفجار بعض النجوم حيث تضرب الغلاف الجوي العلوي للأرض وتؤدي لتكون الكربون المشع.

٢ – إصطناعية:

وهي المسببات الناجمة عن نشاط الإنسان وترتبط بالنمو السكاني المتزايد بالعالم مثل:

أ– **الغازات المنبعثة من الصناعات المختلفة** كتكرير النفط وإنتاج الطاقه الكهربائية ومعامل انتاج الاسمنت ومصانع البطاريات.

ب– عوادم السيارات والمولدات الكهربائية.

ت– **نواتج الأنشطة الزراعية** كالأسمدة والاعلاف وعمليات إزالة الغابات والأشجار التي تعتبر أكبر مصدر لإمتصاص غازات الإحتباس الحراري خاصةً غاز CO_2.

ث–**الغازات المنبعثة من مياه الصرف الصحي** خاصة الميثان الذي يعتبر أكثر خطراً بعشرة أضعاف من CO_2.

تأثير التغير المناخي على القطاع الزراعي والقطاعات الاخرى

١- الأراضي الزراعية

حسب دراسات أُجرت في مصر فإن إرتفاع مستوى سطح البحر سيؤدي إلى غرق ١% على الأقل من مساحة مصر، مما يعني فقدان ١٥% من أراضيها الخصبة المأهولة بالسكان، كما سيكون للتغير المناخي تأثير سلبي على المناطق الزراعية الهامشية مما سيزيد من معدلات التصحر ، كما يتوقع ضياع ١٢% من أفضل أراضي دلتا النيل الزراعية مع إرتفاع مستوى سطح البحر ١ متر، بينما ترتفع النسبة الى ٢٥% مع إرتفاع ٣متر في مستوى البحر، و٣٥% مع إرتفاع ٥ متر. ويتوقع تغير خريطة التوزيع الجغرافي للمحاصيل الزراعية مع تقليل امكانية زراعة المناطق الهامشية بسبب إرتفاع درجات الحرارة، وبالنتيجه ستتناقص مساحات الرقع الزراعية وسيزيد الجفاف.وقدرت مساحة الدمار الحاصل في الغابات الأوروبية بحوالي ٦٥٠ ألف هكتارعام ٢٠٠٣ بسبب التغير المناخي.

٢- إنتاجية المزروعات

من المتوقع أن تؤثر التغيرات المناخية على إنتاجية الأرض الزراعية، فالزيادة المتوقعة في درجة الحرارة وتغير نمطها الموسمي سيؤدي الى نقص الإنتاجية الزراعية لبعض المحاصيل وحيوانات المزرعة، ففي مصر يتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية إلى نقص إنتاجية القمح بمعدل ١٨% إذا إرتفعت الحرارة ٤ درجات مئوية ، وبمعدل ٩% اذا ارتفعت الحرارة ٢ درجة. أما الذرة الشامية فيتوقع أن تنخفض الإنتاجية بمعدل ١٩% بحلول عام ٢٠٥٠ مع إرتفاع الحرارة بمعدل ٣.٥ درجة، أما القطن

فهو عكس المحاصيل الأخرى ستزداد إنتاجيته بمعدل ١٧ % مع إرتفاع الحرارة بمعدل ٢ درجة، وبمعدل ٣١ % مع إرتفاع درجة الحرارة بمعدل ٤ درجات ، أما الأرز فيتوقع إنخفاض إنتاجيته بمعدل ١١ % وعباد الشمس ستنخفض إنتاجيته ٣٠ % كمعدل، ووالطماطم ستنخفض انتاجيتها ١٤% مع ارتفاع ١.٥ درجة و ٥١% إذا إرتفعت ٣.٥ درجة. أما قصب السكر فيتوقع إنخفاض إنتاجيته ٢٤.٥ % .

وتُشير بعض الدراسات إلى أن الزراعة في العالم العربي معرضة بدرجة كبيره للتغير المناخي مع خطر إنخفاض انتاج الغذاء بمعدل ٥٠% اذا إستمرت الممارسات الحالية بما لهذا من آثار كارثية على الأمن الغذائي. وقُدرالإنخفاض الحاصل في إنتاج الذرة بإيطاليا بأكثر من ٣٥% وفي فرنسا ٣٠% لنفس المحصول و ٢١% للمحاصيل الشتوية، و ٣٠% للمحاصيل العلفية لعام ٢٠٠٣. وكانت خسائر الاقتصاد في القطاع الزراعي على مستوى الاتحاد الأوروبي تقدر بحوالي ٣ بليون يوروعام ٢٠٠٣.

٣ – الثروة الحيوانية ومصايد الأسماك:

يؤثر المناخ علي الانتاج الحيواني في أربع طرق :

- تأثير التغيرات في توافر وسعر الأعلاف والحبوب والماشية.
- الآثار علي المراعي لإنتاج المحاصيل العلفية والجودة والثروة الحيوانية.
- تغييرات في توزيع الأمراض والآفات والثروة الحيوانية.
- الأثار المباشرة لأحوال الطقس والظواهر الجوية الشديدة علي الصحة الحيوانية والنمو والتكاثر.

فالتغيرات فى درجة الحرارة وهطول الأمطار قد تؤدي إلي إنتشار

الأمراض والطفيليات في مناطق جديدة أو تؤدى إلى زيادة معدل الإصابة بالأمراض.

والتأثيرات السلبية للمناخ علي مصايد الأسماك يكون من خلال طرق مباشرة وأخرى غير مباشرة. وتأثُر الثروة السمكية سيتم من خلال تغيير منسوب المياه والفيضانات. والتغيرات في درجة الحرارة سوف تؤدي إلي تحول في مجموعة من أنواع الأسماك (في مناطق جغرافية مختلفة)، وتعطل أنماط الاسماك الإنجابية. أيضا، يمكن أن يؤثر إرتفاع مستويات سطح البحر علي مناطق حضانة الأسماك، والإحتباس الحراري يمكن أن يزيد من فرص إنتقال المرض، ويكون له تأثير علي الجراثيم البحرية.

٤- الأمراض والآفات النباتية

إن زيادة تركيز غاز CO_2 سيؤثر على الوظائف الفسيولوجية للآفات الحشرية مما قد يؤدي لقصر دورة حياتها وتزايد أعدادها بسرعة كبيرة. وخير مثال على ذلك آفة صانعة أنفاق الطماطم (توتا ابسلوتا) التي ظهرت كآفة خلال العام الماضي والعام الحالي.

٥- الصحة العامة للبشر

تشير الدراسات أن التغير المناخي سيؤدي دوراً في تفشي الأمراض المعدية التي تحملها الناقلات، وسيزيد من تركيز المواد المثيرة للحساسية في الغلاف الجوي مما سيزيد من الأمراض الرئوية، كما سيزيد من مرض الطفح الجلدي والجفاف وإعتام العين وتعرض كبار السن للإجهاد بسبب الحرارة، وزيادة نسبة الأمراض المنقولة بالمياه مثل الكوليرا.

٦ - الإستهلاك المائي للنباتات

إن التغير المناخي سيؤدي حتماً إلى زيادة التبخر وبالتالي زيادة إستهلاك

المياه في كل المجالات خاصة الزراعية. ومن المتوقع زيادة إستهلاك القمح للماء بنسبة ٢.٥% إذا إرتفعت الحرارة بمعدل ٢ درجة، أما القطن فسيزداد إستهلاكه بمعدل ١٠% مع إرتفاع ٢ درجة، والأرز سيزداد إستهلاكه ١٦%، وعباد الشمس ٦%، والذرة الشامية ٨%، وقصب السكر ٢.٣% . وستتأثر الزراعات البعلية خاصة القمح والشعير وقطاع المواشي بسبب تراجع هطول الأمطار وزيادة الاستهلاك المائي.

٧ – البحار والأنهار والمياه الجوفية والسطحية والكتل الجليدية

عالمياً فقد أدى إرتفاع حرارة الأرض الى ذوبان الكتل الجليدية في الأقطاب وإرتفاع منسوب مياه البحر بمعدل ١٠ سم خلال القرن العشرين، ومن المتوقع إرتفاع منسوب مياه البحر الى ٥٩ سم بحلول عام ٢١٠٠.

٨– التنوع الحيوي

أدى إرتفاع الحرارة إلى موت الشعاب المرجانية وتناقص أعدادها ، وكذلك إختفاء وإنقراض عشرات الأنواع من الكائنات البحرية في خليج العقبة. وفي البرازيل إختفت أنواع كثيرة من النباتات والحيوانات في غابات الأمازون، كما أن زيادة نسبة الكربون المذاب في مياه المحيطات سيزيد من حموضة المياه ويهدد النظم البيئية. ويتوقع الباحثون أن ٢٠–٣٠% من الأنواع في العالم العربي سوف ينقرض إذا إرتفع معدل الحرارة ١ درجة فقط. وفي اليمن يوجد العدد الأكبر من الأنواع المهددة بالإنقراض حيث تبلغ ١٥٩ نوعاً، بينما لدى الصومال ١٧ نوع مهدد، ولدى الأردن ومصر والسعودية وغيرها مجتمعة أكثر من ٨٠ نوع حيواني مهدد، ومن ضمنها غابات الأرز في لبنان وسوريا.

المقترحات والتوصيات لمواجهة الآثار السلبية الناجمة عن التغيرات المناخية في مجال الزراعة

١. **التكيف (الأقلمة):** لتخفيف الأثر السلبي وزيادة وتحسين الأثر الايجابي للظاهرة ، ومن أمثلة ذلك:

- **القطن:** حيث أن زراعته في أنسب ميعاد لكل منطقة مناخية سيؤدي إلى زيادة إنتاجيته بمعدل ١٢-٢٧%، كما أن زيادة المياه المضافة سيزيد الإنتاج ٩%.
- **القمح والذرة الشامية:** حيث أن زراعة الأصناف عالية الإنتاجية قد يزيد الإنتاج لأكثر من ٦٠% وزراعته في أنسب ميعاد يمكن أن يزيد الإنتاج ٢-٤% في حالة القمح و٧-١١% في حالة الذرة.
- **عباد الشمس والطماطم وقصب السكر :** تبكير الزراعة غالباً سيزيد الإنتاج ٢٥-٣٤% للطماطم و١٣-١٨% لعباد الشمس و١٢% لقصب السكر.

وأهم استراتيجيات التكيف المقترحة في هذا الشأن:

أ- استنباط أصناف جديدة تتحمل الحرارة العالية والملوحة والجفاف وهي الظروف السائدة في ظل التغيرات المناخية.

ب- إستنباط أصناف جديدة موسم نموها قصير لتقليل الاحتياجات المائية اللازمة لها.

ج- تغيير مواعيد الزراعة بما يلائم الظروف الجوية الجديدة، وكذلك زراعة الأصناف المناسبة في المناطق المناخية الملائمة لها لزيادة العائد المحصولي من وحدة المياه لكل محصول.

د- تقليل مساحة المحاصيل المسرفة في الإستهلاك المائي أو على الأقل

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

عدم زيادة مساحة زراعتها مثل الأرز وقصب السكر والموز والحمضيات.

هـ – زراعة محاصيل بديلة تعطي نفس الغرض ويكون إستهلاكها المائي وموسم نموها أقل مثل بنجر السكر بدل قصب السكر.

و– الري في المواعيد المناسبة وبالكمية المناسبة في كل رية حفاظاً على كل قطرة ماء .

٢. إنشاء برنامج وطني لبحوث التغيرات المناخية والحد من آثارها على الزراعة وليكون من أهدافه:

أ– زيادة قدرة القطاع الزراعي على التكيف لمواجهة التغيرات المناخية مع التركيز على المناطق الزراعية الأكثر هشاشة.

ب– تقدير التأثير الكمي للتغيرات المناخية المتوقعة على إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية والإحتياجات المائية الزراعية والآفات والامراض النباتية والحيوانية.

ج– العمل على الحد من إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري الناتجة عن زراعة المحاصيل المختلفة وذلك عن طريق الممارسات الزراعية والإدارة المزرعية السليمة لمختلف المحاصيل الباعثة للغازات.

د– توعية المزارعين وتدريبهم على كيفية تكيف زراعة المحاصيل الزراعية المختلفة تحت ظروف المناخ الحالية والمتوقعة عن طريق الإدارة المزرعية السليمة من حيث مواعيد الزراعة المناسبة والاصناف والعمليات الزراعية من صرف وري وتسميد ومكافحة.

أثر تغير المناخ علي مخلفات العقاقير البيطرية في الأغذية

تغير المناخ قد يؤدي إلي تغيرات في حدوث الأمراض الحيوانية المنشأ المنقولة بالغذاء والأفات الحيوانية وربما في زيادة إستخدام العقاقير البيطرية. وظهور أمراض جديدة في تربية الأحياء المائية ويمكن أيضا لمواجهة بسهولة في زيادة إستخدام المواد الكيميائية. وبالتالي، قد يكون هناك أعلي المستويات وغير مقبول حتي من العقاقير البيطرية في الأغذية.

بعض الأخطار التى تهدد بيئة الإنسان

١ – الجفاف:

يقصد بالجفاف نقص المطر فى بعض السنوات ، وقد تشتد حدته فيتوالى حدوثه لعدة سنوات متتالية.

يكثر حدوثه فى المناطق الإنتقالية الواقعه بين الأقاليم الرطبة والجافة ، مثل الإقليم الواقع جنوب الصحراء الكبرى وشمالها فى أفريقيا ، وجنوب الغابات الباردة فى الإتحاد السوفيتى ، وتلك الواقعة غرب السهول الوسطى الأمريكية.

ويتميز المطر فى هذه المناطق بعدم إنتظامه فى الكمية من سنة لآخرى مما يؤدى إلى إتلاف المحاصيل وجفاف التربة.

٢ – التصحر

يعُرف التصحر على أنه تناقص قدرة الأرض على إنتاج النبات. وهو يختلف عن الجفاف ، وإن كانت هناك علاقة بين التصحر ونقص المطر.

ويعتبر التصحر نوع من أنواع التدهور الذى تتعرض له النظم البيئية، تحت

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

تأثير الظروف المناخية المتقلبة ، والإفراط فى إستغلال الإنسان للموارد الطبيعية مما يؤدى إلى تدمير القدرة الإنتاجية للأرض.

ويمكن أن نعتبر تدهور إنتاجية التربة بسبب سوء الصرف ، أو زحف المبانى على الأراضى الزراعية وتجريف التربة وإنجرافها أنواعاً من التصحر.

ويمكن حصر أسباب التصحر فيما يلى:

١. التذبذب فى ظروف البيئة وخاصة المطر
٢. نشاط الإنسان غير الواعى فى الأقاليم الهامشية بين المناطق الجافة والرطبة
٣. إنخفاض مستوى المعيشة وإنتشار الجهل.

قياس العناصر المناخية

محطة الأرصاد الجوية

هي وحدة رصد وقياس وتسجيل عناصر المناخ ، وتتكون من عدد من المقاييس والمتحسسات اللازمة لقياس العناصر الأساسية للمناخ (درجة حرارة الهواء، رطوبة الهواء، درجة حرارة التربة، الإشعاع الشمسي، الضغط الجوي، الهطول المطري) فضلا عن مقاييس أخرى إختيارية ، يتم ربطها حسب طبيعة الإستفادة من المحطة، وموقعها مثل مقاييس (درجات حرارة التربة، رطوبة التربة، تعرق أوراق النبات، تلوث الجو).

شروط إختيار موقع المحطة:

يتم إختيار موقع نصب محطة الأرصاد الجوية الزراعية عادة بحيث يمثل الواقع الزراعي الحقيقي لتلك المنطقة الزراعية من حيث نوع المزروعات وطبيعة التربة والمياه والعوامل الأخرى ويجب أن يراعى عند نصب المحطة توفر الشروط الأساسية التي حددتها منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMo) الخاصة، بنصب محطات الأرصاد الجوية الزراعية المتخصصة وأهمها:

١. أن يكون الموقع مستوياً وخالياً من العوائق.
٢. أن يكون الموقع مغطى بالعشب عدا الأماكن التي لا تسمح بنمو العشب فتُترك جرداء.
٣. أن يكون الغطاء النباتي قصيراً قدر الإمكان.
٤. أن لا يكون الموقع فوق سطح بناية أو منطقة مرصوفة بالحجر أو الحصى أو مبلطة بالكونكريت.
٥. عدم وجود عائق يسبب الظل خلال النهار، عدا فترات لا يمكن

مدونة المرجع الزراعى http://agri-science-reference.blogspot.com/

تجنبها في وقت الشروق والغروب.

٦. مراعاة قابلية الوصول إلى المحطة عند الضرورة، خصوصا لأغراض صيانة المعدات.

٧. بناء سياج حول المحطة لمنع دخول الناس، أو الحيوانات، والعبث بالمحطة.

أنواع محطات الأرصاد الجوية الزراعية ومزاياها

هناك نوعان رئيسان من محطات الرصد الجوى:

أولا المحطات الإعتيادية:

حيث يتم قياس عناصر المناخ بواسطة راصدين مدربين، وبإستخدام المقاييس المناخية التقليدية.

ثانيا: المحطات الأوتوماتيكية الحديثة

حيث يتم تركيب أجهزة، ومتحسسات إلكترونية، لرصد وتسجيل العناصر المناخية بشكل أوتوماتيكي وتخزينها في ذاكرة المحطة حيث يتم سحب البيانات أما من المحطة مباشرة بواسطة شريحة خزن البيانات أو بواسطة جهاز الإتصال الراديوي، وكذلك بواسطة شبكة الهاتف الأرضي، وأيضا بواسطة شبكة الهاتف الخليوي، وأخيرا بواسطة الأقمار الصناعية.

وإستخدام المحطات الأوتوماتيكية الحديثة يوفر العديد من المزايا سواء فيما يتعلق بدقة البيانات والمعلومات المناخية المسجلة أو طبيعة تسجيل وتوثيق البيانات فضلاً عن تعدد خيارات الإتصال وسحب البيانات وخصوصاً بالطرق اللاسلكية وهو ما يوفر مرونة عالية في تداول البيانات بين إدارة شبكة المحطة، وبين المستفيدين من هذه البيانات المناخية من أصحاب المصالح المختلفة وهم (المزارعون، المنتجون، الباحثون، المرشدون

الزراعيون والجامعات والكليات) وغيرها.

محطة أرصاد جوية

يوجد فى مصر عدد من محطات الأرصاد الجوية الزراعية للمساعدة فى التوسع الأفقى والرأسى للإنتاج الزراعى وهذه المحطات منتشرة على مستوى الجمهورية.

آلية عمل محطة الأرصاد:

المحطة تعمل بالطاقة الشمسية بشكل أوتوماتيكي ، وتحتوي على بطارية ، تقوم بتشغيل المحطة لمدة ثلاثة أشهر متتالية في حالة غياب أشعة الشمس للمدة المذكورة ، وتقوم برصد وقياس وتسجيل العناصر المناخية (درجة حرارة الهواء ، الرطوبة النسبية ، الإشعاع الشمسي ، الضغط الجوي ، الهطول المطري ، درجة حرارة التربة ، سرعة وإتجاه الريح، ويتم

برمجة المحطة لتلخيص البيانات بواقع رصدة مناخية لكل ساعة ، أي بعدد (٢٤ رصدة مناخية/يوم) فضلاً عن تلخيص بالمعدلات اليومية. وبإمكان أي مواطن الحصول على أية معلومات يحتاجها.

المراجع العربية و الأجنبية

أولاً : المراجع العربية

*** محاضرات فى الفيزياء (١٩٨٩).**

إعداد أ.د/ أحمد محمد فتحى

د/ فتحى على عسكر

د/ مصطفى درويش عمارة

قسم الأراضى – كلية الزراعة – جامعة الأسكندرية

*** خواص المادة والصوت (١٩٧٧).**

د/ إبراهيم إبراهيم شريف

كلية الهندسة – جامعة الأسكندرية

*** خواص المادة والحرارة**

د/ أحمد شوقى عمارة

د/ سامى عوض عبد المسيح

د/ محمد على العسيرى

جامعة الأسكندرية – كلية الهندسة

*** خواص المادة والحرارة**

د/ محمد عبد الله لاشين

جامعة الأسكندرية – كلية العلوم ١٩٦٨

الطبيعة والأرصاد الجوية (١٩٨٩).

أ.د/ نبيل محمد النجار أستاذ الطبيعة بكلية العلوم ببنها.

أ.د/ فهمى محمد حبيب أستاذ الأراضى بكلية زراعة مشتهر

* **الضوء والمغناطيسية والكهرباء (١٩٧٥).**

د/ سعيد حسين السبع

الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية.

ثانياً : المراجع الأجنبية:

*** Physics Principles (1970) .**
Standy , S.B.; Edgar, P. S. and Erich Husmann
Affiliated East - West Press PVT.TD

*** All about the weather.**
Iran Ray Tannahill
Random house New York (1953).

*** Introduction to the Atmosphere .**
Herbert Riehl
Mc Grow - Hill (1978)

*** Glossary of Meteorology**
R. E. Husehke
American metreological Society Boston (1959).

*** Unser Haber Deutscheverlags**
Anstalt Stuttgart (1665) .

*** Elements of meteorology.**
A. Miller & J. C. Thompson Charles E. Merrill Cr. Columbus Ohis (1975) .

*** University Physics , Third Edition**
Sears , F. W and Zemansky , M . W. (1964).
Addison - Wesley Publishing Company , Inc. London