

## قياس النمو The Measurement of Growth

النمو هو الزيادة غير عكسية في الحجم، ويمكن قياس النمو نظريا باستعمال احد مظاهر النمو:

الطول او المساحة او الوزن.

- يتم تقدير الزيادة في الحجم بواسطة قياس التمدد في اتجاه او اتجاهين مثل طول الساق او قطرها او مساحة الورقة.

- يتم تقدير الزيادة في الكتلة بواسطة حصاد كل النبات او الجزء المراد وزنه سريعا لتلافي تبخر

ما به من ماء للحصول على الكتلة **fresh mass** التي تعد متغيرة

مثال: الورقة يكون لها كتلة اكبر في الصباح من بعد الظهر بسبب فقدها لجزء من مائها خلال عملية النتج.

-ويمكن استخدام **الكتلة الجافة Dry mass** للنبات مقياسا للنمو

ويتم الحصول عليها بواسطة تجفيف النبات في درجة حرارة بين 70 و 80 درجة مئوية ولمدة 24 او 48

ساعة (الأفضل لحين ثبات الوزن) وتعتبر هي ادق طريقة لتقدير النمو.

فالورقة التي لها كتلة طازجة اقل في منتصف ما بعد الظهر من المحتمل ان يكون لها كتلة جافة اكبر في

نفس الاونة بسبب حدوث عملية البناء الضوئي وامتصاص الاملاح من التربة في الصباح. لذلك استعمال

الكتلة الجافة افضل في تقدير النمو.

**يمكن قياس الزيادة في الطول بعدة طرق:**

- قياس الطول بالعين المجردة او المسطرة

- استعمال المجهر الافقي Horizontal microscope

- استعمال الأوكسانوميتر Auxanometer



يعبر العلماء عن النمو بطرق مختلفة تعرف بمعادلات النمو او دلائل النمو منها :

### 1- المحصول البيولوجي:

هو الوزن الجاف لكل الأعضاء النباتية وهو ناتج من المحصلة النهائية لعمليات البناء الضوئي والتنفس وامتصاص الماء والعناصر الغذائية وقد يهمل المجموع الجذري لصعوبة تقديره بدقة .

**2- الوزن الجاف :**

الوزن الجاف لكل الأعضاء النباتية المتراكمة خلال فترة زمنية محددة ( الفترة الزمنية قد تكون يوما او

أسبوعا ) ويرمز لها W اي التغير فى الوزن الجاف فى مدة معينة يعبر عنه بـ (الغرام / يوما او

غرام / اسبوع او غرام / موسم )

**3- كفاءة استخدام الضوء فى التمثيل الضوئى.**

4- المساحة الورقية الكلية: وهو محصلة ضرب عدد الأوراق الكلية بالنبات فى متوسط مساحة الورقة

وهو مقياس لقدرة النبات على البناء الضوئى .

5- الوزن النوعى للورقة : هو الوزن الجاف لوحدة المساحة من الورقة وتقدر بالسم<sup>2</sup>/ غرام وهى تعكس

سمك الورقة حيث تزداد كفاءة الورقة فى القيام بالتمثيل الغذائى والضوئى بزيادة سمك الورقة .

6- دليل مساحة الورقة : هو مساحة المسطح الورقى بالنسبة لوحدة المساحة من الأرض التى يشغلها النبات .

7- معدل النمو النسبى : هو الوزن الجاف المتراكم للنبات لكل وحدة من الوزن الأصلى خلال وحدة زمنية

معينة .

8- الكفاءة التمثيلية : هى الوزن الجاف المتراكم لكل وحدة مساحة ورقية فى وحدة الزمن وهى ليست

مقياس دقيق لمدى كفاءة عملية البناء الضوئى ولكنها مقياس للزيادة فى الوزن الجاف للنبات والتى هى

محصلة للفرق بين البناء الضوئى والتنفس .

## حركات النمو: الأعضاء الكاملة ومنحنى النمو

منحنى النمو يمثل برسم العلاقة بين حجم العضو او وزنه مقابل الوقت، ويوضح الشكل التالي المنحنى النموذجي ذو شكل **sigmoid curve** أي على هيئة حرف S ونلاحظ من المنحنى انه يوجد ثلاثة مراحل للنمو:

### المرحلة الأولى ابتدائية وهي الطور اللوغاريتمي **Logarithmic phase**

حيث يزداد الحجم  $v$  مع الزمن  $t$  اي ان معدل النمو يكون بطيء في البداية لكن المعدل يزداد باستمرار ويصبح المعدل متناسب مع حجم العضو الحي. وكلما كان العضو الحي كبيرا كان النمو اسرع.

### المرحلة الثانية الطور المستقيم **Linear phase**

يستمر نمو الحجم بمعدل ثابت وعادة يكون بأقصى سرعة لبعض الوقت

### المرحلة الثالثة طور الشيخوخة **Sensence phase**

يتميز بمعدل النمو المنخفض نلاحظ هبوط في المنحنى عندما يبلغ النبات مرحلة نضجة ويدخل في طور الشيخوخة، حيث ان معدلات تفاعلات الهدم تفوق معدلات البناء.

وبشكل ادق نجد ان منحنى **Sigmoid** يبدأ بمرحلة **lag phase** أي مرحلة الركود او بطأ النمو

ثم يليها مرحلة **log phase** أي مرحلة النمو اللوغاريتمي أي النمو السريع.

ثم تنتهي بمرحلة ثالثة هي مرحلة الثبات **stationary phase** حيث يوجد توازن بين عدد من الخلايا

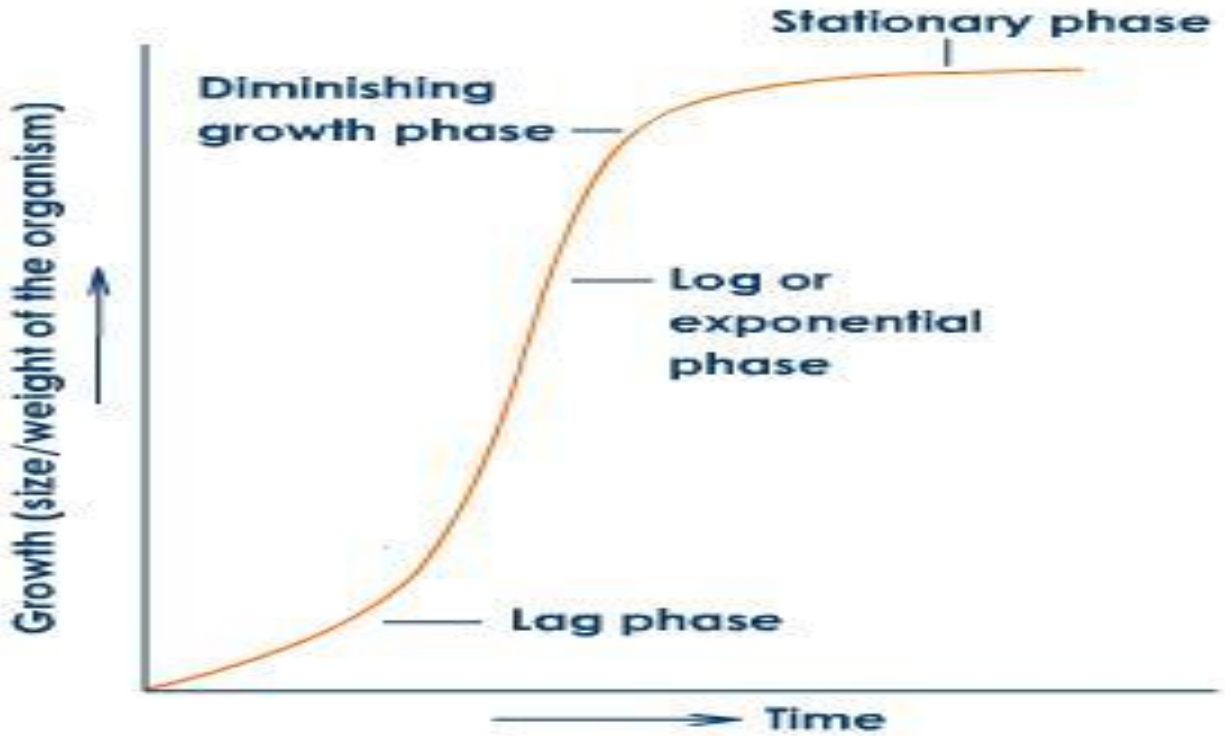
المنقسمة وعدد الخلايا الميتة.

واخيرا الشيخوخة **senescence** حيث يختل التوازن ويزداد عدد الخلايا الميتة عن عدد الخلايا

المنقسمة.

كما ان اجزاء النبات الواحد تنمو بسرعات مختلفة حيث ان السيقان تنمو بسرعات مختلفة عن الجذور

وكلاهما ينمو بسرعات مختلفة عن الأوراق وذلك في النبات الواحد.



### تقدير منحنى النمو اثناء اطوار نمو النبات:

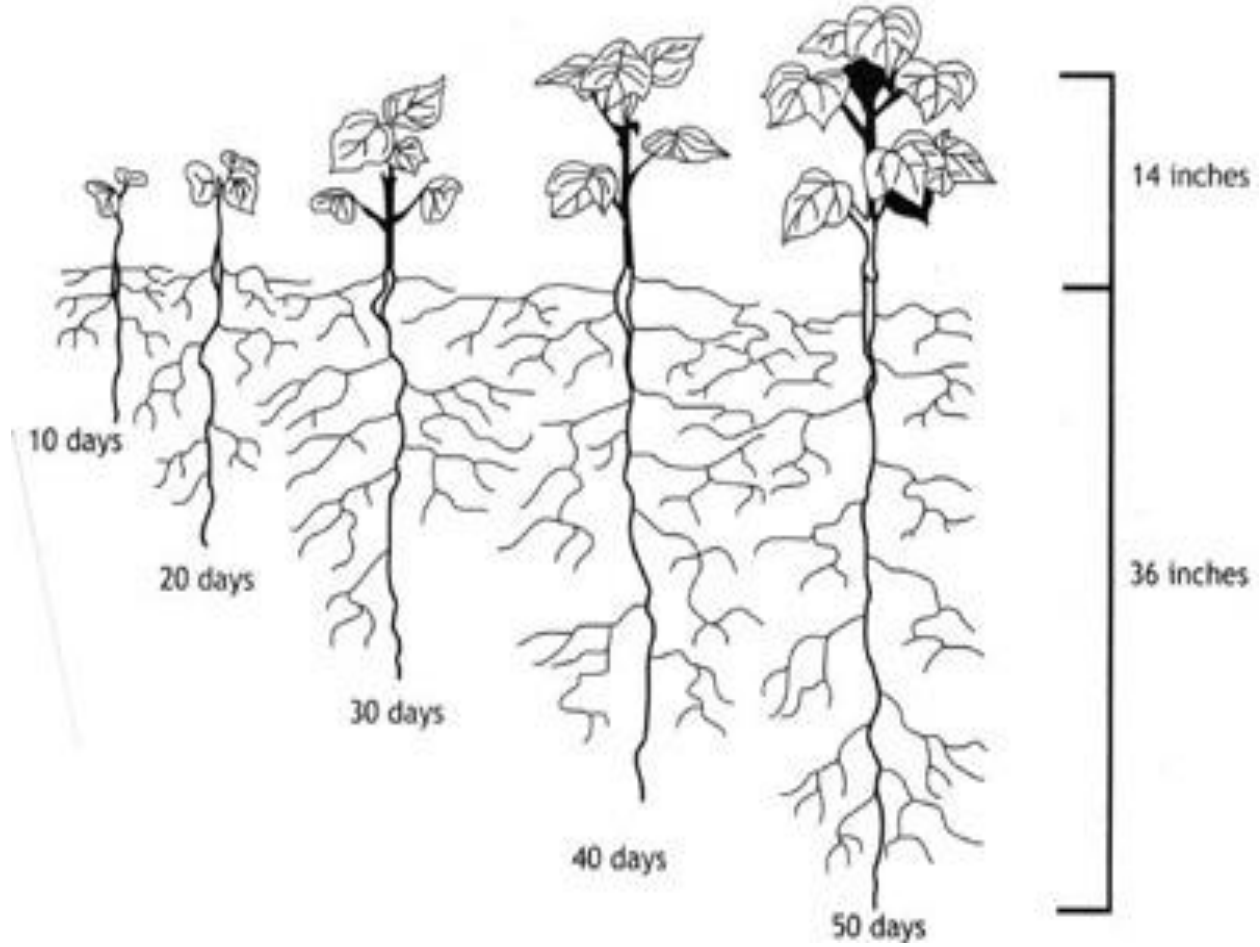
عند تقدير النمو اثناء مراحل نمو النبات المختلفة وذلك بتقدير الوزن الجاف ورسم ذلك في صورة منحنى يكون على صورة حرف S.

حيث تزداد سرعة النمو كثيرا وبسرعة ثابتة تقريبا اثناء مرحلة النمو الخضري ثم تقل اثناء مرحلة الازهار والاثمار وقد يقل الوزن الجاف اثناء مرحلة الشيخوخة.

### تسمى مرحلة النمو الخضري بفترة النمو الكبرى **Grand period of growth**

وتختلف باختلاف نوع النبات فقد تستمر عدة اسابيع في بعض النباتات الحولية كالشعير، وتمتد الى عدة اشهر في نباتات اخرى كالبرتقال.

لوحظ ان ازالة الازهار والثمار حديثة التكوين يساعد على استمرار النمو الخضري في نباتات كثيرة. ففي الطاطم مثلا تقل سرعة النمو الخضري بعد تكوين الثمار اما اذا ازيلت الثمار ينمو النبات خضريا لفترة اطول.



### ملاحظات هامة :

1- في بداية هذه الفترة تتزايد المساحة الورقية تزايدا سريعا مما يسفر عن زيادة المقدرة البنائية الضوئية وزيادة الوزن الجاف للنبات كله . وفي النهاية تتناقص المقدرة البنائية للاوراق وتتحول معظم الاغذية المجهزة الى البذور والثمار ، فيضعف النمو الخضري ويدخل النبات في طور الشيخوخة وينقص وزنه الجاف .

2- ان عملية البناء الضوئي هي المسؤولة عن تكوين 90% او اكثر من الزيادة التي تطرأ على الوزن الجاف للنبات

اما الجزء الباقي فمصدره الاملاح الممتصة وبعض التغيرات الايضية التي تتم داخل النبات .

3- لو زاد معدل البناء عن معدل التنفس زاد الوزن الجاف والعكس صحيح . والفرق بين معدل البناء الضوئي من جهة ومعدل التنفس من جهة اخرى هو العامل الرئيسي الذي يتحكم فيما يطرأ على وزن النبات الجاف .

### العوامل التي تؤثر على نمو النبات:

يتحكم في نمو النبات :

#### عوامل وراثية:

ومثال لذلك انه توجد سلالات في نبات الذرة قصيرة جدا وسلالات اخرى طويلة وذلك راجع للاختلاف في التركيب الوراثي ايضا في نبات الفاصوليا والبسلة وغيره.

#### عوامل بيئية :

ومن العوامل البيئية:

- 1- عوامل مناخية: مثل الضوء ودرجة الحرارة والماء والغازات الضارة او المهمة والرياح .
- 2- عوامل ارضية: قوام التربة ، المادة العضوية ، رقم الحموضة ، العناصر المعدنية.
- 3- العوامل البيولوجية : الحشائش ، الحشرات ، الكائنات الحية الارضية (بكتيريا العقد الجذرية) التي تقوم بتثبيت الازوت الجوي .

#### عوامل داخلية:

- 1- معدل التمثيل الضوئي
- 2- التنفس
- 3- محتوى النبات من الصبغات سواء كلوروفيل او الصبغات الاخرى .
- 4- التأثيرات المباشرة للجين .
- 5- توزيع ناتج البناء الضوئي والنتروجين على اعضاء النبات .

**ونخص بعض العوامل بالشرح :****1- درجة الحرارة:**

درجات الحرارة المثلى للنمو الخضري تختلف باختلاف النبات وبيئته ، فتبلغ بالنسبة للنبات القطبي 10م بينما تتراوح من 25-30م لنباتات المناطق المعتدلة وتزيد من ذلك لنباتات المناطق الاستوائية.

**2- الضوء :**

الضوء له تأثير مباشر على مراحل النمو المختلفة، فاذا نبتت البادرات بعيدة عن الضوء فانها تبدو بيضاء او صفراء وتكون سيقانها طويلة وتحمل اوراق صغيرة النصل وهذه تحتوي على نسبة ضئيلة من الانسجة الميكانيكية لذلك تبدو ضعيفة ومتهاكة وتعرف بالشحوب الظلامي . اما بالنسبة لتأثير نوع الضوء على النمو فان النمو الكلي للنبات يكون في الطيف الكامل للضوء .

**3- الماء :**

ان نقص الماء يؤدي الى تعطيل النمو او توقفه ، وعلى النقيض قد يؤدي زيادة نسبة الماء الى تمدد الجدر الخلوية بدرجة كبيرة نتيجة لارتفاع ضغط الامتلاء ارتفاعا غير عادي فيكون نمو الاوراق ضعيفا وتتاخر مرحلة التميؤ في الانسجة.