- **خصوبة ألتربة Soil Fertility:**

هي تعبير عن مدى قدرتها على إمداد ألنباتات بألعناصر ألغذائية ألضرورية لنموها ، و قد يتوقف نجاح أي مشروع زراعي عليها . وهذه ألعناصر ألغذائية ألضرورية عناصر أساسية للنمو ألطبيعي و ألتكاثري للنبات و إن أي من ألظاهرتين لا يمكن أن تحدث عند غياب أي من هذه ألعناصر ، فحاجة ألنبات لهذه ألعناصر نوعية أي لايمكن تعويضها بعناصر أخرى و أن نقصها يؤدي إلى ظهور علامات لونية أو تشوهات لا تزول إلا بإضافة هذه ألعناصر ألغذائية .

، هذا و تقسم ألعناصر ألغذائية ألضرورية إلى مجموعتين هما :

1.مجموعة العناصر الغذائية الكبرى Macro elements : وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها ألنبات بكميات كبيرة ، إذ يقدر محتوى مادة النبات ألجافة منها بحدود (0.1-6%) أي بحدود (1-60 ملغم . غم$^{-1}$ مادة نبات جافة) و تشمل عناصر ألكاربون و ألأوكسجين و ألهيدروجين و ألنتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و الكالسيوم و المغنيسيوم و الكبريت .

2.مجموعة ألعناصر الغذائية الصغرى Microelements : وهي ألعناصر الغذائية ألتي يحتاجها ألنبات بكميات قليلة ، إذ يقدر تركيزها في مادة النبات الجافة من (1-200 ملغم . كغم$^{-1}$ مادة نبات جافة) و تشمل عناصر ألحديد و النحاس و ألمنغنيز و ألزنك و البورون و المولبدنم و الكلور .

وهذا ألتقسيم مبني على أساس ألكمية و ليس ألأهمية ، إذ تتساوى جميع هذه ألعناصر بأهميتها ألغذائية للنبات.

1.فيما يأتي جدولاً للرموز الكيميائية و الآيونية للعناصر الاساسية التي تمتص من قبل النبات :

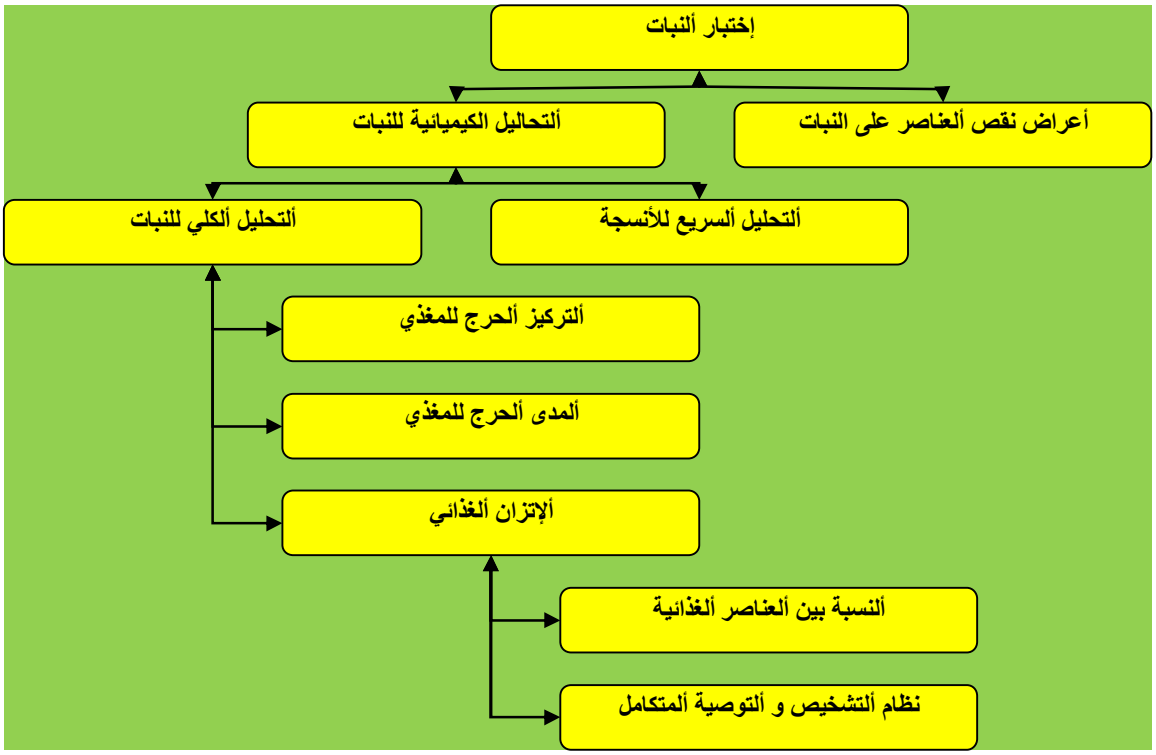
ألعنصر ألغذائي	رمزه	عدده الذري	وزنه الذري	صيغة امتصاصه من قبل النبات
ألكاربون	C	6	12.01	HCO_3^-،CO_2
ألهيدروجين	H	1	1.008	NH_4، HCO_3^- ،H_2O^+
ألأُوكسجين	O	8	16	NO_3^-، CO_2 ،H_2O
ألنتروجين	N	7	14.01	NH_4^+،NO_3^-
ألفسفور	P	15	31	PO_4^{---}، HPO_4^{--} ،$H_2PO_4^-$
ألبوتاسيوم	K	19	39.10	K^+
ألكالسيوم	Ca	20	40.10	Ca^{++}
ألمغنيسيوم	Mg	12	24.30	Mg^{++}
ألكبريت	S	16	32.10	SO_4^{--}
ألمنغنيز	Mn	25	54.90	Mn^{++}
ألحديد	Fe	26	55.80	Fe^{+++}،Fe^{++}
ألبورون	B	5	10.80	BO_3^{--}
ألنحاس	Cu	29	63.50	Cu^{++}
ألموليبدنيوم	Mo	42	95.90	MoO_4^{--}
ألزنك	Zn	30	65.40	Zn^{++}
ألكلور	Cl	17	35.50	Cl^-

• **معايير تقويم خصوبة ألتربة :**

تعددت ألمعايير ألتي أعتمدت لتقويم خصوبة ألتربة ، و معرفة قدرتها على إمداد ألنبات بالعناصر ألغذائية ألضرورية منذ أكثر من قرن مضى و حتى وقتنا ألحاضر و يمكن أن تلخص على ألنحو ألآتي :

1.تحاليل التربة : و تقوم على أساس تحليل ألتربة كيميائيا بإستعمال المحاليل ألكيميائية أو ألماء ، وهي طريقة سريعة تعطي إنطباعاً عن خصوبة التربة قبل زراعتها مما يسهم في وضع برنامج ملائم للتسميد و تكون على أربعة أجزاء هي (جمع عينات ألتربة ثم تقدير ألعناصر ألغذائية ألجاهزة ثم تفسير نتائج التقدير بهدف وضع اساس للتوصية السمادية) ، مع إن ظروف إستخلاص ألأيونات ألغذائية بالمحاليل لا تشابه إمتصاصها من ألنبات .

2.إختبار ألنبات: أُعتمد النبات وسيلة لتقويم خصوبة التربة و جاهزية العناصر الغذائية للنبات و ألأساس العلمي في هذا ألإتجاه إن العنصر الغذائي لايعد جاهزاً حتى يمتصه النبات و يؤدي دوره التخصصي في نمو النبات و قد ظهرت إتجاهات عدة في اختبار النبات يمكن تبيانها بألمخطط ألآتي :



3. إستعمال ألنظائر ألمشعة : أي إستعمال ألنظائر لبعض ألعناصر ألغذائية و تتبعها داخل ألنبات، لتقويم خصوبة ألتربة و معرفة مدى تيسر هذه ألعناصر ألغذائية للنبات و على الرغم من كفاءة هذه ألطريقة و دقتها ألعالية إلا إنها مكلفة إقتصادياً ، وخاصة عند إستعمالها للأغراض ألزراعية ألتطبيقية .

4.ألتجارب البايولوجية (الخضرية) : و هي من اهم الطرق بل الاساس لحل كثير من مشكلات تغذية و فسلجة النبات و كذلك لحل مشاكل خصوبة التربة و التسميد ، و تشمل :

أ. تجارب البيوت الزجاجية و البلاستيكية و تجارب الظلة الخشبية ، و تستعمل فيها السنادين او الاحواض الخشبية او البلاستيكية .

ب. التجارب الحقلية سواء قصيرة الامد لعدة سنوات او طويلة الامد قد تمتد لعشرات السنين .

▪ تصميم التجارب البايولوجية (ألخضرية) :

تعد التجربة اساس المعرفة و الاداة العلمية للوصول الى الهدف المنشود في الحياة العلمية و العملية أي انها خطة منظمة للاجابة على تساؤل معين . وفي التجارب الحقلية التسميدية لابد للمختص الاطلاع على ألآتي :

1. المعاملات Treatment : هي مجموعة الظروف التجريبية المتغيرة التي توضع تحت سيطرة الباحث و التي يقوم بتوزيعها على الوحدات التجريبية وفقا للتصميم التجريبي المختار وقد تمثل المعاملات عدة مستويات مختلفة و لكن لعامل واحد كتأثير عدة انواع من السماد النتروجيني في نمو محصول معين او تتكون من عدة مستويات لاكثر من عامل في تداخلات مختلفة و عندها تسمى المعاملات في هذه الحالة بمعاملات التجربة العاملية ، فمثلا تأثير مستويات مختلفة من سمادي النتروجين و الفسفور في نمو محصول ما او مستوى سمادي و موعد اضافة ...الخ .

2. الوحدة التجريبية Experimental Unit : هي اصغر قسم من مواد التجربة تتوزع عليها المعاملات المطلوب دراسة تاثيرها عشوائيا و قد تكون لوحا لتجربة حقلية او سندانة ....الخ.

3.التوزيع العشوائي Randomness : تتطلب الدقة والامانة العلمية توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية عشوائيا بعيدا عن التحيز مما ينعكس ايجابا في مصداقية نتائج الدرجة .

4.التكرار Replication : هو تمثيل المعاملة الواحدة في اكثر من وحدة تجريبية للحصول عن فكرة صحيحة عن تأثير المعاملة في الصفة المدروسة و زيادة كفاءة التجربة و دقتها لضمان توسيع مدى تعميم نتائج التجربة .

- مخطط التجربة Experiment Layout : أي تحديد مكان و زمان التجربة و طبيعة المواد التجريبية و طريقة توزيع المعاملات في الوحدات التجريبية او العكس ، و لكي يمكن اجراء ذلك فان المساحة التجريبية الكلية تقسم الى عدد من الوحدات التجريبية المتجانسة و عددها النهائي يساوي n ، ثم نختار من هذه الوحدات بطريقة عشوائية تماما عددا و ليكن r_1 و يخصص لاحدى المعاملات المدروسة t فمثلا في تجربة حقلية لمقارنة تأثير ستة مستويات من سماد النتروجين (عدد المعاملات=6) في حاصل الحنطة علما ان كل مستوى كرر اربع مرات أي ان كل منها زرع في اربع الواح تجريبية اختيرت عشوائيا وكل لوح تكون من ثلاث خطوط طولها 5م و يبعد كل منها عن الاخر 0.3 م كما فصلت الالواح عن بعضها بفواصل عرض كل منها 50 سم ، و ترك حول الحقل التجريبي حزام حاجز من محصول الحنطة ليعمل على تحديد التجربة وحمايتها.

- ألتجربة الحقلية :تجرى حراثة لازمة للتربة ثم تنعم وتسوى ثم تقسم الى وحدات تجريبية اعتمادا على عدد المعاملات و تكراراتها فمثلا في تجربة حقلية لتحديد تأثير اربع مستويات من السماد النتروجيني 0 ، 50 ، 100 ، 200 كغم من السماد النتروجيني مع أربع مستويات من السماد البوتاسي 0 ، 20 ، 40، 60 كغم من السماد الفوسفاتي و بثلاث تكرارات أي 48 وحدة تجريبية و بموجب المساحة المتاحة كانت ابعاد كل لوح 4م*4م زرع في كل لوح19 خط طول الخط الواحد360 سم ، إذ تترك مسافة خط واحد من كل جوانب اللوح كخط حارس من التداخلات و المسافة بين خط و اخر 20 سم أي ان التجربة تضمنت 16 معاملة توزعت كألآتي:

N0P0	***N1P0***	***N2P0***	***N3P0***
N0P1	**N1P1**	**N2P1**	**N3P1**
N0P2	**N1P2**	**N2P2**	**N3P2**
N0P3	**N1P3**	**N2P3**	**N3P3**

وفي نهاية التجربة الحقلية يستعمل مضلع خشبي ابعاده 1م*1م ، إذ يوضع في وسط اللوح التجريبي و تحصد النباتات المزروعة بداخله ، لغرض تحليلها مختبرياً .

- تجارب السنادين :

♦حضر عدد من السنادين مع كتابة اسم المجموعة و رمز المعاملة المطلوب استعمالها بخط واضح و مغطى بقطعة بلاستك على جوانب السندانة .

♦زن 1 كغم تربة جافة منخولة بوساطة منخل سعة ثقوبه 2 ملم تخلط جيدا مع 850 غم رمل مغسول بوساطة N6 من حامض الهيدروكلوريك المخفف ثم ماء مقطر .

♦زن المعاملات السمادية المطلوبة ثم اضف وزن كل معاملة مطلوبة الى 50 غم رمل جاف ، اخلطه جيدا ثم انثره بشكل متجانس مع الخلط الى خليط التربة و الرمل المغسول و المحضر في الخطوة اعلاه و صولا الى حالة التجانس و بذلك سيكون الخليط 2 كغم تربة جافة و رمل مغسول ، اما في حالة المعاملات التي لا تتطلب اضافات سمادية فيخلط جميع الرمل المغسول مع التربة الجافة مباشرة و تقل كمية الرمل المغسول تباعا بمقدار 50 غم عند كل معاملة سمادية مطلوبة .

♦اضف الى الخليط المتجانس حجم معين من الماء المقطر ، اخلطه جيدا ، علما ان كمية الماء المضافة للتربة الطينية يجب ان لا تزيد عن 18% و التربة الرملية عن 10% و يفضل اضافة الماء بالتدريج مع الخلط .

♦احتفظ بكمية من الخليط المرطب بالماء بما يكفي وعاء سعته 100 مل .

♦تغطي السندان بغطاء خاص حتى يحصل الانبات ثم توضع بعد ذلك في اناء بلاستيكي يحتوي على ماء بعمق 1–2 سم ، يحتفظ به خلال فترة الزراعة عن طريق اضافة ماء كلما قل العمق .

♦ يروى السندان باضافة كمية مناسبة من الماء وصولا للسعة الحقلية Field Capacity و هي تعبير لمحتوى ألتربة ألرطوبي بعد بزل جميع ماء ألجذب ألأرضي و هذا يحصل بعد مرور 2–3 يوم من ألري ، إذ تكون معظم ألمسامات ألصغيرة في ألتربة مملؤة بألماء بينما ألمسامات ألكبيرة مملؤة بألهواء ، وترجع أهمية هذا ألمحتوى ألرطوبي في ألتربة إلى تمثيله ألحد ألأعلى من ألماء ألمتيسر للإمتصاص من قبل ألنبات . و الطريقة المتبعة في مختبرات التربة هي ألطريقة الوزنية وهي طريقة مباشرة لقياس رطوبة التربة و تتضمن تجفيف عينات ألتربة في ألفرن بدرجة 105 مْ حتى ثبوت وزنها ثم تحسب ألنسبة ألمئوية للرطوبة .

♦ في نهاية تجربة السنادين تقطع جميع النباتات المزروعة في وسط السندانة و تعد للاختبارات الخاصة بتقدير العناصر الغذائية .

♦ألتوثيق ألمختبري :

بعد ألإنتهاء من عمليات ألتحليل توثق خطواتها بدقة في تقرير مختبري يتضمن ألآتي :

- موضوع ألتحليل و ألمصدر ألعلمي الذي اعتمده و طبقه في تحليل ألعينات مختبرياً .
- ألغرض من ألتحليل و ألهدف منه .
- شرح مكثف و مختصر لطريقة ألعمل يتضمن ألأساس ألنظري ، ثم خطوات العمل معززة بصيغ كيميائية و معادلات موزونة ....الخ .
- عرض لإسماء ألأجهزة ألمختبرية ألمستعملة و تصويرها أو رسمها قدر ألإمكان .
- تكتب ألنتائج ألأولية و تبوب ضمن جداول متضمنة للصفات ألمقاسة مع كتابة وحداتها ألقياسية .
- يعبر عن ألنتائج ألنهائية بعد إجراء ألعمليات الحسابية ألمطلوبة في صورة جدول إحصائي و من ثم تمثيله بيانياً .

♦ألتمثيل ألبياني Graphical Presentation :

إن ألرسوم و الصور و ألأشكال ألهندسية ما هي إلا تعبير و توضيح للبيانات بطريقة جذابة و سهلة تساعد ألقارئ على فهم و إستيعاب قيم ألصفات ألتي خضعت للفحوصات ألحقلية و التحاليل ألمختبرية ، و وسائل التمثيل البياني كثيرة و متنوعة مثل ألمدرج ألتكراري و ألمضلع التكراري و المنحنى ألتكراري ... ألخ . و يستعان عادة بالورق ألبياني أو ورق بياني من نوع Semi-Logarithmic أو من نوع Log-Logarithmic ويمكن إدخال ألبيانات ضمن برنامج Exel لتوخي الدقة أكثر ، و ذلك بنقر ألأيقونة Chart Wizard و من ثم نختار Custom Types و نعين الشكل Logarithmic Chart Types .

أما إذا كان موضوع ألبحث يتطلب ألمقارنة أو ألتنبؤ فعندئذٍ نلجأ إلى سبل إحصائية تتضمن إختبار معنوية ألإختلافات بين معاملات ألبحث ألخصوبي ANOVA أو ألتنبؤ عبر تحليل ألإنحدار ألبسيط و غالباً ألمتعدد ...الخ .