رقم الترتيب :

رقم التسلسل :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيـــــــل شهـــــــادة مـــاستـــــــــــر أكـــــــــــاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة
شعبة: العلوم البيولوجية
تخصص: تنوع حيوي وفيزيولوجيا النبات
الموضوع:

استجابة خصائص الانبات والنمو لنقع بذور صنفين من القمح (Tender Maouna/Dur Bousselem) في المحلول النانوي لكل من Zn و Ag

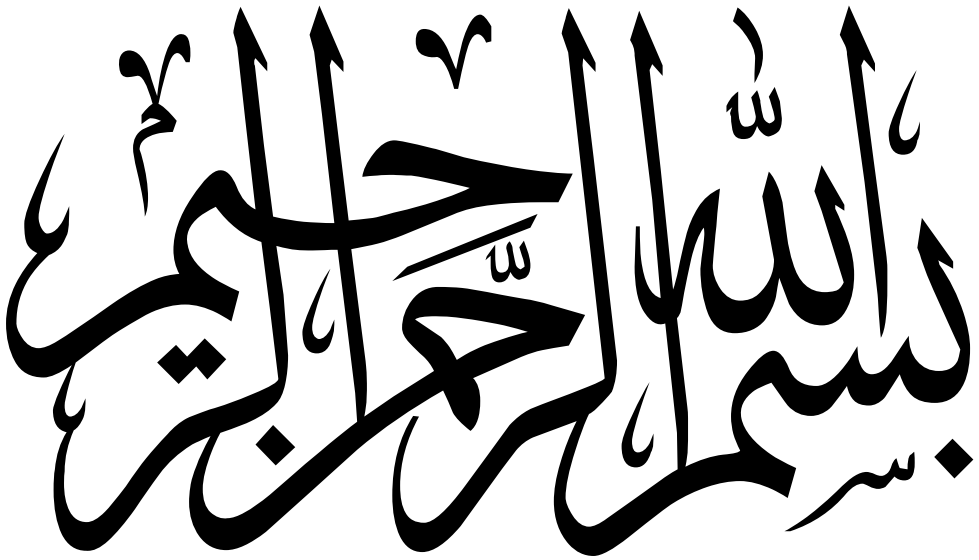
من اعداد:

نوري أميرة، دبار رجاء وباقي وئام

نوقشت يوم .../٠٦/٢٠٢٣ من طرف لجنة المناقشة:

بن الحبيب عبد الحميد	أستاذ محاضر(ب)	رئيسا	جامعة الـوادي
غمام عمارة الجيلاني	أستاذ مساعد (أ)	مؤطرا	جامعة الـوادي
خزاني البشير	أستاذ مساعد (أ)	عضو	جامعة الـوادي

الموسم الجامعي: ٢٠٢٢/٢٠٢٣


بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

لا بد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع زملائنا وأساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهوداً كبيرة في تدريسنا وتربيتنا وتكويننا وقبل أن نمضي نتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة لله عز وجل على نعمة العقل وعلى كل نعمه الأخرى التي لا تعد ولا تحصى على إعانته لنا على إنجاز هذا البحث المتواضع فله الحمد والشكر أولاً وآخراً . ثم نشكر آباءنا وأمهاتنا الذين عانوا الصعاب لأجلنا ليمهدوا لنا طريق العلم ، وإلى كل الأساتذة الأحياء منهم والأموات (رحمهم الله) الذين يرجع لهم الفضل في تعلمنا ووصولنا لهذا المستوى المشرف، وإلى الأستاذ الفاضل " **غمام عمارة الجيلاني** " الذي أشرف علينا وله الفضل بحيث أنه لم يدخر أي جهد في توجيهنا ومساعدتنا في تجميع المعلومات ونصحنا ، وإلى لجنة المناقشة كلٌ باسمه كذلك الشكر موصول لإدارة جامعة الشهيد حما لخضر بالوادي لحسن تعاملهم وتسهيلهم الخدمات لنا وتوفير الجو المناسب للدراسة .

وفي الأخير لا نفوت هذه المناسبة دون شكر كل من ساهم في العمل من قريب أو من بعيد ، ونسأل الله عز وجل أن يديم علينا نعمة العقل ويرزقنا الهداية .

أميرة، رجاء ووئام

الإهداء

أهدي عملي المتواضع هذا لكل من مهد لي طريق العلم وأناره لي لكل من زرع في قيمة كنت أرجوها

إلى كل من نقل لي ولو حرف من حروف العلم إلى أساتذة المشوار الدراسي طيلة الحياة

إلى من علمني ومن علمتني آيات الكـــتاب المبين والقول الحق من الله عز وجل مشايخ القرآن الكريم

ولعل أحق من يستحق وأعني إهدائي هذا سبب الوجود من عند الله تعالى والسند في الحياة والحضن الدافئ أبي الروح حفظه الله ورعاه وأدامه تاجاً فوق رأسي، إلى ثمرة فؤادي ومهجة القلب وشجرة الصدق الوحيدة الصابرة معي ولو جارت الأزمان التي أفنت العمر لكي أصل إلى هنا أمي جنتي، والداي قدمتما الغالي والنفيس ولو سنحت الفرصة لقدمتما الروح فداءا رزقكما الله الجنة

إلى أخي وحيدي وعضدي وسندي الثاني "**حمزة** " وإلى أختاي حبيبتاي "نضال وإيمان سهروا معي لكي أُنجز ، أصل، أفرح

إلى روح جدتي الطاهرة "**تجانية**" التي لن أنساها ولن أنسى فضائلها علي والتي كان لها فضل فيما أنا عليه الآن رحمها الله وأسكنها فسيح جناته وإلى روح كل أجدادي وعائلتي الكبيرة جمعاء

صديقات القلب قبل كل شيء إلى المؤنسات والداعمات صديقاتي حبيباتي : وئام – سلسبيل- رجاء – نور الإيمان – رانيا أدامهن الله وأدام محبتهن وقربهن.

وأهديه إلى صديقة العمر بدءا من الطفولة الجميلة حبيبة القلب والروح التي لا طالما أجدها أمامي وفي جميع حالاتي "**الهانية** " والتي أدعو الله أن يشفيها ويسدد خطاها

وإلى من أشرف ولم يبخل وقدم جزاه الله كل الخير الأستاذ "**غمام عمارة الجيلاني**"

وإلى كل من يستحق أهدي هذا العمل.....

أمـــيرة

الاهداء

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا أن نهتدي لولا أن هدانا الله أهدي هذا العمل المتواضع : إلى من تجسدت

حكمتها في عطاءها الصامت اللامتناهي

" والدتي العزيزة"

إلى القلب الطيب الذي ناضل كثيرا لنصل

" والدي العزيز"

إلى من كبرت معهم وعليهم اعتمدت ، إلى من بوجودهم اكتسبت القوة والمحبة التي لا حدود لها " إخوتي

وأخواتي"

إلى من تذوقت معهم أجمل اللحظات صديقاتي :

"رانيا ، أميرة ، وئام ، سلسبيل ، نور"

إلى كل أساتذتي الذين دعموني ووجهوني من بداية مسيرتي

رجاء

الإهداء

إلى شجرة الصدق الوحيدة التي أثمرت بين ملايين الأشجار الكاذبة إلى التي تتقبلني بكل السواد القاتم داخلي

و تفرح لإشراقي من جديد إلى من أقف عاجزة عن وصف مدى حبي لها وخوفي عليها

إلى أمي الحبيبة حفظك الله لنا من كل شر وأدام نورك الساطع في بيتنا

إلى بطلي الأول ومثلي الأعلى، إلى من أطلب منه نجمًا فيأتيني حاملاً السماء إلى من نبش الشوك

من تحت قدماي حتى وصلت إلى هنا أبي الغالي أدامك الله سندًا وظهرًا لي

إلى أختي وحيدتي ومؤنستي: **آيـــة**

إلى من بهم أكبر وعليهم أعتمد إلى من بوجودهم أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها إخوتي: **صهيب – معاذ – أنس**

إلى أعز الصديقات على قلبي وبفضلهم تجاوزت العديد من المحن لم أكن لأتجاوزها بمفردي، فشكرًا لكن من القلب :أميرة –

سلسبيل – رجاء – نور الإيمان – رانيا

إلى الذي تفضل بالإشراف على على هذا العمل المتواضع فكان خير المرشد والمعين ,له مني كل التقدير والاحترام الأستاذ

الفاضل: **غمام عمارة الجيلاني** .

إلى كل من ساندني بدعاء أو كلمة أو ابتسامة... إلى كل أستاذ كان له الفضل حتى وصلت إلى هنا بما أنا عليه... أنتم

نعمة من الله لي.

وأخيرًا ليس آخرا إلى نفسي ... التي تعبت وتحملت وجادت وأعطت ودرست ونجحت وتعلمت دروس الحياة قبل

دروس الجامعة.

وئام

الملخـــص

الملخـــص

الهدف من هذا العمل معرفة مدى استجابة صنفين من القمح اللين(***Triticum aestivum L***) والصلب (***Triticum durum Deaf***)، عند غمر الحبوب في المحاليل النانوية لكل من الفضة Ag والزنك Zn.

قمنا بدراسة مختلف المعايير المرفولوجية والفيزيولوجية تحت تأثير المحاليل النانوية في مرحلة النمو.

- معايير مورفولوجية (عدد الأوراق، مساحة الورقة، محيط الساق، طول الساق).
- معايير فيزيولوجية (نسبة الانبات، المحتوى المائي للأوراق، محتوى الرطوبي لنبات).
- الدراسة التشريحية لكل من ساق، الجذر و الورقة.

تبين النتائج المتحصل عليها تأثير الايجابي للأسمدة النانوية على محيط الساق ومساحة الورقة وعدد الاوراق في كل من صنفين، أما بالنسبة لطول الساق فلا يوجد فروق مقارنة بالشاهد، كما أظهرت فعالية أيضا في نسبة الانبات والمحتوى المائي لنبات والصفات التشريحية.

أظهرت الدراسة أنه بوجود المحاليل النانوية يستجيب صنفي القمح المدروسين بنفس الأليات لكن بدرجات مختلفة.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب، المحاليل النانوية، مورفولوجية، فيزيولوجية، محتوى الرطوبي.

Résumé

L'objectif de ce travail est de déterminer dans quelle mesure deux variétés de blé dur et de blé tendre réagissent, lorsque les grains sont immergés dans des nanosolutions d'argent et de zinc .Nous avons étudié divers paramètres morphologiques et physiologiques sous l'influence de nanosolutions au stade de la croissance.

Critères morphologiques (nombre de feuilles, surface foliaire, circonférence de la tige, longueur de la tige)

Paramètres physiologiques (pourcentage de germination, teneur en eau des feuilles, teneur en humidité de la plante).

Les résultats obtenus montrent l'effet positif des nanofertilisants sur la circonférence de la tige, la surface foliaire et le nombre de feuilles dans les deux variétés, car pour la longueur de la TIGE il n'y a pas de différences par rapport au témoin, l'efficacité a également été démontrée dans le taux de germination, la teneur en eau de la plante et les qualités anatomiques.

L'étude a montré qu'en présence de nanosolutions, les deux variétés de blé étudiées réagissent avec les mêmes mécanismes, mais à des degrés différents .

Mots clés: Blé dur, Nanosolides, Morphologique, Physiologique, Teneur en humidité

Abstract

The aim of this work is to find out how well two varieties of softness (***Triticum aestivum L***) and durum wheat (***Triticum durum Deaf***), respond, when the grains are immersed in nanosolutions of both silver and zinc.
We studied various morphological and physiological parameters under the influence of nanosolutions at the growth stage.

Morphological criteria (number of leaves, leaf area, stem circumference. stem length)

Physiological parameters (germination percentage, water content of leaves, moisture content of the plant) Anatomical study of both the stem, root and leaf.

The obtained results show the positive effect of nanofertilizers on the stem circumference, leaf area and the number of leaves in both varieties , as for the length of the STEM there are no differences compared to the witness, the effectiveness was also shown in the germination ratio, the water content of the plant and anatomical qualities.

The study showed that in the presence of nanosolutions, the two studied wheat varieties respond with the same mechanisms, but to different degrees

Keywords: Durum wheat, Nanosolids, Morphological , Physiological, Moisture content.

الفهـــرس

الفهرس

شكر وتقديـر.....I
الإهداء.....II
الملخـــص.....VI
الفهرس.....X
قائمة الجداول.....XV
قائمة الوثائق.....XVII
قائمة الاختصارات.....XIX
المقدمة العامة.....٢

الجزء النظري: الفصل الأول

دراسة نظرية حول نبات القمح (TRITICUM)

I- نبذة عن نبات القمح.....٦
I-١ تعريف النبات.....٦
I-٢ الأصل الجغرافي.....٦
I-٣ الأصل الوراثي.....٧
I-٤ تصنيف القمح.....٨
I-٤-١ التصنيف النباتي.....٨
I-٤-٢ التصنيف الوراثي.....٩
I-4-3التصنيف حسب مواسم الزرع.....١٠
I-٤-٤ التصنيف حسب كمية البروتين.....١٠
I-٥ التركيب المرفولوجي.....١٠
I-٥-١ الجذر.....١٠
I-٥-٢ الساق.....١١

I-٥-٣ الورقة ١١
I-٥-٤ النورة ١٢
I-٥-٥ الثمرة ١٢
I-٦ التركيب الكيميائي ١٣
I-٧ التركيب النسيجي ١٣
I-٧-١ جنين البذرة ١٣
I-٧-٢ الأغلفة ١٣
I-٧-٣ السويداء ١٣
I-٨ دورة حياة القمح ١٤
I-٨-١ الطور الخضري ١٤
I-٨-٢ الطور التكاثري ١٥
I-٨-٣ طور النضج ١٥
I-٩ احتياجات القمح ١٦
I-٩-١ الحرارة ١٧
I-٩-٢ الماء ١٧
I-٩-٣ الضوء ١٧
I-٩-٤ التربة ١٨
I-١٠ مناطق زراعة القمح ١٨
I-١١ إنتاج القمح الصلب في الجزائر والعالم ١٨
I-١١-١ الإنتاج العالمي من القمح ١٨
I-١١-٢ إنتاج القمح في الجزائر ١٩
I-١٢ من أهم أسباب تناقص القمح مساحة و إنتاجا ١٩
I-١٣ بعض الأمراض التي تصيب القمح ١٩
I-١٣-١ صدأ الساق الأسود ٢٠

I-١٣-٢ الصدأ الأصفر "المخطط " ٢٠
I-١٣-٣ اصفرار و تقزم القمح..... ٢١
I-١٣-٤ التفحم اللوائي..... ٢٢
I-١٣-٥ التفحم السائب..... ٢٢

الفصل الثاني

الأسمدة

I- الأسمدة ٢٥
I-١ تعريف الأسمدة ٢٥
I-٢ أنواع الأسمدة ٢٦
I-٢-١ الأسمدة العضوية..... ٢٦
I-٢-٢ الأسمدة الكيميائية ٢٨
I-٢-٣ الأسمدة النانوية..... ٣٠
I-٣ المقارنة بين الأسمدة التقليدية والأسمدة النانوية..... ٣٧

الجزء التطبيقي: الفصل الأول

المواد والطرق

I- في الميدان..... ٤٠
I-١ تمهيد..... ٤٠
I-٢ موقع التجربة..... ٤٠
I-٣ المادة النباتية..... ٤٠
II- في المخبر..... ٤١
II-١ الأدوات والمحاليل المستعملة..... ٤١
II-٢ خطوات العمل..... ٤٢
II-٢-١ تصميم التجربة..... ٤٢
II-٢-٢ تحضير الدقائق النانوية..... ٤٢

II-٢-٣ تحضير وتعقيم حبوب القمح ٤٤
II-٢-٤ زراعة البذور ٤٤
II-٢-٤ المعايير المدروسة ٤٥
II-2-5 الدراسة التشريحية ٤٩

الجزء التطبيقي: الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

I- النتائج والمناقشة ٥٢
I-١- تأثير النقع في محلول الدقائق النانوية على الإنبات ٥٢
I-٢ تأثيرالنقع في محلول الدقائق النانوية على المعايير المورفولوجية ٥٣
I-٣ تأثير النقع في محلول الدقائق النانوية على المعايير الفيزيولوجية ٥٧
I-٤ تأثير النقع في المحاليل النانوية عل التراكيب الداخلية للنبات ٥٩
الخاتمة ٧١
قائمة المراجع ٧٣
الملاحق ٨٥

قائمة الجداول

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
٠١	التصنيف النباتي لنبات القمح	٨
٠٢	التصنيف الحديث	٩
٠٣	المكونات الكيميائية لنبات القمح	١٣
٠٤	إنتاج القمح في العالم	١٩
٠٥	إنتاج القمح في الجزائر	١٩
٠٦	المقارنة بين الأسمدة التقليدية والأسمدة النانوية	٣٧
٠٧	أصناف القمح المدروسة	٤١
٠٨	الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة في التجارب المخبرية	٤١
٠٩	معدلات قياس التراكيب الداخلية لساق صنفي القمح TM وDB	٦٢
١٠	معدلات قياس التراكيب الداخلية لورقة صنفي القمح TM وDB المعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية	٦٥
١١	معدلات قياس التراكيب الداخلية لجذور صنفي القمح TM وDB المعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية	٦٨

قائمة الوثائق

قائمة الوثائق

رقم الوثيقة	عنوان الوثيقة	رقم الصفحة
٠١	منشأ وانتشار القمح	٧
٠٢	التصنيف الوراثي للقمح	٨
٠٣	الجذور الجنينية والعرضية	١١
٠٤	التركيب المورفولوجي لنبات القمح	١٢
٠٥	التركيب النسيجي لحبة القمح	١٤
٠٦	أطوار نمو القمح	١٦
٠٧	صدأ الساق الأسود	٢٠
٠٨	الصدأ الأصفر	٢١
٠٩	اصفرار وتقزم القمح	٢١
١٠	التفحم اللوائي	٢٢
١١	التفحم السائب	٢٣
١٢	التسميد الأخضر وحرث المحاصيل في التربة	٢٦
١٣	رسم توضيحي لآلية تصنيع الكومبوست	٢٨
١٤	أحجام الهياكل الكيميائية والبيولوجية في مقياس النانو	٣١
١٥	مراحل تخليق الأسمدة النانوية	٣٣
١٦	امتصاص وحركة الجسيمات داخل النبات	٣٥
١٧	التركيب البلوري لأكسيد الزنك	٣٦
١٨	موقع حديقة المنزل المقامة بها الزراعة	٤٠
١٩	تصميم الزرع	٤٢
٢٠	مراحل تحضير دقائق الزنك النانوية	٤٣
٢١	مراحل تحضير دقائق الفضة النانوية	٤٣
٢٢	عملية نقع البذور	٤٤
٢٣	عملية الزراعة	٤٤
٢٤	مراحل حساب المساحة الورقية	٤٦
٢٥	العينات النباتية في أكياس	٤٧
٢٦	وزن النبات رطبا وجافا	٤٧
٢٧	تجفيف عينات النبات	٤٨

٢٨	تجفيف العينات الورقية	٤٨
٢٩	عملية غمر المقاطع في الكواشف الملونة	٤٩
٣٠	مراحل الملاحظة المجهرية لمقاطع النبات المختلفة	٥٠
٣١	تأثير الأسمدة النانوية على إنبات صنفي القمح	٥٢
٣٢	تأثير الأسمدة النانوية على محيط ساق الأصناف المدروسة	٥٣
٣٣	تأثير الأسمدة النانوية على مساحة الورقة	٥٤
٣٤	تأثير الأسمدة النانوية على عدد الأوراق	٥٥
٣٥	تأثير الأسمدة النانوية على طول الساق	٥٦
٣٦	تأثير الأسمدة النانوية على المحتوى المائي النسبي للأوراق	٥٧
٣٧	تأثير الأسمدة النانوية على المحتوى الرطوبي للنبات	٥٨
٣٨	مقطع عرضي لساق نبات القمح تحت المجهر الضوئي	٥٩
٣٩	تأثير الأسمدة النانوية على طول خلايا بشرة الساق	٦٠
٤٠	تأثير الأسمدة النانوية على عرض خلايا بشرة الساق	٦١
٤١	مقطع عرضي لساق نبات القمح تحت المجهر الضوئي (تكبير ٤٠×)	٦٢
٤٢	صورة مجهرية سطحية توضح الثغور داخل بشرة الورقة لنبات القمح	٦٣
٤٣	تأثير الأسمدة النانوية على مساحة الثغور	٦٣
٤٤	مقطع عرضي لورقة نبات القمح تحت المجهر الضوئي (تكبير ٤٠×)	٦٤
٤٥	تأثير الأسمدة النانوية على طول خلايا بشرة الجذر	٦٦
٤٦	تأثير الأسمدة النانوية على عرض خلايا بشرة الجلد	٦٦
٤٧	مقطع عرضي لجذر نبات القمح تحت المجهر الضوئي (تكبير ١٠×)	٦٧

قائمة الاختصارات

قائمة الاختصارات

NPs: Nanoparticles

FW: (weight foul) الوزن الرطب

DW: (Dry weight) الوزن الجاف

TRE: المحتوى المائي النسبي

TM: Tendre MAOUNA

DB: Dur BOUSSELEM

PS: (Poids sec) الوزن الجاف

PF: (Poids fraic) الوزن الرطب أو الطازج

PT: وزن التشبع

Zn-NPs: دقائق الزنك النانوية Nanoparticules de Zinc

Ag-NPs : دقائق الفضة النانوية Nanoparticules d'argent

LSD: Least Significant Differences Test اختبار أقل فرق معنوي

المقدمة العامة

المقدمة العامة

تعد الزراعة من القطاعات الحيوية في اقتصاد العالم، و نظرا للزيادة المستمرة في عدد سكان العالم فإن الأمر استلزم زيادة الطلب على الغذاء، تحتل زراعة الحبوب في العالم مكانة هامة جدا لأنها تشكل الغذاء الرئيسي للإنسان والحيوان.

يعتبر القمح بنوعيه (Triticum *durum* Deaf) و (*Triticum aestivum* L.) من بين الحبوب الأكثر زراعة في العالم والأكثر انتشارا واستهلاكا (Salaam et *al*., 2005) من بين هذه الحبوب تنتشر زراعة القمح في مناطق مختلفة عبر العالم لكن المناطق الأكثر إنتاجا تتمثل في شمال أمريكا وحوض البحر الأبيض المتوسط، تعد الجزائر واحدة من بين الدول المنتجة للقمح، وقد كانت دولة مصدرة له في قرون مضت حيث لقبت خلال عهد الاحتلال الروماني بمطمورة روما لتتحول إلى دولة مستوردة له (Tout, 2009).

هذا الأخير الذي أصبح من المشكلات التي تؤرق العالم و تهدد بعض الدول بشبح المجاعة، لذلك كان الاهتمام بشكل كبير بتوسيع واستصلاح واستزراع أراض جديدة، إضافة إلى رفع الإنتاج بغض النظر عن النوعية، مما أدى إلى زيادة معدلات استعمال الإضافات الكيميائية والتخلي شبه التام عن الإضافات العضوية.

وكما هو معروف أن الأسمدة بشكل عام تعوض النقص في خصوبة التربة من ناحية، و تعوض النقص في مساحة التربة الصالحة للزراعة أو ثباتها من ناحية أخرى و خاصة مع مشكلة تزايد عدد السكان، إذا فالأسمدة من الضروريات التي لا غنى الإنسان عنها في إنتاج الغذاء، لكن يبدو أن استخدام الأسمدة في مجال الزراعة بات سلاحا ذا حدين، بين الضرورة لتقوية الإنتاج و توفير الأمن الغذائي، و بين المخاطر من الإفراط أو سوء الاستعمال لذلك لجأ العلماء الى تصنيع نوع جديد من الاسمدة اعتمادا على تقنية الجسيمات الدقيقة النانو.

يعتبر السماد النانوي أفضل وأحدث أنواع الأسمدة، الذي يلعب دورا في تطوير وتحسين العملية الزراعية بشكل كامل سواء تم رشها أو تم إضافتها إلى التربة أو نقع البذور فيها كمحلول وذلك من خلال تغيير بعض الصفات المورفولوجية و الفيزيولوجية والتراكيب الداخلية للنبات.

تم في هذه الدراسة معالجة صنفين من القمح بمحاليل من الأسمدة النانوية لملاحظة كفاءتها ومن أجل تنظيم العمل تم إتباع خطة العمل التالية:

اشتملت هذه الدراسة على مقدمة وجزئيين، حيث في الجزء الأول عبارة عن دراسة نظرية تحتوي على فصلين هما:

الفصل الأول: يشتمل على دراسة نظرية حول نبات القمح من حيث التوزيع والتصنيف العلمي.

الفصل الثاني: تطرقنا الى تعريف الأسمدة وأنواعها خاصة الأسمدة النانوية.

أما الجزء التطبيقي:

الفصل الأول: خاص بالمواد والطرق المستعملة في الدراسة.

الفصل الثاني: هو عبارة عن استعراض لنتائج الدراسة ومناقشتها ومقارنتها بدراسات سابقة.

وفي الأخير أنهينا بحثنا بخاتمة.

الجزء النظري

الفصل الأول

دراسة نظرية حول نبات القمح

(Triticum)

I- نبذة عن نبات القمح

I-١ تعريف النبات

يعتبر القمح مادة أساسية في غذاء الانسان حيث تعد إحدى مصادر الكربوهيدرات لمعظم دول العالم ، وتدخل في كثير من الصناعات الغذائية ، أما بقايا الحصاد فتدخل في صناعة الأعلاف ، تعود زراعة القمح الى العصور القديمة ، حيث يعتبر من أوائل المحاصيل المستأنسة . وهو نبات عشبي حولي يتبع الفصيلة النجيلية (Gramineae) والجنس Triticum نما أولا في الهلال الخصيب وفي الشرق الأوسط قبل ١٠٠٠٠ سنة تقريبا ويحتل نبات القمح المرتبة الأولى بين المحاصيل الأخرى كالأرز والبطاطا من حيث المساحة والانتاج على المستوى العالمي (إسماعيل، ٢٠١١)

I-٢ الأصل الجغرافي

لا يعرف بالضبط الموقع الذي نشأ فيه القمح حيث أن كل الكتب السماوية ذكرت القمح كمحصول مهم و معروف، تدل أثار القدماء المصريين على أهمية محصول القمح في عصرهم، ومن الثابت أيضا أن الصينيين عرفوا زراعته منذ ٢٧٠٠ سنة قبل الميلاد، ومن المعتقد أن منشأه جنوب غرب آسيا (شفشق والدبابي، ٢٠٠٨).

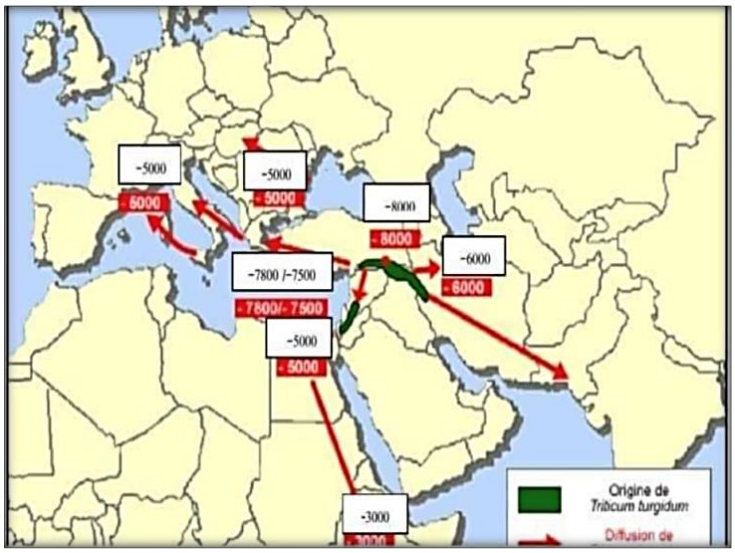
يعتقد أن الأصل الجغرافي للقمح يتمركز ضمن المراكز الغربية لإيران، شرق العراق وجنوب شرق تركيا، ويعد القمح أحد أوائل المحاصيل التي زرعت وحصدت من قبل الإنسان منذ حوالي ٧٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ سنة ضمن منطقة الهلال الخصيب بالشرق الأوسط (Croston et Wiliamas,1981)، ثم تقسيم الموطن الأصلي لمجموعات القمح حسب (Vavilov, 1934) إلى ثلاث مناطق:

- **المنطقة السورية Foyer Syrien:** تضم شمال فلسطين وجنوب سوريا، تمثل المركز الأصلي لمجموعة الأقماح ثنائية الصيغة الصبغية (2n).
- **المنطقة الأثيوبية Foyer Obgsien:** الحبشة تعتبر المركز الأصلي لمجموعة الأقماح رباعية الصيغة الصبغية (4n).
- **المنطقة الأفغانية الهندية Foyer AfghanoIndien:** جنوب الهند، تعد المركز الأصلي لمجموعة الأقماح سداسية الصيغة الصبغية (٦n).

تفيد الآثار أن عملية زرع القمح قد تمت في ثلاث مناطق متقاربة بمنطقة الهلال الخصيب.

- **الموقع الأول:** تتمركز ضمن موقع أبو هريرة في سوريا.
- **الموقع الثاني:** تتمركز بمنطقة أريحا بالضفة الغربية في فلسطين.

- **الموقع الثالث:** في Cayonu منطقة بتركيا، وقد انتشر القمح الصلب في المناطق الواقعة بين دجلة والفرات في العراق ومن ثم ظهر في مواقع أخرى تعتبر أيضا مركزا لتنويعه مثل الشام جنوب أوروبا وشمال إفريقيا وانتشر في السهول الكبرى في أمريكا الشمالية والاتحاد السوفياتي وهذا ماتظهره (**الوثيقة ١**) (لحسين، ٢٠١٤).

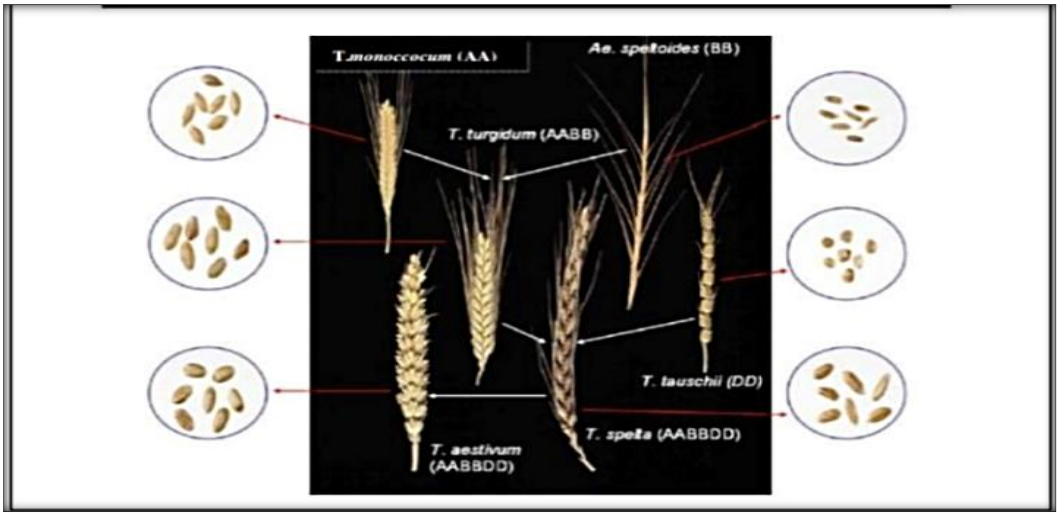


الوثيقة ١: منشأ وانتشار القمح (لحسين، ٢٠١٤)

I-٣ الأصل الوراثي

تستمد أنواع القمح أصلها الجيني من التهجينات الطبيعية بين Triticummonocccum و Triticuو Urartu و الأنواع البرية ذات الصلة التي تنتمي إلى Aegilopsspeltoides.

Triticummonocccum و Triticuو Urartuهما النوعان الأولان من الحبوب المزروعة، ولهما تكون جينومي من A2n=14 (Hannachi et al., 2017)أدى التهجين بين نوعين AABB الجيني Triticumdurum و DD الجيني *Aegilops tauschii* إلى ظهور أنواع AABBDD الجيني Trticumaestivum التقاطع بين Triticumdurum و Aegilops tauschiisspstrangulata حدث من أكثر من ٧٠٠٠ عام (Ouanzar et al , 2012) و(**الوثيقة ٢**) تبين ذلك.



الوثيقة٢: التصنيف الوراثي للقمح (Shewry, 2009)

I-٤ تصنيف القمح

I-٤-١ التصنيف النباتي

اتبع المهتمون بعلم النبات طرقا معتمدة في تصنيف القمح منذ القدم، ولعل ما قام به العالم Lineaus (1753) يعتبر أول الأعمال والجهود المتميزة في هذا المجال كما هو موضح في (**الجدول ٠١**) و (**الجدول ٠٢**).

جدول ١: التصنيف النباتي لنبات القمح

Régne	**Plante**		**المملكة**
Sous Régne	Tracheobiota		**تحت المملكة**
Embranchement	Phanérogamie		**الشعبة**
Sous Embranchement	Magnoliophta (Angiospermes)		**تحت الشعبة**
Division	Magnoliophta		**الطائفة**
Classe	Liliopsida (Monocotylédones)		**الصف**
Sous Classe	Commelinida		**تحت الصف**
Famille	Graminées		**الفصيلة**
Sous Famille	Festucoideae		**تحت الفصيلة**
Tribu	Triticeae		**القبيلة**
Sous Tribu	Triticeae		**تحت القبيلة**
Genre	Triticum		**الجنس**
Espéce	*Tritiums durum* Desf	*Triticum aestivum* L	**النوع**

(Feillet, 2000; Burnie et *al*., 2006)

جدول ٢: التصنيف الحديث			
المملكة	**Plante**		**Régne**
تحت المملكة	Tracheobiota		Sous Régne
الشعبة	Phanérogamie		Embranchement
تحت الشعبة	Magnoliophta (Angiospermes)		Sous Embranchement
/	Angiospermes		Clade
/	Monocotylédones		Clade
/	Commelinidées		Clade
الرتبة	Poales		Ordre
الفصيلة	Poacaes		Famille
الجنس	Tritium		Genre
النوع	*Triticum aestivum* L.	*Tritiums durum* Desf	Espèce

(٢٠٠٩) APG III

I-٤-٢ التصنيف الوراثي

تم تصنيف أنواع جنس Tritium حسب عدد كروموزوماتها إلى ثلاث مجموعات رئيسية (كيال، ١٩٧٩).

الثنائية (٢ن = ١٤): تحتوي الأقماح الثنائية *T. monococcum* على مجموعة صبغية أساسية واحد AA وتضم *T. monococcum*.

المجموعة الرباعية (٢ن =٤٨): تحتوي الاقماح الرباعية على مجموعتين صبغيتين أساسيتين AABB وتضم: *T.drum*، *T.polonicum*، *T.persicum*، *T.dioccoides*.

المجموعة السداسية (Hexaploides) (٢ن =٤٢): تحتوي مجموعة الأقماح السداسية *T. aestivum* على ثلاث مجموعات صبغية أساسية AABBDD وتضم: *T.Vulgare*، *T.Spelta*، *T. compactum*.

وحسب (Machey, ١٩٦٦) يقسم الجنس Titicum إلى ٥ أنواع موزعة إلى ثلاث مجموعات، المجموعة الثنائية والرباعية والسداسية.

- *T.monococcum*: 2n = 14 AA (diploides)
- *T .turgidum*: 2n = 28 AABB (tétraploide)

- *T . aestivum*: 2n = 42 AABBDD (Hexaploides)
- *T. zhukovski*: 2n = 14 AAAAGG (Hexaploides)

I-4-3 التصنيف حسب مواسم الزرع

أما تقسيمها حسب موسم الزرع:

- **القمح الشتوي:** يتم زراعة الحبوب في آخر الخريف فتنمو ثم يحدث للنبات طور سكون نتيجة الجليد، وبعد ذوبان هذا الأخير يبدأ نشاط النبات وينمو في الربيع ويحصد في أوائل الصيف.
- **القمح الربيعي:** إن قسوة الشتاء في بعض الدول تعيق زراعة الحبوب في هذا الفصل لذلك يتم زراعة الحبوب مبكرا في الربيع ليتم حصاده في أوائل الخريف (رمضان،٢٠٠١).
- **الأقماح المتناوبة:** هي أقماح وسطية بين الأقماح الشتوية والربيعية، وتتميز بأنها مقاومة للبرودة (عطوي، ٢٠١٦).

I-٤-٤ التصنيف حسب كمية البروتين

أما تقسيم حسب كمية البروتين فهو:

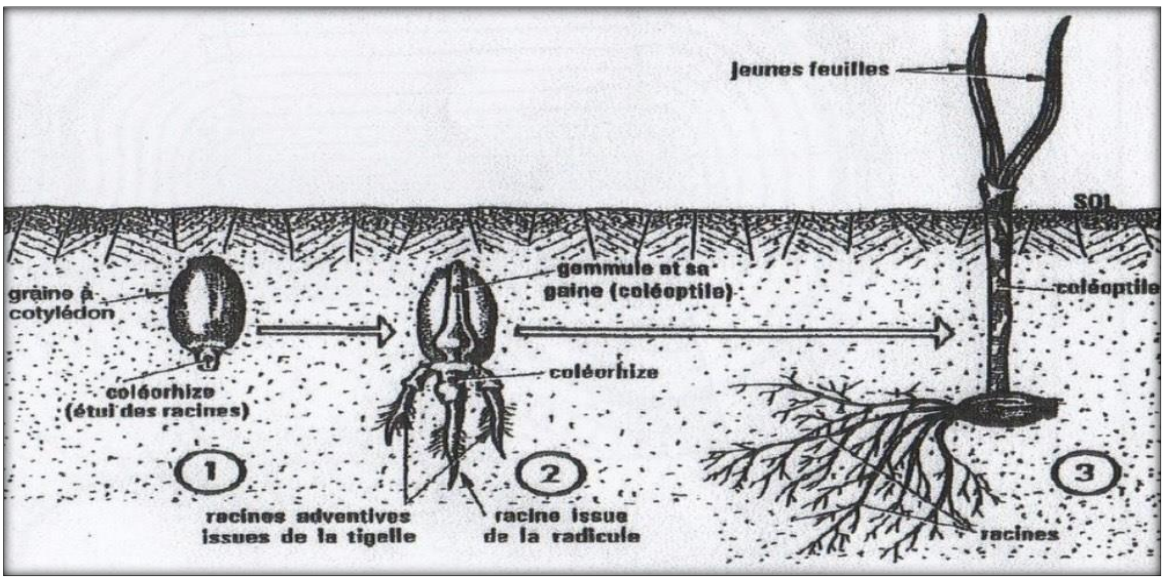
- **قمح صلب:** وفيه تزداد نسبة البروتين (ألفت، ٢٠٠١) وحسب (محمد،١٩٨٢) تمتاز بذوره بغناها بمادة الجلوتين ويستخدم في صناعة العجائن الغذائية.
- **قمح لين:** تقل فيه نسبة البروتين وترتفع فيه نسبة النشاء، وهو النوع المفضل في صناعة الخبز (ألفت، ٢٠٠١) (محمد، ١٩٨٢).

I-٥ التركيب المرفولوجي

I-٥-١ الجذر

يتكون المجموع الجذري من مجموعتين من الجذور، الأولى هي الجذور الجنينية وتخرج من الجنين عند الإنبات والثانية مجموعة الجذور العرضية وتنشأ من عقد الساق السفلي وينشأ عن كل إشطاء مجموعه الجذري الذي يمده باحتياجاته الغذائية والماء، ويشغل المجموع الجذري نحو ٦٠- ٨٠ سم تحت سطح التربة ويتركز في الطبقة العليا، وينحصر نمو الجذور في منطقة تمتد نحو ١٠ مم خلف قمة الجذر، وتختلف سرعة امتداد الجذور كثيرا أثناء النمو، حيث تكون السرعة كبيرة أثناء فترة اعتماد البادرات على الغذاء المخزن بالحبوب. تؤثر الكثير من العوامل على نمو المجموع الجذري وتتوقف نسبة وزن المجموع الجذري إلى المجموع الهوائي على الكثير من العوامل.

وعموما تزداد هذه النسبة بانخفاض درجات الحرارة وبازدياد شدة الإضاءة و بازدياد الإجهاد المائي، وينقص محتوى النتروجين في الأرض ، وتختلف أوراق النبات فيما بينها بمقدار ما تساهم به في إمداد المجموع الجذري بنواتج الأيض (رقية، ١٩٨٠) **(الوثيقة ٣)**.



الوثيقة ٣: الجذور الجنينية والعرضية (بوالفول وكعبوش، ٢٠١٤)

I-٥-٢ الساق

الساق اسطوانية قائمة ناعمة أو خشنة جوفاء باستثناء العقد، ويوجد نخاع لين بسوق القمح القاسي، ويختلف ارتفاع نبات القمح اختلافا واسعا بين الأصناف الطويلة منها، تتكون الأشطاء في البراعم الموجودة في الأوراق على العقد التاجية أسفل سطح التربة، وتنشأ الأشطاء من البرعم الثاني والثالث عادة، أو من براعم أعلى من ذلك، بينما يظل البرعم في إبط الورقة ساكنا ثم يموت.

تتكون الساق من ٥ إلى ٧ سلاميات مغلفة بأغماد الأوراق لتوفير الحماية للساق أثناء النمو، ويختلف أطوال السلاميات على طول النبات ، ويزداد طولها من السلامية السفلى إلى السلامية العليا، وتتشكل السلامية العليا للساق نحو نصف ارتفاع النبات (رقية، ١٩٨٠).

I-٥-٣ الورقة

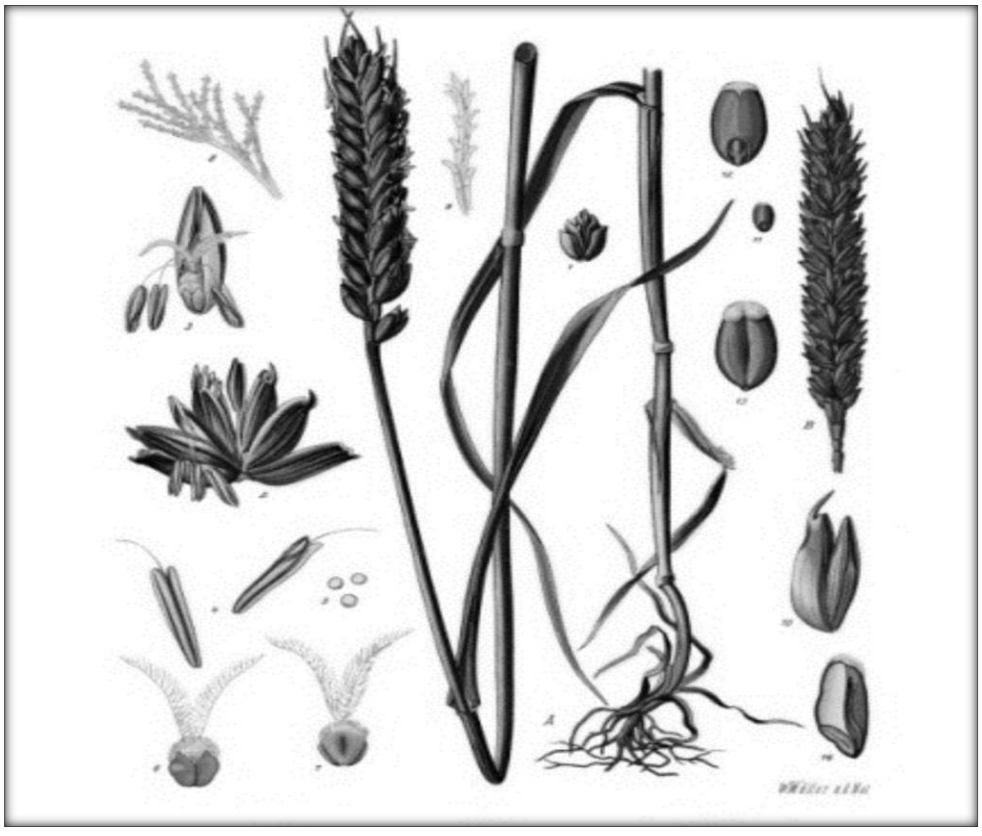
توجد ورقة واحدة عند كل عقدة، تتكون الورقة الخضرية من غمد كامل من الأسفل ومنشق على طوله من الجهة المقابلة للنصل، ويحيط الغمد بالنصل، والنصل ضيق إلى رمحي شريطي مستدق، ويوجد لورقة القمح زوج من الأذينات عند قاعدة النصل إذ يوجد أذين على كل جانب، وتكون الأوراق مرتبة على الساق بالتبادل في صفين متقابلين (رقية، ١٩٨٠) **(الوثيقة ٤)**.

I-٥-٤ النورة

لنورة سنبلة تحمل من ١٠ إلى ٣٠ سنيبلة، ويتراوح طولها بين ٥سم إلى ١٢،٥سم، والسنيبلات فردية جالسة عند نهاية كل سلمية مرتبة بالتبادل على محور السنبلة، السلميات ضيقة عند القاعدة وعريضة عند القمة مما يجعل شكل النورة متعرجا . السنيبلة هي وحيدة التزهير تحتوي على قنبات وهما ورقتان حرشفيتان تظهران كأنهما متقابلتان إلا أن نقطة ارتكاز أحدهما أعلى من نقطة ارتكاز الأخرى، وتظهر بألوان مختلفة إما بيضاء إما سوداء أو حمراء، ويكون سطحها أملس أو مغطي بزغب رقيق وتحمل كل سنبلة من ٢ إلى ٥ أزهار موزعة على صفين جالسة أي بدون عنق إلا الأزهار العليا منها (رقية، ١٩٨٠) **(الوثيقة ٤).**

I-٥-٥ الثمرة

برَة بيضوية يمتد مجرى بوسط الحبة من القمة إلى القاعدة بالجهة البطنية للحبة المحدبة من السطح الزهري و الغلاف الثمري مجعد على الجنين، ويتراوح عدد الحبوب في السنبلة من ٢٥ إلى ٣٠ حبة **(الوثيقة ٤)**.



الوثيقة ٤: التركيب المورفولوجي لنبات القمح (بوالفول وكعبوش، ٢٠١٤)

I-٦ التركيب الكيميائي

حسب (عشاتن، ١٩٨٥) أن حبة القمح تتكون كيميائيا من المواد التالية مقدرة على أساس النسبة المئوية للمادة الجافة وذلك حسب **(الجدول ٠٣)** كالتالي:

جدول ٠٣: المكونات الكيميائية لنبات القمح

المواد التي تحتوي عليها حبة القمح	النسبة المئوية من المادة الجافة
مواد آزوتية	١٤,٠
مواد دهنية	٠١,٩
مواد معدنية	٠٢,٠
سليلوز	٠٢,٩
ماء	٦٣,٨
سكر	٠٣,٢
نيتوزات	٠٧,٤

I-٧ التركيب النسيجي

تتكون حبة القمح من ثلاث أنواع من الأنسجة (Barron et *al*., 2007) **(الوثيقة ٥)**.

I-٧-١ جنين البذرة

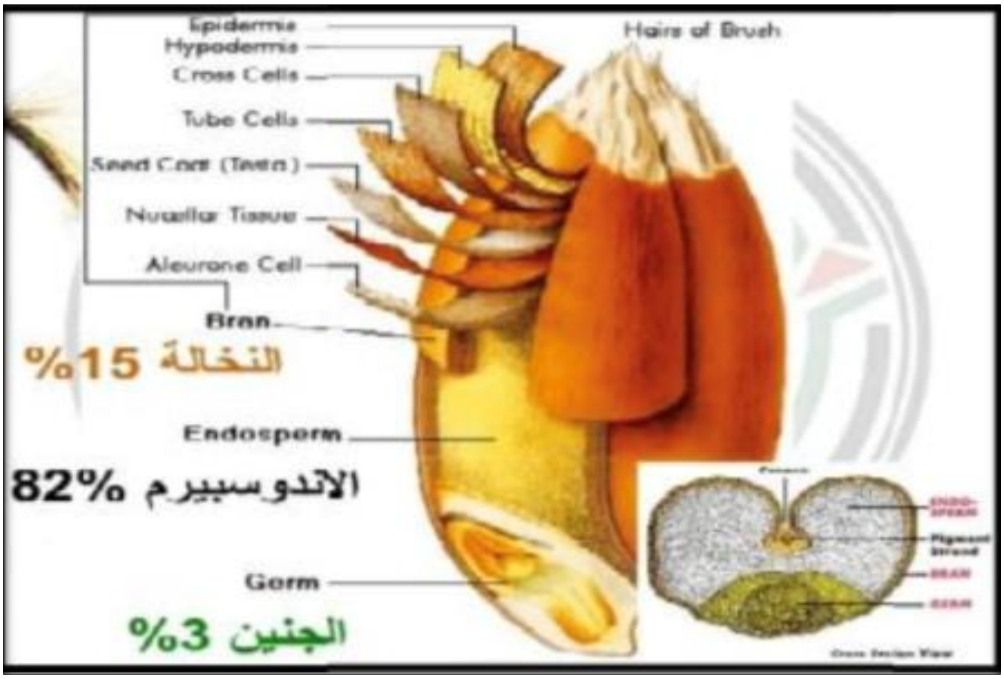
ناتج عن اتحاد الأمشاج الذكرية والأنثوية حيث يحتوي جنين البذرة في الحبوب على نسبة من الليبيدات والفيتامينات كما يحتوي على أعلى نسبة من الرطوبة في الحبة الناضجة (Song et *al*., 1998).

I-٧-٢ الأغلفة

تتكون من ٥ أنسجة متوضعة فوق بعضها، كل نسيج من هذه الأنسجة له سمك طبيعة مختلفة (Barron et *al*., 2007).

I-٧-٣ السويداء

وهو النسيج الأكثر وفرة في الحبة يتكون من Albumenamylace وخلايا طبقة الأليرون (Aleurone).



الوثيقة ٥: التركيب النسيجي لحبة القمح (كريوط،٢٠٢٢)

I-٨ دورة حياة القمح

I-٨-١ الطور الخضري

أ- مرحلة الإنبات

تحتــاج حبة القمح للإنبات إلى عنصرين رئيسيين هما الحرارة والرطوبة (Chakrabarti et *al.*, 2011) حيث تتراوح درجة الحرارة الصغرى لبدء الإنبات بين ٣،٥ – ٥،٥ درجة مئوية، تمتص حبة القمح الماء من التربة ليصل إلى ٣٥- ٤٥ % من وزنها (Evan et Rawson, 1975) فيخرج الجنين الموجود في أعلى قمة الحبة من سباته بمفعول تحفيز إنزيمات النمو مؤدية إلى تكاثر الخلايا فتظهر أولا الجذور الأولية البذرية في جانب من البرعم، ويظهر فوقها العماد (Coléoptil) الذي يحمي انبثاق الورقة الأولى ويشرع في النمو نحو الأعلى . امتداد أو طول الكوليوبتيل يكون محددا بعمق الزرع وطوله يتغير باختلاف الأنماط الوراثية (Kirby, 1993)، أصناف القمح نصف المتقزمة تمتلك كوليوبتيل قصير بالمقارنة مع الأصناف الطويلة . بعد انتفاخ العمد في أعلاه تخرج منه الورقة الأولى ثم الثانية ثم الثالثة حتى يظهر الجنين البذري (Hay et Kirby, 1993)، ويكتمل الإنبات عند ظهور أعماد أغلب الحبات المزروعة، البذور ذات الحجم الكبير لها العديد من المحاسن والامتيازات بالمقارنة مع البذور صغيرة الحجم مثل سرعة نمو النبيتة عدد الأشطاء الخصبة ضمن النبات الواحد والمردود الحبي العالي.

ب- مرحلة الإشطاء

عند وصول النبات إلى مرحلة الأربعة أوراق ، تبدأ البراعم الجانبية (الأشطاء) في النمو ويبرز أولها في إبط الورقة الأولى للفرع الرئيسي (Benlaribi, 1990) ويتواصل ظهور الأوراق والبراعم الجانبية مع سيقانها في النبات (Soltner, 1980) في نفس الوقت تبدأ الجذور الرئيسية في البروز مباشرة تحت مستوى سطح الأرض مكونة طبق الإشطاء (Plateau de tallage)، ينتهي ظهور الأشطاء وتمايزها عادة مع بداية إستطالة الساق (Bakar et Gebeheyou, 1982).

أظهر الباحثان Gallagher et Bisco (1978) أنه ليست جميع الأشطاء تنتج سنابل في القمح، وبين Fischer et *al.*, (1976) عدد الأشطاء الخصبة يتأثر بكل من النمط الوراثي والظروف البيئية وكثافة الزرع، بين Bousba (٢٠١٢) و Longnecher et *al.*, (1993) أن عملية الأشطاء لا تتوقف عند مرحلة نمو معينة لكن و إلى حد ما تتحكم فيها العديد من العوامل الوراثية والبيئية.

I-٨-٢ الطور التكاثري

وينقسم هذا الطور إلى مرحلتين أساسيتين:

أ- مرحلة الصعود و الانتفاخ

تتميز هذه المرحلة بتأثير تطاول السلاميات التي تشكل الساق (Chaume)، وأثناء هذه المرحلة تتنافس الإشطاء الصاعدة الحاملة للسنابل مع الإشطاء العشبية من أجل عوامل الوسط، وتؤثر هذه الظاهرة على الأشطاء الفتية وتؤدي إلى توقف نموها (Masle, 1981) اعتبر (Fisher et *al.*, 1998) أن هذه المرحلة من أكثر المراحل الحساسة في نبات القمح وذلك بسبب تأثير الإجهاد المائي والحراري على عدد السنابل المحمولة في وحدة المساحة . تنتهي مرحلة الصعود عندما تأخذ السنبلة شكلها النهائي داخل غمد الورقة التويجية المنتفخة والتي توافق مرحلة الانتفاخ (Bahlouli et *al.*, 2005).

ب- مرحلة الإسبال والإزهار

تبدأ هذه المرحلة بمرحلة الإسبال والتي خلالها يبدأ ظهور السنبلة من خلال الورقة التويجية ، تزهر السنابل البارزة عموما ما بين ٤ إلى ٨ أيام بعد مرحلة الإسبال (Bahlouli et *al.*, 200٥) وقد أشار Abbassenne et *al.*, (1998) أن درجات الحرارة المنخفضة خلال مرحلة الإسبال تتسبب في إرجاع خصوبة السنابل.

I-٨-٣ طور النضج

يبدأ النضج بعد إتمام عملية التلقيح تعمير وملء الحب المتكون خلال ٢٥- ٣٠ يوم (Bahlouli et *al.*, 2005)، ويشمل أطوار تكوين الحبوب من بداية تكوينها داخل السنبلة إلى غاية حفافها وتصلبها (Geslin et Rivals, 1965)، وينقسم إلى:

أ- الحبة الحليبية

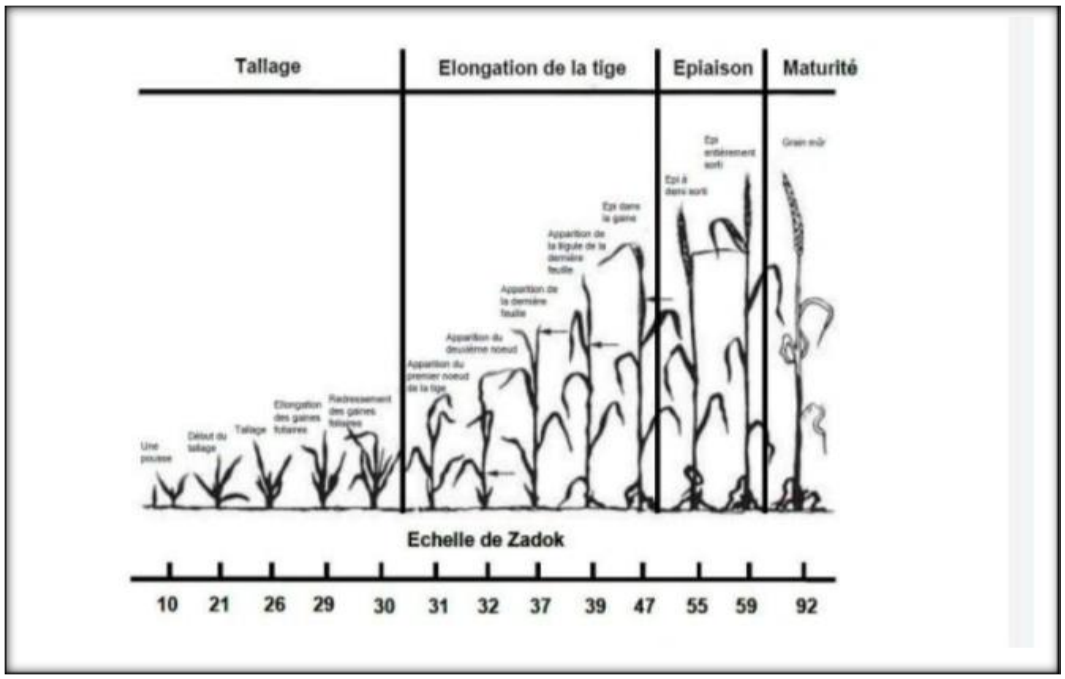
تواصل نمو المبيض بعد الإخصاب يؤدي إلى تشكل الحبة التي تأخذ بدورها في النمو داخل جوف الزهرة لتبلغ بذلك الطور الحليبي حيث تمتلئ الحبة (السويداء) بسائل أبيض "مادة نشوية" ويبقى في هذه المرحلة لون الحبة أخضر كبقية النبتة في حين تميل الأوراق السفلى للنبات إلى الإصفرار. يتشكل الجنين في نفس الوقت الذي تنمو في السويداء (Jones et *al*., 1989).

ب- الحبة العجينية

يزداد تركيز النشاء والبروتينات داخل سويداء الحبة بفعل عملية التمثيل الضوئي ويتواصل إعادة توزيع المواد المخزونة في الأوراق والسيقان فيرتفع بذلك وزن المادة الجافة في الحبة وتزداد كثافة محتواها تدريجيا وتنتقل الحبة بذلك إلى الطور العجيني الذي تبلغ في الحبة أقصى وزنها.

ج- الحبة الناضجة

في هذه المرحلة من النمو تفقد الأوراق والسيقان والسنابل لونها الأخضر وتدخل الحبة طور النضج الفيزيولوجي الذي تأخذ فيه لونها الذهبي المعروف وحجمها النهائي، ويصبح القمح قابلا للحصاد عند تصلب الحب حيث تنخفض نسبة الرطوبة للحبة إلى حوالي ١٢% وتصبح سهلة التصدع والتشقق.



الوثيقة ٦: أطوار نمو القمح (Zadoks et *al*.,1974)

I-٩ احتياجات القمح

تنتشر زراعة القمح بين خطي ٣٠- ٦٥ شمال خط الاستواء وحتى ارتفاع ٥٠٠ م عن سطح البحر وما بين خطي ٢٧-٤٠ جنوب خط الاستواء وحتى ارتفاع ٣٠٠٠ م عن سطح البحر (كيال، ١٩٧٩).

I-٩-١ الحرارة

العوائق التي يمكن أن تحدد النمو وتطور مختلف المحاصيل البرد، الجفاف والحرارة المرتفعة (Evans et Wardlaw,1976) فالنباتات تختلف في احتياجاتها في درجة الحرارة، وأفضل درجات لجميع المحاصيل ما بين ٢٤-٤٣ درجة مئوية (الدين ومحي، ١٩٩٠) وتنبت الحبوب في نطاق حراري بين ٣- ٣٢ درجة مئوية وتكون المثلى في ٢٥ درجة مئوية، وتنمو خضريا في نطاق حراري بين ٥- ٣٨ درجة مئوية وتكون المثلى في ٢٨ درجة مئوية (نعمة وآخرون، ٢٠٠٠) تعتبر الحرارة أهم بالنسبة للقمح لأنها تحدد موسم النمو وموعد الزرع المثالي لكل منطقة من مناطق زراعة القمح (فيتيتي، ٢٠٠٣).

كما يشير محمود (١٩٩٨) إلى المحاصيل النامية في المناطق الحارة تكون أقل مقدرة على تحمل الملوحة مقارنة مع المحاصيل النامية في المناطق الباردة.

وحسب كيال (١٩٧٩) فإن ارتفاع درجات الحرارة عن اللازم بعد الإزهار يؤدي إلى زيادة النتح وخلل في التوازن بين نسبة الماء الممتص والماء المفقود مما يؤدي إلى ضمور الحبوب كما أن درجات الحرارة المنخفضة جدا (أقل من ٤ درجة مئوية) تؤدي إلى تحطيم السنابل الفتية (Fhetche, 1983; Bouzerzour, 1998).

I-٩-٢ الماء

يعتبر الماء من العوامل المحددة لإنتاج نبات القمح، كما أن أكبر كمية من الهيدروجين والأكسجين التي تدخل في تركيب المادة الجافة مصدرها الماء.

يشير Baldy (1974) إلى أنه من أجل الحصول على الإنبات فإن بذور القمح تحتاج إلى الماء يجب عليها أن تمتص من ٢٠- ٢٥ مرة من وزنها ماء من أجل إعادة إنتفاخ الخلايا الموجودة في حالة راحة و التمكن من تحليل ونقل المدخرات نحو الشتيلة (ريشة موجودة داخل البذرة) (Soltner, 1998) ويبين نفس العالم أن كمية الماء لها تأثير على المادة الصلبة الجافة ومن أجل إذابة ١ غرام من المادة الجافة يجب توفير ٥٠٠ ملل من الماء عند القمح الصلب.

كما يشير Karou et *al.*, (1998) إلى وجود فترتين تتطلبان كمية كبيرة من الماء هما:

الخريف (بذر- إنتاش) والربيع (الاستطالة- تسبيل) ويرى (Bousbaa, 2013; Neffar, 2012) أن توفر الماء أو جلبه في فترة النمو تسمح برفع الإنتاج من ١٢ إلى ٢٠ قنطار/هكتار ، إن امتصاص الماء من طرف القمح بصفة منتظمة يسمح بنمو مستقر مع رفع محتوى الحبة من المادة الجافة (Baldy,1974)

I-٩-٣ الضوء

من المعروف أن القمح من نباتات النهار الطويل (Long Day Plant) تحتاج نباتاته لفترة ضوئية أطول الحد الحرج حتى تزهر، بالنسبة لفترة الإضاءة اليومية فإنها ضرورية لكافة المراحل في حياة النبات ولعل أهمها هي مرحلة الإسبال، إذ يتطلب هنا أن تكون فترة الإضاءة اليومية ١٢- ١٤ ساعة.

والإضاءة الشديدة تؤدي زيادة قدرة النبات على التفريغ وزيادة المادة الجافة وبالتالي زيادة المحصول كما أن سرعة إزهار النباتات تزداد بإطالة فترة الإضاءة التي تتعرض لها النباتات يوميا ولمن نبات القمح الذي ينمو تحت الإضاءة المصطنعة يكون نموه ضعيف وينتج سنابل ضعيفة وصغيرة وقليل من الحبوب وتؤدي عملية الارتباع إلى نقص الاحتياج للتعرض لنهار طويل مستقلا، ويتوقف عدد الحبوب على مستويات الضوء التي تتعرض لها النبات من مرحلة تكوين أصول النورات إلى مرحلة تفتح الأزهار ويؤدي النهار الطويل إلى إسراع تكوين الأزهار.

I-٩-٤ التربة

بخصوص التربة فقد أجمع الباحثين الذين يشتغلون في ميدان التربة إن زراعة النجيليات تصلح في كل الأراضي إلا أنها تعطي محصولا جيدا في الأراضي الغضة العميقة الجيدة التهوية مناسبة جدا للقمح حيث تعتبر الأراضي الطينية الثقيلة الصرف أسوء الأراضي التي تأخر فيها المحصول وهذا حسب ما أشار إليه (حامد، ١٩٧٩).

I-١٠ مناطق زراعة القمح

إن أفضل مناطق زراعة القمح عالميا تقع بين ٣ ° و ٦° شمال وبين ٢٧° و ٤٠° جنوب خط الاستواء، ولكن يمكن زراعته خارج هذه المناطق، ويحتاج القمح لينمو لدرجة حرارة ما بين ٣ – ٣٢ ° م وتعتبر درجة الحرارة ٢٥°م المثلى لنمو القمح، يزرع معظم القمح عالميا في مناطق ذات معدل سنوي ٣٧٥- ٨٧٥ ملم ولكن يمكن زراعته في مناطق ذات هطول ٢٥٠- ١٧٥٠ ملم (فضل، ٢٠١١).

I-١١ إنتاج القمح الصلب في الجزائر والعالم

يعتبر القمح الصلب (*Triticum durum* Desf) أكثر المحاصيل أهمية في العالم، فهو كثير الاستخدام في غذاء الإنسان والحيوان (Cheftel et Cheftel, 1992)، وهو قيم في صنع العجائن الغذائية في جميع أنحاء العالم (Jeant et *al*., 2008) وفي شمال إفريقيا تعتمد مئات وملايين الناس على الأغذية التي تصنع من نبات القمح (Feillet,2000)

I-١١-١ الإنتاج العالمي من القمح

إن الإنتاج العالمي من القمح الصلب بلغ ٢٩,٣ مليون طن سنويا في الفترة ما بين ١٩٩٧/١٩٨٨ **(الجدول ٠٤)** (ADE, 2000) إن أكبر منتج للقمح الصلب هو الاتحاد الأوروبي بمتوسط معدل إنتاج ٧,٩ مليون طن سنويا، أما في خارج الاتحاد الأوروبي فإن الدول الأكثر إنتاجا هي تركيا، كندا، الولايات المتحدة الأمريكية التي تراوح إنتاجها منه على التوالي ٤,٣ /٤ /٢٠,٥ مليون طن (ADE, 2000).

جدول ٠٤: إنتاج القمح في العالم									
أكبر منتجي القمح في ٢٠١٠	الصين	الهند	الولايات المتحدة	روسيا	فرنسا	كندا	استراليا	ألمانيا	باكستان
الإنتاج (مليون طن متري)	٩٦	٧٢	٥٧	٤٦	٣٧	٢٦	٢٤	٢٤	٢١

(FAO, 2010)

I-١١-٢ إنتاج القمح في الجزائر

يحتل القمح الصلب في الجزائر مكانة عظمى نظرا لاستعمالاته المتعددة في تغذية السكان، فهو في مقدمة الحبوب الشتوية الأربعة المزروعة في البلاد الأكثر أهمية والمتمثلة في: القمح الصلب والقمح اللين، الشعير والشوفان، فقد قدر متوسط إنتاج البلاد منه ما بين ١٩٨٥-١٩٩٧ م حوالي ١,٠٩ مليون طن (Pierre, 2000)، ولقد تطور هذا الإنتاج ليصل موسم ٢٠٠٠-٢٠٠١ م إلى ما يقارب ٢,٦ مليون طن وهي تمثل نسبة ٤٦,٦٢% من مجموع إنتاج الحبوب الشتوية الذي بلغ ذلك الموسم ما يقارب ١,٨ مليون طن، بنسبة ٤٤,٧٧% من مجموع إنتاج الحبوب الشتوية تلك السنة الذي بلغ ما يقارب ٤,٠٩ مليون طن، كما زادت وتطورت المساحة المخصصة لزراعته عبر السنوات ٢٠١١- ٢٠١٢ م (Madr,2005,2006).

جدول ٥: إنتاج القمح في الجزائر				
الفترة	٢٠٠١ ـ٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨
المساحة (ألف هكتار)	١٨٦٥،٨٣	٢٠٥٨،٠٥	١٩١١،٧١	١٠٠٦،٥٧
الإنتاج (ألف طن)	٢٣٣٠،٢٦	٢٦٨٧،٩٣	٢٣١٨،٩٦	١٢٧٨،٧٠

(FAO,2010)

I-١٢ من أهم أسباب تناقص القمح مساحة و إنتاجا

- الزحف الصحراوي والمد العمراني.
- التوسع في زراعة الأشجار المثمرة خاصة الزيتون في الأراضي المخصصة لزراعة المحاصيل في المناطق المطرية.
- تفتت الملكية وصغر الحيازة الزراعية (فضل، ٢٠١١).

I-١٣ بعض الأمراض التي تصيب القمح

يعتبر القمح من أهم المحاصيل الغذاء في جميع أنحاء المعمورة، وتتوقع منظمة الأغذية والزراعة الدولية أن يبلغ إنتاج القمح من العالم ٦٧٥ مليون طن، لكنها تحذر من أن إمدادات الحبوب الإجمالية وعلى رأسها القمح ستظل شحيحة نظرا لتنامي الطلب عليها.

ويبلغ الفاقد في محصول القمح نتيجة الإصابة بمسببات الأمراض النباتية و عمليات الحصاد والدراسة والتخزين نحو ٥٠%، ويمكن حصر نحو ٤٤ مرض يصيب القمح سواء في الحقول أو المخازن تتنوع مسبباتها ما بين فطرية وبكتيرية وفيروسية ونيماتودية وغيرها، ومن أهم هذه الأمراض مايلي:

I-١٣-١ صدأ الساق الأسود

ينتج عن الإصابة بالفطر *Puccinia graminis Tritici* ويكون حجم النبات أقل من نظيره السليم وعدد أشطائه أقل، تسقط جراثيم الفطر المحمولة بالهواء على نبات القمح وتنبت مكونة بثرات متطاولة بلون بني محمر على سطحي أنصال الأوراق و أغمادها، أو السيقان والسنابل، ثم تتحول إلى اللون الأسود عند ارتفاع درجة الحرارة أو قبيل نضج النبات.

المقاومة: تكون المقاومة باستخدام الأصناف المقاومة، ومعاملة التقاوي بمبيد جهازي مثل البلانتفكس، والرش عند طرد السنابل بالدياثين أو البليليتون أو الأندار **(الوثيقة٧)**.

الوثيقة ٧: صدأ الساق الأسود (السيد أحمد، ٢٠١١)

I-١٣-٢ الصدأ الأصفر "المخطط "

ينتج عن الإصابة بالفطر *Puccinia strii-formis* وتظهر البثرات اليوريدية على النبات المصاب على هيئة بثرات صغيرة وذات لون أصفر ومنفصلة بعضها عن بعض ، وتكون مرتبة في صفوف متوازية ومتجاورة وتوجد على الأوراق الزهرية، وفي نهاية الموسم تظهر البثرات التيليتية ويكون لونها بنيا داكنا، وتظل مغطاة ببشرة العائل فتكتسب المظهر اللامع مع الأملس.

المقاومة: استخدام الأصناف المقاومة ومعاملة التقاوي بمبيد جهازي مثل البلانتفكس، والرش عند طرد السنابل بالدياثين أو البليليتون أو الأندار **(الوثيقة٨)**.

الوثيقة ٨: الصدأ الأصفر (السيد أحمد، ٢٠١١)

I-١٣-٣ اصفرار و تقزم القمح

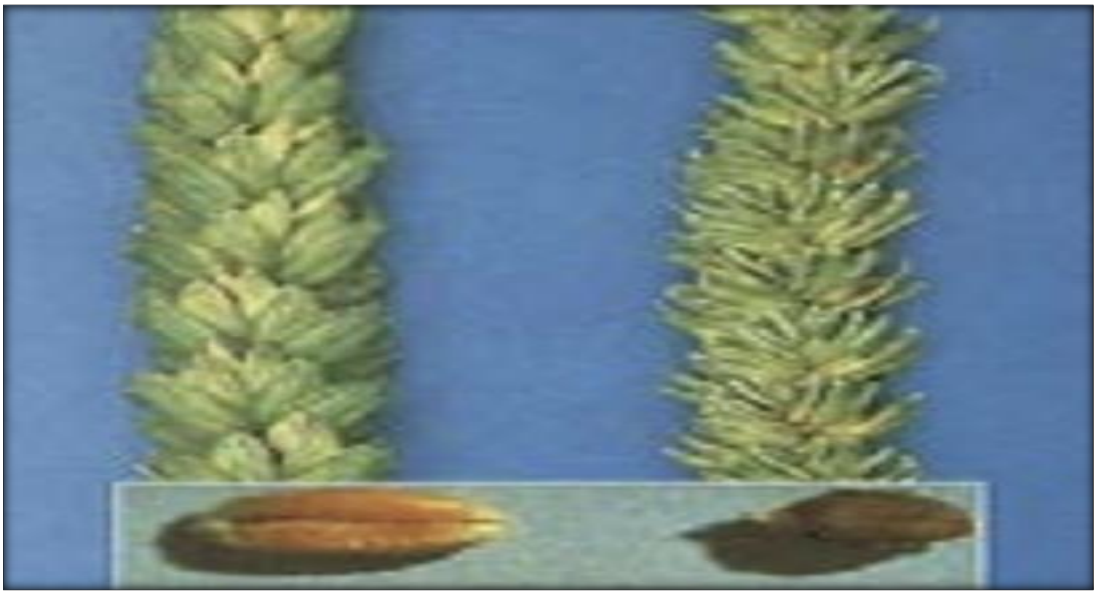
ينتج عن الإصابة بالفيروس Barley Yellow Dwarf Virus وتظهر الأعراض في صورة اصفرار الأوراق بدءا من القمة إلى القاعدة مع بقاء العروق خضراء، وتلون قمم الأوراق في بعض الأحيان باللون الأحمر، وقد تلتف أطراف الأوراق للأعلى و عند إصابة البادرات يتقزم النبات ويقل أو يقف تكوين السنابل، وينتقل هذا الفيروس بواسطة أنواع عدة من حشرة المن أثناء تغذيته على النباتات المصابة ولا ينتقل عن طريق البذور أو التربة.

المقاومة: يقوم المرض بالعمليات الزراعية مثل التخلص من الحشائش وحرقها وتقليل الرطوبة حول النبات ومقاومة الحشرات الناقلة للفيروس، واستخدام تقاوي معتمدة **(الوثيقة٩)**.

الوثيقة ٩: اصفرار وتقزم القمح (السيد أحمد، ٢٠١١)

I-١٣-٤ التفحم اللوائي

ينتج عن الإصابة بالفطر *Urocystis agropyri* وينتشر هذا المرض في معظم مناطق زراعة القمح في العالم، لكنه يعتبر من الأمراض المهمة في عدد محدود من هذه المناطق، تبدأ ظهور هذه الأعراض في الموسم فتظهر على أنصال الأوراق و أغمادها الأكبر في العمر بمجرد أن تنبسط، وأحيانا على القنابع والسيقان بمجرد استطالتها بشكل بثرات تفحمية واضحة تمتد بين العروق على شكل خطوط طولية منتفخة لونها رمادي أو أسود رمادي، وتتمزق أنسجة الورقة في مكان البثرات إلى شرائح، وينشأ عن وجود البثرات في نسيج الورقة بين العروق التفاف النصل والتواؤه على نفسه، ثم يتدلى بعد ذلك ويذبل ولهذا سمي بالمرض بالتفحم اللوائي (السيد أحمد، ٢٠١١) **(الوثيقة ١٠)**.



الوثيقة ١٠: التفحم اللوائي (السيد أحمد، ٢٠١١)

I-١٣-٥ التفحم السائب

وينتج عن الإصابة بالفطر وتكون النباتات المصابة أطول قليلا من السليمة، وتطرد سنابلها قبل السليمة بعدة أيام، وتتحول حبوب السنابل إلى كتل سوداء مغطاة بغشاء رقيق تمزقه الرياح، فتظهر محاور السنابل عارية تماما، وتحدث العدوى بواسطة الجراثيم المحمولة بالرياح حيث يترافق انتشارها مع فترة إزهار السنابل السليمة فتسقط على الأزهار، ثم تنبت وتصيب مبيض الزهرة، ويكمن الفطر في أجنة الحبوب أو بجانبها، وعند زراعة الحبوب في الموسم التالي ينمو الفطر ليصل إلى القمة النامية للنبات، وفي طور إزهار النبات ينشط الفطر ويفتك بجميع أجزاء الزهرة ولا يبقى من السنبلة إلا محورها.

المقاومة: تكون المقاومة بنقع الحبوب في الماء العادي (٢٢٠-٢٥٥م) لمدة ٥٦-٦٤ ساعة، وهو ما قد يؤدي إلى التخلص من الفطر، وينصح أحيانا بمعاملة التقاوي بالماء الساخن، إلا أنه يؤخذ على هذه الطريقة حاجتها إلى أجهزة مكلفة وخبرة فنية، ربما لا تتوافر لدى المزارعين، إضافة إلى زراعة أصناف مقاومة للمرض (السيد أحمد، ٢٠١١) **(الوثيقة ١١)**.

الوثيقة ١١: التفحم السائب (السيد أحمد، ٢٠١١)

I-١٤ الأهمية الاقتصادية للقمح

يعتبر القمح المحصول الأكثر أهمية من الناحية الاقتصادية والمردود الحبي الاستراتيجي الأول لمعظم سكان العالم، فهو يزود العالم ب ٥٥% من إجمالي الكربوهيدرات، و٢٠% من السعرات الحرارية الغذائية المستهلكة.

كما يحتل ١٧% من المساحة المزروعة وهذا يؤمن الغذاء الأكثر من بليوني نسمة حوالي ٤٠% من عدد السكان، ويفوق معدل إنتاجه كل محاصيل الحبوب الأخرى ليصبح بلا منازع من أهم محاصيل الحبوب في العالم كونه يزرع ضمن مدى واسع من الاختلافات البيئية، على الرغم من زيادة الإنتاج الثابتة للقمح خلال العقود، إلا أنه سنة ١٩٤٩ م حدث انخفاض كبير في السوق مما أدى إلى ارتفاع أسعاره (اشترس، ٢٠٠٧) فتم اعتماد العديد من البرامج بهدف الزيادة في الإنتاج ومواكبة الزيادة في الاستهلاك الغذائي البشري، وتتمثل أهمية القمح الاقتصادية من خلال ما يلي:

- يعتبر مصدرا هاما للثروة من خلال عائداته المالية خاصة لدى الدول المنتجة والمصدرة.
- تسخير بعض الدول إياه مثل الولايات المتحدة الأمريكية كسلاح ضغط موجه ضد الدول الكبرى والصغرى (السلاح الأخضر).
- دخوله في عدة صناعات مثل العجائن وصناعة الخبز.
- يستخدم في إنتاج الوقود الحيوي في بعض الدول.
- يعتمده العديد من الدول كغذاء رئيسي للبشر.

الفصل الثاني

الأسمدة

I- الأسمدة

I-١ تعريف الأسمدة

تعرف الأسمدة (أو المخصبات) الزراعية بأنها مواد طبيعية أو صناعية تزود النبات بما يحتاجه من عناصر غذائية ضرورية لنموه وتطوره وزيادة إنتاجه. وتبعا لمصدرها، تصنف الأسمدة لصنفين رئيسيين هما، الأسمدة العضوية، والأسمدة الكيميائية، وتضم الطبيعية مخلفات حيوانية ونباتية بينما تحضر الكيميائية من مواد كيميائية ومعدنية في مصانع متخصصة، يمكن أن تكون هذه الأسمدة سائلة أو صلبة أو غازية. وتبعا للكمية التي يحتاجها النبات من العناصر المغذية المختلفة والتي تقسم إلى عناصر أساسية (كبرى) يحتاجها النبات بكميات كبيرة، وعناصر ثانوية (صغرى) يحتاجها النبات بكميات أقل ولكنها ضرورية للنبات. يعود استخدام الأسمدة بصورتها الطبيعية إلى تاريخ الزراعة نفسها، بينما بدأت طلائع استخدام الأسمدة الصناعية في القرن التاسع عشر مع بداية الثورتين الصناعية والزراعية في أوروبا، ثم أخذت صناعة الأسمدة طابع التصنيع التجاري على نطاق واسع بعد الحرب العالمية الثانية (مصطفى، ٢٠١٨) .

أما التسميد هو عملية إضافة العناصر الغذائية للنبات بهدف تعويض خصوبة التربة من هذه العناصر غير موجودة فيها، أو تلك الموجودة بكميات قليلة وغير كافية لحاجة النبات، أو الموجودة بصورة غير جاهزة أي غير صالحة للامتصاص من جذور تلك الأشجار (إياد، ٢٠١٨).

ومن خلال التعريفات السابقة يظهر لنا أن التسميد مصطلح واسع بحد ذاته وعلمية ضرورية و النبات على حد سواء، ومن أهم فوائد التسميد بصورة عامة حسب (Soltner, 2003) ما يأتي:

- تحسين الخواص الفيزيائية و الكيميائية للأرض الزراعية.
- تحسين نظم الزراعة.
- تحسين صفات المنتجات الزراعية.
- زيادة الإنتاج.

I-٢ أنواع الأسمدة

I-٢-١ الأسمدة العضوية

السماد العضوي هو عبارة عن مادة عضوية غنية بالمكونات الدبالية ويتحصل عليه من عملية تخمير المخلفات العضوية من المخلفات النباتية والحيوانية مع بعض الإضافات (المخلفات المنزلية المنتقاة، إفرازات الحيوانات السائلة....) ويوجد بعض الإضافات لتسهيل التحلل وتحسن المنتج النهائي (تراب، قش، أوراق، أسمدة معدنية طبيعية، الأحياء الدقيقة....) وقد يحتاج الأمر لإضافة "الكومبوست" السماد المتخمر للحصول على بداية جديدة لتنشيط الميكروبات (الكائنات الحية الدقيقة)، وتساهم الميكروبات في عملية تحلل المادة العضوية فهي تهيئ الظروف لعملية التحلل لتكوين الدبال الدائم (دليل التحول إلى الزراعة العضوية). ومن أنواع الأسمدة العضوية يوجد:

أ- الأسمدة الخضراء

ويقصد بالتسميد الأخضر حرث بعض المحاصيل في التربة لزيادة محتواها من المادة العضوية والعناصر الغذائية، ولتحسين خواصها الطبيعية والكيميائية والحيوية، ويتم بزراعة المحاصيل البقولية وتركها تنمو لحد معين (قبيل الإزهار) ثم حرثها في نفس التربة وهي خضراء، يتم حشرها ونقلها إلى تربة أخرى لتحرث فيها، وعادة تستعمل النباتات البقولية مثل البرسيم والترمس شتاءا، والبرسيم الحجازي و اللوبيا والفاصوليا و الفول السوداني صيفا، كما يتم استخدام محاصيل غير بقولية لنفس الغرض منها الشعير والزمير أو السبيلة (الشوفان البري) وأحيانا القمح شتاءا وحشيشة السودان والدخن كمحاصيل صيفية، و**الوثيقة ١٢** تبين وضع السماد الأخضر في التربة (رشيد ناصر وآخرون، ٢٠١٨).

الوثيقة ١٢: التسميد الأخضر وحرث المحاصيل في التربة (رشيد ناصر وآخرون، ٢٠١٨)

تتميز النباتات الصالحة للتسميد الأخضر بسرعة نموها وتعمق جذورها وقلة أليافها، وتتميز نباتات العائلة البقولية عن باقي النباتات المستخدمة في التسميد الأخضر بقدرتها في زيادة محتوى التربة من النيتروجين من خلال علاقتها التكافلية مع البكتريا المثبتة للنتروجين من الهواء ويزداد محتوى التربة من النيتروجين القابل للامتصاص بعد حرث النباتات الخضراء فيها أما إذا كانت النباتات في نهاية عمرها فهذا يزيد أكثر من محتوى التربة من المادة العضوية و لكن بدرجة أقل مقارنة بالسماد البلدي أو الكومبوست.

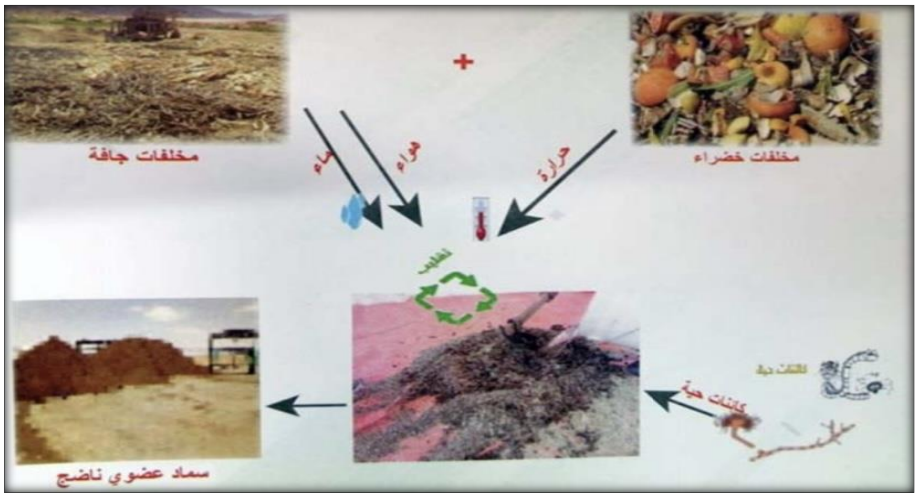
ب- السماد البلدي "سماد المزرعة"

يتكون السماد البلدي من خليط من روث و بول الماشية وحيوانات المزرعة مضافا إلى طبقة تتكون من التربة أو المخلفات النباتية، وتختلف الحيوانات فيما بينها من حيث التركيب الكيماوي للروث والبول، وذلك حسب نوع و عمر الحيوان و أيضا نوعية وكمية الأعلاف المقدمة لها، ويخرج الحيوان في الروث والبول حوالي ٥٠ % من المادة العضوية الموجودة في الأعلاف التي تتناولها، ٧٥% من النيتروجين، ٨٠% من الفسفور ٩٠% من البوتاسيوم الموجود في تلك الأعلاف وهذا يعظم من قيمة السماد البلدي وإنتاجه بالطرق السليمة (رشيد ناصر وآخرون، ٢٠١٨).

ج- الكومبوست

يعتبر الكومبوست من ضمن الأسمدة التي تستطيع النباتات امتصاصها والاستفادة منها تدريجيا، كما يعرف بأنه السماد العضوي الناتج من تحويل المواد العضوية النباتية والحيوانية من خلال التخمير بواسطة كائنات التربة إلى مواد غذائية غنية بالعناصر الغذائية.

ويعتبر الكومبوست غذاء للتربة ومن ثم للنباتات، وهو غني بالمواد العضوية والعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات وخاصة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم و العناصر الصغرى، كما أنه يساعد في زيادة أعداد الكائنات النافعة في التربة، وتحسين وخواص التربة الفيزيائية والتقليل من الإصابات الحشرية والفطرية، و إتلاف بذور نباتات الأدغال، و(**الوثيقة ١٣**) تبين آلية تصنيع الكومبوست.



الوثيقة ١٣: رسم توضيحي لآلية تصنيع الكومبوست (رشيد ناصر وآخرون، ٢٠١٨)

د- الكومبوست الدودي

هو نوع من أنواع الكومبوست الناتج من المخلفات العضوية وتكون أغلبها مخلفات نباتية ويمكن أن تتواجد معها نشارة الخشب وكميات قليلة من التربة، حيث يتم إعداد الكومبوست على نطاق محدود (مزرعة أو حديقة صغيرة) وتستخدم لذلك أوعية توضع فيها المخلفات وتضبط نسبة الرطوبة بها عند ٤٠-٥٠ % وتضاف إليها ديدان التربة (تستخدم أنواع معينة من الديدان ويمكن الحصول عليها من كومة سماد المزرعة أو إسطبل الخيول) بأعداد كافية لهضم المخلفات، تتغذى الديدان على المخلفات الموجودة في الوعاء وتمر في قناتها الهضمية مع وجود الميكروبات، حيث يتم هضمها والقضاء على البكتريا والفطريات المرضية، وتأخذ الديدان حاجتها من الغذاء ويتبقى جزء تخرجه الديدان في صورة الكومبوست غني بالدبال والعناصر الغذائية لنمو النبات بعدة عدة أسابيع، وتأكل الدودة الواحدة ما يساوي وزنها مواد عضوية يوميا . يحتوي الكومبوست الدودي الناتج عن العناصر السمادية ما يعادل خمسة أضعاف النيتروجن وسبعة أضعاف الفوسفور وأحد عشر ضعف البوتاسيوم الموجود بالتربة (رشيد ناصر وآخرون، ٢٠١٨).

I-٢-٢ الأسمدة الكيميائية

بدأت طلائع استخدام الأسمدة الصناعية في قرن التاسع عشر مع بدأ الثورتين الصناعية والزراعية في أوروبا (Van, 2001)، ثم أخذت صناعة الأسمدة طابع التصنيع التجاري على نطاق واسع بعد الحرب العالمية الثانية، ويعرفها (إياد، ٢٠١٨) بأنها مركبات كيميائية تحضر صناعيا، وهي إما تكون بسيطة أو تحتوي على عنصر سمادي أو أسمدة مركبة والتي تحتوي على أكثر من عنصر سمادي واحد.

كما يذكر نفس العالم أن التسميد الكيميائي (المعدني) يتم من خلاله إضافة العناصر المعدنية في صورة ميسرة معدنية أيونية وجاهزة للامتصاص من قبل جذور الأشجار حتى يستفاد منها النبات بصورة مباشرة.

من أسباب الزيادة في استخدام الأسمدة الكيميائية وخاصة العناصر الصغرى حسب ياسر (٢٠٢٠) ما يلي:

- التوسع العمودي للأراضي للزراعة وما ترتب عنه من زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة المنزرعة وبالتالي زيادة استنزاف العناصر الغذائية الموجودة في التربة مما تتطلب الأمر زيادة من مصدر خارجي.
- التوسع الأفقي للزراعة وما استعيب فيه من زيادة المساحة المنزوعة وهذه الأراضي عادة فقيرة في محتواها الغذائي بصفة عامة.
- التقدم المذهل في الهندسة الوراثية و ما يترتب عنه من استنباط سلالات نباتية عالية الإنتاجية والتي تتطلب زيادة في احتياجاتها من العناصر الغذائية.
- عدم الالتزام بدورة زراعية جيدة تحسن خصوبة التربة.
- قلة المواد العضوية مع فقر الأسمدة العضوية البديلة من العناصر، مما يتطلب إتاحة الأسمدة المعدنية.

ومن أنواع الأسمدة الكيميائية نذكر منها:

أ- الأسمدة النتروجينية

من أهم الأسمدة النتروجينية ما يلي:

- **سلفات النشادر:** تعتبر سلفات النشادر مصدرا جيدا للآزوت الميسر، وهي لا تفقد بسرعة من التربة كنترات الصوديوم، وتتميز بأن لها تأثير حامضي على التربة.
- **نترات الصوديوم:** تعتبر نترات الصوديوم سمادا سريع الذوبان والامتصاص ومعرضا للفقد من التربة.
- **نترات الكالسيوم:** لهذا السماد خصائص نترات الصوديوم، وهو سريع الذوبان في الماء، ويعد مصدر جيدا للكالسيوم بالإضافة إلى محتواه من النيتروجين .
- **نترات البوتاسيوم:** يتميز سماد نترات البوتاسيوم باحتوائه على كل من النيتروجين و البوتاسيوم في صورة صالحة للامتصاص.
- **اليوريا:** تحلل اليوريا عند إضافتها للتربة إلى آمونيا ثم إلى نترات.

- **سينـاميد الكالسيوم:** يتحلل سيناميد الكالسيوم عند إضافته للتربة إلى كربونات الكالسيوم واليوريا ثم تحلل اليوريا بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، معطية كربونات الأمونيوم، نترات الكالسيوم.

ب- الأسمدة الفوسفاتية

يرجع كل من الفوسفور الموجود في الأسمدة التجارية إلى صخر الفوسفات (أو معدن الأباتيت) والفوسفور الموجود بالصخر غير قابل للذوبان في الماء، ولا يكون ميسرا لامتصاص النبات، لكن عند طحنه إلى مسحوق دقيق، فإن بعض الفوسفور الموجود به يصبح صالحا لاستعمال النبات بفعل النبات بفعل الأحماض الموجودة في التربة، لكن الكمية الميسرة منه تكون منخفضة جدا ومن بين الأسمدة الفوسفاتية نجد حامض الفوسفوريك، السوبر فوسفات العادي أو الأحادي، السوبر فوسفات المركز فوسفات أحادي الأمنيوم... (http //www.agro-lib-site).

ج- الأسمدة البوتاسية

إن المصادر المبكرة للبوتاسيوم كانت رماد الأخشاب والنباتات ونفايات الشمندر السكري وملح البارود (نترات البوتاسيوم الطبيعية)، ويعتبر كلور البوتاسيوم هو المنتج الأساسي والرئيسي، كما تعتبر كبريتات البوتاسيوم ونترات البوتاسيوم هي الأسمدة البوتاسية الرئيسية غير الكلورية.

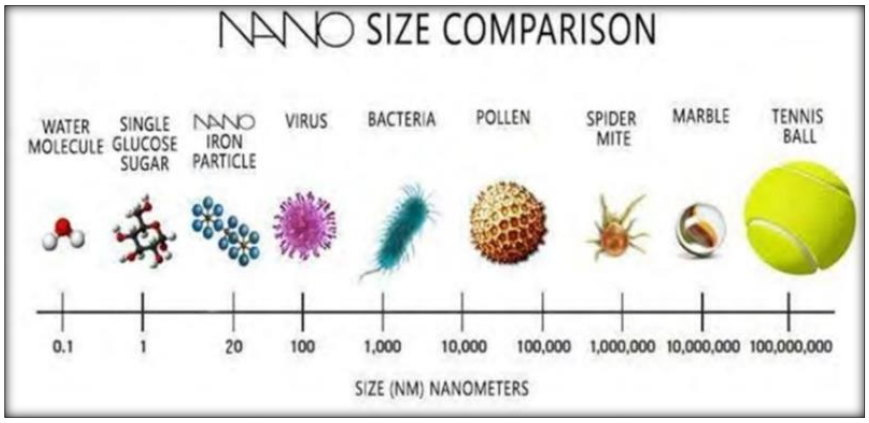
د- أسمدة أخرى

وهي العناصر التي تبدو لأول وهلة بأنها ليس وهلة ليس هامة وضرورية بشكل كبير ولكنها قد تصبح في بعض الحالات ضرورية لزيادة إنتاج المحاصيل أو تحسين النوعية وكمثال يضرب في هذا المجال، السيليكون، الصوديوم والكوبالت (كاخيا، بدون سنة).

I-٢-٣ الأسمدة النانوية

أ- تقنية النانو

تعرف المواد النانوية على أنها أجزاء من المادة النانوية على أنها أجزاء من المادة قطرها أقل من ١٠٠٠ نانومتر، ويعتمد القطر على طريقة التحضير والمواد الخام، واجمع العلماء والباحثون على أن قطر المواد النانوية لا يجب أن لا يزيد عن ٢٠٠ نانومتر استعملت تقنية النانو تكنولوجي لأول مرة في الزراعة عام ٢٠٠٢ من قسم الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية بحيث استطاع الباحثون - في السنوات الأخيرة- تسخير تقنية النانو تكنولوجي في انتاج الأسمدة النانوية لتحسين كفاءة استعمالها، إذ أن الأسمدة ذات قابلية ذوبان أعلى وكفاءة أكثر مقارنة مع الأسمدة الطبيعية ذات الأحجام الجزئية (الفتلاوي، ٢٠١٨) (**الوثيقة ١٤**) تبين أحجام هذه الجزيئات في مقياس النانو.



الوثيقة ١٤: أحجام الهياكل الكيميائية والبيولوجية في مقياس النانو Meghana et al., 2021).

ب- خصائص تقنية النانو

- **الخواص الفيزيائية**

الخواص الفيزيائية للمادة المصنوعة بتقنية النانو مغايرة ومختلفة تماما للخواص الفيزيائية للأحجام الكبيرة المصنعة منها، فدرجة انصهار عنصر الذهب مثلا بالحجم العادي التقليدي تصل إلى ١٠٥٠ درجة سيلزس، في حين أن درجة انصهاره بتقنية النانو تصل ل ٥٠٠ درجة مئوية فقط.

- **الخواص الضوئية**

الخواص الضوئية للنانو تمكننا من الحصول على ألوان مختلفة للمادة نفسها، فالذهب مثلا حينما نصل به لأحجام معينة من جزيئاته يعطي ألوان مختلفة، فمثلا ٥ نانو يكون أحمر، ١٠ نانو أخضر وهكذا، باختلاف حجم الجزيئات.

- **الخواص الميكانيكية**

الخواص الميكانيكية للنانو أصبحنا نستغني عن استخدام الماس كمادة أساسية في تصنيع رأس الحفار الذي يقوم بالحفر في باطن الأرض بالكربون "الفحم" النانو متري، وبقوة وصلابة تفوق الماس، وهكذا بدأ العالم يتجه لهذه الصناعات أطلق عليها اسم " تقنية الفقراء " (قصار، ٢٠١٨) جامعة كربلاء العراق كلية العلوم الزراعية.

- **الخواص الكيميائية**

يؤثر تقليل حجم المواد على تفاعل المادة في التفاعلات الكيميائية، لقد لوحظ أنه إذ تم تقليل حجم المادة فإن سرعة التفاعل تزداد أضعافا مضاعفة، الفائدة الإضافية التي يتم الحصول عليها من حجم النانو للجسيم هي تقليل درجة حرارة تدفق التفاعل أيضا من الممكن حدوث القليل من التفاعلات التي لا تحدث في الحجم الكبير (Patil et *al*., 2020).

- **الخواص البيولوجية**

من المعروف أن المواد النانوية تلعب دورا مهما في الطب والعلوم الصيدلانية حيث تؤثر المواد النانوية على مستويات السمية الخلوية في النظم الحية لذلك استخدمت المواد النانوية في تطبيقات بيولوجية لأنه تم اكتشاف أن لديها القدرة في المستقبل في مجال التشخيص الحيوي (أجهزة التوصيف الحيوي) العلاجات وتوصيل الأدوية (Nazeruddin et *al*., 2015).

ج- تطبيقات النانو في الزراعة

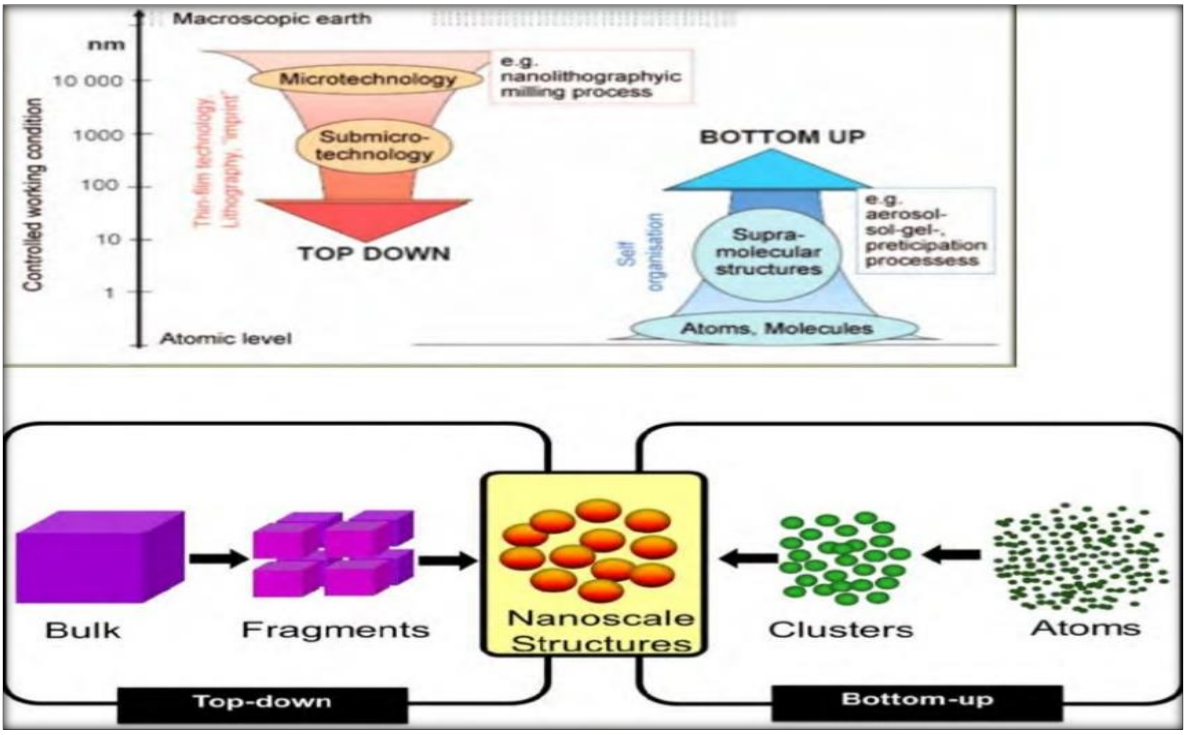
حاليا تقدم تقنية النانو أجهزة ومواد مختلفة لها دور فريد في الزراعة مثل اليوريا التي تعمل كمستشعرات حيوية نانوية للكشف عن محتوى الرطوبة وبالتالي حالة المغذيات في التربة و تستخدم لمكافحة الآفات الحشرية والعشبية وذلك عند استخدامها كمادة حاملة للمبيدات، ومن ثم فإن تكنولوجيا النانو لها دور كبير في انتاج المحاصيل مع السلامة والاستدامة البيئية والاستقرار الاقتصادي (Meghana et *al*., 2021).

د- تعريف الأسمدة النانوية

هي عبارة عن شكل مركب أو معدل من الأسمدة التقليدية أو المواد السائبة للأسمدة و يتم استخراجه من الأجزاء النباتية أو التكاثرية بطرق كيميائية، فيزيائية، ميكانيكية أو بيولوجية بمساعدة تقنية النانو المستخدمة لتحسن خصوبة التربة الإنتاجية وجودة المنتجات الزراعية يمكن تصنيع الجسيمات النانوية من مواد سائبة بالكامل (Alhasan, 2022).

ه- تخليق الأسمدة النانوية

يمكن تخليق المواد النانوية أو الجسيمات النانوية للأسمدة النانوية بطرق مختلفة من الأعلى إلى الأسفل أو من الأسفل إلى الأعلى أو باستخدام أساليب بيولوجية بحيث يعتمد أسلوب من الأعلى إلى الأسفل على تقليل الحجم إلى تجميعات جيدة التنظيم على نطاق نانوي من المواد السائبة وهي طريقة فيزيائية معتمدة على الطحن، هذا الأسلوب ذو تحكم منخفض في حجم الجسيمات النانوية وبالتالي زيادة في كمية الشوائب أما بالنسبة للأسلوب التصاعدي من الأسفل إلى الأعلى فهذه الطريقة تنطلق من المستوى الذري أو الجزيئي باستخدام التفاعلات الكيميائية لبناء الجسيمات النانوية وهذه الطريقة أكثر دقة من سابقتها نظرا للتحكم العالي في حجم الجسيمات والتقليل من الشوائب (Meghana et *al*., 2021) **(الوثيقة ١٥)** تبين مراحل تخليق هذه الأسمدة النانوية.



الوثيقة ١٥: مراحل تخليق الأسمدة النانوية (Meghana et al., 2021).

و- تطبيقات الأسمدة النانوية المختلفة

- **الأسمدة النانوية ذات المغذيات الكبيرة**

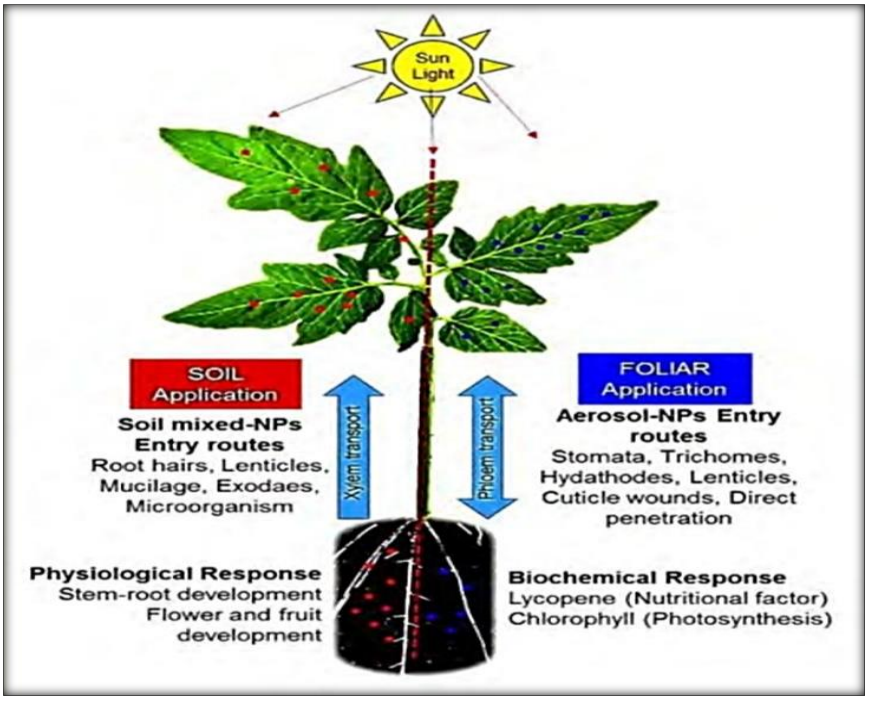
تتكون كيميائيا من واحد أو أكثر من المغذيات على سبيل المثال الآزوت "N" وتأتي هذه الأسمدة النانوية ذات المغذيات الكبيرة في مجموعة من التركيبات، هناك حاجة ماسة إلى الأسمدة النانوية عالية الكفاءة و الصديقة للبيئة، وبالتالي أصبح تخليق الأسمدة النانوية ذات المغذيات الكبيرة محورا رئيسيا لأبحاث الأسمدة من أجل ضمان حصول النبات على الكمية المناسبة من العناصر الغذائية مع تقليل تكاليف النقل وتحسين الإنتاج الغذائي في نفس الوقت وبالمقارنة مع الأسمدة التقليدية، فإن الأسمدة النانوية ذات المغذيات الكبيرة (N, P, K) تزيد بشكل كبير من نمو المحاصيل و إنتاجها مما يشير إلى زيادة في كفاءته من خلال عدد من العوامل بما في ذلك حجم الجزيئات والتشتت ومحتوى المادة العضوية وامتصاصها وقوام التربة ومسار التعرض ودرجة الحموضة، فعندما يتم استخدام سماد النتروجين النانوي بمعدل ٦mg فقد تبين أنه أكثر إنتاجا للبذور ١٧،٦% وإنتاج الزيت ٢٨،٧% عند مقارنته بمعاملات الأسمدة النتروجينية التقليدية.

- **الأسمدة النانوية ذات المغذيات الدقيقة**

تحتاج النبات الحديد Fe و تنمو بشكل صحيح لذلك يجب أن تشتمل عليها الأسمدة النانوية ذات المغذيات الصغيرة، بحيث تحتاج النباتات ما بين ١ و ٥ ملغ /ل ومن خلال الدراسات أدت إضافة الأسمدة النانوية المحتوية على الحديد إلى زيادة وزن الحبوب وإثراء محتوى الكلوروفيل بعد ٨٥ يوما من المعالجة وبالنسبة إلى Mn NPs يؤدي استخدامه إلى زيادة نسبية في طول الجذع والكتلة الحية الطازجة وزيادة طول الجذور وعددها كما هو الحال عند Zn NPs الذي يؤثر على نمو النبات بشكل عام كما أثبتت الدراسات على مجموعة من النباتات (Alhasan, 2022).

ز- امتصاص وحركة الجسيمات النانوية

يمكن للجسيمات النانوية أن تدخل إلى نظام النبات من خلال مسارات مختلفة للجذور أو أنسجة الأوراق (البشرة...) أو من خلال الجروح وتقاطعات الجذور أيضا، يلعب قطر مسام جدار الخلية دورا رئيسيا في تنظيم دخول الجسيمات عبر جدار الخلية (٥- ٢٠ نانومتر) وبالتالي فإن الجسيمات النانوية تتجمع بقطر أقل من حجم مسام جدار الخلية النباتية وبالتالي تمكنها من المرور عبر جدار الخلية بسهولة وتصل إلى البلازما وهناك بعض الدراسات أشارت إلى أن الحد الأقصى من أبعاد الجسيمات النانوية التي يمكن لها السماح بالاختراق والتراكم داخل الخلية النباتية **(الوثيقة ١٦)** (Meghana et *al*., 2021).



الوثيقة ١٦: امتصاص وحركة الجسيمات داخل النبات (Meghana et *al*., 2021).

ك- أمثلة عن الأسمدة النانوية

- **جسيمات الفضة النانوية**

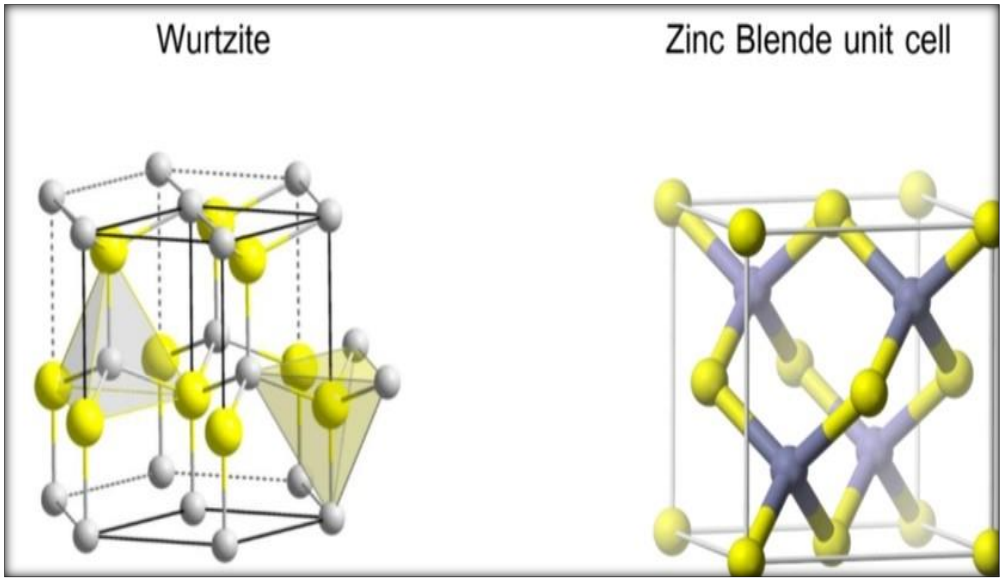
تعد الخامات التي تحتوي الفضة مثل (Ag_2S) و أملاح الفضة (AgCl) مصادر رئيسية للفضة، يعد الفضة عنصرا كيميائيا رمزه (Ag) يتبلور وفق شبكة متمركزة الوجوه (FCC) وهو معدن مرن أصلب قليلا من الذهب يتمتع ببريق معدني أبيض، ويعتبر المعدن النقي أعلى المعادن نقلا للتيار الكهربائي حتى أعلى من النحاس، كما يتمتع الفضة بقدرة كبيرة على التوصيل الحراري (العبوش، ٢٠١٨).

أما بالنسبة لجسيمات الفضة النانوية فهي جسيمات متناهية الصغر، يتراوح حجمها ما بين (١- ١٠٠ نانومتر) تحتل تقنية النانو مكانة بارزة بين الطرق المبتكرة لتطوير المعاملات الزراعية والإنتاج الغذائي، فكثرة تنوع طرق تحضير جسيمات المواد النانوية في أبحاث مجال علم المواد والطاقة والطب وعلوم الحياة، أعطت تسهيلا واضحا لاستخدام تقنية النانو، وتوسيع مجالاتها وتطبيقاتها في المحاصيل المعدلة وراثيا وفي تقنيات إنتاج المواد الكيميائية الزراعية الدقيقة . في الوقت الراهن تسارعت وتيرة تقدم تكنولوجيا النانو بشكل كبير، إذ سجلت عدة طرق لتحضير جسيمات الفضة النانوية، منها فيزيائية، كيميائية، وطريقة الاختزال الكهروكيميائي والاختزال الضوئي، والتحضير بالتبخير الحراري (بامسعود وباحويرث، ٢٠١٧).

- **جسيمات أكسيد الزنك النانوية**

في الحالة العامة مادة الزنك هي مادة غير عضوية وظيفية واعدة ومتعددة الاستخدامات مع مجموعة واسعة من التطبيقات، يعرف باسم أشباه المواصلات، يمتلك ZnO خصائص فريدة من نوعها، يتمتع برابطة أيونية قوية جدا في Zn-O متانة أطول وانتقائية أعلى ومقاومة للحرارة غير مسبوقة في المواد العضوية وغير العضوية **(الوثيقة ١٧)** (Yusof et *al*., 2019).

أما بالنسبة لجزيئات الزنك فهي تمتلك ذات الحجم النانوي أنشطة مضادة للميكروبات أكثر وضوحا من الجزيئات الكبيرة، نظرا لأن الحجم الصغير (أقل من ١٠٠ نانومتر) ونسبة السطح إلى الحجم العالية للجسيمات النانوية تسمح بتفاعل أفضل مع البكتيريا، أظهرت الدراسات الحديثة أن هذه الجسيمات النانوية لها سمية انتقائية للبكتيريا ولكنها تظهر تأثيرات قليلة على الخلايا البشرية، لقد ثبت أن للجسيمات النانوية ZnO نشاط ضد البكتريا موجبة وسالبة الجرام، بما في ذلك مسببات الأمراض الرئيسية (Sirelkhatim et *al*., 2015) ، مثل: *Escherichia coli*، *Listeria monocytogenes*، *Staphylococcus aureus*.



الوثيقة ١٧: التركيب البلوري لأكسيد الزنك وفق طورين (العبوش، ٢٠١٨)

I-٣ المقارنة بين الأسمدة التقليدية والأسمدة النانوية

جدول ٠٦: المقارنة بين الأسمدة التقليدية والأسمدة النانوية

الأسمدة التقليدية	الأسمدة النانوية	الخواص
قلة التوافر البيولوجي بسبب الحفر الكبير وقابلية أقل للذوبان	التوافر البيولوجي بسبب قابلية الذوبان الكبيرة للعناصر وتشتتها	**الذوبان وتشتت المغذيات المعدنية**
يكون المركب السائب أقل توفر ويقلل من الكفاءة	زيادة الكفاءة ونسبة الامتصاص	**كفاءة امتصاص المغذيات**
قد تنتج تأثيرات سامة	أقل سمية و آمنة	**التأثيرات البيئية**
الإفراط في إطلاق الأسمدة	يتم التحكم بدقة في معدل الإطلاق	**أوضاع التحرير الخاضعة للرقابة**
تستخدم من قبل النباتات وقت التسليم ويتم تحويل المتبقي لأملاح غير قابلة للذوبان في التربة	استخدام ممتد	**المدة الفعالة لإطلاق المغذيات**

(Meghana et *al*., 2021)

الجزء التطبيقي

الفصل الأول

المواد والطرق

I- في الميدان

I-١ تمهيد

تعد الأسمدة النانوية من التطبيقات الزراعية الحديثة والتي يسعى من خلالها العلماء واختصاصيو الزراعة للحصول على أفضل وأجود وأوفر انتاج زراعي حيث تهدف دراستنا إلى تحديد مدى تأثير نوعين من الأسمدة النانوية متمثلة في الفضة Ag والزنك Zn على قوة الإنبات ونمو عند صنفين من القمح الصلب واللين.

I-٢ موقع التجربة

تم اختيار حديقة منزل دبار جمال والتي تقع في بلدية البياضة ولاية الوادي ذات الاحداثيات (٨VFM+GJM) كما توضحه (**الوثيقة ١٨**).

الوثيقة ١٨: صورة توضح موقع حديقة المنزل المقامة بها الزراعة (Google LLC, 2023)

I-٣ المادة النباتية

استع ملنا في هذه الدراسة صنفين من القمح أحدهما من أنواع القمح الصلب *Triticum durum* والاخر من اللين *Triticum aestivum* L. كما يوضحه **الجدول (٧)**.

الجدول ٧: أصناف القمح المدروسة

الأصناف	الاسم بالعربية	الأصل الجغرافي	الاختصار
Tendre MAOUNA	معونة	محلي جديد (قالمة)	TM
Dur BOUSSELEM	بوسالم	محلي جزائري	DB

II- في المخبر

II-١ الأدوات والمحاليل المستعملة

يلخص **(الجدول ٨)** مجموعة الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة في التجارب المخبرية

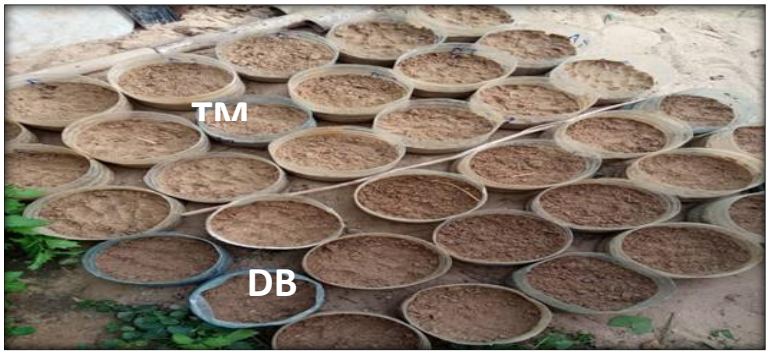
الجدول (٨): الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة في التجارب المخبرية

الأدوات المستعملة	المواد والمحاليل	الأجهزة
تحضير الأســـــمدة النانـــــوية		
- أنابيب زجاجية - هاون - ورق الترشيح - علب زجاجية	- ماء مقطر - الميثانول - مستخلص نبات - نترات الفضة - سترات الزنك	- جهاز الطرد المركزي - جهاز الموجات الصوتية الصـــــــــــــــوتية (Ultrasound)
الزراعة		
- علب بيتري - أصص زراعة - مصفاة - ورق - إناء	- ماء جافيل (للتعقيم) - ماء مقطر - المحلـول النـانوي المحضـر للنقـع (الفضة –الزنك) - السماد العضوي الحيواني والأتربة المنظفة	
دراسة المعايير المورفولوجية والفيزيولوجية والنسيجية		
- علب بيتري - بيشر، أقماع - مصفاة، ملاقط - شفرات - ساترات وصفائحها - أكياس بلاستيكية شفافة - ورق الألمنيوم	- كواشف :١-Rouge kongo - ٢ Blue de methylene - حمض الخليك (Acid Acetic) - ماء جافيل - غليسيرول	- الميزان الحساس - المجهـر الضـوئي وجهـاز الحاسوب - الحاضنة

II-٢ خطوات العمل

II-٢-١ تصميم التجربة

- حضرت ٦ أصص لكل معاملة للشاهد والمعالجات النانوية (معاملة دقائق الفضة AgNPs- النانوية الزنك النانوية ZnNPs) مع الصنفين (TM) و(DB) وبالتالي حضر ٣٦ أصيص (٣ معاملات ×٢ صنفين ×٦ تكرارات).
- زرعت ١٢ بذرة لكل أصيص أي ٧٢ منها لكل معاملة و٢١٦ بذرة لكل صنف والعدد الإجمالي منها كان ٤٣٢ كما هو موضح في **الوثيقة (١٩).**



الوثيقة (١٩): توضح تصميم الزرع

II-٢-٢ تحضير الدقائق النانوية

تم تحضير محلول الدقائق النانوية في المخبر رقم 19 بكلية علوم الطبيعة والحياة -جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي- متبعين الخطوات التالية:

II-٢-٢-١ تحضير مستخلص النبات

نحضر النبات و نغسله ثلاث مرات بماء الحنفية جيدا ونجففه ونطحنه، ثم نوزن ١٠غ ونضيف إليها ١٠٠مل من الماء المقطر، نتركها تنقع مدة ٢٤ ساعة، ثم نصفيها بورق الترشيح و نترك المستخلص في درجة حرارة ٤ مئوية.

II-٢-٢-٢ تحضير الدقائق النانوية للفضة

نمزج نترات الفضة بتركيز ١ mM مع مستخلص النبات، نلاحظ تغير لون المحلول من اللون الأصفر الباهت إلى اللون البني الداكن، هذا يدل على تشكل دقائق الفضة النانوية، مثل ما هو موضح في **الوثيقة (٢٠).**

II-٢-٢-٣ تحضير دقائق الزنك النانوية

نمزج سترات الزنك بتركيز ١٠ mM مع مستخلص النبات، نلاحظ تغير لون المحلول من اللون الأصفر الباهت إلى اللون الأبيض الشاحب، هذا يدل على تشكل دقائق الزنك النانوية، كما توضحه الوثيقة (٢١).

II-2-2-4 تصفية و غسل الدقائق النانوية

بعد الحصول على الدقائق النانوية نقوم بوضعها في أنابيب حتى نقوم بغسل الدقائق بالطرد المركزي للمحاليل المتحصل عليها بعد التحضير، نغسل المحلول ثلاث مرات بالماء المقطر، و في النهاية نغسلها بالميثانول ثم نجففها في درجة حرارة ٥٠ مئوية، تظهر دقائق الفضة النانوية بلون بني غامق، ودقائق الزنك النانوية بلون أبيض.

خصائص الدقائق النانوية

- المطياف الضوئي (uv-visible)
- ظهور منحنى قمته ذات طول موجة ٤٥٠ نانومتر يدل على صحة تشكل دقائق الفضة النانوية.
- ظهور منحنى قمته ذات طول موجة ٣٢٠ نانومتر يدل على صحة تشكل دقائق الزنك النانوية.

الوثيقة (٢٠): مراحل تحضير دقائق الفضة النانوية

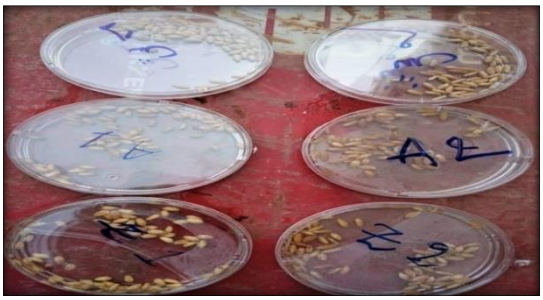
الوثيقة (٢١): مراحل تحضير دقائق الزنك النانوية

II-٢-٣ تحضير وتعقيم حبوب القمح

تـم الحصـول علـى حبـوب القمـح لصـنفي (TM) و(DB) مـن المركـز الـوطني للبحـوث الزراعيـة سيدي مهدي بتقرت INRAAغسلت الحبوب بالمـاء جيدا ثم وضـعت فـي محلـول تنظيف والمتمثل فـي مـاء جافيل واستغرقت عملية الغمر مدة ٥ دقائق مع التحريك المستمر للتخلص من أي تلوث في الحبوب، بعد ذلك تم غسل الحبوب بالماء مرة أخرى عدة مرات للتخلص من بقايا محلول التنظيف بعدها تمسح بورق جاف وبذلك أصبحت الحبوب جاهزة للنقع والزراعة غمرت الحبوب في المحاليل M-ag وm-zn والمحضرة سابقا لمدة ٢٠ دقيقة في علب بيتري كما هو موضح في **الوثيقة (٢٢)**، ثم غسلت الحبوب بالماء المقطر عدة مـرات للـتخلص مـن بقايـا المحلـول وتمـت تصـفيتها ثـم الانتقـال مباشـرة إلـى عمليـة الـزرع داخـل الأصـص المحضرة سابقا **الوثيقة (٢٣)**.

II-٢-٤ زراعة البذور

- ✓ **تاريخ الزرع:** ١٦ /٢٠٢٣/٠١ على **الساعة ١١:٠٠** صباحا.
- ✓ **عدد البذور:** ٤٣٢ حبة قمح حيث قسمت بين الاصيصات.
- ✓ **تحضير التربة:** تم تحضير التربة من تربة رملية مع استعمال سماد عضوي متمثل فـي فضـلات المـاعز وكذا الأرنب، توضع التربة المحضرة في الأصص وتباشر عملية الزراعة، أما بخصوص السقي الأول فقد سقيت بعد الزراعة.
- ✓ **الري:** عملية سقي البذور كانت بعد الزرع مباشرة ثم أصبحت كل يومين بانتظام إلى حين إنبات البذور تغير نظام السقي فأصبح لمدة أسبوع يوميا ثم تحول إلى كل ثلاثة أيام وكان ذلك حسب حالة النبات.



الوثيقة (٢٢): توضح عملية نقع البذور

الوثيقة (٢٣): توضح عملية الزراعة

II-٢-٤ المعايير المدروسة

II-٢-٤-١ نسبة الإنبات P

يـتم التعبيـر عنهـا بنسـبة عـدد الحبـوب النابتـة إلـى العـدد الكلـي والإجمـالي للحبـوب (بـاحويرث وبامسعود، ٢٠٢٠) وحسبت بالمعادلة التالية:

$$P = \frac{NG}{N} * 100$$

P: نسبة الإنبات

NG: عدد البذور المنتشة

N: العدد الإجمالي للبذور

II-2-4-2 المعايير المورفولوجية

- **محيط الساق:** قمنا بقياس محيط الساق بواسطة لف خيط على بداية الساق ثم حساب طول الخيط ب(سم)
- **طول الساق:** تم قياس طول الساق بواسطة مسطرة مدرجة بداية من بداية سطح التربة إلى قمة الساق ب (سم).
- **عدد الأوراق:** تم حساب عدد الأوراق لكل نبتة من كل أصيص عدا عينيا ثم استخراج معدل عدد أوراق كل معاملة
- **مساحة الورقة:** تم قياس المساحة الورقية لثلاث أوراق من كل معاملة للخروج فيما بعد بمعدل المساحة الورقي لكل معاملة وتم ذلك باستخدام برنامج **(Image j)** وذلك بتحديد ثلاث أوراق من الأعلى تنزع ثم تلصق على أوراق بيضاء بالشريط اللاصق ووضعنا تحتها مسطرة مدرجة لتحديد القياس ثم تليها عملية التصوير وإدخال الصور لبرنامج **(Camscanner)** أولا لتنسيق الصورة ومن ثم تدرج في البرنامج للخروج بالمساحات الورقية كما توضحه **الوثيقة (٢٤)**.

الوثيقة (٢٤): مراحل حساب المساحة الورقية

II-2-4-3 المعايير الفيزيولوجية

المحتوى الرطوبي للنبات: تم تقدير المحتوى الرطوبي للصنفي نبات القمح عند كل المعاملات بأخذ الجزء الهوائي للنبات من كل إناء، وضعت النباتات في أكياس بلاستكية معلمة ونقلت مباشرة الى المخبر للوزن بواسطة الميزان الحساس من نوع الميزان الحساس التحليلي Analytical Balances من شركة RADWAG والنتائج تمثل الوزن لرطب للنبات.

توضع النباتات للتجفيف في الحاضنة عند درجة حرارة ٧٥م°لمدة ٢٤ ساعة ثم نأخذ الوزن ثانية الذي يمثل الوزن الجافة للجزء الهوائي.

يقدر المحتوى الرطوبي للنبات حسب Sonia et *al.*, (٢٠١٣) وفق العلاقة التالية:

المحتوى الرطوبي = (FW-DW)/FW X 100

حيث:

FW: الوزن الرطب

DW: الوزن الجاف

الوثيقة(٢٥) : العينات النباتية في أكياس

(أ) وزن النبات رطبا (ب) وزن النبات جافا

الوثيقة (٢٦): وزن النبات رطبا وجافا

الوثيقة (٢٧): توضح تجفيف عينات النبات

المحتوى المائي للأوراق (درجة الإمتلاء)

لدراسة تأثير الأسمدة على المحتوى المائي للأوراق نزعت ورقة من كل إناء لكل معاملة، وزنت بعدها الأوراق وسمي بالوزن الرطب ثم غمرت بالماء المقطر لمدة ٢٤ سا ثم وزنت بعد ذلك وهذا ما سمي بوزن التشبع ومسحت بعدها بورق التجفيف لنزع الماء الزائد ووضعت في الحاضنة مدة ٢٤سا عند درجة حرارة ٧٥م° لتوزن بعد ذلك الوزن الجاف ويتم حساب المحتوى المائي حسب (Hannachi, 2017) وفق المعادلة التالية:

$$\mathbf{TRE\ (\%)} = 100(PF-PS)/\ (PT-PS)$$

حيث:

TRE: المحتوى المائي النسبي

PS: الوزن الجاف

PF: الوزن الرطب

PT: وزن التشبع

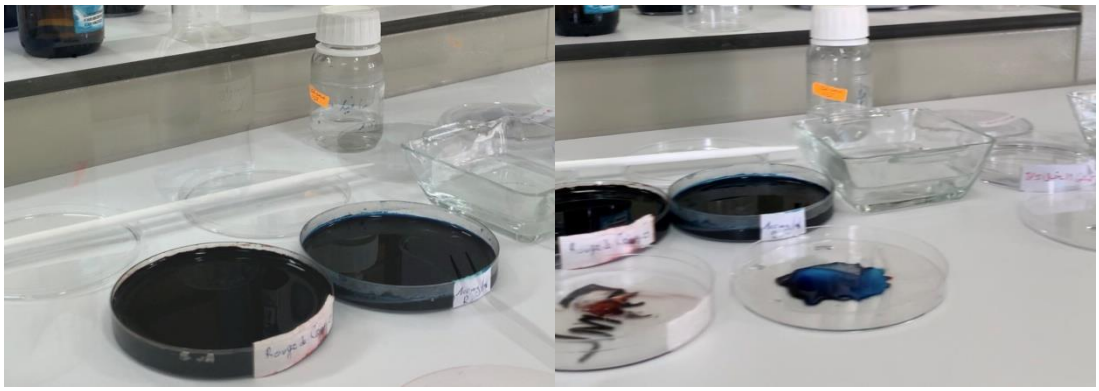
الوثيقة (٢٨): توضح تجفيف العينات الورقية

II-2-5 الدراسة التشريحية

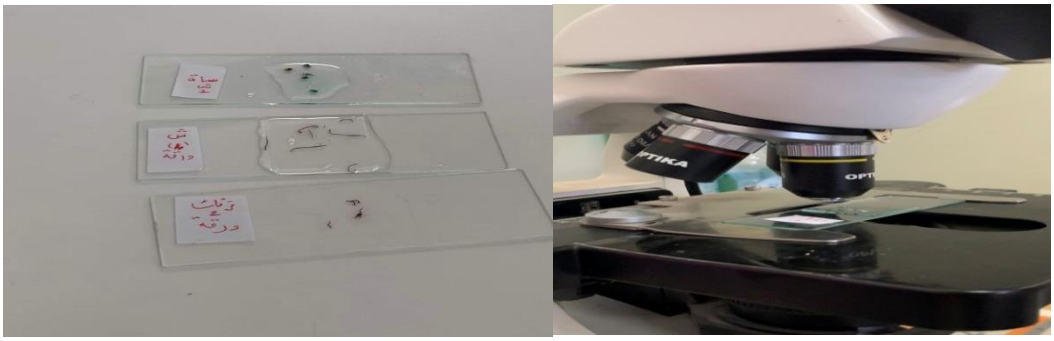
جلبت العينات من أماكن زراعتها إلى المختبر عينة لكل معاملة وهيئت لإجراء المقاطع عليها بحيث أجريت المقاطع يدويا بسمك مختلف حسب المقاطع والمواضع المراد دراستها بواسطة شفرات جديدة ذات حواف حادة وجيدة للقطع، اجريت المقاطع وتم معالجتها بطريقة التلوين المزدوج حسب الخطوات التالية:

وضعت المقاطع بمصفاة ثم غمرت في ماء جافيل لمدة ٢٠ د.

- تغسل العينة جيدا بالماء المقطر للتخلص من بقايا ماء جافيل.
- تغمر مجددا في حمض الخليك ١٥% لمدة ١٠د ثم تغسل مرة أخرى.
- تغمر في الكواشف الملونة بداية بأحمر الكونغو (Rouge kongo) لمدة ٥ دقيقة وتغسل جيدا بعدها يغمر في الكاشف الثاني أزرق الميثيلين لمدة ٥د ثم تغسل العينات.
- وضعت العينات بين الشرائح الزجاجية والساترة بإضافة الجليسيرول كسائل تحميل للترطيب العينة لمدة أطول.
- تباشر عملية الفحص المجهري للعينات بالتكبيرات المختلفة وأخذت قياسات تمثل ابعاد الخلايا ووسمك الطبقات المختلفة للجذر والساق والورقة.
- بالنسبة لبشرة الورقة فقد فركت جيدا بمشرط حاد للحصول على طبقة شبه شفافة ووضعت مع قليل من الماء المقطر لتعاين مباشرة.
- بالنسبة لبشرة الورقة فقد فركت جيدا بمشرط حاد للحصول على طبقة شبه شفافة ووضعت مع قليل من الما
- ء المقطر لتعاين مباشرة وفيما يلي **وثائق** توضيحية للعملية:



الوثيقة(٢٩): توضح عملية غمر المقاطع في الكواشف الملونة



الوثيقة(٣٠): توضح لمراحل الملاحظة المجهرية لمقاطع النبات المختلفة

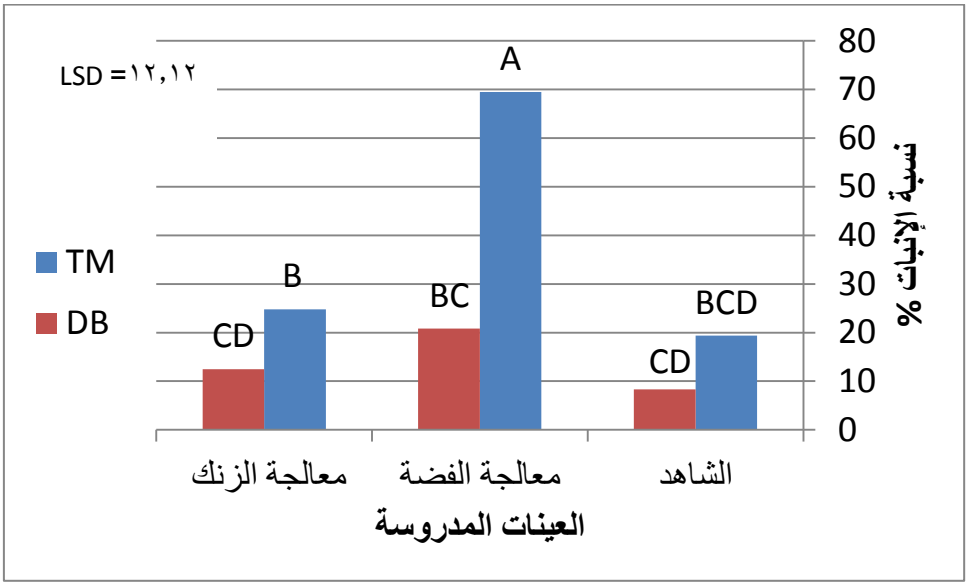
الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

I- النتائج والمناقشة

I-١- تأثير النقع في محلول الدقائق النانوية على الإنبات

تظهر النتائج الوضحة في **الوثيقة (٣١)** ارتفاع نسبة الإنبات لصنفي القمح DB , TM المعاملة بأسمدة الزنك والفضة مقارنة بالعينة الشاهد، إذ كانت نسبة الإنبات عند الصنف TM أعلى من الصنف DB في كافة المعاملات ، كما تفوقت معاملة الفضة على باقي المعاملات عند الصنفين .و سجلت أعلى قيمة بمعدل ٦٩,٤٤ % للصنف TM معاملة الفضة وأدنى قيمة قدرت ب٨,٣% عند معاملة الشاهد للصنف DB، كما أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٠١)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ وجود فروق معنوية فيما يخص التداخل بين الأصناف والمعاملات بما أن (٠,٠٠٨٢٥٦١٢٤ =P-value) أقل من ٠,٠٥ وحسب اختبار LSD ميزت أربع مجموعات موضحة في **الوثيقة (٣١)**



الوثيقة (٣١): تأثير الأسمدة النانوية على إنبات صنفي القمح

فعالية أسمدة الفضة النانوية في نسبة إنبات الصنفين تعود حسب (باحويرث وبامسعود ، ٢٠٢٠) إلى أن جسيمات الفضة عززت معدل إنبات البذور، حيث أن صغر حجم هذه الجسيمات يؤثر في تغيير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد. ويعزى ذلك إلى إمكانية البذور على امتصاص جسيمات الفضة النانوية مما يؤثر على نسبة الإنبات وهذا ما أكدته دراسة (yin et *al.*, 2012) الذي تطرق إلى دراسة التأثير الذي قد تحدثه جسيمات الفضة النانوية على عملية إنبات أحد عشر نوعا من النباتات البرية، ومن نتائج هذه الدراسة أن هذه الجسيمات عززت نمو نوع واحد من هذه النباتات. وقد أظهرت جسيمات الزنك النانوية أيضا فعالية بدرجة أقل من الفضة وهذا ما توصل إليه (يحي ومهدي،٢٠٢٢). حيث إن التفاعل بين الخلايا النباتية والدقائق النانوية يؤدي إل تغير في التفاعل الكيميائي الحيوي المسؤول عن تنظيم التعبير الجيني وبالتالي يعزز نمو وتطور النبات (Madbouly, 2018). ويمكن أن تعود قدرة الدقائق النانوية عل

تحفيز الانبات إلى التغيرات التي تحدثها في المسارات البيوكيميائية المختلفة والتي تؤثر على التنظيم الجيني المحفز للنمو والانبات (Farooqi et *al.*, 2016)، وربما يعود تفوق الصنف TM معنويا إلى أنه قمح لين يتميز برخاوة الاندوسبارم وبالتالي امتصاص أكبر للماء والرطوبة (الخطيب، ٢٠١٤) الأمر الذي يسهل لجنين البذرة استهلاك المدخرات الغذائية وبالتالي بداية الانبات.

I-٢ تأثير النقع في محلول الدقائق النانوية على المعايير المورفولوجية

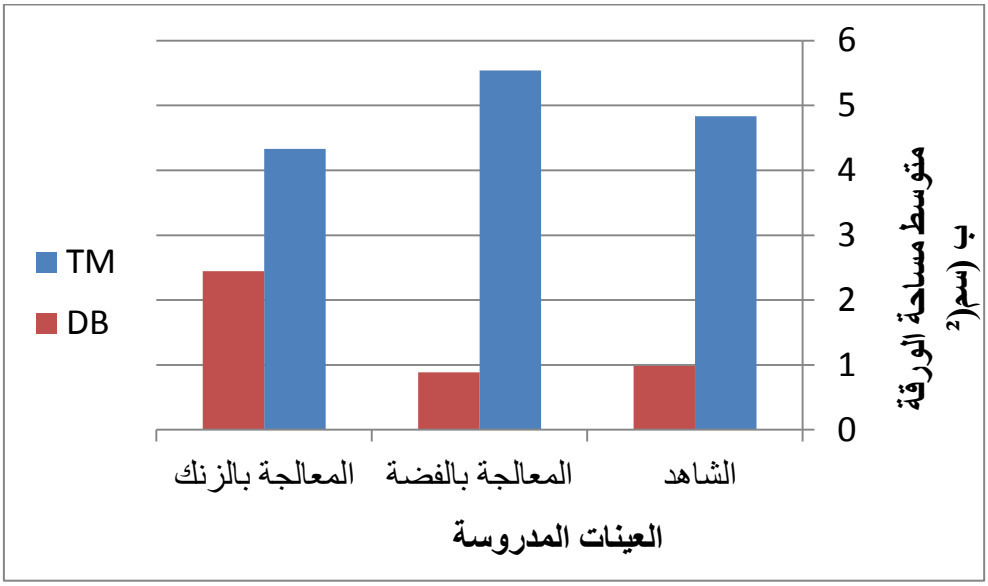
محيط الساق: بعد قياس محيط الساق لصنفي القمح المدروسة والمعالجة بنوعين من الأسمدة النانوية الفضة والزنك مع العينة الشاهدة ، تحصلنا على النتائج الموضحة في **الوثيقة (٣٢)**، والتي تبين التأثير الايجابي للأسمدة النانوية على محيط الساق عند الصنفين بمقارنتها مع الشاهد، بتفوق معاملة الفضة على معاملة الزنك حيث كان التأثير فارقا عند الصنف DB كما نلاحظ تفوق معنوي للصنف TM على الصنف DB في مجمل المعاملات .حيث سجلت معاملة الفضة عند الصنف DB أعلى قيمة بمعدل ٠،٩ سم وأدنى قيمة قدرت ب٠،٥ سم عند معالجة الشاهد للصنف DB، أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٠٢)** عند درجة احتمال ٠،٠٥ عدم وجود فروق معنوية فيما يخص التداخل بين الأصناف والمعاملات وذلك لأن قيمة P-value=0.202152908 ٠،٠٥ في حين كانت هناك فروق معنوية بين الصنفين TMو DB لأن قيمة P-value=٠،٠٤٨٣٨٣٣٠٧ .

الوثيقة (٣٢): تأثير الأسمدة النانوية على محيط ساق أصناف القمح المدروسة

تعزى الفعالية النانوية على محيط الساق إلى أهمية الدقائق النانوية في انتاج نباتات قوية النمو، ذلك لأن النانو الفضة من شأنها زيادة النشاط الانزيمي وزيادة سرعة التفاعلات بفعل المساحة السطحية الهائلة لها بشكلها النانوي فتؤدي إلى زيادة التفاعلات الكيميوحيوية والانقسامات الخلوية بفعل الزيادة في ال DNA وRNA وإنزيمي البيروكسيديز والكاتاليز(Sorooshzeh et *al.*, 2012) كما توصل إليه في زيادة الصفات الخضرية (ياسين ،٢٠١٧)، وأظهر السماد النانوي للزنك أيضا زيادة في محيط الساق عند الصنفين ومن

المحتمل أن يعود ذلك إلى أن للدقائق النانوية لأكاسيد الزنك تأثيرا ايجابيا مباشرا على النمو ومعظم الفعاليات الأيضية للنباتات المختلفة من خلال التغيرات التي تحدث في التعبير الجيني للنبات (Nair et *al*., 2010) وإن للزنك دورا مهما في اصطناع الأكسينات والتي تزيد من استطالة الخلايا (Haung et *al*., 2010) كما توصل إليه (مهدي ويحي، ٢٠٢٢) والتفوق المجمل للصنف TM التابع لأصناف القمح اللين والمتميز برطوبة أعلى وفجوات مائية أكثر (الخطيب، ٢٠١٤) مما يساعد على الانقسام والنمو للخلايا بصفة أكبر.

مساحة الورقة: تمثل **الوثيقة (٣٣)**؛ نتائج مساحة الورقة لصنفي القمح المدروسة والمعالجة بنوعين من الأسمدة النانوية الفضة والزنك مع العينة الشاهد ، إذ أثرت الأسمدة بشكل ايجابي على مساحة الورقة خاصة سماد الفضة النانوي وقد كان التأثير الكبير منحصر أكثر عند الصنف TM المعاملة بالفضة يليها الشاهد أما بالنسبة للصنف DB فسجل مستويات أقل في كل المعاملات، حيث سجلت أعلى قيمة عند معاملة الفضة لدى الصنف TM بمعدل ٥,٥٣٥ cm^2 وأقل قيمة عند الصنف DB المعامل بالفضة بمعدل ٠,٨٨ cm^2، وقد أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٠٣)** عند درجة احتمال٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الأصناف وبين المعاملات إذ سجلت عند التداخل قيمة P-value=٠,١٥٩٧٥٧٦٠٩ وهي أكبر من ٠,٠٥.

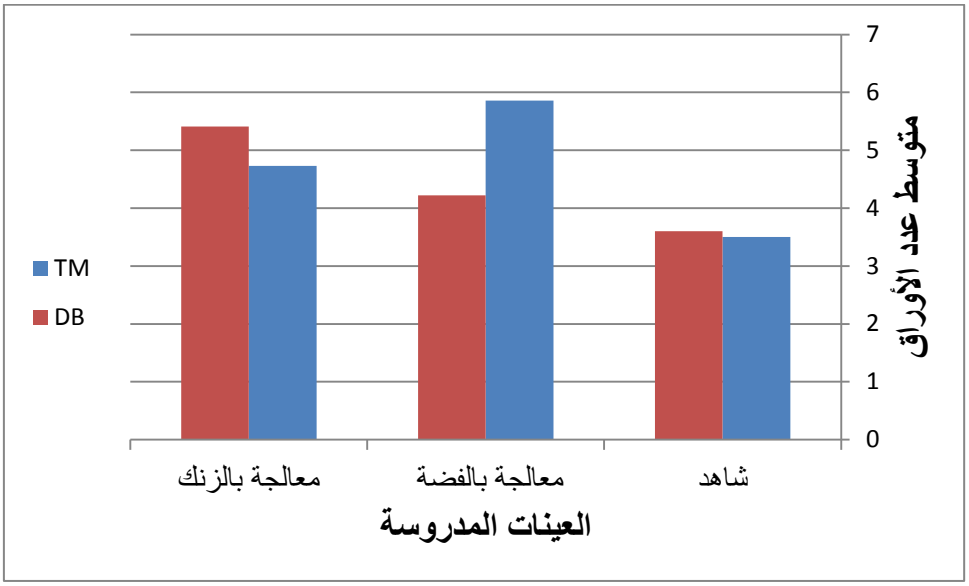


الوثيقة (٣٣): تأثير الأسمدة النانوية على مساحة الورقة

زيادة مساحة سطح الورقة خاصة عند الصنف TM من أنواع القمح اللين والذي يعد أكثر استجابة للأسمدة مما ينعكس على الصفات الخضرية، ويتميز كذلك برخاوة الأندوسبارم مما يسهل عملية امتصاص الرطوبة والأسمدة النانوية المختلفة (الخطيب، ٢٠١٤)على غرار القمح الصلب الممثل في الصنف DB ، أما بالنسبة لتأثير الأسمدة فكما لاحظنا من النتائج أن دقائق الفضة النانوية متفوقة على باقي المعاملات كما توصل إليه (سعد الله حسن، ٢٠٢٠) عند الصنف TM حيث أن هذه الجسيمات تمتلك القدرة على تحفيز

الخلايا الخضرية في عملية التكاثر والاستطالة في الأوراق من خلال التأثير المباشر على مناطق تكوين الأوراق وزيادة عدد انقساماتها(تنظيم الأوكسينات) وكذلك لها القدرة على التأثير على الهرمونات المسؤولة عن تكوين الورقة وزيادة مساحتها (Cristina et *al*., 2007)، كما أظهرت النتائج فعالية دقائق أكسيد الزنك النانوية ZnNPs في زيادة سطح مساحة الورقة عند الصنفين وهذا ما توصل إليه (العباس،٢٠٢٣) من خلال زيادة توافر عنصر الزنك في الأوراق والذي يعد من العناصر الضرورية للنبات بحيث يدخل في تركيب جدران الخلايا (Farshid Aref, 2010)، وله دور مهم في اصطناع الأوكسينات المحفز لاستطالة الخلايا ونموها وتركيب الكلوروفيل والعديد من الانزيمات الداخلة في عملية التركيب الضوئي اللازمة لنمو النبات ككل (Haung et *al*., 2010).

عدد الأوراق: تمثل **الوثيقة (٣٤)**؛ عدد الأوراق لصنفي القمح المدروسة والمعالجة بنوعين من الأسمدة النانوية الفضة والزنك مع العينة الشاهد ، فتأثير الأسمدة النانوية كان بشكل ايجابي على عدد الأوراق ، حيث تفوق الصنف TM معنويا في معاملة الفضة على الصنف DB والعكس فيما يخص معاملة الزنك وأثبتت معاملات الفضة والزنك تفوقها في الصنفين عند مقارنتها بالعينات الشاهدة، سجلت أعلى قيمة عند الصنف TM المعاملة بالفضة بمعدل ٥,٨٦، وأدنى قيمة عند القيمة عند الصنف TM الشاهد بمعدل ٣,٥ . خلال اختبار التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٠٤)** فلم نسجل فروقا معنوية في التداخل بين الأصناف والمعاملات ولا بين المعاملات بما أن قيمة P-value=0.059580981 لكنها سجلت فروق بين الصنفين TMو DB حيث أن قيمة P-value= ٠,٠٠٩٥٤٦٠٤٣.

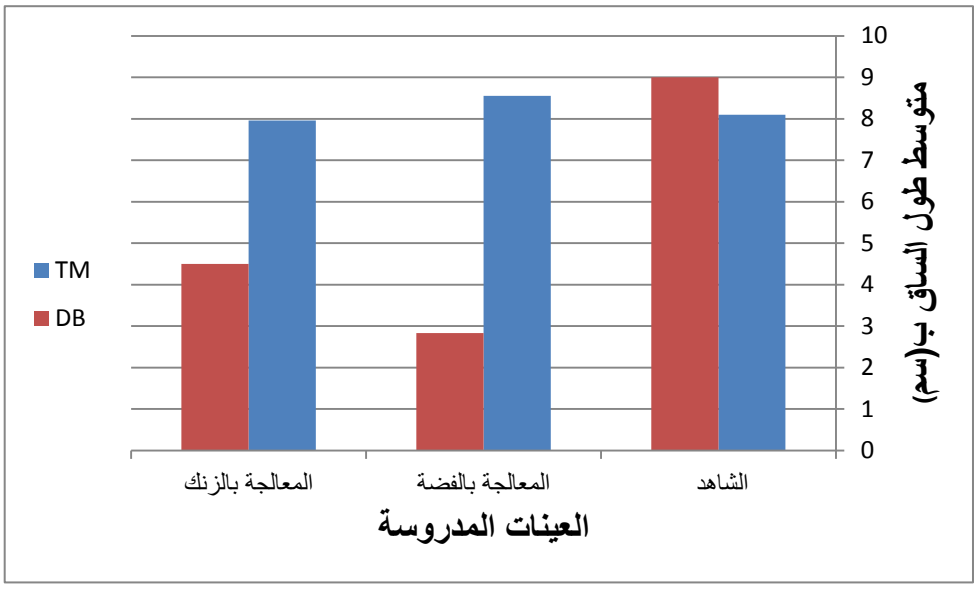


الوثيقة (٣٤): تأثير الأسمدة النانوية على عدد الأوراق

من الممكن أن يعود تأثير الأسمدة النانوية عل عدد الأوراق إلى أن الأسمدة النانوية تمتاز بأحجام بلورية صغيرة والتي تسهل من عملية امتصاصها (Anonymous, 2009)، وهو ما يحفز عملية التمثيل الضوئي، ومنه النمو الخضري وهذا ما توصل إليه (المعاضيدي وآخرون، ٢٠٢٠) بدراسة لنبات الجرجير،

وإن الأسباب المحتملة التي تحسن من النمو عند استعمال الأسمدة النانوية بشكل عام أنها تعزز للنباتات امتصاص مياه التربة و المواد الغذائية والتي ستعمل عل تحسين عملية التمثيل الضوئي (Wu,2013)، وبالتالي الانتاج وزيادة عدد الأوراق فعنصر الزنك وخاصة إذا كان ميسر بشكل جسيمات نانوية سهلة الامتصاص يدخل في نمو الورقة وتركيب مادة الكلوروفيل داخلها اللازمة لعملية التمثيل الضوئي لنمو الأوراق والنبات بشكل عام (العباس،٢٠٢٣) وتفوق صنف TM ربما يعود للعوامل الوراثية للنوع فالقمح اللين يتميز بنسبة رطوبة ١٠ إلى ١٤ % أعلى من القمح الصلب الصنف DB واستجابة أعلى للأسمدة وبالتالي انتاجية أكبر (الخطيب، ٢٠١٤).

طول الساق: تمثل **الوثيقة (٣٥)**؛ النتائج المتحصل عليها لطول الساق لصنفي القمح المدروسة والمعالجة بنوعين من الأسمدة النانوية الفضة والزنك ، فالأسمدة النانوية لم تعطي تأثيرا فارقا فيما يخص طول الساق ماعدا عند الصنف TM المعاملة بالفضة التي تفوقت على معاملة الزنك والشاهد عند هذا الصنف أما عند الصنف DB فقد تفوقت معاملة الشاهد على باقي المعاملات التي أظهرت تأثيرا سلبيا على طول الساق، حيث سجلت أعلى قيمة عند شاهد الصنف DB بمعدل ٩ سم وأقل قيمة كانت عند الصنف DB المعاملة بالفضة بمعدل٢,٨٣سم .وأثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA**الملحق (٠٥)** عند دجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين وبين المعاملات والتداخل بينهما بما أن P-value=0.177277583 .



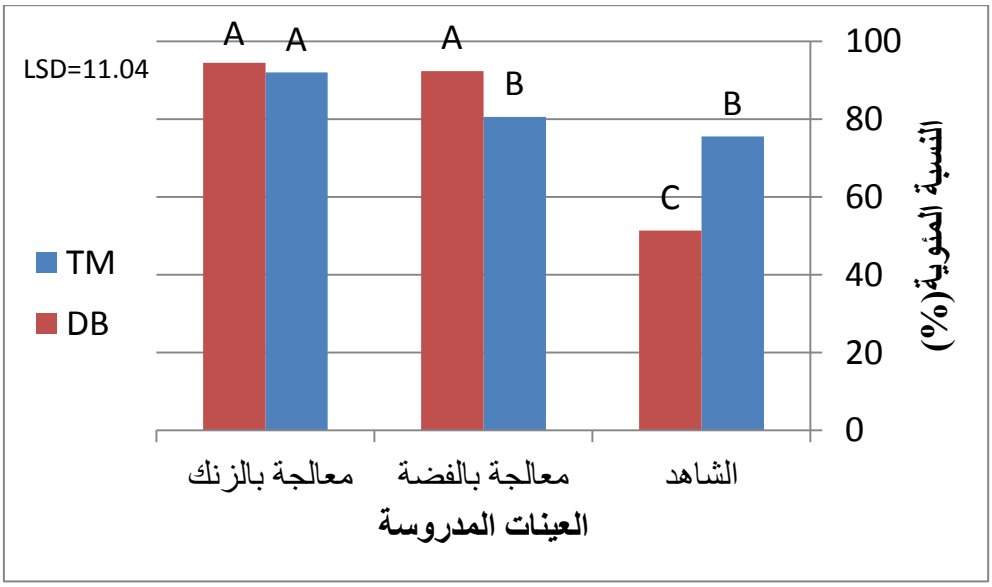
الوثيقة (٣٥): تأثير الأسمدة النانوية على طول الساق

أظهرت النتائج أن تأثير الأسمدة النانوية للفضة الايجابي على طول ساق الصنف TM راجع حسب (يحي،٢٠٢٢)إلى أن دقائق الفضة النانوية AgNPs تعمل كمحفزات ومنظمات لهرمونات النمو ونخص بالذكر الأكسينات والتي بدورها تزيد من ليونة جدران الخلايا وبالتالي من استطالتها كما توصل إليه

(Abou-zeid,2018)، وأظهرت النتائج كذلك التأثير السلبي لدقائق الزنك النانوية ZnNPs على طول الساق في الصنفين وAgNPs على الصنف DB عند مقارنتهما مع الشاهد كما توصل إليه (Yahyaoui,2021) ويرجح سببه على الأغلب إلى التأثيرات السلبية التي يمكن أن تسببها الدقائق النانوية بما في ذلك ZnNPs وAgNPs خاصة ذات التراكيز العالية وكذا فإن حجم هذه الجزيئات وقابلية ذوبانها السريعة وتفاعلاتها مع الخلايا يسمح لها بالتفرق مسافات طويلة من مصدرها (Benedicto et *al*., 2013) وما ظهر في النتائج أن الصنف DB كان المتأثر الأكبر بالتأثير السلبي للأسمدة النانوية ويمكن أن يعود السبب إلى العوامل الوراثية إلى أن هذه الصفة واقعة تحت تأثير الجين الإضافي وكذا إلى التباين في عدد السلاميات وأطوالها خاصة العليا، وربما يعود لاختلاف محتواها من هرموني الأوكسين والجبرلين وخصائص هذا الصنف و الذي يعد من أنواع القمح الصلب (السعيدان واخرون، ٢٠١٩).

I- ٣- تأثير النقع في محلول الدقائق النانوية على المعايير الفيزيولوجية

درجة الامتلاء (المحتوى المائي للأوراق): تمثل **الوثيقة (٣٦)**؛ تأثير الأسمدة النانوية على المحتوى المائي النسبي لأوراق صنفي القمح DB, TM المعاملة بالفضة وبالزنك مع العينة الشاهد، إذ أن تأثير الأسمدة النانوية على المحتوى المائي للأوراق كان ايجابيا عند الصنفين فقد تفوقت معاملتي الفضة والزنك تفوقا معنويا على الشاهد أما داخل الأصناف فتفوقت معاملة الزنك عل الفضة تفوقا معنويا عند الصنف TM وبخصوص الصنف DB فقد تفوقت معاملة الزنك عل الفضة تفوقا غير معنوي .و سجلت أعلى قيمة عند الصنف DB معالجة بالزنك بمعدل ٩٤,٤٧٥ % وأقل قيمة عند الشاهد الصنف DB بمعدل ٥١,٣٣% .وقد أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٠٦)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ وجود فروق معنوية بين الأصناف وبين المعاملات ضمن الأصناف(P-value= ٠,٠١٠٧٢٥٧٩) وحسب اختبار LSD ميزت ثلاث مجموعات موضحة في **الوثيقة (٣٦)**

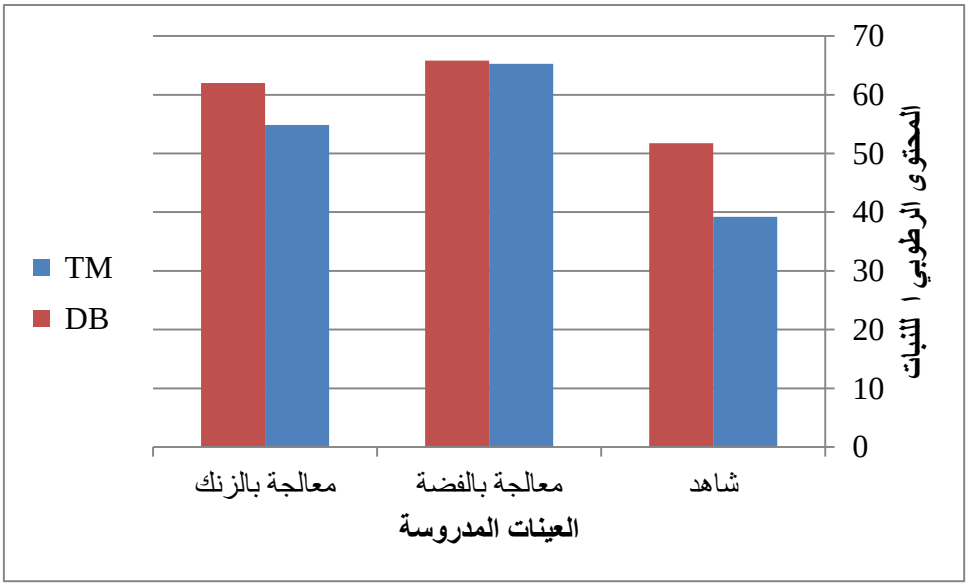


الوثيقة (٣٦): تأثير الأسمدة النانوية على المحتوى المائي النسبي للأوراق

أظهرت النتائج فعالية الأسمدة النانوية عند الصنفين إذ كان لها أثرا ايجابيا واضحا على محتوى الأوراق من الماء وهذا ما تعارض ما أبحاث (Yahyaoui, 2021) الذي أظهر فقدا لماء الأوراق (TRE) والمرجح سببه إلى التراكيز العالية المطبقة في الدراسة ، فالدقائق النانوية تساعد عمل محفزات النمو والهرمونات النباتية (يحي،٢٠٢٢)، وهناك أيضا دراسات على فعالية Ag-NPs في زيادة التعبير الجيني لإشارات هرمون الأبسيسك ABA الذي ساهم في تعديل منافذ فقد الماء في الورقة (الثغور) (Kumar,2014) حيث أن هرمون الأبسيسك يلعب دورا كبيرا في مستوى المحتوى المائي للورقة وللنبات ككل من خلال دوره كوسيط في فتح وغلق الثغور إذ يؤدي إلى غلق الثغور حتى في الظروف الفتح العادية في حالة جهد الماء والذبول (ابراهيم،٢٠١٧) ، وكذا فإن دقائق الزنك النانوية Zn-NPs تزيد من تركيز بعض العناصر المعدنية في الأوراق كالفوسفور والفوسفات حسب(العباس،٢٠٢٣) وهذه العناصر تدخل في تركيب الرسل المسؤولة عن نقل إشارات هرمون ABA كما أظهرت النتائج هناك فروق غير معنوية بين الأصناف أو بفرق بسيط جدا وهذا ما يمكن إرجاع سببه إلى اختلاف الصنفين من حيث الاستجابة للسماد أو نسبة الرطوبة به.

المحتوى الرطوبي للنبات: تمثل **الوثيقة (٣٧)**؛. : تمثل **الوثيقة (٣٧)**؛ تأثير الأسمدة النانوية على المحتوى الرطوبي لنبات صنفي القمح المدروسة والمعاملة بالفضة والزنك حيث نلاحظ أن هناك تأثيرا ايجابيا للأسمدة النانوية على الصنفين حيث أثبتت الدقائق النانوية للفضة نجاعتها عند الصنفين مقارنة بالشاهد وبتفوق معاملة الفضة عند الصنفين ونلاحظ أيضا في معاملة الزنك تفوق للصنف DB على الصنف TM.وقد سجلت أعلى قيمة عند الصنف DBالمعاملة بالفضة بمعدل ٦٥,٨١ وأدنى قيمة عند شاهد الصنف TM بمعدل ٣٩,٢١.

وأثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٠٧)** عند درجة احتمال ٠,٠٥عدم وجود فروق معنوية بين الأصناف ولا في التداخل بين الأصناف والمعاملات لأن P-value=0.642101061 لكن سجلت الفروق بين المعاملات بما أن P-value = ٠,٠٢٢٥١٢٠٣٤



الوثيقة (٣٧): تأثير الأسمدة النانوية على المحتوى الرطوبي للنبات

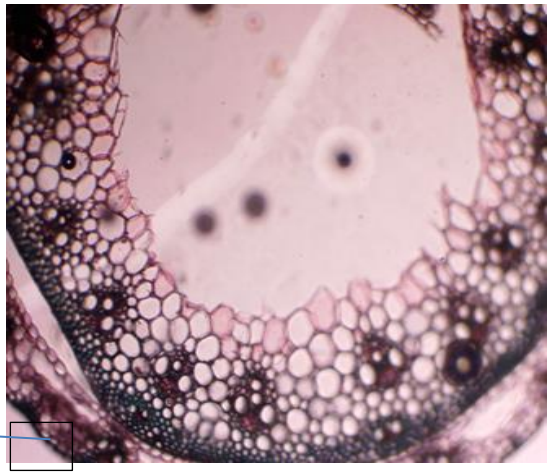
أظهرت النتائج فعالية الأسمدة النانوية على العموم في زيادة محتوى الرطوبة داخل النبات عند الصنفين وهذا ما أكدته دراسة (سعد الله حسن ،٢٠٢٠)، تلعب جسيمات الفضة النانوية AgNPs دورا كبيرا في عملية التقاط الماء عن طريق التحوير في حالة النمو والأكسدة والعمليات في نوعية النبات (Hatami et Ghorapour, 2013) كما أن لدقائق الزنك النانوية الأثر الواضح على رطوبة النبات، إذ يعد عنصر الزنك من المغذيات الضرورية لجميع النباتات حيث يلعب دورا حيويا في العديد من العمليات الحيوية المختلفة داخل النبات بمراحل نموه المختلفة (العباس ،٢٠٢٣) وتزيد فعاليته عندما يكون في الشكل النانوي بسبب المساحة السطحية الكبيرة والتي بدورها تؤدي إل زيادة في الانقسامات الخلوية والتفاعلات الكيميوحيوية للخلايا (Hatami et Ghorapour, 2013) كخلايا الجذر المسؤولة عن امتصاص الماء والفجوات داخل باقي خلايا الأعضاء مما يبقي النبات رطبا.

I-٤ تأثير النقع في المحاليل النانوية عل التراكيب الداخلية للنبات

I -4-1 الساق

يعرض الجدول (٠٩) والوثيقتين (٣٩) و(٤٠) معدلات قياس التراكيب الداخلية في سيقان النبات لصنفي القمح المدروسة والمعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينة الشاهدة

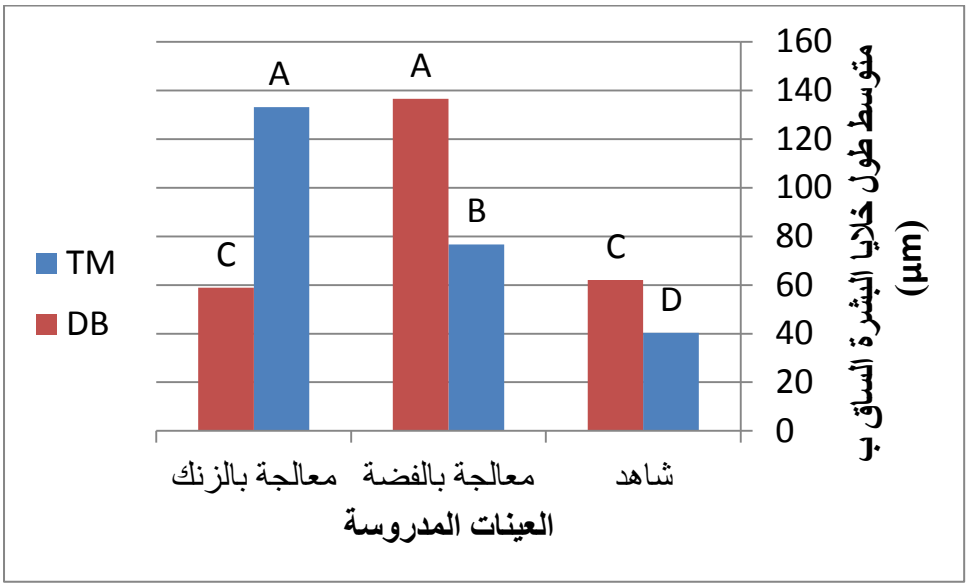
أ-البشرة -Epidermis: أظهرت **الوثيقة (٣٨)** أن البشرة تتكون من صف واحد من الخلايا صغيرة الحجم



الوثيقة (٣٨): مقطع عرضي لساق نبات القمح تحت المجهري الضوئي

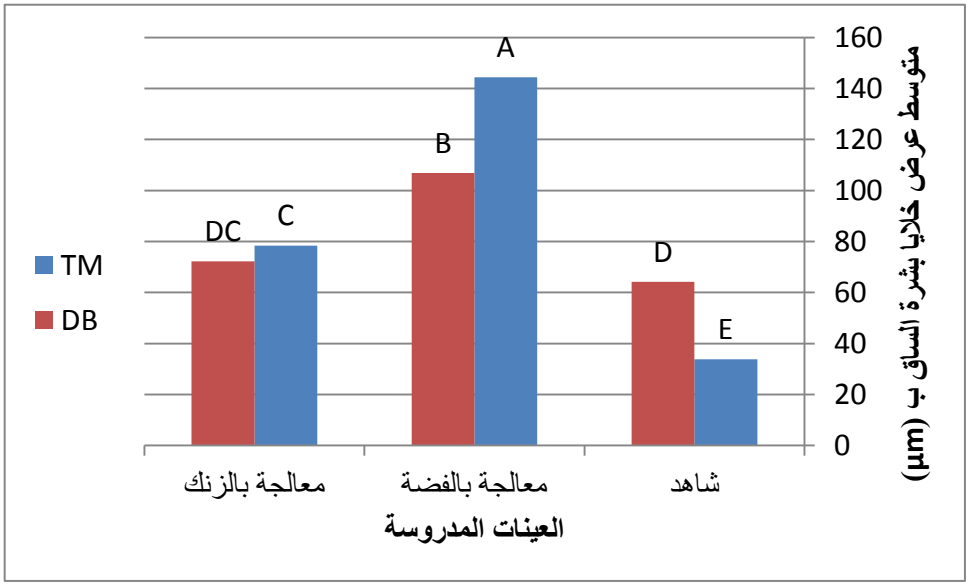
• **طول خلايا بشرة الساق:** تعرض **الوثيقة (٣٩)**؛ معدلات طول خلايا بشرة الساق لصنفي القمح المدروسة المعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينة الشاهدة، إذ أن تأثير الأسمدة النانوية كان ايجابيا في بعض المعاملات عند الصنفين حيث تفوق الصنف DB المعاملة بالفضة على كل من الشاهد ومعاملة الزنك بينما عند الصنف TM فقد تفوقت معاملة الزنك على باقي المعاملات. وسجلت أعلى قيمة عند الصنف DB المعاملة بالفضة بمعدل132.11µm وأدنى قيمة عند الصنف TM بمعدل39.52 µm. أثبتت نتائج التحليل

الإحصائي ANOVA **الملحق (٠٨)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ وجود فروق معنوية بين المعاملات الثلاثة ضمن الصنفين حسب اختبار LSD ميزت أربع مجموعات ممثلة في **الوثيقة (٣٩)**



الوثيقة(٣٩): تأثير الأسمدة النانوية على طول خلايا بشرة الساق

• **عرض خلايا بشرة الساق:** تعرض **الوثيقة (٤٠)** ؛عرض طبقة بشرة الساق لصنفي القمح المدروسة والمعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينة الشاهدة ، حيث كان تأثير الأسمدة النانوية ايجابيا على الصنفين فعند الصنف TM كان تأثير معاملتي الأسمدة معنويا وواضحا بشكل أكبر من الصنف DB وبتفوق معاملة الفضة عند كليهما وقد سجلت أعلى قيمة بمعدل µm144.45 وأدنى قيمة عند الصنف TM معاملة الشاهد بمعدل33.75 µm. أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٠٩)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ وجود فروق معنوية بين الأصناف وبين جميع المعاملات ضمن الأصناف حسب اختبار LSD ماعدا معاملة الزنك للصنف DB التي لم تبدي فروقا معنوية مع معاملة الزنك للصنف TM ومع معاملة الشاهد للصنف DB و ميزت خمس مجموعات ممثلة في **الوثيقة (٤٠)**.



الوثيقة (٤٠): تأثير الأسمدة النانوية على عرض خلايا بشرة الساق

وقد تراوحت معدلات سمك البشرة بين (٧٠,٢٣ و ٣٨,٠١)µm من خلال النتائج الموضحة في (الجدول-٠٩) كان للأسمدة النانوية تأثيرا ايجابيا على سمك البشرة عند الصنفين بتفوق معاملة الفضة عند الصنف DB وتفوق معاملة الزنك عند الصنف TM. أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٠)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية في سمك بشرة الساق بين الصنفين وبين المعاملات الثلاث داخل الأصناف وأن قيمة P-value > 0.05.

ب-الحزم الوعائية: وهي عديدة ومبعثرة في النسيج الأساسي الذي يلي طبقة البشرة كما تظهره **الوثيقة (٤١)** لا نلاحظ التبعثر جيدا بسبب تآكل وسط الساق ونجد ضمنها الخشب واللحاء ولا يوجد فيما بينها كومبيوم وعائي وهذا ما يميز النبات أحادي الفلقة. وقد تراوحت أقطار الحزم الوعائية بين (٣٢٣,٦٢و٧٦,٦٧)µm من خلال النتائج الموضحة في **(الجدول-٠٩)** كان تأثير الأسمدة النانوية واضحا عند الصنفين في قطر الحزم الوعائية بمقارنتهما مع الشاهد بتفوق معاملة الفضة على معاملة الزنك في الصنفين . أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١١)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ وجود فروق معنوية بين الصنفين TMو DB إذ أن قيمة P-value=0.008254739 وبعدم وجود فروق معنوية بين المعاملات ضمن الصنفين لأن قيمة P-v= ٠,٠٥٥٦٣٥٦٤١

أما فيما يخص سمك الوعاء الخشبي داخل الحزم فتراوحت معدلات سمكه بين (٣٨,٠١ و٧٠,٢٣)µm كما يظهره **(الجدول-٠٩)** بأن الأسمدة النانوية أثرت بشكل واضح عند الصنفين . وقد سجل TM أكبر سمك مقارنة بالصنف DB في مجمل المعاملات، كما كان لمعاملتي الزنك والفضة عند الصنف TM سمك أكبر مقارنة بالشاهد. وكذلك بينت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٢)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين TM و DB وبين المعاملات الثلاثة داخل الأصناف بما أن قيمة P-value > 0.05

الوثيقة (٤١):مقطع عرضي لساق نبات القمح تحت المجهر الضوئي (تكبير ×٤٠)

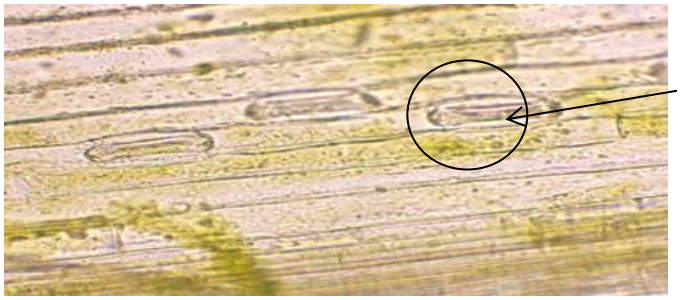
الجدول (٠٩): معدلات قياس التراكيب الداخلية لساق صنفي القمح TM وDB

المعاملات	الأصناف	الخواص المدروسة		
		سمك البشرة	قطر الحزم الوعائية	سمك الخشب
الشاهد	TM	٣٨,٠١	٢٢٩,٠٩	٣٢,٦١
	DB	٥٦,٠٣	٧٦,٦٧	٣٦,١١
معاملة الفضة	TM	٥٦,٦٦	٣٢٣,٦٢	٦٧,٣٤
	DB	٦٠,٩٢	١٦٥,٧٣	٦٢,٧١
معاملة الزنك	TM	٧٠,٢٣	٢٦٨,٧٩	٧٩,١١
	DB	٥٨,٤	١٥٢,٣٦	٤٠,٣١
LSD(0,05)		NS	NS	NS

I-٤-٢ الورقة

يعرض الجدول (١٠) معدلات قياس التراكيب الداخلية للورقة النبات لصنفي القمح المدروسة والمعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينات الشاهدة

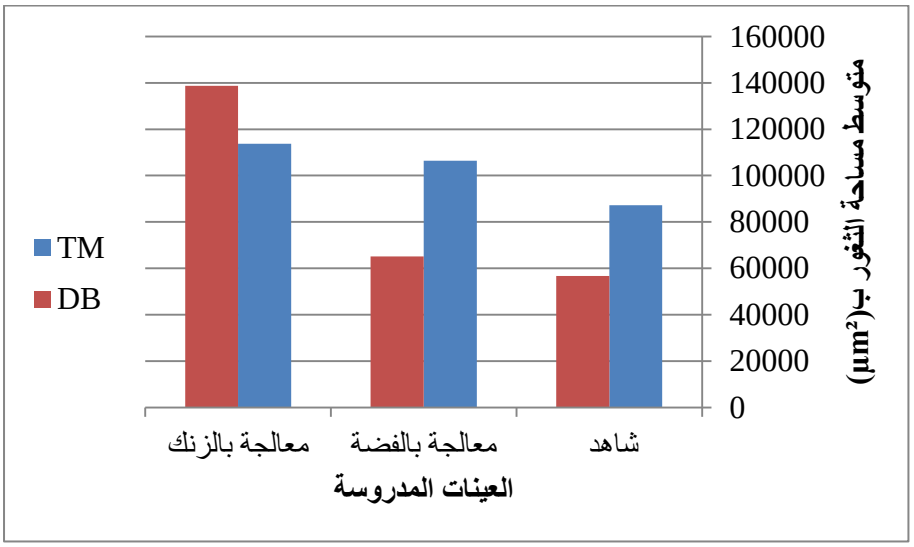
أ-الوجه السطحي للورقة : يظهر الوجه السطحي للورقة بشرة الورقة والتي تحوي بداخلها العديد من الثغور والمكونة بدورها من خلايا حارسة محيطة بها كما توضحه **الوثيقة (٤٢)**



الوثيقة (٤٢): صورة مجهرية سطحية توضح الثغور داخل بشرة الورقة لنبات القمح

كما تعرض **الوثيقة (٤٣)**: نتائج معدلات مساحة الثغر في أوراق صنفي القمح المدروسة والمعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينة الشاهدة ، أظهرت النتائج فعالية وتأثير الأسمدة النانوية الايجابي على مساحة

الثغر خاصة عند الصنف DB على مستوى جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهد وكذا عند الصنف TM الذي أظهر تفوقا غير معنوي في معاملة الزنك على معاملة الفضة وبتفوق معنوي على الشاهد عند الصنفين .سجلت أعلى قيمة عند الصنف DB المعاملة بالزنك بمعدل 138718µm²، وأدنى قيمة عند الصنف DB الشاهد بمعدل ٢٥٦٧٦٩,٢٥ µm² . و أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٣)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية في التداخل بين الأصناف والمعاملات ولا بين الأصناف لأن P-value=0.234533758)) ولكن وجدت فروق معنوية بين المعاملات (P-value = ٠,٠١٠٦٣٦٧٢٧)



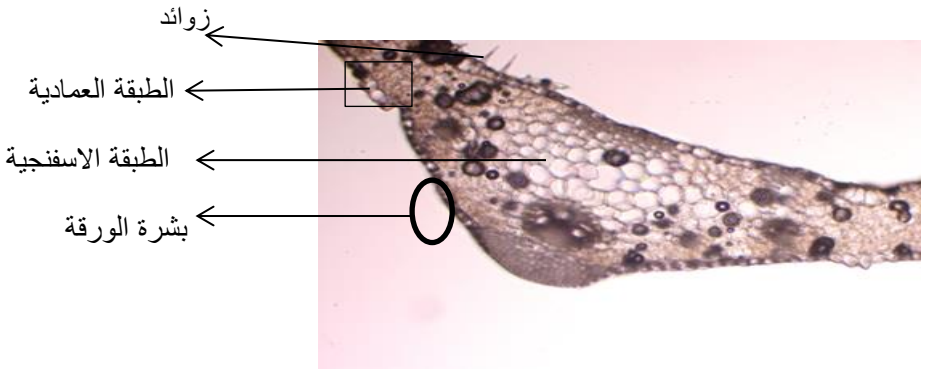
الوثيقة (٤٣): تأثير الأسمدة النانوية على مساحة الثغور

ب-البشرة: تتألف البشرة من صف واحد من الخلايا الصغيرة والمربعة وبعضها تظهر فيه زوائد ربما يعود دورها للمحافظة على الماء كما هو موضح في **الوثيقة (٤٤)**، وتراوحت معدلات سمكها بين(٥٢,٢٤ و ٢٥٦,١٨)µm ومن خلال النتائج الموضحة في **(الجدول-١٠)** كان تأثير الأسمدة النانوية سلبيا عند الصنف DB فقد أثرت مجمل الأسمدة تأثيرا سلبيا عل سمك بشرة الورقة خاصة سماد الفضة بأدنى قيمة، لكن عند الصنف TM كان التأثير إيجابيا فقد سجلت معاملة الفضة أعلى قيمة مقارنة بمعاملة الزنك ومعاملة الشاهد. أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٤)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين TM و DB وبين المعاملات الثلاثة داخل الأصناف لأن قيمة 0.05 > P-value

ج-الطبقة العمادية : تأتي بعد البشرة مباشرة خلايا برنشيمية متطاولة وتتكون من أكثر من صف واحد من الخلايا كما تظهره **الوثيقة (٤٤)**، تراوحت معدلات سمكها بين (١٤٣,٤و٤٠٢,٦٣)µm ومن خلال النتائج الموضحة في **(الجدول-١٠)**كان تأثير الأسمدة النانوية سلبيا عند الصنف DB فقد أثرت مجمل الأسمدة تأثيرا سلبيا عل سمك الطبقة العمادية للورقة خاصة سماد الفضة بأدنى قيمة ، لكن عند الصنف TM كان التأثير إيجابيا TM عند معاملتي الفضة والزنك بمقارنتهما مع الشاهد بتفوق لسماد الفضة . أثبتت نتائج

التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٥)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين TM و DB وبين المعاملات الثلاثة داخل الأصناف بما أن قيمة P-value > 0.05

د-الطبقة الاسفنجية: تتكون من خلايا برنشيمية خماسية الشكل متراصة وعديمة المسامات البينية وتتكون من ثلاث إلى أربعة صفوف من الخلايا كما توضحه الوثيقة **(٤٤)** وتراوحت معدلات سمكها بين (٢٤٦,٤و٥٥٥,٤٩)µm وانطلاقا من النتائج الموضحة في **(الجدول-١٠)** فعند الصنف DB كان تأثير الأسمدة النانوية سلبيا على سمك الطبقة الاسفنجية للورقة عند مجمل المعاملات خاصة سماد الفضة بأدنى قيمة والتأثير الايجابي كان عند الصنف TM عند معاملتي الفضة والزنك بمقارنتهما مع الشاهد بتفوق لسماد الفضة . أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٦)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين TM و DB وبين المعاملات الثلاثة داخل الأصناف لأن قيمةP-value>٠,٠٥



الوثيقة (٤٤): مقطع عرضي لورقة نبات القمح تحت المجهر الضوئي (تكبير×٤٠)

الجدول (١٠): معدلات قياس التراكيب الداخلية لورقة صنفي القمح TM وDB المعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية

المعاملات	الأصناف	الخواص المدروسة		
		سمك البشرة	سمك الطبقة العمادية	سمك الطبقة الاسفنجية
الشاهد	TM	١٢١,٦٨	٢٧٣,٦٨	٤٩٨,٧٥
	DB	١١٨,٤	٤٠٢,٦٣	٤٢٣,٦٤
معاملة الفضة	TM	١٤٧,٨١	٣٨٠,٩٧	٥٥٥,٤٩
	DB	٥٢,٢٤	١٤٣,٤	٢٤٦,٤

معاملة الزنك	TM	١٣٤,٥٢	٢٩٥,٩٣	٤٩٨,٩٩
	DB	٨١,٧٤	٢٠١,٧٦	٣٨٢,٢٢
LSD(0,05)		NS	NS	NS

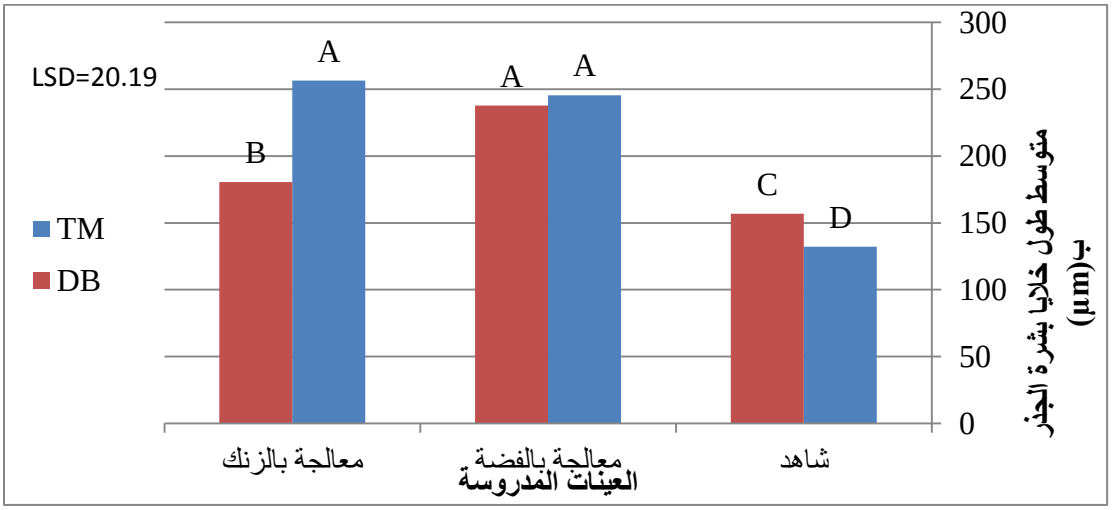
I-٤-٣ الجذر

يمثل **الجدول (١١) والوثيقتين (٤٥) و(٤٦)** معدلات قياس التراكيب الداخلية في جذور النبات لصنفي القمح المدروسة والمعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينة الشاهدة.

يظهر من دراسة جذور النبات أن هناك ثلاث مناطق متميزة وهي من الخارج إلى الداخل البشرة ثم القشرة وتليها الاسطوانية الوعائية بداخلها الحزم الوعائية المحتوية على اللحاء والخشب ويتوسطها النخاع.

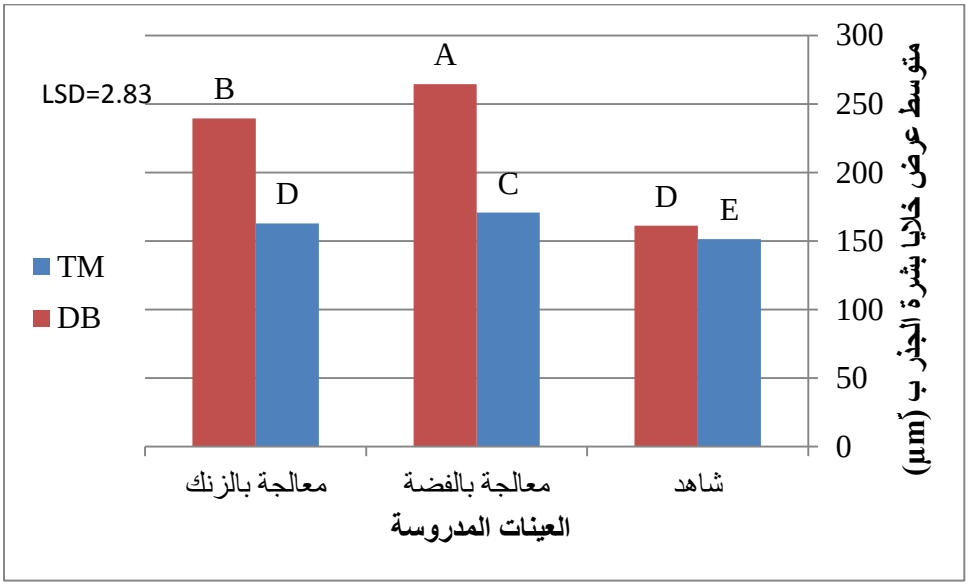
أ-البشرة: من المنظر السطحي تظهر خلايا البشرة وكأنها مرتبة على خط واحد والجدران القطرية أقصر من الجدران الطولية بحيث تكون مستطيلة الشكل ومسطحة ومتراصة وتكون من الداخل سميكة كما تظهره **الوثيقة (٤٧)**

• **طول خلايا بشرة الجذر:** تعرض **الوثيقة (٤٥)**؛ نتائج معدلات طول خلايا بشرة الجذر لصنفي القمح المدروسة والمعالجة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينة الشاهد ، إذ نلاحظ أن هناك تأثير ايجابي للأسمدة النانوية وقد تجلى هذا التأثير على الصنفين حيث أظهرا تفوقا معنويا عند معاملتي الأسمدة النانوية مقارنة مع الشاهد بتفوق معاملة الفضة عند الصنف TMومعاملة الزنك عند الصنف DB وكان تأثير الأسمدة فارقا عند الصنف TM مقارنة بالصنف DB، وسجلت أعلى قيمة عند الصنف TM المعاملة بالزنك بمعدل ٢٥٦,٤١µm وأدنى قيمة عند نفس الصنف بمعاملة الفضة بمعدل١٣٢,٠٧µm، أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٧)** عند درجة احتمال وجود فروق معنوية بين الأصناف وبين المعاملات ضمن الأصناف وحسب اختبار LSD ميزت أربع مجموعات ممثلة في **الوثيقة (٤٥)**



الوثيقة (٤٥): تأثير الأسمدة النانوية على طول خلايا بشرة الجذر

• **عرض خلايا بشرة الجذر:** تعرض **الوثيقة (٤٦)**؛ نتائج معدلات عرض خلايا بشرة الجذر لصنفي القمح المدروسة والمعالجة بنوعين من الأسمدة النانوية مع العينة الشاهد ، حيث ظهر تأثير السماد النانوي على الصنف DB بالشكل الايجابي إذ نلاحظ تفوق هذا الصنف عند معاملة الفضة على باقي المعاملات، أما بخصوص الصنف TM فقد كان تأثير السماد النانوي بشكل أقل من الصنف DB بتفوق طفيف لمعاملة الفضة . وسجلت أعلى قيمة عند الصنف DB المعاملة بالفضة بمعدل٢٦٤,٤٣µm وأدنى قيمة عند الصنف TM معاملة الشاهد بمعدل ١٥١,٥٧µm.أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٨)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ وجود فروق معنوية في التداخل بين الصنفين وحسب اختبار LSD ميزت خمس مجموعات ممثلة في **الوثيقة (٤٦)**



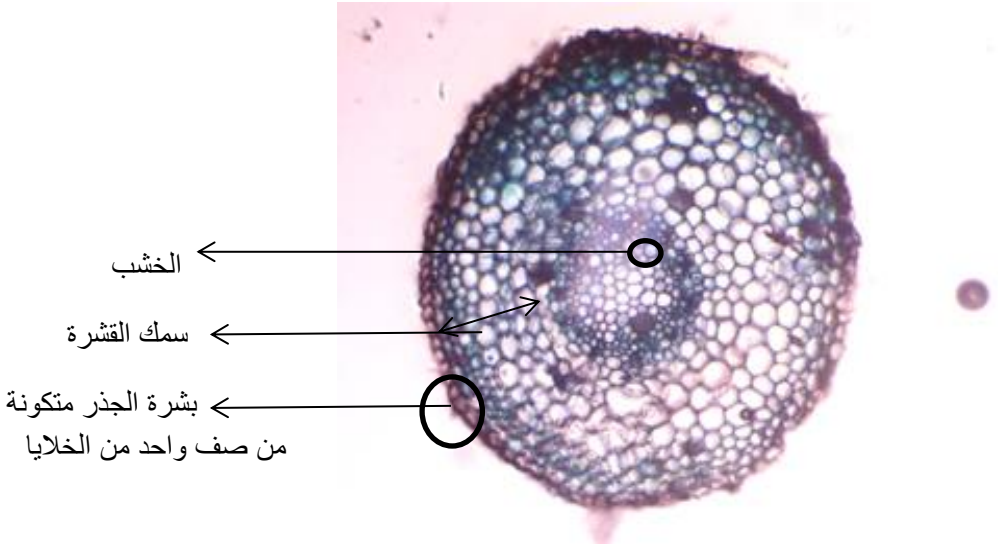
الوثيقة (٤٦): تأثير الأسمدة النانوية على عرض خلايا بشرة الجذر

وقد تراوحت معدلات سمك البشرة بين (٥٧,٠١ و١٠٢,١٤) µm ومن خلال **(الجدول-١١)** نلاحظ تأثير الأسمدة النانوية الايجابي على سمك البشرة عند الصنفين بمقارنهما بالشاهد فعند الصنف TM تفوقت معاملة الفضة سجلت أعلى قيمة من معاملة الزنك بينما عند الصنف DB فالعكس، أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (١٩)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين TM و DB وبين المعاملات الثلاثة داخل الأصناف بما أن قيمة ٠,٠٥ >P-value.

ب-القشرة: هي منطقة واسعة تتكون من العديد من الخلايا البرنشيمية كروية الشكل متراصة وجدرانها غير سميكة وهي أكبر حجما من خلايا البشرة **(الوثيقة ٤٧)** وتراوحت معدلات سمكها بين (٢٤٨,٤٢و٤٨٨,٩٧) µm وأظهرت نتائج **(الجدول -١١)** التأثير الايجابي للأسمدة النانوية على سمك القشرة عند الصنفين بمقارنتهما مع الشاهد وذلك بتفوق معاملة الفضة على معاملة الزنك وتفوق الصنف TM على الصنف DB في كل المعاملات .أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٢٠)** عند درجة

احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين TM و DB وبين المعاملات الثلاثة داخل الأصناف بما أن قيمة ٠,٠٥ >P-value

ج-الاسطوانة الوعائية: تشغل الاسطوانة مساحة كبيرة من تركيب الجذر وتمثل مركز الجذر تتوزع داخلها الحزم الوعائية وإن نسيج الخشب داخلها يشغل حيزا كبيرا حيث تراوحت معدلات سمكه بين (٥٢,٧١و٩٨,٧) µm أما مركز الاسطوانة فيتمثل في اللب المتكون من خلايا برنشيمية كروية وبيضوية متراصة كما توضحه **(الوثيقة ٤٧)** وهو مخالف لما هو موجود عند ذوات الفلقتين وأظهر **(الجدول-١١)** التأثير الايجابي للأسمدة النانوية على سمك الخشب عند الصنفين وعند جميع المعاملات بتفوق صنف DB عند معاملتي الأسمدة النانوية، كما أثبتت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA **الملحق (٢١)** عند درجة احتمال ٠,٠٥ عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين TM وDB وبين المعاملات الثلاثة داخل الأصناف بما أن قيمة ٠,٠٥ >P-value.



الوثيقة (٤٧): مقطع عرضي لجذر نبات القمح تحت المجهر الضوئي (تكبير ×١٠)

الجدول (١١): معدلات قياس التراكيب الداخلية لجذور صنفي القمح TM وDB المعاملة بنوعين من الأسمدة النانوية

المعاملات	الأصناف	الخواص المدروسة		
		سمك البشرة	سمك القشرة	سمك الخشب
الشاهد	TM	٥٧,٠١	٢٥٣,٥٤	٥٢,٧١
	DB	٥٧,٧٨	٢٤٨,٤٢	٥٨,٢٣
معاملة الفضة	TM	١٠٢,١٤	488.97	٧٦,٢٨
	DB	٧٥,٠٩	٣٢٦,٦١	٩٨,٧

معاملة الزنك	TM	٧٣,٨٧	٢٦٢,٢٥	٧٦,١٥
	DB	٧٦,٣٦	٢٧٠,٦١	٩٨,٦٤
LSD (0,05)		NS	NS	NS

إن التأثير الايجابي لنانو الفضة عند الصنفين على طول وعرض خلايا بشرة الساق والجذر ويعز ذلك إلى أن نانو الفضة من شأنها زيادة النشاط الإنزيمي، وزيادة سرعة التفاعلات بفعل المساحة السطحية الهائلة لها بشكلها النانوي فتؤدي إلى زيادة التفاعلات الكيميوحيوية والانقسامات الخلوية بفعل الزيادة في الDNA وRNA وإنزيمي البيروكسيديز والكاتاليز(Sorooshzeh et *al.*, 2012) وكل هذه الصفات تؤدي إلى زيادة مردود التمثيل الضوئي والذي يؤدي إلى زيادة انتاج العديد من المركبات اللازمة لنمو وزيادة حجم النبات وبالتالي عرض وطول خلايا الساق والجذور وهذا ما توصل إليه (ياسن،٢٠١٧) . كما أن للزنك فعالية كما تظهره النتائج على الصنفين و كما أكدته نتائج(الجوذري ،٢٠١٧) فاستعمال نانو الزنك يزيد من مستوى الأكسينات التي تعمل على تنشيط استطالة وتكشف الخلايا بفعل تأثيره في زيادة تحرير أيون الهيدروجين وزيادة ليونة وسهولة توسع الخلايا وبناء البروتينات، إن زيادة النمو الجذري يزيد من محتوى الورقة من السايتوكينين (Carmi et Stade, 1983) والذي يشترك في تنظيم نمو النبات إذ يعزز انقسام الخلايا وتأخير الشيخوخة في البراعم والجذور ، وان استعمال نانو الزنك يؤدي إلى زيادة نمو الجذر وتطوره وتغلغله في التربة ومن ثم زيادة امتصاص العناصر الغذائية (الجوذري،٢٠١٧).

وكذلك فالزيادة المعنوية لسمك بشرة وقشرة وسمك الخشب والحزم الوعائية لكل من الجذر والساق لمعاملات أسمدة الفضة والزنك النانوية مقارنة بالشاهد عند الصنفين نتيجة استعمال تراكيز من الأسمدة النانوية كالزنك ذو الدور الفعال في تخليق التربتوفان والكربوهيدرات التي لها دور في دورة حامض الستريك والذي يدخل في زيادة حامض Shikmic اللبنة الأساسية في تخليق الفينولات الكلية مثل حمض الساليسليك الذي له دور في زيادة سمك القشرة ومجاميع السكلورنشيم وذلك لدوره الايجابي في زيادة حجم الخلايا اليرنشيمية والكولنشمية. الموجودة في طبقة القشرة وهذا ما أدته دراسة (الجوذري ،٢٠١٧) كما أن زيادة النمو الجذري يزيد من تكوين الجبرلينات (ShaBala, 2017) وكذلك لها دور في تنشيط وانقسام الخلايا الكومبيوم وتوسيعها وهذا ما انعكس على زيادة قطر الحزم الوعائية وقطر الخشب .

و إن تفوق الصنف DB في زيادة طول وعرض خلايا بشرة الجذر والساق عند مجمل المعاملات وكذلك سمك الخشب عند الجذر يعزى إلى اختلاف الطرز الوراثية والمتمثلة في المقاومة التي تبديها أصناف القمح الصلب ومن بينها هذا الصنف المحلي والتي تظهر في زيادة سماكة الطبقة الخارجية للبشرة حيث تتميز هذه الأصناف بمقاومة الظروف القاسية لذا نجده يتوزع بكثرة في المناطق الساخنة والجافة (حمادي

وماضي،٢٠٢١). كما تؤدي زيادة متطلبات النبات الى زيادة حجم أوعيتها الداخلية وهذا ما ظهر عند الصنف DB في سمك الاوعية الخشبية في جذوره لامتصاص أكبر كمية من الماء من اجل مقاومة الجفاف.

ومن جهة أخر فإن تفوق الصنف TM في زيادة سمك القشرة وقطر الحزم الوعائية ربما يعود سببه لنوع القمح من ناحية استجابته للأسمدة فأصناف القمح اللين على العموم تتميز باستجابة أكثر للأسمدة (الخطيب، ٢٠١٤) ولها حظ أوفر في الزراعة بمتطلبات أقل(حمادي وماضي،٢٠٢١).

و فيما يخص سمك البشرة والطبقة الاسفنجية والعمادية ومساحة الثغور عند الورقة أظهرت النتائج زيادة سمك الطبقات الثلاثة في معاملتي الفضة والزنك مع اختلاف بين الصنفين ويمكن أن يعود ذلك إلى أن نانو الفضة والزنك لهما دور كبير في اصطناع الأكسينات المحفزة لاستطالة الخلايا وتركيب الكلوروفيل نخص بذلك الزنك والعديد من الانزيمات الداخلة في عملية التمثيل الضوئي (Haung et al.,2010) والتي من خلالها تزيد نسبة السكريات والبروتينات في خلايا الورقة مما يزيد من تركيز المواد داخل الخلية وبالتالي الضغط الاسموزي للخلية مما يؤدي الى امتلاء الفجوات داخلها، وهذا الاخير ينشئ ما يعرف بضغط الامتلاء المطبق على الجدار فيزيد من حجم الخلايا وبالتالي سمك طبقاتها ومن جهة أخرى يزيد من انتباج الخليتين الحارستين للثغر مع عمل الأكسينات المحفزة من طرف هذه الدقائق النانوية فتزيد من مساحة الثغر ، وكما أن عنصر البوتاسيوم K+ يعتبر من العوامل المحفزة لزيادة الضغط الأسموزي داخل الخلايا (صقر، بدون سنة). وهو من العناصر التي ييسرها أوكسيد الزنك النانوي (العباس،٢٠٢٣) داخل الأوراق ومن نواتج مسارات التمثيل الغذائي كذلك نجد الليبيدات التي تدخل في تركيب طبقة الكيوتين الواقعة فوق البشرة وبالتالي زيادة لسمك البشرة

ومن خلال نتائج مساحة الثغور نجد أن الصنف DB في مجمل المعاملات كان أقل تأثير من الصنف TM وهذا ما يمكن ترجيحه إلى أنه صنف مقاوم أكثر للظروف وبالتالي يكيف شكله وأوراقه خاصة مع تراكيبها الداخلية ليقلل من فقدان الماء وليقاوم المناطق الجافة (حمادي وماضي ،٢٠٢١)

الخاتمة

الخاتمة

إن فعالية الأسمدة النانوية ونجاعتها يفتح افاق جديدة في مجال الزراعة والإنتاج الزراعي خاصة من المحاصيل الغذائية مما يحقق الاكتفاء العالمي من المحاصيل عالية الاستهلاك كالقمح حيث أن تقنية النانو أثبتت فعاليتها في مجالات عدة على غرار الزراعة.

حيث قمنا بإجراء دراسة تطبيقية مورفولوجية وفيزيولوجية تشريحية على صنفين من نبات القمح وعولجت بنوعين من الأسمدة المحضرة من الدقائق النانوية للزنك والفضة Ag Nps، Zn Nps بهدف معرفة مدى تأثير هذه الأسمدة النانوية على إنبات بذور القمح المدروسة ونموها وتراكيبها التشريحية بحيث:

أظهرت النتائج المتحصل عليها زيادة معنوية في معظم أو جل الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية وكذا التشريحية عند الصنفين DB /TM المعاملين بالأسمدة النانوية ذات تأثير إيجابي وفعال على نمو النبات، وفي الأخير نستخلص من هذه الدراسة:

- للأسمدة النانوية فعالية كبيرة بتراكيز مناسبة على نمو النبات وزيادة إنتاجه.
- كل عضو من أعضاء النبات تؤثر فيه الأسمدة النانوية بشكل مختلف رغم الزيادة العامة.
- لدقائق الفضة النانوية تأثير أكبر من دقائق الزنك على النمو والتراكيب الداخلية للنبات.
- يختلف الصنفين DB و TM فيما بينهما فالأول أكثر مقاومة وتحمل والثاني أكثر استجابة للأسمدة من الأول و أوفر حظا للإنتاج الزراعي.

ومن خلال كل النقاط التي توصلنا إليها في هذه الدراسة ينصح باستعمال الـأسمدة النانوية بتراكيز منخفضة وحسب ما يتطلبه النبات مع مراعاة ظروف الزراعة وموعدها وفترات السقي لضمان إنتاج أوفر ومحصول أجود.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية

المراجع باللغة العربية

١. أشترس (٢٠٠٨م) ، تقييم بعض الطرز الوراثية من الأقماح السورية (السداسية والرباعية) استخدام معلمات بيوكيميائية وجزئية مختلفة، مذكرة تخرج لنيل شهادة ال ّدكتوراه في الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، سوريا، ص ١٠١

٢. السيد عبده السيد أحمد (٢٠١١)، اقتصاديات القمح والأمن الغذائي، مجلة التقدم العلمي مؤسسة الكويت، العدد ٧٣ ، ص ٢٨ ـ٢٩ـ٣٠

٣. ألفت حسن الباجوري، عبد المقصود المراكبي و محمد سامي الحبال (٢٠١١)، تكنولوجيا المحاصيل، مركز التعليم المفتوح ، جامعة عين شمس ص ٥٧-٦٦

٤. أمل الخطيب ٢٠١٤،قمح الخبز ،المركز الوردي للبحث والارشاد الزراعي ص ٥-٦ .

٥. إياد هاني العلاف،(2018 . 150 سؤال و جواب في برامج تسميد بساتين الفاكهة. دار المعتز للنشر و التوزيع. جامعة الموصل. ص: .٣٣-١٠

٦. بشير عبد الله ابراهيم (٢٠١٧)،مدخل لدراسة علم فسيولوجيا النبات ،جامعة بغداد كلية الزراعة .ص١٤

٧. بوالفول أحلام و كعبوش آسيا ، (٢٠١٤)، الخصائص الجذرية والفيزيولوجية لأربعة أصناف من القمح الصلب النامي في ضل الإجهاد المائي *(Triticum durum Desf)* ، مذكرة تخرج للحصول على شهاد الماستر جامعة قسنطينة ، *ص ٢ ـ٣ـ٦ ـ٨*

٨. حامد محمد كيال (١٩٧٩م) ،نباتات وزراعة المحاصيل الحقلية، محاصيل الحبوب والبقول، دمشق ،مديرية الكتب الجامعية ص٢٣٠

٩. حسام قصار ،(٢٠١٨) ،استخدام تكنولوجيا النانو في الزراعة ،مجلة الزراعة ، ص٥٣

١٠. حمادي ريان، ماضي جهيدة (٢٠٢١)، استجابة صنفي نبات القمح الصلب واللين لمستويات مختلفة من الملوحة، جامعة الإخوة منتوري قسنطينة، كلية علوم الطبيعة والحياة، مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستر، ص٣ .

١١. خالد مصطفى ، (٢٠١٨)، الأسمدة الزراعية : استخداماتها و أضرارها ، مجلة الأرشيف العربي العلمي ص٢

١٢. رقية ن. (١٩٨٠)، إنتاج المحاصيل الحقلية، جزء محاصيل الحبوب والبقول

١٣. رمضان محمد محمود، ماجد حبيب علام إبراهيم رزق (٢٠٠١)، تكنولوجيا الحبوب والزيوت ، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس ، مصر ص ١١-١١٢

١٤. رنا طارق يحيى،(٢٠٢٢)،كفاءة الدقائق النانوية للأكاسيد في استحثاث تكوين مركبات الأيض الثانوي في النباتات ،جامعة الموصل ،مجلة الرافدين للعلوم ،المجلد ٣١،العدد١،ص ٤٣ -٥٢.

١٥. سالم بامسعود، ومحروس باحويرث، (٢٠١٧)، تأثير جسيمات الفضة النانوية المحضرة باستخدام مستخلص المريمرة *Azadirachta indica* والسيسبان *prosopis juliflora* في إنبات ونمو بادرات نبات الكوسة *Cucurbita Pepo* ونموها ، مجلة الجامعة العربية الأمريكية للبحوث مجلد (٣) العدد (٢) ، قسم الفيزياء كلية العلوم ،جامعة حضرموت. ص٣٥ -٣٦-٣٨

١٦. سعدية مهدي كاظم الجوذري ،(٢٠١٧) ،تأثير الحديد والزنك النانوي وطريقة إضافتهما والسماد العضوي في نمو وإنتاج المواد الفعالة وبعض الخواص التشريحية لنبات الديباج Calotropis procera (Ait.) R.Br)، جامعة القادسية، أطروحة مقدمة وهي جزء من متطلبات لنيل شهادة الدكتوراه فلسفة في علوم الحياة. ص١١٦-١١٨-١١٩

١٧. سيف سعد الله حسن ٢٠٢٠،التخليق الحيوي لدقائق الفضة النانوية باستخدام انواع من فطر الغذاء pleurotusspp وتقييم كفاءتها في مقاومة مرض موت وسقوط بادرات الحنطة Triticum aestivum L ،وقائع المؤتمر العلمي الثامن والدولي الثاني لكلية الزراعة ،ص٩٤٩-٩٥٠

١٨. شفشق ع، السيّد الدبابي ع، (٢٠٠٨)، إنتاج محاصيل الحقل، دار الفكر العربي، الطبعة الأولى ص.١٢-١٣-١٠٥-١٢٦

١٩. طارق إسماعيل كاخيا (بدون سنة) ،كتيب الأسمدة ،سوريا ص٩-١٢-١٥

٢٠. طارق حسيب س ،المعاضيدي ع ،البياتي ك،(٢٠٢٠)،تاثير السماد النانوي وسيليكات الكالسيوم في بعض الصفات الخضرية للجرابيراL.Gerbera jamesonii ونسبة الاصابة بالبياض الدقيقي ،الموصل ،مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية ،المجلد ١١،العدد٤، ص ٦٧

٢١. عبد الامير علي ياسين (٢٠١٧) دراسة مختبرية في تأثير دقائق النانو فضة والسماد العضوي وحامض السالسيليك في صفات النمو الخضري والانزيمات المؤكسدة لزهرة الشمس(Helianthus annus L) الصنف الاسباني Viki مجلة القادسية قسم علوم الحياة ،المجلد ٢٢،العدد ٣

٢٢. عشاتن (١٩٨٥)، تأثير نسبة الماء في التربة على إنبات حبوب بعض أصناف القمح الصلب في الجزائر

٢٣. عطوي ع، (٢٠١٦)، مقارنة التصالب داخل أنواع الشعير والقمح ومقارنة خصائص (U.P.O.V) بين الآباء والهجن عند القمح، مذكرة ماستر، جامعة الإخوة منتوري قسنطينة ص ١٠٥

٢٤. عمر عثمان العبوش ،(٢٠١٨)،دراسة الخصائص الضوئية لطبقات رقيقة من أكسيد الزنك /فضة /أكسيد الزنك ، رسالة مقدمة لنيل لدرجة الماجستير في فيزياء المادة الكثيفة جماعة البعث كلية العلوم قسم الفيزياء الجمهورية العربية السورية ص٣٩-٤٠

٢٥. غادة عمي مهدي و رنا طارق يحيى ٢٠٢٢كفاءة الدقائق النانوية أوكسيد الزنك في تحفيز انبات ونمو بادرات نبات فول الصويا L max Glycine. ومحتواها البروتيني المجلة الرافدين للعلوم ،المجلد ٣١،العدد ٠٣، ص١٢-١٣-١٤

٢٦. فضل إسماعيل (٢٠١١)، زراعة وإنتاج القمح، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، المملكة الأردنية الهاشمية ص٣-٥-٦

٢٧. فيتيتي ن، (٢٠٠٣م)، دراسة كفاءة استعمال الماء عند بعض أصناف القمح الصلب، رسالة ماجستير، (Triticumdurum Desf) ص ٣-٤-١٠-٢٤-٢٦

٢٨. فيصل رشيد ناصر، منال مبارك محمد، خالد ساسي، تهاني يوسف العاقب، تمام الخوالدة (٢٠١٨)، الدليل الاسترشادي للزراعة العضوية في الوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم جمهورية السودان ص٣٦-٣٨-٣٩-٤٢-٤٤

٢٩. كريوط نسرين ، (٢٠٢٢)، تأثير الإجهاد الملحي على الإنبات عند بعض أصناف القمح الصلب *Triticum durum Desf* ، مذكرة لنيل شهادة ماستر ، جامعة عبد الحفيظ والصوف ميلة ، كلية علوم الطبيعة والحياة ص٥-١٠

٣٠. كيال ح. (١٩٧٩)، نباتات وزراعة المحاصيل الحقلية، محاصيل الحبوب والبقول، دمشق، مدرية الكتب الجامعية ص ٢٣٠

٣١. لحسين إيمان (٢٠١٤)، دراسة مورفولوجية وبيوكيميائية لنبات القمح الصلب المزروع في الجزائر، مذكرة لنيل ماجستير ، جامعة قسنطينة كلية عاوم الطبيعة والحياة ، ص ٥-١

٣٢. محب طه صقر ، د س ، أساسيات كيميوحيوية وفسيولوجيا النبات ، كلية الزراعة ،جامعة المنصورة ، ص ٦-٧-١٢

٣٣. محمود عبد العزيز إبراهيم خليل (١٩٩٨) ،العلاقات المائية ونظم الري بالأراضي الرملية، الزراعات المحمية، محاصيل الخضر، جلال حزي وشركاؤه، منشأة المعارف بالإسكندرية ص١٥٤-١٧٥-١٧٨.

٣٤. محي الدين القرواني (١٩٩٠)، الخصوبة وتغذية النبات.

٣٥. مرتضى معطي هادي الفتلاوي ، (٢٠١٨)، استعمال التجارب العالمية في دراسة تأثير التفاعل بين الماء الممغنط والمركبات النانوية في أحد مؤشرات النمو لنبات الفلفل ، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علوم الإحصاء جامعة كربلاء العراق *asiaticus* رسالة ماجستير .جامعة بغداد ، كلية الزراعة .ص١٨.

٣٦. نعمة عبد العزيز نور الّدين، كمال عبد العزيز الشوني، طاهر بهجة فايد، عادل محمود أبو شيتة وعبد العظيم أحمد عبد الجواد، (٢٠٠٠م)، اساسيات المحاصيل، مركز التّعليم المفتوح، جامعة عين شمس،ص ١٤٤-١٤٨

٣٧. نورالدين شوقي عمي، حياوي ويوة الجوذري (٢٠١٧)، تطبيقات التقنية النانوية لمغذيات الصغرى في الإنتاج الزراعي (مقالة مرجعية) ،مجلة العلوم الزراعية العراق ص٩٨٥

٣٨. ياسر السعيدان خضير جودة، محمد حسن هاجر، ابراهيم محمود شيماء (٢٠١٩)، تقيم تجزئة الأسمدة المعدنية والنانوية في تسميد محصول القمح Triticumaestivum L.، كلية الزراعة جامعة المثنى،المؤتمر الدولي التاسع للتنمية الزراعية المستدامة ، المجلد ٣٣،العدد١، ص ٣١٦

٣٩. ياسر عبد الحكيم، (2020).المختصر المفيد في الأسمدة و التسميد (فيزيولوجيا تغذية النبات) ص: 38 – 41.

٤٠. يحي العباس ،(٢٠٢٣)،تأثير اضافة تراكيز مختلفة من سماد النانو (اوكسيد الزنك)في تركيز بعض العناصر المغذية الكبرى في المجموع الخضري وإنتاجية الفستق الحلبي المزروع في حمص ،جامعة البعث سوريا ،المجلد ٤٥،العدد٥ ، ص٦٨-٦٩-٧١

المراجع باللغة الأجنبية

1. Abbassenne F., BOUZERZOUR H., Hachemil., (1998). Phénologie rtprodution du blé dur (TriticumdurumDesf.) en zone semi-aride d’altitude. Ann. AGRON. INA,vol 18 , p, : 24-26.

2. Abou- Zeid H and Ghada S(2018),The role of priming with biosynthesized silver Nanoparticles in the response of Triticumaestivum L.to salt stress,University Alexandria Egypt vol 58(1), p 73.

3. Ali Sabah Alhasan .,(2022) ,Nano – Fertilizers as a Novel Technique for Maximum Yield in Wheat Boifortification (Article Review) ,IOP Conference Series : Earth and Environmental Science, https:/doi.org/10.1088/1755-1315/1060/1/012043 , P:10-12.

4. Anonymous, (2009). Agricultural statistics of Pakistan. Government of Pakistan, Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Economic Wing , vol 28, P:360-392.

5. APG., 2009 An update of the angiosperme phyhogeny group classification for the orders and familiers of foloweringplantd : APG botanical journal of the linnaem society, vol 161, p : 105-121.

6. Bahlouli F., Bouzerzour H., Bemmahammed A., Hassous K.L., (2005). Selection of highyielding of durumwheat (TriticumdurumDesf.) under semi arid condition. Journal of agronomy, vol 4. P : 360-365.

7. Baker RJ and Gebeheyou G, 1982. Comparative growthanalysis of twospringwheat and on springbarly, cropssci.,vol 22, P : 1225-1230

8. Baldy C., (1974). Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des pricipales zones célélières. Document du projet céréale, P 170.

9. Barron C., Surget A., Rouau X .2007-Relative amounts of tissues in mature wheat (Triticumaestivum L) grain and their carbohydrate and phenolicacid composition. Journal of cereal Science , vol 45, p :88-96.

10. Benedicto, A.,Missan,T.,Degueldre,C.,2013. Predictions of TiO2-driven migration of Se based on an integrated study of TiO2 colloid stability and Se surface adsorption .Sci Total Env . vol 449 , P:214-222.

11. Benlaribi M, 1990, Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (TriticumdurumDesf.), étude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse d'état, univ. Ment. Const. P 164.

12. Bousba R, 2012. Ccaractérisation de la tolérace à lasecheresse chez le blé dur (TriticumdurumDesf.) : Analyse de la physiologie et de la capacité en proline. Doctorat des sciences. Faculté SNV Université mentouriconstantine, P 118.

13. Bouzrzour H., (1998) : la selection pour le rendement en grain, la precocite, la biomasse aérienne et l'indice de recolte chez l'orage (HordiumVulagareI.), en semi-aride.

14. Burnie G,S., Fonester D., Greig and Guest S., (2006)- Botanica-encyclopédie de botanique et de horticuture, 1st end, place des victoires Eds, Paris, P 280.

15. Carmi, A. and Staden, J. V. (1983). Role of Roots in Regulating the Growth Rate and Cytokinin Content in Leaves. Plant Physiol. , vol73, P: 76-78.

16. Chakrabarti B, Singh SD, Nagarajan S, and Aggarwal PK, 2011 Impact of temperature on phenoligy and pollen sterility of wheatvarieties. Australian Journal of crop science, vol 558, P: 1039-1043.

17. Cheftel JC .et Cheftel H, (1992) .Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments V1 : Tec et Doc Paris .Lavoisier , P 381

18. Creston R.P., Williams J.T., 1981. A World survey of washeatgeneticresources. IBRGR. Bulletin , vol 80, P: 59,37.

19. Cristina Buzea , Ivan. I. Pacheco Blandino, and Kevin Robbie , (2007 Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. Bio interphases vol 2 (4) , p:17 , 172 .

20. Evans I., T. and Wadlaw I,F., (1976) : Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. Adv. Agron, vol 28, P :301-359

21. Evans LT, and Rawson HM, 1975. Photosynthesis and respiration by the flag leaf and cimposients of oats cultivars under irrigation intervals. TUAS, vol 44(1), P:1-15

22. Farooqui, A.; Tabassum, H.; Ahmad, A.; Mabood, A.; Ahmad, A.; Ahmad, I.Z. (2016). Role of nanoparticles in growth and development of plants. Int. J. Pharm. Bio. Sci.,vol 7(4), P : 22 – 37

23. Farshid, A (2010). Influence of zinc and boron interactions on residual availableiron and manganese in the soil after corn harvest. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 8: 677-772.

24. feillet P., 2000- LES GRAIN DE Blé, composition ey utilisation. INRA édition, Paris. P 17-18

25. Fischer RA, Aguilar I, Maurer R, and RIVAS S, 1976, Density and rowspacingeffects on irrigated short wheatatlow latitude gournal of Agricultural science (cambridge), vol 87, P : 137-147.

26. FISHER MJ. Paton RC., Matsuno K. (1998). Intracellularsignalingproteins an smart agents in paralleldistributedprocesses. Bio-Systems, vol 50(3), P : 159-171.

27. Fletcher R.J., (1983) : BREEDING FOR FROST RESITANCE in EARLY FLOWERING. PROC. 6 thint, wheat genetics symposium, P : 965-969

28. Gallagher JN, and BISCO pv, 1978. Radication absorpation, growth and yield of cereals. J, Agric. Sci. Camb., vol 19, P :47-60.

29. Gallagher JN, and BISCO pv, 1978. Radication absorpation, growth and yield of cereals. J, Agric. Sci. Camb., vol 19, P :47-60.

30. Geslin et rivale., (1965). Contribution à l'étude de TriticumDurum. Ref., P: 41-43.

31. Grignac P. 1978. LE BLE DUR: MONOGRAPHIE SUCCINTE, Maitre de conférences à l Ecole National Supérieure Agronomique de Montpllier , p 86

32. H. M. Yusof et al(2019),"Microbial synthesis of zinc oxide nanoparticles and their potential application as an antimicrobial agent and a feed supplement in animal industry: a review", Journal of Animal Science and Biotechnology, vol 10(1), P: 57 , 49

33. HANNACHI Abderrahmane , (2017)Aptitude à la combinaison ,sélection mono et multi caractéres et Adaptabilité du blé dur (Triticumdurum Desf.) aux conditions semi- arides ,pour lobtention du diplôme de doctorat en sciences ,université faculté des sciences setif , P 27

34. Haung, H; OA, Christophersen ;J, Kinabo ; W, Kaunda ; and LO , Eik (2010). Use of dried kapenta (Limnothrissamiuodon and Stolothrissatanganicae) and other products based on whole fish - for complementing maize-based diets. African Journal of Food, Nutrient and Development, vol 10 , P: 2478-2478.

35. Hay RKM, AND kirby EJM, 1991, conergence and synchrony : areview of the coordination of deveopment in a wheat. Austalian Journal of Agricultural Reserch, vol 42, P :661-700

36. Jones H. G, et Jones M. B., (1989). Introduction ; someterminology and commonmechanisms. In : JONES TJ : Flowers M.B, JONES (Ede). Plants under stress. Cambridge univ. Press, p : 1-10.

37. K. Vinoth Kumar , Chinniah Udayasoorian,(2014) Toxicity Potential of Different Metal Oxides Nanoparticles on Germination of Maize Plant,Tamil Nadu agricultural University Coimbatore India ,article technology ,vol3 (1) , p 117.

38. Kaila Tara Meghana. , (2021) ,Nanofertilizers in Agriculture ,ACTA Scientific AGRICULTURE (ISSN: ٢٥٨١-365X) ,vol 5, P12.

39. Karaou M., Haffid R., Smith D., and Samir N., (1998). Roots and short growth water use and water use efficiency of springdurumwheatunderearl – seasondrought. Agr,vol 18, P: 181-186.

40. Machey J., 1966, SpecieRelationshipintriticum- B proc, 2int. Water genent. Symp., land 1965. Hereditas, suppl,vol 2, P: 277-276.

41. Madbouly, A.K. (2018). Nanoparticles as novel plant growth promoters. Novel Res. Microbiol. J., vol 2(4),P: 61-64.

42. MasleMeynard J.(1981). Relation entre croisement et développement pendent la montaison d'un oeuplement de blé d'hiver, infuence des conditions de nutrition agronosmie. vo1(5), P : 365-374.

43. Mehrnaz HATAMI, Mansour GHORBANPOUR,(2013),Defense enzyme activities and biochemical variations of Pelargonium zonale in -response to nanosilver application and dark storage,Faculty ofAgriculture and Natural Resources,Arak University,Turkish Journal of Biology,vol38(1) p: 136-137.

44. Nair, R.; Varghese, S.H.; Nair, B.G.; Maekawa, T.; Yoshida, Y.; Kumar, D.S. (2010). Nanoparticulate material delivery to plants. Plant Sci., vol 179, P:154–163.

45. Neffar F (2012). Analyse de l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress abiotique dans differents génotypes de blé dur (Triticumdurum Desf.) et d'orge (hordevmvulagare) soumis à la séchresse. Doctorate des sciences, biologie végétale, Faculte SNN, Université sétif 01 , P 98.

46. S. Patil et al(2020),"Physical and chemical properties of nanomaterials", In Nanomedicines for Breast Cancer Theranostics, p 17-32.

47. Santos ,Soniaa .p,Conciecao santos ,sonia silva, Gloria pinto ,Laura . M.Torres, (2013), The effect of sooty mold on fluorescence and gas exchange propierties of olive tree., Turkish journal of biology , vol 37(5), P : 626-627.

48. Shabala, S.(2017). Plant Stress Physiology, 2nd Edition ,CABI, P:302.

49. Shewry P.R., (2009). Wheat, J Exp BOT 60.

50. Sirelkhatim et al(2015)," Review on Zinc Oxide Nanoparticles: Antibacterial Activity and Toxicity Mechanism", NanomicroLett, Vol 7(3): p 219–242.

51. Soltaner D (1998). Les grandes prodictions végétales. Céréales plantes sarclées, prairies, sante-Germme- sur- loire, science et Tecnique Agricoles éd, P 464.

52. Soltner D., 1980- les grandes productionvegetales, collection des sciences et des techniques culturales,P : 20-30.

53. Song HP., Delwwche SR., line MJ, 1998-Moisture distribution ina mature soft wheat grain by three-dimensionalmaganetic résonance imaging. JOURNAL OF CEREAL Science , vol 27 , P:191-192.

54. Sorooshzadeh ,A ;Hazrati ,s;Oraki,H.;Govahi.andRamazani ,A.(2012).Foliar application of nano silver influence growth of saffron under flooding stress. Brno,Czech Republic, EU. Vol 10 , P: 23-25.

55. van der Ploeg, R.R., P. Schweigert, and J. Bachmann, 2001. Use and misuse of nitrogen in agriculture: the German story. Scientific World Journal. vol 1(2) , P: 44-737.

56. Wu, M. (2013). Effects of incorporation of nano-carbon into slow-released fertilizer on rice yield and nitrogen loss in surface water of paddy soil. Advance J. Food Sci. Technol., vol 5, P:398-403.

57. YAHYAOUI Amina (2021) ,Les effets de l'exposition aux nanoparticules sur la germination et développement d'un modèle alternatif végétal , pour

lobtention du diplôme de doctorat en sciences , faculte de sciences, - Universite BADJI MOKHTAR –ANNABA, p 95,97.

58. Yin, Y., Colman, B. P., Mcgill, B. M., Wright, J. P., & Bernhardt, E. S. (2012). Effects Of Silver Nanoparticle Exposure On Germination And Early Growth Of Eleven Wetland Plants. Special Section Plos One , vol 7(10).

59. Zadocks, J.C., CHANG. T.T., Konzak, C.F. 1974- A decimal code for the growth stage of cereals, weedreserch, vol 14 , P : 415-421.

الملاحق

الملاحق

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	3406.311	2	1703.155	18.33312	0.000225	3.885294
Columns	2597.042	1	2597.042	27.95511	0.000192	4.747225
Interaction	1364.917	2	682.4585	7.346126	0.008256	3.885294
Within	1114.806	12	92.90046			
Total	8483.076	17				

الملحق (٠١): تحليل تباين نسبة الإنبات

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	0.166358	2	0.083179	3.322183	0.071089	3.885294
Columns	0.120868	1	0.120868	4.827481	0.048383	4.747225
Interaction	0.091736	2	0.045868	1.831974	0.202153	3.885294
Within	0.30045	12	0.025038			
Total	0.679413	17				

الملحق (٠٢): تحليل تباين متوسط محيط الساق

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	0.706409	2	0.353204	0.250254	0.782567	3.885294
Columns	53.91511	1	53.91511	38.20019	4.72E-05	4.747225
Interaction	6.055712	2	3.027856	2.145311	0.159758	3.885294
Within	16.9366	12	1.411383			
Total	77.61384	17				

الملحق (٠٣): تحليل تباين متوسط مساحة الورقة

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	8.676033	2	4.338017	7.027088	0.009546	3.885294
Columns	0.317339	1	0.317339	0.514053	0.487111	4.747225
Interaction	4.445544	2	2.222772	3.600635	0.059581	3.885294
Within	7.407933	12	0.617328			
Total	20.84685	17				

الملحق (٠٤): تحليل تباين متوسط عدد الأوراق

ANOVA

Source of Variation	*df*	*SS*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	2	25.73151	12.86576	1.404542	0.283086	3.885294
Columns	1	36.86542	36.86542	4.024563	0.06792	4.747225
Interaction	2	36.73684	18.36842	2.005263	0.177278	3.885294
Within	12	109.9213	9.160106			
Total	17	209.255				

الملحق (٠٥): تحليل تباين متوسط طول الساق

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	2928.272	2	1464.136	19.00292	0.000191	3.885294
Columns	49.94168	1	49.94168	0.64819	0.436423	4.747225
Interaction	1044.236	2	522.1178	6.776533	0.010726	3.885294
Within	924.5751	12	77.04793			
Total	4947.024	17				

الملحق (٠٦): تحليل تباين النسبة المئوية لدرجة الامتلاء

ANOVA

Source of Variation	*df*	*SS*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	2	1239.389	619.6945	5.291426	0.022512	3.885294
Columns	1	204.7613	204.7613	1.748409	0.210726	4.747225
Interaction	2	107.6911	53.84554	0.459774	0.642101	3.885294
Within	12	1405.355	117.113			
Total	17	2957.197				

الملحق (٠٧): تحليل تباين المحتوى الرطوبي للنبات

ANOVA

Source of Variation	*df*	*SS*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	2	10400.69	5200.343	89.77835	6.04E-08	3.885294
Columns	1	26.40222	26.40222	0.455806	0.51239	4.747225
Interaction	2	14326.15	7163.074	123.6628	9.82E-09	3.885294
Within	12	695.0909	57.92424			
Total	17	25448.33				

الملحق (٠٨): تحليل تباين متوسط طول خلايا بشرة الساق

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Sample	4043.54	2	2021.77	34.92157	9.94E-06	3.885294
Columns	88.80002	1	88.80002	1.533822	0.23922	4.747225
Interaction	17657.28	2	8828.64	152.4951	2.94E-09	3.885294
Within	694.7351	12	57.89459			
Total	22484.35	17				

الملحق (٠٩): تحليل تباين متوسط عرض خلايا بشرة الساق

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Rows	18.20042	1	18.20042	0.16308	0.725423	18.51282
Columns	312.117	2	156.0585	1.398323	0.416958	19
Error	223.208	2	111.604			
Total	553.5255	5				

الملحق (١٠): تحليل تباين سمك بشرة الساق

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Rows	30351.17	1	30351.17	119.6446	0.008254739	18.51282
Columns	8611.897	2	4305.948	16.97409	0.055635641	19
Error	507.3554	2	253.6777			
Total	39470.42	5				

الملحق (١١): تحليل تباين قطر الحزم الوعائية داخل الساق

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Rows	265.7342	1	265.7342	1.054858	0.412373	18.51282
Columns	1074.143	2	537.0713	2.131957	0.319289	19
Error	503.8293	2	251.9147			
Total	1843.706	5				

الملحق (١٢): تحليل تباين سمك الخشب في الساق

ANOVA

F crit	*P-value*	*F*	*MS*	*df*	*SS*	*Source of Variation*
3.885294	0.010637	6.794301	4.76E+09	2	9.53E+09	Sample
4.747225	0.234534	1.566719	1.1E+09	1	1.1E+09	Columns
3.885294	0.107087	2.70687	1.9E+09	2	3.8E+09	Interaction
			7.01E+08	12	8.41E+09	Within
				17	2.28E+10	Total

الملحق (١٣): تحليل تباين متوسط مساحة الثغور

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Rows	3830.932	1	3830.932	3.591945	0.198537	18.51282
Columns	405.4771	2	202.7386	0.190091	0.840272	19
Error	2133.068	2	1066.534			
Total	6369.478	5				

الملحق (١٤): تحليل تباين سمك بشرة الورقة

ANOVA

F crit	*P-value*	*F*	*MS*	*df*	*SS*	*Source of Variation*
18.51282	0.590975	0.401829	6853.964	1	6853.964	Rows
19	0.786076	0.272141	4641.891	2	9283.782	Columns
			17056.92	2	34113.83	Error
				5	50251.58	Total

الملحق (١٥): تحليل تباين سمك الطبقة العمادية للورقة

ANOVA

F crit	*P-value*	*F*	*MS*	*df*	*SS*	*Source of Variation*
18.51282	0.146399	5.370133	41828.49	1	41828.49	Rows
19	0.805929	0.240803	1875.642	2	3751.284	Columns
			7789.098	2	15578.2	Error
				5	61157.97	Total

الملحق (١٦): تحليل تباين سمك الطبقة الإسفنجية للورقة

ANOVA

F crit	*P-value*	*F*	*MS*	*df*	*SS*	*Source of Variation*
3.885294	3.84E-07	64.37083	16587.57	2	33175.14	Sample
4.747225	0.011291	8.935196	2302.49	1	2302.49	Columns
3.885294	0.000561	14.89273	3837.672	2	7675.345	Interaction
			257.6877	12	3092.252	Within

				17	46245.23	Total

الملحق (١٧): تحليل تباين متوسط طول خلايا بشرة الجذر

ANOVA

F crit	*P-value*	*F*	*MS*	*df*	*SS*	*Source of Variation*
3.885294	1.64E-14	1184.746	6011.44	2	12022.88	Sample
4.747225	6.22E-16	3193.081	16201.8	1	16201.8	Columns
3.885294	1.12E-12	582.5181	2955.716	2	5911.433	Interaction
			5.074033	12	60.8884	Within
				17	34197	Total

الملحق (١٨): تحليل تباين متوسط عرض خلايا بشرة الجذر

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Rows	94.32735	1	94.32735	0.686216	0.494571	18.51282
Columns	980.6245	2	490.3123	3.56694	0.218965	19
Error	274.9204	2	137.4602			
Total	1349.872	5				

الملحق (١٩): تحليل تباين سمك بشرة الجذر

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Rows	4219.862	1	4219.862	0.936855	0.4352	18.51282
Columns	29873.82	2	14936.91	3.316154	0.231688	19
Error	9008.574	2	4504.287			
Total	43102.26	5				

الملحق (٢٠): تحليل تباين سمك قشرة الجذر

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Rows	286.0742	1	286.0742	0.541574	0.538388	18.51282
Columns	539.9311	2	269.9656	0.511078	0.661779	19
Error	1056.455	2	528.2275			
Total	1882.46	5				

الملحق (٢١): تحليل تباين سمك خشب الجذر