



رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: العلوم البيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي والمحيط

الموضوع

أثر الفوسفات المحلي على نمو نبات الذرة الرفيعة (*Sorghum Vulgare*) بمساهمة الميكوريزا محسنة نمو النبات

من إعداد:

حويذق خلود

جهينة نصير

آية لغدامسي

نوقشت يوم 2022/06/ من طرف لجنة المناقشة:

مخدومي نور الهدى	أستاذ محاضر (ب)	رئيسا	جامعة الوادي
التهامي العايش عمار	أستاذ محاضر (أ)	مناقشا	جامعة الوادي
جودي عبد الحق	أستاذ محاضر (ب)	مؤظرا	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2021-2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شكر وتقدير

الحمد لله سبحانه حمدا يوافي جلال وجهه، وعظيم سلطانه ووفير نعمه نحمدك الله على إعانتك،
وتوفيقك لنا لإنجاز وإتمام هذا العمل.

الحمد والشكر لله الذي هدانا سبيل الرشاد وألهمنا من العلم والعمل ما يشد أزرنا في هذه الحياة،
بأسمى معاني التقدير والاحترام نتقدم بالشكر الجزيل لمن كللهم الله بالهيبة والوقار ولمن سهروا
معنا الليالي ولمن كانت دعواتهم سبب وصولنا مقامنا هذا للوالدين الكريمين.

يجدر بنا في هذا العمل أن نتقدم بالشكر الجزيل والامتنان وعظيم العرفان إلى أستاذنا الفاضل
جودي عبد الحق لقبوله وتحمله أعباء الإشراف على عملنا هذا وتوجيهه ونصحه لنا، كما نشكره لرحابة
صدره ومعاملته الطيبة وتحمله لنا، جزاه الله عنا خير جزاء.

والشكر موصول لكل أساتذتنا الكرام كل واحد باسمه خاصة الأستاذ **شويخ عاطف** الذين فتحوا لنا
درب البحث والتعلم في مشوارنا الدراسي من أول الطريق لأخره، ولكل معلم بذل جهده في تعليمنا
وأعطانا ما بحوزته من دروس ونصائح لتتوير وفتح سبل العلم والمعرفة لنصل إلى ما نحن الآن عليه
اليوم ولا ننسى أستاذ المخبر **عمر** لكلية علوم الطبيعة والحياة على مساعدته لنا
كما لا ننسى الزملاء والأصدقاء وكل من مد لنا يد العون من قريب أو بعيد.

****ربي أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه وأدخلني
برحمتك في عبادك الصالحين** (النمل-19).**

اهداء

وأما عن نعم فأولهم أبي وأجلهم أمي وأغلاهم أخوتي اللهم لا تحني لهم ظهرا ولا تربني فيهم بأسا
بفضل الله وصلت لمقامي هذا فالحمد لله والشكر إلى ما أتاني الحمد لله الذي أنار لي طريقي وكان خير العون
أهدي ثمرة جهدي إلى أبي الغالي وأمي العزيزة حفظكما الله لنا .
أبي هو الفضل هو الخير هو الكل إنه عمودي الفقري ❤️ اللهم ارفع أبي درجة في الجنة فيقول: من أين لي هذا يا الله ! فيقال بدعاء
بتك لك .

حويدق عبد الحميد

وما أمي إلا قمرأ أضاء لي كل عتمة بدعواتك يا أمي فتحت لنا الأبواب وبرعايتك كبرنا واشتد عودنا .. لا حرمنا الله وجودك يا
أمي ❤️

بشيرة شابي

حب الأخ مختلف يفوق إتساع المدى دائما هو الأعلى والأبقى والأفضل

اللهم أخي اللهم سندي اللهم ضلعي الثابت ❤️

عبد الرؤوف، جعفر، ياسين، خالد، حسين

أختي دمتي لي شيئا جميلا لا ينتهي ولا يغيب هي قلبي وجزء من روحي فأحفظها لي يا الله ❤️

أمال، سهيلة، ملاك

وإلى كتاكيت العائلة وخاصة «العربي هو المفضل والدائم والثابت في قلبي»

إلى كل أفراد عائلتي وزوجات أخي وأنرواح أخواتي حفظكم الله 🤗

و "بعض الأصدقاء، أيضا عائلة": هناء، سامرة، أية، جهينة، أية، شيماء، سندس، سهام

وإلى كل الأساتذة الذين قدموا لنا يد المساعدة، كما أتوجه جزيل الشكر إلى الأستاذ جودي عبد الحق .

خلود حويدق 🤗

اهداء

الحمد لله ذي المنة والصلاة والسلام على رسول الأمة

قد بفضل الله إنجأنا هذا العمل الذي أهديه إلى أعلى من في الوجود إلى اللذان كانا توفيقني بفضل الله إجابة لدعواتهما الصادقة إلى التي

وهبتني الحياة وسهرت الليالي من أجل نجاحي أقبل جبينك وأقول أهديك نجاحي أمي الغالية "مرشيدة مدلل"

إلى من علمني أن الحياة أخذ وعطاء من تعب وسهر ليقدّم لنا السعادة إلى من منحي الأمل والمحكمة أبي العزيز "عبد المالك

لغدامسي"

وإلى جدتي العزيزة أطال الله في عمرها "حوبة نرهرة"

إلى البراءة النجولة والغالية "ليان"

إلى كتاكيتنا الصغار "، كنان، أنس"

إلى الشمعة التي تشر حياتي "أختي الوحيدة الغالية" مرحيل"

إلى إخوتي الأعزاء "معتز بلال"

إلى سندي ومرفيق حياتي "عز الدين" أتمنى أن نعيش حياة مليئة بالسعادة.

إلى كل صديقاتي وخاصة "وجدان" نرهرة "هدى" خلود "جهينة" إلى من هم في قلبي ولم يذكروهم قلبي أهدي ثمرة

نجاحي

أية لغدامسي

اهداء

انتهت الحكاية، ورفعت قبعتي مودعاً للستين التي مضت، أهدي تخرجي الى بحر الحب
والحنان والنبض الساكن في عروقي أُمي الحنونة حني ليلي وأبي العزيز نصير الجيلاني ،
اللذان كانا لي سنداً في مسيرتي ، الى شموع دربي افراد اسرتي اخوتي واخواتي إلى بسمه
العائلة ميرا الى اخوتي التي لم تلدهم أُمي ولكن ولدتهم لي الأيام كانوا سنداً لي انقال ،
عير ، بفضلكم أقف في هذا المنبر الجميل والمشرف ، شكرًا لكل أصدقائي آية ،
خلود ، شكرًا الى من علموني حرفاً ، شكرًا لكم .

جهينة نصير

فهرس المحتويات

.....شكر وتقدير	
.....اهداء	
.....اهداء	
.....اهداء	
.....فهرس المحتويات	
.....قائمة الوثائق	
.....قائمة الجداول	
.....ملخص:	
1.....مقدمة	

الجزء النظري

الفصل الأول: البكتيريا الجذرية والميكوريزا

6..... المنطقة الجذرية:	
6..... 2- تعريف المنطقة الجذرية La rhizosphere:	
6..... 3- نشاط المنطقة الجذرية:	
7..... 4- الكائنات الحية الدقيقة في المنطقة الجذرية:	
8..... 5- البكتيريا الجذرية المحسنة لنمو النبات PGPR:	
8..... 6- بعض أجناس البكتيريا PGPR:	
8..... 6-1- <i>Azospirillum</i>	
8..... 6-2- <i>Pseudomonas</i>	
9..... 6-3- <i>Rhizobium</i>	
9..... 6-4- <i>Bacillus</i>	
10..... 7- آلية عمل البكتيريا المعززة لنمو النبات PGPR:	
11..... 7-1- آلية العمل المباشرة لبكتيريا ال PGPR على نمو النبات:	
11..... 7-1-1 تثبيت النيتروجين: Fixation de l'azote	
11..... 7-1-2 إذابة الفوسفات (P):	
12..... 7-1-3 إذابة البوتاسيوم (K):	
12..... 7-1-4 إنتاج حامل الحديد production de Siderophore:	
13..... 7-1-5 إنتاج الهرمونات النباتية:	
14..... 7-2- آلية العمل الغير مباشرة لبكتيريا ال PGPR على نمو النبات:	
14..... 7-2-1 إنتاج المضادات الحيوية:	
14..... 7-2-2 إنتاج سيانيد الهيدروجين (Cyanure d'hydrogène) HCN:	
15..... 7-2-3 تحفيز المقاومة الجهازية:	
15..... 7-2-4 المركبات المتطايرة:	
15..... 7-2-5 المنافسة:	
16..... 8- الأشكال المختلفة لـ PGPR وآليات عملها:	
16..... 2-1- الميكوريزا Mycorrhizae:	
17..... 2-2- الأنواع الرئيسية للميكوريزا:	
17..... 2-2-1 الميكوريزا الخارجية Ectomycorrhizae:	

- 17.....Endomycorrhizae الداخلية 2-2-2
- 18..... دور الميكوريزا في تنشيط إفراز بعض الهرمونات والإنزيمات الدفاعية: 2-3
- 19..... الميكوريزا كعامل مكافحة حيوية: 2-4
- 19..... الآليات التي تستخدمها الميكوريزا الداخلية في مكافحة الحيوية: 2-5
- الفصل الثاني: عموميات حول نبات الذرة الرفيعة**
- 22..... الموطن الأصلي للذرة الرفيعة: 2-2
- 22..... التصنيف العلمي: 3-2
- 23..... التصنيف النباتي للذرة الرفيعة: 4-2
- 24..... الوصف النباتي للذرة الرفيعة: 5-2
- 24..... 1-5 الجذور: 5-1
- 24..... 2-5 الساق: 5-2
- 24..... 3-5 الأوراق: 5-3
- 25..... 3-5 النورة: 5-3
- 26..... 5-5 الحبة (الثمرة): 5-5
- 27..... 6-5 فسيولوجيا الذرة الرفيعة: 5-6
- 27..... 1-6 طور الإنبات وتكشف البادرات: 6-1
- 27..... 2-6 طور النمو الخضري: 6-2
- 27..... 3-6 طور النمو الثمري: 6-3
- 28..... 3-3-6 طور الإزهار: 6-3-3
- 28..... 4-3-6 طور تكوين ونضج الحبوب: 6-3-4
- 29..... 7- الظروف المناخية: 7-1
- 29..... 8- الاحتياجات البيئية للذرة الرفيعة: 8-1
- 30..... 9- جدول المغذيات للذرة الرفيعة: 9-1
- 31..... 10- إستعمالات الذرة الرفيعة: 10-1
- 31..... 11- أهم أمراض الذرة الرفيعة وطرق مكافحتها: 11-1

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: المواد وطرق العمل

- 35..... 1- طرق ومواد البحث: 1-1
- 35..... 1-1-1-المادة النباتية: 1-1-1
- 35..... 2-1- الأدوات والمحاليل والأجهزة المستعملة: 1-2-1
- 36..... 2- طرق الدراسة: 2-1
- 36..... 1-2- مكان تنفيذ التجربة: 2-1-1
- 36..... 2-2- المحاليل المعدنية المستعملة: 2-2-1
- 36..... 3-2- مخطط التجربة: 2-3-1
- 36..... 1-3-2- تحضير السماد العضوي: 2-3-1-1
- 36..... 2-3-2- تحضير التربة الزراعية: 2-3-1-2
- 37..... 3- المعايير المورفولوجية: 3-1
- 37..... 4- المعايير الفيزيولوجية: 3-2

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

41	1-1- الطول الكلي:
42	2-1- الطول الخضري:
43	3-1- الطول الجذري:
44	4-1- الوزن الكلي:
45	5-1- الوزن الخضري:
46	6-1- الوزن الجذري:
47	7-1- عدد الأوراق:
48	8-1- تقدير الكلوروفيل:
51	9-1- نسبة الكاروتينات:
52	10-1- تقدير كمية السكر:
53	2- المناقشة العامة:
55	الخاتمة
57	المراجع
67	الملاحق

قائمة الوثائق

- الوثيقة 1: صورة تمثل المنطقة الجذرية 6
- الوثيقة 2: صورة تمثل هيكل الجذور 7
- الوثيقة 3: صورة تمثل التفاعلات بين النباتات التعاونية والبكتيريا في منطقة الجذور. 9
- الوثيقة 4: الهيكل العام لسيترات هيدروكسامات حامل الحديد. 13
- الوثيقة 5: مخطط فطور الميكوريزا الداخلية والخارجية. 18
- الوثيقة 6: تمثل صورة لنبات الذرة الرفيعة. 22
- الوثيقة 7: صورة تمثل أوراق نبات الذرة الرفيعة 25
- الوثيقة 8: صورة تمثل النورة لنبات الذرة الرفيعة 26
- الوثيقة 9: رسم تخطيطي يمثل قطاع طولي لحبة الذرة الرفيعة 26
- الوثيقة 10: صورة توضح نبات الذرة الرفيعة في طور طرد النورات 28
- الوثيقة 11: خريطة تمثل موقع التجربة 36
- الوثيقة 12: صورة تمثل الأسبوع الأول من الزراعة. 40
- الوثيقة 13: صورة تمثل الأسبوع الثاني من الزراعة. 40
- الوثيقة 14: صورة تمثل قياس الطول بواسطة مسطرة مدرجة. 40
- الوثيقة 15: صورة تمثل نباتات الذرة الرفيعة بعد بعد اقتلاعها. 40
- وفي الأخير تم ترجمة كل هذا الى أعمدة بيانية لتحليلها ومناقشتها. 40
- الوثيقة 16: صورة تمثل وضع أنابيب الإختبار في الماء البارد 41
- الوثيقة 17: صورة تمثل وضع أنابيب الإختبار في الظلام 41
- الوثيقة 18: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الطول الكلي في شروط زرع مختلفة 41
- الوثيقة 19: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الطول الخضري في شروط زرع مختلفة 42
- الوثيقة 20: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الطول الجذري في شروط زرع مختلفة 43
- الوثيقة 21: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الوزن الكلي في شروط زرع مختلفة 44
- الوثيقة 22: تمثل نسبة متوسط الوزن الخضري في شروط زرع مختلفة 45
- الوثيقة 23: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الوزن الجذري في شروط زرع مختلفة 46
- الوثيقة 24: أعمدة بيانية تمثل نسبة عدد الأوراق في شروط زرع مختلفة 47
- الوثيقة 25: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكلوروفيل A في شروط زرع مختلفة 48
- الوثيقة 26: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكلوروفيل B في شروط زرع مختلفة 49
- الوثيقة 27: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكلوروفيل A+B في شروط زرع مختلفة 50
- الوثيقة 28: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكاروتينات في شروط زرع مختلفة 51
- الوثيقة 29: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط تركيز الغلوكوز في شروط زرع مختلفة 52

قائمة الجداول

- الجدول 1: يمثل الأشكال المختلفة للبكتيريا الجذرية وآليات عملها.....16
- الجدول 2: يمثل المغذيات للذرة الرفيعة.....30
- الجدول 3: يوضح الأدوات والمحاليل المستعملة في الدراسة.....35

ملخص:

يعتبر الفوسفور من العناصر الغذائية الأساسية الضرورية لنمو النبات، إلا أنه غير موجود في التربة بالصورة المتاحة، ولذلك تفترض أحدث البيانات الفيزيولوجية والجزيئية أن النبات عندما يتعايش مع فطور الميكوريزا تسهل إمتصاص الفوسفور من قبل النبات ، أجريت هذه الدراسة بغرض معرفة مدى تأثير الفوسفات المحلي على نمو نبات الذرة الرفيعة بمساهمة الفطريات المحسنة لنمو النبات.حيث من أهم النتائج المتحصل عليها أن الفطريات الجذرية PGPF حسنت من نمو النباتات النامية بالتربة المحسن بالفوسفات المحل وذلك بإذابة الفوسفور.

كما أثبتت المعاملة بالميكوريزا والفوسفات فعالية نسبية بتأثير إيجابي وفعال بالنسبة للطول الخضري والجذري حيث كانت 19% و 80% على التوالي أما فيما يخص الوزن الخضري والجذري فكانت 200%, 124.8% على التوالي بالإضافة إلى رفع محتوى الأوراق من الكلوروفيل بنسبة 11% كما كان التحسين أيضا في نسبة محتوى السكر بنسبة بلغت 71.6%.

الكلمات المفتاحية: الميكوريزا، الفوسفور، السورجم، تحسين النمو

Résumé :

Le phosphore est l'un des éléments nutritifs de base nécessaires à la croissance des plantes, mais il n'est pas présent dans le sol sous la forme disponible. Par conséquent, les dernières données physiologiques et moléculaires supposent que la plante lorsqu'elle coexiste avec des champignons mycorrhiziens facilite l'absorption du phosphore par la plante. Plante de sorgho avec l'apport de champignons améliorant la croissance des plantes L'un des résultats les plus importants obtenus est que le champignon racinaire PGPR a amélioré la croissance des plantes cultivées dans un sol amélioré avec du phosphate en dissolvant du phosphore.

Le traitement aux mycorrhizes et au phosphate a également prouvé une efficacité relative avec un effet positif et effectif pour la longueur végétative et racinaire qui était respectivement de 19% et 80% Quant au poids végétatif et racinaire il était de 200%, 124,8%, respectivement, en plus d'augmenter la teneur en chlorophylle des feuilles de 11%, et l'amélioration a également été également dans le pourcentage de teneur en sucre de 71,6%.

Mot clés: mycorrhizes, phosphore, amélioration de la croissance.

Abstract:

Phosphorous is one of the basic nutrients necessary for plant growth, but it is not present in the soil in the available form. Therefore, the latest physiological and molecular data assume that the plant when coexisting with mycorrhizal facilitates the uptake of phosphorous by the plant. Sorghum plant with the contribution of plant growth-improving fungi. One of the most important results obtained is that the root fungus PGPF improved the growth of plants grown in soil improved with phosphate by dissolving phosphorous.

The treatment with mycorrhiza and phosphate also proved a relative effectiveness with a positive and effective effect for the vegetative and root length, which was 19% and 80%, respectively. As for the vegetative and root weight, it was 200%, 124.8%, respectively, in addition to raising the chlorophyll content of the leaves by 11%, and the improvement was also Also in the percentage of sugar content by 71.6%.

Key words: Mycoorrhiza, phosphorous, sorghum, improving growth.

مقدمة

تعتبر محاصيل الحبوب من أول المحاصيل التي زرعها الإنسان عندما عرف الزراعة والإستقرار، وبتطور الزراعة مع مرور الزمن زادت المساحة المزروعة لمحاصيل الحبوب في العالم، وذلك لأهميتها في غذاء الإنسان وهذا لإحتوائها على نسبة مرتفعة من المواد الكربوهيدراتية بجانب إعتدال محتواها من البروتين والدهون والألياف الخام، لذا فالخطوة الأساسية في الوقت الحاضر والمستقبل هي التوسع في زراعة وإنتاج هذه المحاصيل (حسانين.ع، 2019)، تعد الذرة الرفيعة خامس محاصيل حبوب الذرة في العالم من حيث الأهمية الإقتصادية والغذائية كمصدر للطاقة والغذاء والملبس وكخامات للعديد من الصناعات (خليل.إ واخرون، 2015).

بهدف زيادة المحصول يلجأ المزارع إلى الأسمدة الزراعية بما فيها الأسمدة الفوسفاتية، إذ يعد عنصر الفسفور أحد العناصر الغذائية المهمة للنبات في التربة ومن محددات الإنتاج الزراعي في العالم، حيث يتواجد بصورة غير جاهزة للنبات، ويمكن زيادة جاهزيته من خلال استخدام الأحياء الدقيقة بالاشتراك مع النبات مما يساعد في اذابة هذا العنصر ليكون سهل الامتصاص على النبات (Whitelaw, 2000).

في هذا السياق تم اعتبار الكائنات الحية الدقيقة التي تذوب الفوسفات أفضل العناصر البيئية المرشحة لتغذية النباتات بالفوسفات (شاوما واخرون، 2007). تعرف العديد من الكائنات الدقيقة في التربة بقدرتها على تحسين نمو النبات إما بشكل مباشر من خلال حركة المواد الغذائية وإنتاج الهرمونات النباتية أو بشكل غير مباشر من خلال كبح مسببات الأمراض النباتية، أو عن طريق تحفيز المقاومة الجهازية في النبات، كما أنها تعزز من جاهزية العناصر الغذائية للنباتات من خلال اذابة الفسفور، والتي يمكن استخدامها كسماد حيوي (Xiao وجماعته، 2008).

فقد أظهرت نتائج الدراسات أن زيادة المحاصيل وزيادة إمتصاص الفوسفور جاء نتيجة لتلقيح النباتات بواسطة الأحياء الدقيقة.

انطلاقاً من هذه الدراسة يتبادر إلى أذهاننا العديد من الأسئلة مفادها: ما مدى استجابة نبات الذرة الرفيعة لطور الميكوريزا المحسنة لنمو النبات ؟ وماهو أثر الفوسفات المحلي والتداخل بينهما على نمو النبات؟

وللإجابة على هذه التساؤلات قمنا بدراستنا هذه التي تضمنت جزئين:

جزء نظري ينقسم إلى ثلاث فصول:

- الفصل الأول: الكائنات المجهرية والتي تشمل البكتيريا والفطريات
- الفصل الثاني: عموميات حول البكتيريا الجذرية والميكوريزا المحسنة لنمو النبات
- الفصل الثالث: عموميات حول نبات الذرة الرفيعة

جزء تطبيقي ينقسم إلى فصلين:

- الفصل الأول: يتضمن المواد وطرق البحث.
 - الفصل الثاني: يتضمن النتائج المتحصل عليها ومناقشتها.
- وفي الأخير حوصلنا بحثنا هذا في خاتمة.

الجزء النظري

الفصل الأول: البكتيريا الجزرية والميكوريزا

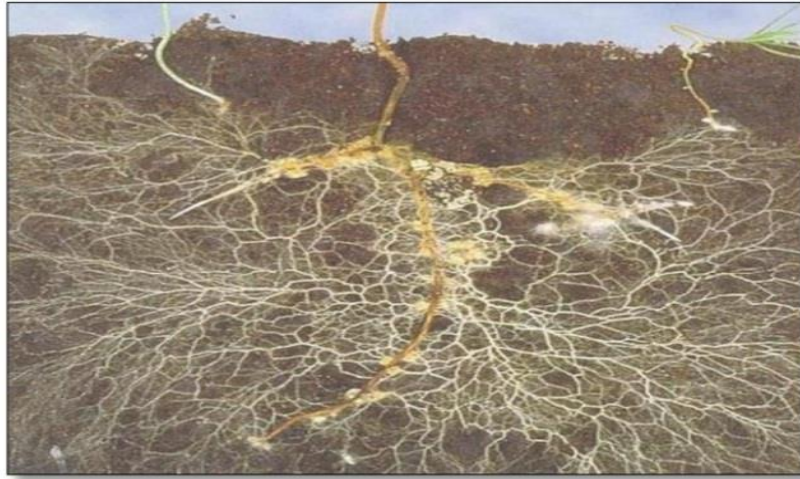
تساهم العديد من الكائنات الحية الدقيقة والتي تشمل البكتيريا والفطريات الموجودة بشكل طبيعي في التربة أو المطبقة على نظام الجذر في نمو النباتات المحيطة ومن المحتمل أن تساهم طرق العمل المختلفة لهذه الكائنات في تطوير النبات بشكل أفضل ويمكن أن تؤدي إلى إنتاجية أفضل.

المنطقة الجذرية:

تم تقديم كلمة rhizosphere في عام 1904 من قبل لورينز هيلتنر Lorenz Hiltner (Hartmane.A et al, 2008)، عالم الجراثيم المتخصص في ميكروبيولوجيا التربة وأستاذ الهندسة الزراعية في الكلية التقنية في ميونيخ. (لومبي وآخرون، 2001). تعرف المنطقة الجذرية على أنها مكان التفاعل بين التربة والنبات والكائنات الحية الدقيقة، حيث تعتمد هذه التفاعلات على الظروف الفيزيائية للبيئة والكائنات الحية المعنية (Norini.M, 2007). إن منطقة الجذور هي موطن لا يتم تحديد حدوده بشكل جيد، لأنه يمثل تدرجًا ميكروبيولوجيًا وفيزيائيًا وكيميائيًا ينتقل من الجذر نفسه إلى مسافة أكبر أو أقل من 1 إلى 5 مم يختفي بعدها تأثير الجذور. تختلف المكونات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمنطقة الجذرية بشكل ملحوظ عن تلك الموجودة في التربة المزروعة وغير المزروعة (Morgan.J et al, 2005).

2- تعريف المنطقة الجذرية La rhizosphere:

الجذور هي منطقة التربة الواقعة حول جذور النباتات وتخضع لتأثيرها المباشر، إنه مكان للتبادلات المكثفة بين النبات والركيزة المعدنية والنشاط الميكروبي المكثف (Anoua.B et al, 1997)، ويلعب دورًا مهمًا في مقاومة التربة للتعرية والصقيع والحرائق والفيضانات، إلخ. (Kraffczyk.L et al, 1984).



الوثيقة 1: صورة تمثل المنطقة الجذرية

(Mohammedi. F et Chereit. A, 2020)

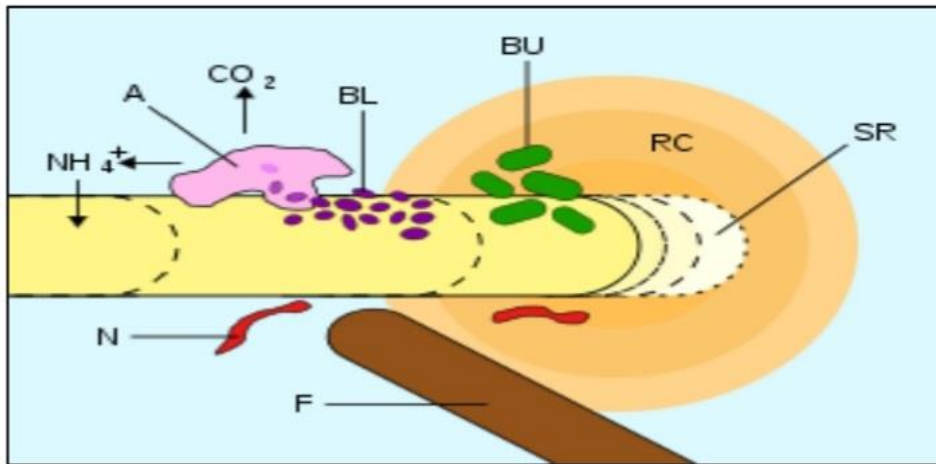
3 نشاط المنطقة الجذرية:

تحدث ظواهر بيئية معينة على مستوى منطقة الجذور. في الواقع، تطلق الجذور الكثير من المواد العضوية على شكل صمغ وإفرازات وأكثر من 40% من منتجات التمثيل الضوئي تمر عبر الجذور

(Sofiane.B. ، 1989). يطلق النبات الإفرازات الجذرية التي تتكون من المواد العضوية الكربونية والنيتروجينية: السكريات والأحماض العضوية والبروتينات (Mench.M. ، 1985). يعدل الجذر الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لتربة المنطقة الجذرية. ينتج هذا التأثير عن سحب الجذور للماء والعناصر المعدنية وإطلاق المركبات العضوية. يتم تحديد حجم التربة المعرضة لتأثير الجذور من خلال منطقة انتشار الجزيئات العضوية القابلة للذوبان والمركبات المتطايرة التي يطلقها الجذر (Stengel.P،Gelin.S. ، 1998). تمثل إفرازات الجذر عنصراً رئيسياً في التبادلات بين النبات والبكتيريا الجذرية، التي ترتبط كثافتها وتنوعها الميكروبي حول الجذور ارتباطاً مباشراً بطبيعة وكمية الإفرازات الجذرية، ويتجلى هذا التأثير من خلال تعديل نمو النبات (Lemanceau.L، 1992).

4- الكائنات الحية الدقيقة في المنطقة الجذرية:

تعتبر التربة مستودعاً مهماً للكائنات الحية الدقيقة (الفطريات والبكتيريا)، من حيث التنوع والكثافة. (symbiotech. com). تنوع النباتات الدقيقة في التربة معقد وتشمل البكتيريا، الفطريات والفيروسات. توزيع الكائنات الحية الدقيقة في التربة غير متجانس ويعتمد على العوامل الغذائية والعوامل الفيزيائية والكيميائية. (بريسكوت وآخرون، 2003). البكتيريا هي الكائنات الحية الدقيقة الأكثر وفرة ونشاطاً في التمثيل الغذائي في التربة. تشير التقديرات إلى أن غراماً واحداً من التربة يمكن أن يحتوي على ما يصل إلى 10^9 بكتيريا. (مالك، 2015). توجد الفطريات أيضاً في التربة، تعد أنشطتها الأيضية متعددة وأساسية للتوازن البيئي للتربة. (نومور، 2008).



الوثيقة 2: صورة تمثل هيكل الجذور

(Mohammedi. F et Chereit. A, 2020)

A = الأميبا تهضم بكتيريا BL = بكتيريا محدودة الطاقة BU = بكتيريا غير محدودة الطاقة RC =
الجذر SR = الشعيرات الجذرية N = دودة نيماتودا

5- البكتيريا الجذرية المحسنة لنمو النبات PGPR:

يأتي مصطلح PGPR من اللغة الإنجليزية (Plant Growth Promoting Rhizosphere) التي تشير إلى البكتيريا التي لها تأثير مفيد على نمو النباتات وتطورها (Arora.N, 2013). تمتلك هذه البكتيريا القدرة على استعمار الجذور بشكل فعال ولها تأثير مفيد على النبات من خلال تحفيز نموه عن طريق الحماية ضد الإلتهابات التي تسببها العوامل الممرضة للنبات. (Haas et Defago, 2005) تحفز البكتيريا PGPR نمو النبات عن طريق زيادة امتصاص المغذيات النباتية وتنشيط آليات المقاومة في النباتات (Beauchamp C, 1993)، يمكن أن تحفز PGPR نمو النباتات من خلال عدة آليات مختلفة. (Adam, 2008).

6- بعض أجناس البكتيريا PGPR:

1-6- *Azospirillum*

هي بكتيريا متحركة سالبة الجرام تنتمي إلى رتبة *Rhodospirillales*، مرتبطة بجذور أحادية الفلقة، بما في ذلك المحاصيل الهامة مثل القمح والذرة والأرز. أظهرت العديد من سلالات *Azospirillum* آثارًا مفيدة على نمو النبات وإنتاجية المحاصيل. (Bashan et al, 2004). هذه البكتيريا لديها القدرة على تحفيز نمو جذور الساق (Mostajeran et al., 2007). حيث تنتج هرمونات النمو، وحمض الخليك إندول 3، حمض الجبريليك، السيتوكينينات وكذلك الفيتامينات التي تعزز الزيادة في سطح الجذر، مما يؤدي إلى زيادة في امتصاص الماء والمعادن. بالإضافة إلى ذلك، يسمح هذا الارتباط بتثبيت النيتروجين التعايشي في الغلاف الجوي إلى أمونيا بفعل النيتروجيناز، مما يعزز النمو والإنتاجية (Hamaoui et al., 2001). أظهرت العديد من سلالات *Azospirillum* آثارًا مفيدة على نمو نباتات المحاصيل أو الحقول في مختلف أنواع التربة والظروف المناخية.

الأنواع الرئيسية من *Azospirillum* هي: *Azospirillum brasilense* و *Azospirillum lipoferum*.

الأنواع الأخرى: *Azospirillum halopraeferens* ، *Azospirillum amazone*

(Blaha et al., 2006)

2-6- *Pseudomonas*

تنتمي إلى فئة *Gammaproteobacteria Pseudomonas*، وهي عصيات سالبة الجرام، مستقيمة، نحيلة ذات نهايات مستديرة، يبلغ متوسط حجمها 2×0.5 ميكرومتر (Palleroni, 1984). هذه البكتيريا متحركة، فهي قادرة على استخدام العديد من الركائز الهيدروكربونية، تمتلك *Pseudomonas* قدرة عالية على استعمار الجذور وكذلك جذور النباتات، فهي قادرة على تكوين روابط

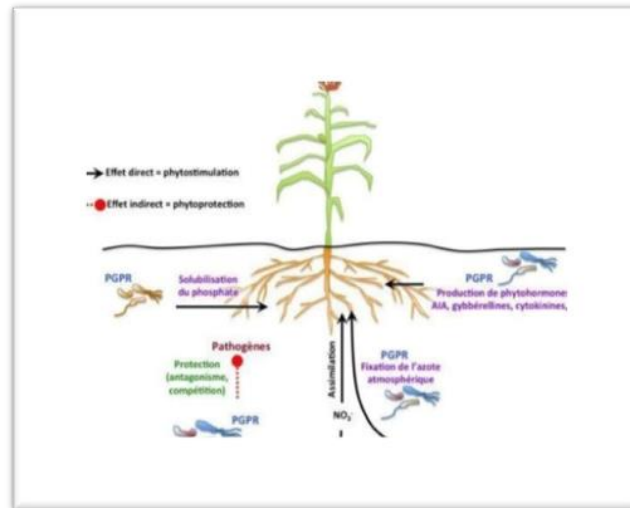
حميمة مع مضيفها (Höfte and de Vos, 2006)، مما يقلل من عدد المواقع الصالحة لسكن للكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض وبالتالي، النمو (Reyes et al, 2004)

Rhizobium -3-6

هي بكتيريا التربة الهوائية التي تنتمي إلى عائلة *Rhizobiaceae* (Sahgal et Johri, 2006) هذه البكتيريا قادرة على إنشاء تكافل مثبت للنيتروجين مع نباتات عائلة البقوليات. ينتج عن هذا التكافل تكوين عقيدات على جذور النبات المضيف. العقيدات هي مكان النشاط التكافلي، يوفر النبات المواد الكربونية للبكتيريا، وتزود البكتيريا النبات بالمواد النيتروجينية التي يتم تصنيعها من النيتروجين الجوي (داوني، 2005). تساعد عملية تثبيت النيتروجين التكافلي النبات على البقاء والتنافس بفعالية في التربة الفقيرة بالنيتروجين. التلقيح بـ *Rhizobium sp* يؤدي إلى زيادة النمو والمحصول. بالإضافة إلى نشاطها المفيد في تثبيت النيتروجين مع البقوليات، يمكن لـ *Rhizobia* تحسين تغذية النبات عن طريق إذابة الفوسفات العضوي والغير عضوي. (Akhtar et siddiqui, 2009).

Bacillus 4-6:

تشكل *Bacillus* جنساً من البكتيريا موجبة الجرام، تنتمي إلى عائلة (*Bacillaceae*)، رتبة (*Bacillales*)، فئة (*Bacilli*). هذه البكتيريا قادرة على إنتاج أبواغ تسمح لها بمقاومة الظروف البيئية غير المواتية. إنه الجنس الأكثر وفرة في منطقة الجذور، وقد عُرف نشاط PGPR لبعض هذه السلالات منذ عدة سنوات (بروبانزا وآخرون، 2002). من المحتمل أن تكون مفيدة كعوامل تحكم بيولوجية (Nagórska et al., 2007) وقادرة على إذابة الفوسفات وإنتاج IAA وحامل الحديد ومضاد للفطريات (Charest et al., 2005).



الوثيقة 3: صورة تمثل التفاعلات بين النباتات التعاوانية والبكتيريا في منطقة الجذور. (Khan et al., 2009).

7- آلية عمل البكتيريا المعززة لنمو النبات PGPR:

هناك العديد من الآليات التي تقوم بها PGPR لتعزيز نمو النبات وتطوره في مختلف الظروف البيئية وفقا لـ Schroth و Kloepper. بشكل عام تحفز الـ PGPR نمو النبات مباشرة إما في كثير من الأحيان بسبب قدرتها على توريد المغذيات (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمعادن الضرورية) أو تعديل مستويات هرمون الثبات، أو بشكل غير مباشر عن طريق تقليل التأثيرات المثبطة لمختلف مسببات الأمراض على نمو النبات (Kloepper. JW et Schroth. MN , 1981)

من بين الآثار المفيدة لـ PGPR على النباتات تحفيز إنبات البذور وتنمية النبات بالإضافة إلى تحسين الحصول على العناصر المعدنية وإستخدام المياه، تؤدي هذه التأثيرات عموماً إلى تحفيز النبات (Dobbelaere et al., 2002). جانب آخر من التأثير المباشر للبكتيريا الجذرية هو تحريض مقاومة النبات لمختلف الضغوطات الحيوية مثل البكتيريا والفطريات والديدان الخيطية الممرضة للنبات، وكذلك الضغوط اللاأحيائية مثل الجفاف، البرد والملوحة والملوثات (مبيدات الأعشاب) (أحمد وخان، 2010).

آلية العمل غير المباشرة لبكتيريا الـ PGPR على نمو النبات	آلية العمل المباشرة لبكتيريا الـ PGPR على نمو النبات
إنتاج المضادات الحيوية	تثبيت النيتروجين
إنتاج سيانيد الهيدروجين HCN	إذابة الفوسفات (P)
تحفيز المقاومة الجهازية	إذابة البوتاسيوم (k)
المركبات المتطايرة	إنتاج حامل الحديد
المنافسة	إنتاج الهرمونات النباتية

1-7 آلية العمل المباشرة لبكتيريا ال PGPR على نمو النبات:

يستلزم التعزيز المباشر لنمو النبات إما تزويد النبات بمركب يتم تصنيعه بواسطة البكتيريا أو تسهيل امتصاص بعض العناصر الغذائية من البيئة (النيتروجين والفوسفور والمعادن الأساسية). (Salisbury 1994, Streit et al. 1996 ; Patten and Glick, 2002).

1-1-7 تثبيت النيتروجين: Fixation de l'azote:

النيتروجين (N) هو العنصر الغذائي الأكثر حيوية لنمو النبات وإنتاجيته، على الرغم من وجود ما يقرب من 78٪ في الغلاف الجوي، إلا أنه غير متاح للنباتات. يتم تحويل نيتروجين الغلاف الجوي إلى أشكال قابلة للاستخدام من قبل النبات من خلال التثبيت البيولوجي للنيتروجين، عن طريق البكتيريا باستخدام نظام إنزيم معقد يسمى النيتروجيناز (Kim and Rees, 1994). تمتلك البكتيريا المثبتة للنيتروجين القدرة على تثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي وتزويده للنباتات من خلال آليتين: تكافلية وغير تكافلية.

تثبيت النيتروجين التكافلي هو علاقة متبادلة بين البكتيريا والنبات. تدخل البكتيريا أولاً إلى الجذر وبعد ذلك تشكل العقيدات التي يحدث فيها تثبيت النيتروجين. يتم تثبيت النيتروجين الغير تكافلي عن طريق الديازوتروفات الحية وهذا يمكن أن يحفز نمو النباتات غير البقولية مثل: الفجل والأرز. (Munees and Mulugeta., 2013).

2-1-7 إذابة الفوسفات (P):

الفوسفور هو ثاني عنصر مهم لنمو النبات، وهو عنصر تأخذه النباتات بكميات أقل مقارنة بالنيتروجين والبوتاسيوم ومن ناحية أخرى فهو مهم للغاية لتغذية النبات وإنتاج الكتلة الحيوية (هولفورد، 1997). يوجد في التربة في شكل عضوي وغير عضوي (خان وآخرون، 2009). كما يلعب دوراً مهماً تقريباً في جميع عمليات التمثيل الغذائي الرئيسية في النبات، لكن النباتات غير قادرة على استخدام الفوسفات مباشرة لان 95-99% منه موجود في شكل غير قابل للذوبان، غير قابل للحركة ومرتسب. تأخذ النباتات الفوسفات فقط في شكلين قابلين للذوبان: الأيونات أحادية القاعدة (H_2PO_4) والأيونات الأساسية (HPO_4^{2-})، يلعب الذوبان الجرثومي للفوسفات دوراً مهماً في تحويل الفوسفور غير قابل للذوبان إلى فوسفور قابل للذوبان، لقد ثبت أن بعض الكائنات الحية الدقيقة في التربة تشارك في إذابة الفوسفات غير قابل للذوبان، حيث تستفيد هذه الكائنات مباشرة من الفوسفور المتوفر حيويًا الضروري لنموها، وبشكل متبادل تستفيد النباتات والكائنات الحية الأخرى كالفطريات من الفوسفور المذاب، لوحظ أن هذه الكائنات الحية الدقيقة تنتج أحماض عضوية وتطلق البروتونات، والتي من خلال مجموعاتها الكربوكسيلية تخلب الكاتيونات المرتبطة بالفوسفات غير قابل للذوبان (سلمى، 2015)، يعد

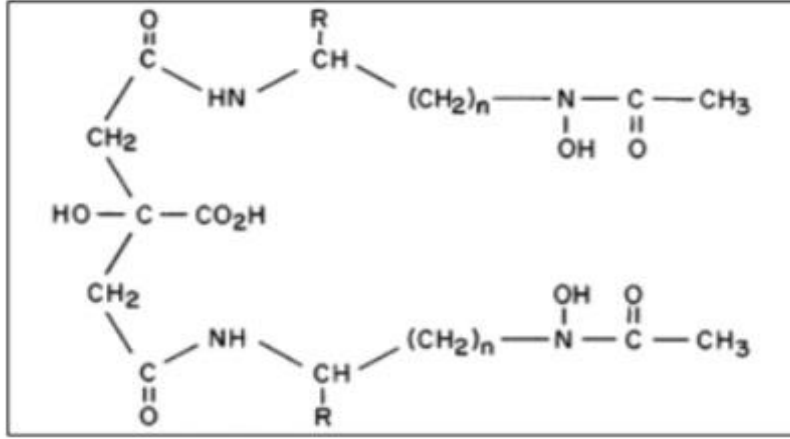
إفراز الأحماض العضوية من الطرق الشائعة لتسهيل تحويل الأشكال غير قابلة للذوبان إلى الأشكال المتاحة للنبات (kim et al. 1998).

3-1-7 إذابة البوتاسيوم (K):

هذا هو العنصر الغذائي الرئيسي الثالث المهم للنباتات. ويتواجد أكثر من 90% من البوتاسيوم في التربة على شكل صخور غير قابلة للذوبان ومعادن السيليكات، تكون تركيزات البوتاسيوم القابل للذوبان في التربة منخفضة جدًا بشكل عام (Parmar and Sindhu. 2013). بدون البوتاسيوم الكافي، يكون للنباتات جذور ضعيفة النمو، وتتمو ببطء، وتنتج بذورًا صغيرة، وتكون غلاتها أقل (KumarDubeyRC, 2012). حيث أن الكائنات الحية الدقيقة في التربة تلعب دورًا رئيسيًا في دورة البوتاسيوم الطبيعية، وبالتالي فإن الكائنات الدقيقة التي تذوب البوتاسيوم موجودة في التربة، (روجرز وآخرون، 1998). البكتيريا الجذرية التي تعزز نمو النبات قادرة على تذويب صخور البوتاسيوم من خلال إنتاج وإفراز الأحماض العضوية (Han HS et Lee KD :2006).

4-1-7 إنتاج حامل الحديد production de Siderophore:

الحديد F هو عنصر أساسي من العناصر الصغرى لتغذية جميع الكائنات الحية في المحيط الحيوي. على الرغم من حقيقة أن الحديد أكثر العناصر وفرة على وجه الأرض، في التربة الهوائية الحديد لا يتم استيعابه بسهولة من قبل البكتيريا أو النباتات بسبب أيون الحديد Fe^{3+} ، وهو الشكل السائد في الطبيعة، قابل للذوبان بحيث تكون كمية الحديد المتاحة للاستيعاب من قبل الكائنات الحية منخفضة للغاية (Margan.J, 2005) طورت الكائنات الحية الدقيقة آليات متخصصة لإمتصاص الحديد، بما في ذلك حامل الحديد الذي هو عبارة عن عامل خاص بإنتاج مركبات الحديد منخفضة الوزن الجزيئي يتم تصنيعه وإفرازه لإذابة الحديد، (Neilands 1981; Abd-Alla 1998). تحفز حوامل الحديد الجرثومية نمو النبات بشكل مباشر عن طريق زيادة توافر الحديد في تربة الجذور وبشكل غير مباشر عن طريق التنشيط التنافسي لنمو مسببات الأمراض النباتية مع نظام امتصاص الحديد الأقل كفاءة (Marek-) (Kozaczuk.M et al. 1996). يلعب حامل الحديد الجرثومي دورًا مهمًا في تغذية النباتات بالحديد في التربة (Shenker.M et al. 1992).



الوثيقة 4: الهيكل العام لسيترات هيدروكسامات حامل الحديد.

(Mohammedi. F et Chereit. A, 2020)

5-1-7 إنتاج الهرمونات النباتية:

مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في منطقة الجذور قادرة على إنتاج المواد التي تنظم نمو النبات وتطوره. تنتج البكتيريا الجذرية التي تعزز نمو النبات هرمونات نباتية مثل، السيتوكينات، الجبرلين. (أروا، 2013).

1- Indole-3-Acetic Acid (IAA): من المعروف أن الهرمون النباتي (IAA)، يشارك في بدء الجذر، وانقسام الخلايا، وتضخم الخلية (Salisbury.F,1994). عادة ما يتم إنتاج هذا الهرمون عن طريق سلالات معينة من نوع PGPR من *pseudomonads* الفلورية (Barazani and Friedman 1999؛ Sunish Kumar et al. 2005؛ Ravindra Naik et al. 2008). من المعروف أن البكتيريا الجذرية المنتجة لـ IAA تزيد من نمو الجذر وطول الجذر، مما يؤدي إلى زيادة مساحة سطح الجذر، مما يمكن النبات من الوصول إلى المزيد من العناصر الغذائية من التربة. أفاد باتن وجليك (2002). عن دور *P. putida* المنتجة لـ IAA في تطوير نظام جذر النبات المضيف.

2- السيتوكينات: هي فئة من الهرمونات النباتية المعروفة بتعزيز انقسامات الخلايا وتضخم الخلايا وتمدد الأنسجة (Salisbury,1994)، يمكن للعديد من البكتيريا المحفزة لنمو النبات مثل *Rhodospirillum rubrum* و *Pantocaaagglomerans* و *Rhizobium sp* و *Azotobacter sp* و *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis* و *Paenibacillus polymyxa* إنتاج السيتوكينات لتعزيز نمو النبات (كانغ، 2010). يمكن لسلالات معينة من البكتيريا المسببة للأمراض النباتية أن تصنع السيتوكينات. ومع ذلك، يبدو أن PGPR تنتج مستويات أقل من السيتوكينات مقارنة بمسببات الأمراض النباتية، وبالتالي فإن تأثير البكتيريا الجذرية المعزز لنمو النبات يكون محفزًا بينما تأثير السيتوكينات الممرضة مثبط (Glick et al, 2007).

3-ACC-1-Aminocycloprpane-1-Carboxylate-1): الإيثيلين هو الهرمون النباتي
الغازي الوحيد. يُعرف أيضًا باسم "هرمون الجرح" لأن إنتاجه في النبات يمكن أن يكون ناتجًا عن اضطراب فيزيائي أو كيميائي في أنسجة النبات (Salisbury, 1994) من بين عدد لا يحصى من التأثيرات على نمو النبات وتطوره، يمكن أن يتسبب إنتاج الإيثيلين في تثبيط نمو الجذور. (جليك وآخرون، 1998) طرح نظرية مفادها أن طريقة عمل بعض PGPR كانت إنتاج إنزيم ACC deaminase، وهو إنزيم يمكن أن يشق ACC، سيقط نشاط نزع الأمين ACC من إنتاج الإيثيلين في جذور النباتات المضيفة ويؤدي إلى إطالة الجذور (Glick et al. 1994؛ Ravindra Naik et al. 2008).

7-2 آلية العمل الغير مباشرة لبكتيريا ال PGPR على نمو النبات:

7-2-1 إنتاج المضادات الحيوية:

يعد إنتاج المضادات الحيوية معيارًا مهمًا للغاية للتنافس بين الكائنات الحية الدقيقة مع المجموعات الميكروبية الأخرى (Compant et al., 2005). وهو معيار أداء للتعزيز غير المباشر لنمو النبات. تنتج الكائنات الدقيقة في التربة المضادات الحيوية التي تحدد العوامل للحياة في بيئة تنافسية مثل النيتسين (Mazzola et al., 1992) تم اكتشاف مجموعة واسعة جدًا من المضادات الحيوية التي تنتجها PGPRs، مثل 2،4-DAPG، سيانيد الهيدروجين HCN، أوميسين أ. فينازين، بيولوتورين، بيرونترين، بنيسيلين. Tropolone و cyclic lipopeptides (De Souza et al., 2003). التي ينتجها جنس *Pseudomonas*. يجب أن يأخذ اختيار سلالات البكتيريا الجذرية الفعالة لإنتاج المضادات الحيوية في الاعتبار تأثير مرحلة تطور النبات المراد تلقيحه والظروف البيئية لجذوره. لذلك يوصى باستخدام مجموعة من السلالات المختارة لظروف مختلفة من أجل زيادة فعالية السيطرة على العديد من مسببات الأمراض النباتية في ظل ظروف متفاوتة من المنطقة الجذرية (Petterson and Baath, 2004).

7-2-2 إنتاج سيانيد الهيدروجين HCN (Cyanure d'hydrogène):

بعض السلالات مثل *pseudomonas* تنتج سيانيد الهيدروجين HCN، وهو مضاد حيوي متطاير (castric, 1981)، مما يساعد في قمع المرض، يتم تكوين HCN من الجلايسين ويتم تحفيزهما بواسطة (castric, 1994) HCN synthase، الجلايسين هو حمض أميني يعتبر أفضل منتج للسيانيد في الكائنات الحية الدقيقة (Askeland and morrison, 1983)، يضمن HCN الذي تنتجه PGPR دورا مفيدا للنبات من خلال تأثيره العدائي ضد أمراض الجذور (defago and haas, 1990) ويتغير هذا الإنتاج وفقا للظروف البيئية التي تتطور فيها البكتيريا الجذرية، تم التعرف على HCN كعامل مكافحة

الحيوية لـ *p. fluorescens* لأنها لعبت دورا لا غنى عنه في قمع تعفن الجذر الاسود للتبغ الناجم عن فطر *Thielaviopsis basicola* (voisard et al., 1981)، ومع ذلك أشارت تقارير قليلة الى أن إنتاج HCN كان ضارا بنمو بعض النباتات وأدى الى انخفاض محصول البطاطس (Baker and Schippers, 1987).

3-2-7 تحفيز المقاومة الجهازية:

يمكن أن يؤدي PGPR إلى ظهور ظاهرة في النبات تُعرف باسم تحريض المقاومة الجهازية والتي تشبه المظهر الظاهري للمقاومة النظامية المكتسبة التي تحدث عندما ينشط النبات آليات دفاعه إستجابةً للعدوى بواسطة أحد مسببات الأمراض (horny et al, 2009). يمكن للنباتات الملقحة بـ PGPR أن توفر أيضًا مقاومة نظامية ضد مجموعة واسعة من مسببات الأمراض النباتية. يمكن تقليل الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية وفي بعض الحالات تلف الحشرات والديدان الخيطية بعد تطبيق PGPR. (Naznin et al, 2012).

4-2-7 المركبات المتطايرة :

يمكن أن تنتج البكتيريا الجذرية مواد عضوية متطايرة تمنع نمو مسببات الأمراض النباتية التي تنقلها التربة مثل الفطريات (ويتلى، 2002). من بين هذه المركبات العضوية المتطايرة ديسفينيل بروبانويدس ومشتقات الأحماض الدهنية (بيشولا وبو، 2003). (بحسب بينج وبولاند 2004). وتشارك بعض هذه المركبات المتطايرة في إستحثاث المقاومة الجهازية في النباتات. (Ryu et al, 2004).

5-2-7 المنافسة:

تشير منافسة المكافحة الحيوية إلى قدرة الكائنات الحية المفيدة على التنافس مع الكائنات الضارة الأخرى والبحث الفعال عن العناصر الغذائية المتاحة والمنافذ المناسبة واستخدامها، يختلف التنافس على العناصر الغذائية بين مختلف الجذور اعتمادًا على المصادر المتاحة للكربون والنيتروجين والكبريت والفوسفات والمغذيات الدقيقة. يعتبر الإستبعاد التنافسي للكائنات الحية الضارة في الغلاف الجوي للنبات عن طريق *fluorescent pseudomonads* من سمات المكافحة الحيوية القاتلة للعوامل الممرضة (O'Sullivan and O'Gara, 1992).

8- الأشكال المختلفة لـ PGPR وآليات عملها:

الجدول 1: يمثل الأشكال المختلفة للبكتيريا الجذرية وآليات عملها

المراجع	آلية العمل	تعريف	أشكال
(Vessey, 2003) (Somers et al. , 2004)	التثبيت البيولوجي للنيتروجين والفوسفور. – استعمال المواد غير القابلة للذوبان	مادة تحتوي على كائنات دقيقة حية، عند وضعها على سطح نبات البذرة أو التربة، تستعمر الجذور وتعزز نمو النبات عن طريق زيادة عدد العناصر الغذائية الأولية في النبات المضيف	سماد حيوي (Bio fertilisant)
(Lugtenberg et al. , 2002) (Somers et al. , 2004) (Vessey, 2003)	إنتاج الهرمونات النباتية	كائن حي مجهري قادر على إنتاج هرمونات نباتية إندول مثل تأثير الأسيتيك وحمض الجبريليك والسيتوكينين والإيثيلين.	نباتي مفيد (Phytobénéfique)
(Somers et al. , 2004) (Chandler et al. , 2008)	إنتاج المضادات الحيوية المكتسبة، وحمض الحديد، والإنزيمات، والمحللات المائية، وتحفيز المقاومة الجهازية	الكائنات الحية الدقيقة التي تعزز نمو النبات من خلال التحكم في مسببات الأمراض النباتية	مبيدات عضوية (Bio pesticides)

1-2- الميكوريزا Mycorrhizae:

لاحظ العالم Frank (1885) وجود تركيبات وأشكال غريبة لجذور بعض النباتات تختلف عن الأشكال المعروفة للجذور، وبعد البحث وجد أن هناك هيفات فطرية تحيط بهذه الجذور وتتغلغل ما بين خلايا القشرة. (خريبة، م، 2015)

تقيم الميكوريزا علاقة تعاونية مع بعض النباتات، حيث يقوم الفطر بالحصول على المواد العضوية من خلال جذور النبات وفي المقابل يقوم الفطر بإمداد النبات العائل بالأحماض المعدنية وخاصة الفوسفور الذي يقوم الفطر بامتصاصه بواسطة هيفاته الطويلة من مسافات بعيدة عن منطقة جذور النبات، هذا يؤدي إلى زيادة أسطح الامتصاص للنبات ومن ثم زيادة معدل إمتصاص الإحتياجات الغذائية الخاصة بالنبات. (smith and Read, 2008).

يتألف الفطر الجذري من معقد مكون من مشيجة الفطر المتصلة بشكل وثيق مع جذور النبات ما يؤدي إلى تغيرات في الجذور النباتية من الناحية المظهرية والتشريحية. يميز في هذه الأشكال ثلاثة أنماط

للميكوريزا: ميكوريزا داخلية *Endomycorrhizae*، وميكوريزا خارجية *Ectomycorrhizae*، وميكوريزا داخلية – خارجية *Endo – Ecto mycorrhizae* (Smith and Read , 1997).

2-2- الأنواع الرئيسية للميكوريزا:

وتنقسم إلى نوعين رئيسيين هما:

1-2-2- الميكوريزا الخارجية *Ectomycorrhizae*:

تنتشر الميكوريزا الخارجية في غابات المناطق المعتدلة، وتنتمي أنواعها إلى صفي الفطور الدعامية *Basidiomycetes* والزقية *Ascomycetes* (Thangadurai et al. , 2010). حيث يكون الجذر النباتي محاطاً بالهيفات الفطرية التي تكون غلافاً يسمى المعطف وتستمر في التغلغل داخل الجذر النباتي بين الخلايا لتكون شبكة من الخيوط بين الخلايا الجذرية يطلق عليها Hartig. وتتغلغل الهيفات الفطرية في هذا النوع من التعايش بين خلايا قشرة الجذور دون دخولها، وتكون هذه الشبكة مع خلايا الجذر نظاماً ثنائي الإتجاه لتبادل العناصر الغذائية حيث يتم نقل السكريات من النبات إلى الفطر الذي يعزز بدوره إمتصاص النبات للعناصر الغذائية. من ناحية ثانية فإن الهيفات الفطرية التي كونت العلاقة تكون متجمعة في التربة المحيطة بالنبات مكونة بذلك ما يسمى بشبكة العمل الهافية الخارجية. (Cripps et al. , 2008)

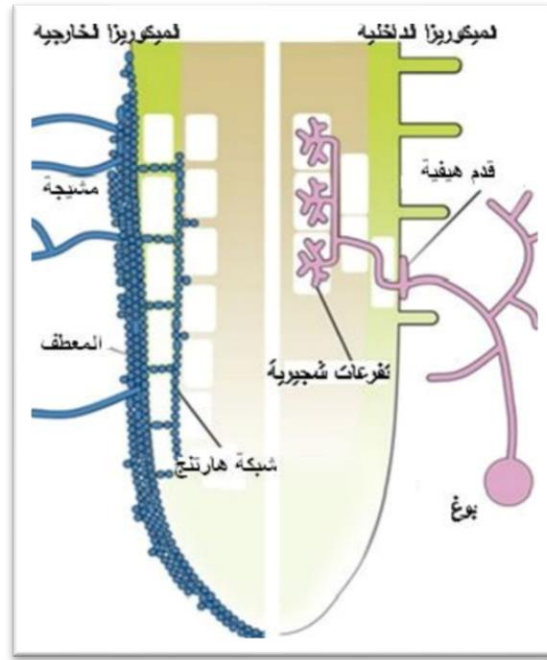
2-2-2- الميكوريزا الداخلية *Endomycorrhizae*:

يوجد ضمن هذه المجموعة العديد من فطور الميكوريزا الإجبارية بالتعايش مع عائلات نباتية مثل *Ericaceae* و *Orchidaceae*. تنتمي معظم أنواع الميكوريزا الداخلية لأحد نمطي الميكوريزا إما الشجيرية أو الشجيرية الحويصلية، وتشكل جميعها تفرعات شجيرية وبعضها فقط تشكل حويصلات إدارية (Bonfante and Genre, 2010).

تتميز الميكوريزا الداخلية عن الخارجية تشريحياً أن الخيوط الفطرية في الميكوريزا الداخلية لا تكون ما يسمى بالمعطف، ولا تشكل شبكة Hartig، وتخرق المشيجة خلايا قشرة الجذر، كما تتفرع بين خلايا النسيج البارانشيمي ومن ثم تدخل الخلايا وتستقر فيها مكونة تركيبات شجيرية وظيفتها تبادل العناصر الغذائية بين الفطر وخلايا النبات، وهناك تركيبات أخرى تعرف بالحويصلات وظيفتها تخزين بعض المواد التي يحتاجها الفطر وقد تتحول هذه الحويصلات إلى أبواغ في التربة بعد تحلل النبات (Smith and Read , 2008).

يتشعب هذا النوع من الفطور داخل التربة في المنطقة المحيطة بالجذور ويقوم مقام الشعيرات الجذرية في زيادة سطح الإمتصاص للجذور، حيث يقوم بإمتصاص وتخزين الماء والعناصر الغذائية

ونقلهما للنبات، بينما يزود النبات الفطر بمركبات الكربون (Hodge.A and Campell.C ; 2001) ، ما يؤدي إلى زيادة في إنتاجية هذه النباتات قد تصل إلى الضعفين أو أكثر (Koide.R,1991).



الوثيقة 5: مخطط فطور الميكوريزا الداخلية والخارجية. (Bonfante.P and Genre.A,2010)

2-3- دور الميكوريزا في تنشيط إفراز بعض الهرمونات والإنزيمات الدفاعية:

تحدث فطور الميكوريزا الداخلية تغيرات فيزيولوجية ضمن النبات ككل، ما يعزز مقاومته للأمراض، وتسمى هذه الظاهرة المقاومة الجهازية المستحثة (المحفزة). (Kapoor.R , 2008). تلعب المقاومة الجهازية للنبات دوراً رئيساً في كبح نشاط مسببات المرضية المختلفة، ويعتمد حث المقاومة الجهازية في النبات بشكل كبير على الهرمون النباتي المسؤول عن تفعيل الجينات المسؤولة عن تنشيط المقاومة الجهازية المكتسبة، والمقاومة الجهازية المستحثة ISR، وبالتالي تحفيز إنتاج إشارات الدفاع في النبات (EL – Khallal.S , 2007).

يلعب تعايش الميكوريزا مع جذور النبات دوراً كبيراً في تحريض المقاومة الجهازية بتحفيز النبات على إنتاج مركبات الإثيلين (ET) وحمض الجاسمونيك (JA) أو إنتاج حمض السالسليك (SA)، كما يؤدي دوراً في تحفيز إنتاج البروتينات المرتبطة بالقدرة الإراضية. (Ozgonen.H et al, 2010) أشار Abedmoneim et Almagrabi (2012) في بحثهما إلى مدى تأثير فطور الميكوريزا الداخلية (G. clarum, G. Etunicatum, G. Mosseae) في نباتات الذرة الصفراء من حيث زيادة الوزن الرطب والجاف للمجموعتين الخضري والجذري وزيادة محتوى النبات من البروتين والفوسفور والكلوروفيل مقارنة مع النبات الشاهد.

تشجع الميكوريزا نمو النبات وتساهم جزئياً في حمايته من الممرضات الموجودة في التربة كما تؤثر في درجة إصابة الجذور بها (Muchovej.R , 2002).

أشار Gianinazzi – Pearson وآخرون (1996) إلى دور فطور الميكوريزا الداخلية في مكافحة أمراض المحاصيل الحقلية، وأثرها في تنشيط إفراز بعض الهرمونات النباتية والإنزيمات الدفاعية، وبالتالي تنشيط المقاومة الجهازية المستحثة عند النباتات الملقة بفطور الميكوريزا.

2-4- الميكوريزا كعامل مكافحة حيوية:

أشارت العديد من الدراسات المرجعية إلى دور فطور الميكوريزا في المكافحة الحيوية، حيث تقلل من الأضرار الناجمة عن الأمراض التي تنتقل عن طريق التربة بسبب قدرتها على التعايش مع جذور النباتات وتعزيز مقاومتها ضد بعض هذه الأمراض (Dehne , 1982 ; Ortas , 2010 ; , 2008). (Kapoor).

درس دور هذه الفطور في تحفيز نمو النباتات وحمايتها من الكائنات الممرضة قاطنة التربة خلال السنوات الثلاثين الماضية (Reimann , 2005). تمتلك فطور الميكوريزا الداخلية بشكل عام مقدرة كبيرة لإستخدامها كعامل مكافحة حيوية ضد ممرضات متواجدة في التربة مثل أمراض البذور والبادرات والجذور والتي تعد من الأمراض المسببة لخسائر إقتصادية كبيرة، وتظهر هذه المقدرة بشكل خاص في الميكوريزا الشجرية الحويصلية. (Whipps, 2004 ; Kawaguchi and Minamisawa, 2010). وقد وجد أيضاً أن فطور الميكوريزا (VAM) تؤثر في درجة إصابة جذور النباتات ببعض الفطور الممرضة (*Fusarium oxysporum phaseolina* , *Rhizoctonia solani* , *Macrophomina*) الأمر الذي يزيد من قدرة النباتات على تحمل الإصابة بتلك الكائنات (Muchovej.R , 2002).

لقد كان لفطور الميكوريزا الداخلية فعالية كبيرة في مكافحة الفطر *Pythium ultimum* على نبات القطيفة *Tagetes patula* (St – Arnaud et al. 1994)، كما أدى تلقيح نباتات البطاطا بفطور الميكوريزا النوع *G. etunicatum* إلى التقليل من الإصابة بالفطر *R. solani* فضلاً عن تحسين النمو وزيادة إنتاجية البطاطا (Pirazzi et al., 1999). أشار Larsen وآخرون (2011) إلى أن تلقيح شتول نبات البنندورة بفطور الميكوريزا قبل زراعتها في التربة، قد قلل من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum*.

2-5- الآليات التي تستخدمها الميكوريزا الداخلية في المكافحة الحيوية:

تمتلك الميكوريزا المتعايشة مع النبات عدة آليات في مكافحة ممرضات التربة، فهي تتنافس مع الممرضات الأخرى على المكان والغذاء على سطح النبات وفي محيط الجذور مؤدية بذلك لوقف نشاطها، كما تحت النشاط الميكروبي والتنافسي في منطقة الجذور وهذا يمنع الممرض من الوصول إلى الجذور،

وتعوض النقص من الغذاء جزاء أضرار الممرض، من خلال تحسين إنتقال العناصر الغذائية، وكذلك زيادة مسطح إمتصاص الجذور، وزيادة معدلات الفوسفور داخل النبات وبالتالي تشجيع النمو النباتي، وزيادة قدرة النباتات المتعايشة مع الميكوريزا على التخلص أو تحمل سمية العناصر الثقيلة، وزيادة خصوبة التربة من خلال إفراز مادة الجلومالين (مادة عضوية غروية معقدة تساعد على ربط حبيبات التربة) ما يساعد على تحسين بناء التربة وقوة مسكها للماء والعناصر الغذائية، كما تساهم فطور الميكوريزا في تفكيك المواد الكربونية المعقدة التي تؤدي إلى زيادة خصوبة التربة، وتساعد على زيادة المجتمعات الميكروبية النافعة في التربة، خاصة في منطقة الجذور. وبالنهاية تعمل فطور الميكوريزا على تفعيل الإستجابة الدفاعية في النبات من خلال تنشيط إفراز بعض الهرمونات والإنزيمات الدفاعية، وبالتالي زيادة قدرة النبات على مقاومة الأمراض الموجودة في التربة والمسببة لخسائر كبيرة.

(Dehni, 1982 ; Cardoso and Kuyper , 2006 ; Ciancio and Mukerji , 2007)

تمتلك الكائنات الحية (البكتيريا الجذرية PGPR، الميكوريزا PGPF) دور مهم وكبير في نمو وتطوير النبات من خلال العديد من الآليات المباشرة والغير مباشرة، كتسهيل إمتصاص المغذيات الكبرى كالفوسفور وتحفيز المقاومة الجهازية وإنتاج الهرمونات النباتية.

الفصل الثاني: عموميات حول نبات الذرة الرفيعة

تعتبر الذرة الرفيعة (*sorghum vulgare*) التي تنتمي إلى العائلة النجيلية *Poaceae* أحد المحاصيل الحبوب المهمة والإستراتيجية في حياة كثير من الشعوب (خليل. إ. وآخرون، 2019) إذ يحتل المحصول المرتبة الخامسة عالمياً من حيث المساحة المزروعة والإنتاج بين محاصيل الحبوب وهو يأتي بعد القمح والأرز والذرة الشامية والشعير (براء. ص. وآخرون، 2018). أمريكا تعتبر أكبر الدول المنتجة للذرة الرفيعة في العالم بنسبة إنتاج 18,03 %، ثم نيجيريا بنسبة 19.11 %، ثم المكسيك بنسبة 88.8 %، ثم الهند بنسبة 7,81 %، ثم السودان بنسبة 68.07 % يليها أثيوبيا بنسبة 49.7 % (2020، FAO). وتعتبر الذرة الرفيعة من المحاصيل المتحملة للملوحة والجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة نسبياً (عبود. ن. وآخرون، 2018)



الوثيقة 6: تمثل صورة لنبات الذرة الرفيعة. (مسعود.إ. 2021)

2- الموطن الأصلي للذرة الرفيعة:

تعتبر منطقة الصين وتشمل المناطق الجبلية والسهول المجاورة لوسط وغرب الصين، ومنطقة الهند وتشمل سيام وبورما، ومنطقة الحبشة وتشمل أثيوبيا وإريتريا والصومال، هي الموطن الأصلية للذرة الرفيعة. (الدجوى.ع، 1996).

3- التصنيف العلمي:

النطاق:	حقيقيات النوى
المملكة:	مملكة النباتات
الشعبة:	النباتات الزهرية
تحت شعبة:	مغطاة البذور

الصنف:	أحادي الفلقة
الرتبة:	القبليات
الفصيلة:	النجيلية
الجنس:	السورغم
النوع:	الذرة الرفيعة <i>vulgare</i>
الاسم العلمي:	<i>Sorghum vulgare</i>
(مسعود، إ. 2021)	

4- التصنيف النباتي للذرة الرفيعة:

تقسم أنواع الذرة الرفيعة إلى قسمين (يضم القسم عدة أنواع):

❖ قسم *Arundinacea* ويضم الأنواع الحولية من الذرة الرفيعة حيث عدد الكروموسومات $n=20$ ومن أهم أنواع هذا القسم:

الذرة الرفيعة العادية أو المزروعة *Sorghum vulgare* يضم النوع عدداً من الأنواع والأصناف النباتية:

- *Sorghum durra Farsk*: للنبات نورة مكتظة وحبوب كبيرة ويزرع في الهند
- *Sorghum caffrorum Beaur*: للنبات ساق قصيرة ونورة نصف مكتظة
- *Sorghum dochna*: يضم هذا النوع أصنافاً نباتية منها:

أ- الذرة الرفيعة السكرية *Sorghum dochna var. Saccharatum*: تحتوي ساق النبات نخاعاً عصيراً سكرياً بنسبة 13 – 17 %.

ب- ذرة المكناس *Sorghum dochna var. Technium*: تزرع للاستفادة من نوراتها في صناعة المكناس بعد فصل الحبوب.

حشيشة السودان (الذرة السودانية). *Sorghum sudanens Pers*: الساق رفيعة وغزيرة الأشطاء.

❖ قسم *Halpensia* ويضم الأنواع المعمرة من الذرة الرفيعة: وعددها الصبغي 40- $n=2$ وتتبعها حشيشة جونسون (الذرة الحشاشة أو الحليان) *Sorghum halepense*.

(مسعود، إ. 2021)

5- الوصف النباتي للذرة الرفيعة:

1-5 الجذور:

المجموع الجذري ليفي يتكون من:

جذر جنيني: جذر جنيني واحد يتعمق رأسيا في التربة وقد يستمر طول حياة النبات. (خليل.ع وآخرون، 2015)

جذور عرضية: تنمو من عقد الساق السفلي تحت سطح الأرض مباشرة. (خليل. ع وآخرون، 2015)، وتستمر الجذور العرضية في النمو بغزارة حتى طرد النورات، ومن هذه الجذور العرضية تتكون جذورا جانبية تنتشر في جميع الإتجاهات، خصوصا في الطبقة السطحية من التربة. (الحسينين.ع 2019).

جذور هوائية (دعامية): تنمو من عقد الساق السفلي فوق سطح الأرض مباشرة. (خليل.ع وآخرون، 2015)، وهذه الجذور أكثر سمكا من الجذور العادية، ولا تتفرع فوق سطح التربة، ولكن عند دخولها التربة فإنها تأخذ شكل ووظيفة الجذور العادية. (الحسينين.ع، 2019).

2-5 الساق:

قائمة عشبية ممثلة تختلف في طولها باختلاف الأصناف من 90 سم إلى 4 أمتار. وتتكون الساق من عقد وسلاميات قاعدية قصيرة وتزداد السلاميات في الطول كلما اتجهنا نحو القمة وتحمل السلامية الطرفية النورة. يوجد برعم جانبي عند كل عقدة من عقد الساق عدا العقدة الطرفية. (خليل.ع وآخرون، 2015).

3-5 الأوراق:

تخرج من كل عقدة من عقد الساق بالتبادل ورقة شريطية غمدية مغطاة بطبقة شمعية تساعد على الحد من النتج. تتكون الورقة من غمد ونصل ولسين. يكون النصل رمحي الشكل يتراوح طوله من 30-130 سم حسب الصنف المزروع، وحوافه مموجة غالبا، واللسين غشائي قصير طوله حوالي 2سم، أما الغمد فيغلف السلامية التي تليه ويتراوح طوله من 15-35 سم. (الحسينين.ع، 2019). وآخر ورقة على النبات تسمى ورقة العلم التي غمدها يغلف ويحمي النورة أثناء تكوينها وقبل طرد النورة (خليل.ع وآخرون، 2015).



الوثيقة 7: صورة تمثل أوراق نبات الذرة الرفيعة (الحسين.ع 2019).

3-5 النورة:

عنقودية مزدحمة (وتسمى رأس أو قنديل)، وتكون محمولة على محور مغطى بالزغب وتوجد السنيبلات في أزواج واحدة من كل زوج تكون جالسة على محور النورة وتحتوي على أعضاء التذكير والتأنيث (خنثى) وتكون خصبة، أما الأخرى تكون ذات عنق قصير وتكون إما عقيمة أو تحتوى على أعضاء التذكير فقط وقنابع السنيبلية الخصبة تحتوى في داخلها زهرتين السفلى منها عقيمة والعليا خصبة، والعصافة الخارجية قد تحتوي على سفا أو تكون عديمة السفا، وعند قمة النورة توجد السنيبلات في مجاميع من ثلاث سنيبلات، سنيبلية جالسة خنثى وسنيبلتين معنقتين مذكرتين وقد تكون إحداها كاملة الخصب أحيانا. (شفشوق، الدبابي، 2008).

والنورة في مجموعها تكون قائمة في أغلب الأصناف منحنية في بعضها (الذرة العويجة). والتلقيح السائد في الذرة الرفيعة هو التلقيح الذاتي وقد يحدث تلقيح خلطي بنسبة تزيد على 5%. تختلف الحبوب في لونها حسب الصنف (صفراء أو حمراء أو بيضاء أو بنية أو ذات لون أزرق خفيف). (شفشوق، الدبابي، 2008).

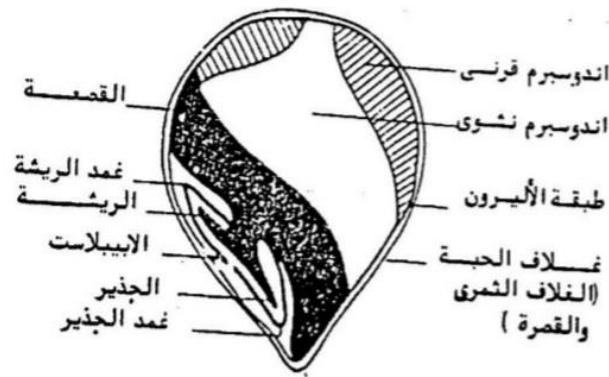


الوثيقة 8: صورة تمثل النورة لنبات الذرة الرفيعة (شفشق، الدبابي، 2008).

5-5 الحبة (الثمرة):

يختلف شكل وحجم ولون حبة الذرة الرفيعة باختلاف الأصناف، فقد تكون الحبوب مستديرة أو كمثرية أو بيضوية الشكل. وقد تكون ذات لون بني أو قرمزي أو أصفر أو أسود. (حسانين.ع، 2019).

تركيب حبة الذرة الرفيعة: تتكون حبة الذرة الرفيعة من غلاف الحبة والإندوسبرم والجنين. ويتكون غلاف الحبة من الغلاف الثمري والقصرة ملتحمان معا. ويكون غلاف الحبة حوالي 7-9% من الوزن الكلي للحبة، متوقفاً ذلك على النوع والصنف. ويكون الإندوسبرم حوالي 80-85% من الوزن الكلي للحبة متوقفاً ذلك على الصنف. ويكون الجنين حوالي 8-12% من وزن الحبة، ويتكون الجنين من الريشة والجذير والقصة، وتغلف الريشة بغمد الريشة، ويغلف الجذير بغمد الجذير. (حسانين.ع، 2019).



الوثيقة 9: رسم تخطيطي يمثل قطاع طولي لحبة الذرة الرفيعة (الحسانين.ع 2019).

6- فسيولوجيا الذرة الرفيعة:

أطوار نمو الذرة الرفيعة للحبوب: يمر نبات الذرة الرفيعة للحبوب أثناء نموه وتطوره بثلاث أطوار رئيسية هي:

- طور الإنبات وتكشف البادرات .
- طور النمو الخضري .
- -طور النمو الثمري .

6-1 طور الإنبات وتكشف البادرات:

يبدأ إنبات حبوب الذرة الرفيعة بتشربها للماء، ثم تبدأ التفاعلات الكيميائية النشاط، حيث تتحلل المواد المعقدة إلى مواد بسيطة تنتقل إلى مناطق النمو بالجنين وهي الجذير والريشة. وإن أولى علامات النمو الجديد هي إستطالة الجذير وتكشفه من الحبة، ثم بعد ذلك تبدأ الريشة أيضا في الإستطالة وتتكشف البادرة فوق سطح التربة. وتتراوح الفترة بين الزراعة وتكشف البادرة حوالي 3-10 أيام، متوقفاً ذلك على درجة الحرارة والرطوبة الأرضية وعمق الزراعة. و درجة الحرارة المثلى لإنبات حبوب الذرة الرفيعة تتراوح بين 21° - 35° م، متوقفاً ذلك على الصنف المزروع. (حسانين.ع، 2019)

6-2 طور النمو الخضري:

في هذا الطور تكون النباتات أكثر نشاطاً، إذ يكون معدل تكوين الأوراق والجذور عالياً، كما يزداد نشاط النبات في إمتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة.

وفي هذا الطور تحدث إستطالة سريعة للساق، إذ يصل عدد الأوراق على النبات أقصاه. وفي نهاية هذا الطور تظهر ورقة العلم ويتحول النبات من مرحلة النمو الخضري إلى مرحلة النمو الثمري. حيث يتراوح طول فترة النمو الخضري بين 40- 45 يوم متوقفاً ذلك على الصنف المزروع والظروف البيئية كما أن نباتات الذرة الرفيعة في هذا الطور يمكنها تحمل الجفاف بدرجة أكبر نسبياً عنه في أطوار النمو الأخرى. (حسانين.ع، 2019)

6-3 طور النمو الثمري:

يعتبر هذا الطور أكثر أطوار النمو حساسية للظروف البيئية المعاكسة ويمكن تمييز الأطوار الآتية أثناء مرحلة النمو الثمري في الذرة الرفيعة:

5-3-1- طور تضخم غمد ورقة العلم وتغليفه للسنبلة قبل طردها: تصل النباتات إلى هذا الطور

عندما تكون كل الأوراق على النبات قد تم انبساطها. ويتضخم غمد ورقة العلم ويحيط (يحتضن) بالنورة قبل طردها. (حسانين.ع، 2019)

5-3-2- طور طرد النورة:

في هذا الطور تنمو النورة وتستطيل ونتيجة لذلك فإنها تبرز (تخرج) من ورقة العلم، ثم يستطيل حامل النورة (السلامية الطرفية للساق) بسرعة حاملا النورة أعلى ورقة العلم (10)، وتصل النباتات إلى هذا الطور في عمر 6-8 أوراق تقريبا. (حسانين.ع، 2019).



الوثيقة 10: صورة توضح نبات الذرة الرفيعة في طور طرد النورات (الحسانين. ع 2019).

6-3-3- طور الإزهار:

تبدأ نورة الذرة الرفيعة في التزهير عندما يتم حامل النورة إستطالته، وتصبح النورة كلها خارج غمد ورقة العلم، ويتم إزهار النورة كلها خلال فترة تتراوح بين 6-9 أيام، متوقفاً ذلك على درجة الحرارة والصنف. (حسانين. ع، 2019)

6-3-4- طور تكوين ونضج الحبوب:

بسرعة بمجرد حدوث التلقيح والإخصاب تبدأ الحبة في التكوين، إذ تدخل مرحلة الزيادة المستمرة في تجميع المواد الغذائية بعد 2-3 يوم من الإخصاب. وتمر الحبة أثناء تكوينها ونضجها بأطوار النضج الآتية:

طور النضج اللبني: بعد التلقيح والإخصاب تبدأ الحبة في النمو، وتحتوي الحبة على سائل لبني أبيض اللون يحتوي على حبيبات النشاء البيضاء والتي تعطي السائل اللون الأبيض. (حسانين. ع، 2019)

طور النضج العجيني الطري: تصل الحبة إلى هذا الطور عندما يتحول السائل اللبني الموجود بها إلى ما يشبه العجين. وتصل الحبة إلى حوالي 50 % من وزنها النهائي. ويستغرق هذا الطور حوالي 7-10 أيام. (حسانين. ع، 2019)

طور النضج العجيني الصلب: في هذا الطور تصل الحبة إلى حوالي 75 % من وزنها الجاف النهائي وتأخذ الشكل واللون المميز للصلب، ويتحول قوام الحبة إلى قوام صلب نسيجا، ويستمر هذا الطور لمدة 10-14 يوم. (حسانين. ع، 2019)

طور النضج التام أو طور النضج الفسيولوجي: في هذا الطور تصل الحبة إلى وزنها الجاف النهائي، ويمكن تمييز هذا الطور بوجود نقطة (طبقة) سوداء في قاعدة الحبة، وتتنخفض نسبة الرطوبة بالحبة إلى 25-35%. وتصل الحبة إلى طور النضج الفسيولوجي بعد حوالي 40-45 يوما من الإخصاب. (حسانين. ع، 2019).

7- الظروف المناخية:

تعد نباتات الذرة الرفيعة من النباتات الإستوائية التي تتحمل الحرارة العالية وتقاوم الجفاف ولا تتأثر بالرياح الساخنة إلا أنها لا تتحمل درجات الحرارة المنخفضة (حسن، 2013)، وهي من المحاصيل المحتملة للملحة (عبود وآخرون 2018). وتنجح زراعتها في المناطق الإستوائية، وشبه إستوائية، وكذلك في المناطق المعتدلة ذات صيف دافئ (حسن، 2013).

8- الإحتياجات البيئية للذرة الرفيعة:

1-8- الإحتياجات الحرارية: تتراوح درجة الحرارة الدنيا بين 7°-12°م والحرارة المثلى بين 26°م – 34°م من أجل ظهور الورقة. ودرجة الحرارة المناسبة للنمو هي 27°م، ودرجة الحرارة الصغرى هي 17°م. (مسعود، 2021). يلائم نباتات الذرة الرفيعة الجو الحار الجاف حيث تنمو جيدا في المدى الحراري 25°-30°م ولا تتأثر كثيرا بالرياح الساخنة. (خليل. ع وآخرون، 2015).

2-8- الإحتياجات الضوئية: تحتاج الذرة الرفيعة أثناء نموها إلى شدة إضاءة مرتفعة، وتعتبر الذرة الرفيعة من نباتات النهار القصير إذ يؤدي قُصر النهار إلى سرعة تهيئة النباتات للإزهار، بينما يؤدي طول النهار إلى تأخير التهيئة للإزهار، وتستجيب معظم أصناف الذرة الرفيعة لطول الفترة الضوئية، إلا أنها تختلف في درجة الاستجابة. (شفشق، الدبابي، 2008)

3-8- إحتياجات التربة: توجد الذرة الرفيعة في الأرض الصفراء الطينية جيدة الصرف ولا تلائمها الأرض الملحية سيئة الصرف أو القلوية أو الرملية، ورقم الحموضة (5.5-5.8) مناسب لنمو السورجوم ويتميز بتحملة للظروف السيئة للتربة، ويعتبر السورجوم من المحاصيل المجهدة للتربة للأسباب الآتية:

- ارتفاع نسبة المواد الكربوهيدراتية في المجموع الجذري وعندما يتحلل بواسطة الكائنات الدقيقة تحدث منافسة على الأزوت القابل للإمتصاص بين النبات والبكتريا.
- كبر حجم المجموع الجذري وانتشاره في التربة بدرجة كبيرة مما يسبب تماسك الحبيبات مع صعوبة تحلل المادة العضوية.
- تعتبر الذرة من النباتات طويلة المكث مما يؤدي لإمتصاص كميات كبيرة من المواد الغذائية ونقص الرطوبة في التربة. (شفشق، الدبابي 2008)

4-8- الإحتياجات المائية: يتأثر إستخدام مياه الذرة الرفيعة بشكل أساسي بمراحل نموها ومتطلباتها البيئية. يتطلب صنف الذرة الرفيعة متوسط إلى متأخر النضج (النضج في غضون 1 إلى 130 يوماً) ما يقرب من 450 إلى 650 ملل من الماء خلال موسم النمو. ومع ذلك، فإن المتطلبات اليومية تختلف اختلافاً كبيراً اعتماداً على مرحلة النمو. (Yared.A et al, 2010).

4-8- احتياجات الذرة الرفيعة من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم: تستجيب الذرة الرفيعة إلى التسميد الأزوتي والفوسفاتي في معظم الأراضي التي يزرع فيها ولذلك فيلزم إضافة هذه العناصر إلى التربة في صورة أسمدة. إن نباتات الذرة الرفيعة التي تصل 2. 7 طن من الحبوب للفدان تمتص حوالي 165 كجم نيتروجين، 42 كجم فوسفور، 125 كجم بوتاسيوم. وعموماً تحتاج نباتات الذرة الرفيعة إلى كمية قليلة من النيتروجين في طور البادرة ثم تزداد كمية النيتروجين الممتصة في الأطوار المتقدمة وعلى العكس فإن النباتات تحتاج إلى عنصر الفوسفور والبوتاسيوم بكمية كبيرة نسبياً أثناء أطوار النمو الأولى من حياة النبات. (حسانين. ع، 2019).

9- جدول المغذيات للذرة الرفيعة:

إن أفضل موعد لحصاد الذرة الرفيعة عندما تبلغ النباتات مرحلة النضج، لأن المحصول ونسبة السكر في هذه المرحلة يكونان مرتفعين. يبين الجدول التالي المكونات الأساسية ونسبها المئوية على أساس الوزن الجاف لصنف الذرة الرفيعة في مراحل مختلفة من النمو. (مسعود، إ، 2021).

الجدول 2: يمثل المغذيات للذرة الرفيعة

مرحلة النمو	بروتين	كربوهيدرات ذائبة	ألياف خام	معادن	دهون
قبل خروج النورات	12,8	2.33	9.39	9.11	19.2
خروج النورات	3.11	8.39	1.35	7.11	13.2
اكتمال خروج النورات	0.11	9.47	9.27	8.10	19.2
نضج البذور	9.8	0.55	4.24	7.9	95.1

(مسعود، إ، 2021).

10- إستعمالات الذرة الرفيعة:

تتلخص أهم إستعمالات الذرة الرفيعة في الآتي:

- خلط طحين الذرة مع طحين القمح لصناعة الخبز في الأرياف، يستعمل في تغذية الدواجن ومخلوط مع أعلاف أخرى لتغذية الماشية الحلوب نظرا لتقارب التركيب الغذائي لهذا المحصول مع التركيب الغذائي للذرة الصفراء.
- تستعمل نباتاتها وهي خضراء كعلف للماشية.
- تستعمل بقايا النبات بعد حصاد المحصول في تغذية حيوانات العمل والماشية.
- تستعمل سيقان نباتاتها كمصدات للرياح حول الخضروات والمحاصيل.
- تعتبر الذرة الرفيعة من أهم المنتجات الزراعية المستعملة في إنتاج سكر الجلكوز. (شطة.ي ، 2016)
- تستعمل كمادة خام للعديد من الصناعات مثل النشاء والصبغيات والكحول والسكريات والزيت. (خليل.ع وآخرون، 2015).

11- أهم أمراض الذرة الرفيعة وطرق مكافحتها:

- 1- **تفحم الحبوب:** وتتحول حبوب الكوز إلى أكياس تضخمية مستطيلة لونها رمادي أو بني فاتح بداخلها مسحوق أسود عبارة عن جراثيم الفطر، وتتعلق هذه الجراثيم بسطح الحبوب السليمة عند الحصاد، مما يؤدي إلى إصابة النباتات الناتجة من زراعة هذه التقاوى الملوثة في الموسم الثاني. (الدجوى.ع، 1996)
- المقاومة:**

- زراعة تقاوى سليمة من مصدر موثوق به.
- تطهر التقاوى بأحد المطهرات الفطرية مثل التويسين بمعدل ٢ جرام لكل كيلوجرام من التقاوى. (الدجوى.ع، 1996)

- 2- **أمراض عفن الساق:** تتراوح نسبة الإصابة بها 1 - 9% بمتوسط حوالي 4%. وتظهر الإصابة على النباتات وقت التزهير في شكل لون أخضر شاحب على السلاميات السفلى مصحوبا بخطوط رفيعة صفراء، تمتد طويلا على هذه السلاميات، وتزداد هذه الخطوط بتقدم الإصابة، وتتحول إلى اللون البني المحمر، وقد تمتد الإصابة للأعلى لتشمل كل أو معظم الساق مما ينتج عنه ذبول مبكر وجفاف الأوراق، ثم يجف الساق ويتقلص ويكتسب لونا مصفرا. (الدجوى.ع، 1996)
- المقاومة:** إنتاج أصناف مقاومة لهذا المرض.

3- لفحة (تبقع) الأوراق: وتظهر على الأوراق بقع طولية مغزلية الشكل صغيرة لونها رمادي مخضر، ثم تكبر بتقدم الإصابة، ويتراوح حجمها بين (5 – ٢٠ سم) في الطول، (1 – 3 سم) في العرض، ويتحول لونها إلى البني الفاتح، وتحاط بهالة حمراء، وفي الإصابة الشديدة تلتحم هذه البقع مع بعضها، مما يتسبب عنه جفاف الأوراق وموتها وبالتالي نقص المحصول. (الدجوى.ع، 1996)

المقاومة: إنتاج أصناف مقاومة. (الدجوى.ع، 1996)

4- من الذرة: تصيب هذه الحشرة كل من الأوراق والنورات. ويتخلف عن هذه الحشرة مادة عسلية تنمو عليها الفطريات، كما أن هذه المادة تعيق عملية التلقيح والإخصاب. (حسانين.ع، 2019)

المقاومة: يقاوم من الذرة بالطرق الزراعية ومنها الزراعة المبكرة وزراعة أصناف مقاومة. كما يقاوم عن طريق رش النباتات المصابة بأحد المبيدات الموصى بها لهذا الغرض ومنها الملاثيون 50 % مستحلب بمعدل 1.5 لتر / 200 لتر ماء / فدان. (حسانين.ع، 2019)

5- الدودة القارضة: تعتبر هذه الحشرة من الحشرات التي تصيب بإدرات الذرة الرفيعة وتتغذى اليرقات على جذور وقواعد سيقان النباتات الحديثة العمر من أسفل سطح التربة مما يؤدي إلى ذبولها، ثم موتها. (حسانين.ع، 2019)

المقاومة: تقاوم الدودة القارضة بواسطة الطعوم السامة، كما تقاوم أيضا بالطرق الزراعية، مثل حرث الأرض جيدا قبل الزراعة وتعريضها للشمس لفترة طويلة نسبيا للقضاء على اليرقات الصغيرة. (حسانين.ع، 2019)

نظرا للأهمية الغذائية والإقتصادية والصناعية للذرة الرفيعة، فقد لقيت دراستها إهتمام كبير من طرف الباحثين، إذ أنها تمد الإنسان بمعظم إحتياجاته من السعرات الحرارية والبروتين، أي انه الغذاء الرئيسي لمئات الملايين في الأقطار النامية، وتعتبر ذات أهمية خاصة في المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة، أي أنه ينتج محصولا مقبولا تحت ظروف بيئية قاسية، فهو أكثرها تحملا للجفاف والحرارة وقلة الخصوبة .

الجزء التطبيقى

الفصل الأول: المواد وطرق العمل

1- طرق ومواد البحث:

أجريت هذه التجربة بهدف معرفة مدى تأثير الفطريات على نمو نبات الذرة الرفيعة النامية في التربة المحسنة بالفوسفات المحلي والسماذ عضوي.

1-1-المادة النباتية:

نعتمد في هذه دراسة على نبات الذرة الرفيعة التي تنتمي إلى العائلة النجيلية، حيث نستعمل في هذه التجربة 60 بذرة، حيث تغسل هذه البذور في الماء (ماء حنفية) 3مرات، ثم يتم نقعها في محلول جافيل لمدة دقيقتين بهدف التعقيم، ثم بعدها يتم غسلها بماء الحنفية من أجل إزالة بقايا آثار محلول جافيل، وتنقع البذور المراد إنباتها في معلق الفطريات لمدة 10 دقائق، ثم توزع هذه البذور على الأصص (60أصيص).

1-2- الأدوات والمحاليل والأجهزة المستعملة:

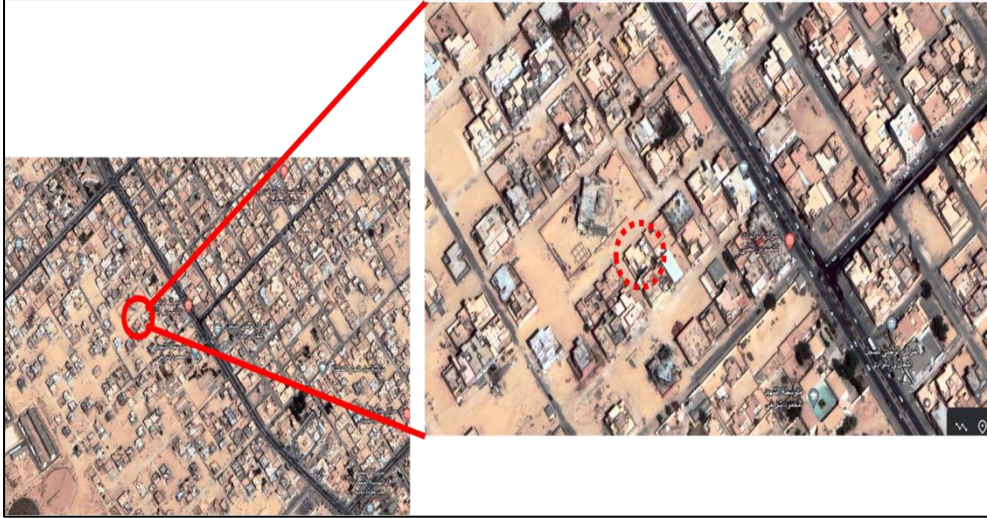
الجدول 3: يوضح الأدوات والمحاليل المستعملة في الدراسة

الأدوات	الأجهزة	محاليل
-أصص بلاستيكية -بذور الذرة الرفيعة. -تراب. -سماذ عضوي . -تراب فوسفات. -فطر. -أنابيب اختبار. -أنابيب زجاجية. -مقص. -مناديل ورقية. -أوراق الألمنيوم. -بيشر. -أوراق. -كيس بلاستيكي أسود. -حامل أنابيب الاختبار. -أنبوب اختبار مدرج. -أنابيب اختبار زجاجية.	-ميزان حساس. -ميزان. -حاضنة حرارية. -حمام مائي. -مقياس المطيافية الضوئية. -آلة التصوير. -ثلاجة.	-ماء جافيل. -ماء حنفية. -ماء معالج بالفطريات. -جليد ذائب -ماء مقطر. -أسيون. -أنثرون نقي. -إيثانول. -حمض الكبريتيك H_2SO_4 . -معلق الفطر. -محلول جافيل.

2- طرق الدراسة:

2-1- مكان تنفيذ التجربة:

أنجزت التجربة في المنزل الواقع بحي الرمال - بلدية الوادي ولاية الوادي.



الوثيقة 11: خريطة تمثل موقع التجربة (google earth, 2022)

2-2 المحاليل المعدنية المستعملة

معلق الفطر: وزن 2 غ من الفطريات وإذابتها في 1 لتر من الماء.

محلول جافيل: نمزج 4/1 من الجافيل مع 4/3 ماء.

2-3- مخطط التجربة:

- تم قص الأصيلات فوق النصف وثقبها من الاسفل عدة ثقوب صغيرة.
- تم تقسيم 60 أصيص على ثلاث مجموعات بمعدل 20 أصيص لكل مجموعة.

2-3-1- تحضير السماد العضوي:

نقوم بتعقيم كمية من السماد العضوي التي لدينا على بخار الماء بواسطة قدر مثقوب لمدة 30 دقيقة.

2-3-2- تحضير التربة الزراعية:

التربة هي الدعامة الأساسية لنمو النبات التي يتركز عليها ويمتص منها الماء والعناصر المعدنية.

تم استعمال تربة رملية محلية و تم تحسينها على عدة مستويات:

المجموعة A: تمت تعبئة الأصيلات بتربة رملية عادية بنفس الكمية.

المجموعة B: تم مزج 4/3 تربة رملية مع 4/1 تراب فوسفات (تربة محسنة بالفوسفات) وتوزيعها

على الأصيلات بكميات متساوية.

المجموعة C: تم خلط 3 مقادرات تراب ومقدار فوسفات مع مقدار سماد عضوي (تربة محسنة بالفوسفات والسماد عضوي) ثم يتم توزيعها على الأصيصات بنفس الكمية. وأخيرا قمنا بتوزيع البذور على كل المجموعات وريها بماء البئر حتى التشبع.

2-3-3-السقي:

نقوم بسقي نبات الذرة الرفيعة بماء البئر، في درجات الحرارة المتوسطة نقوم بسقيها كل يومين، وفي درجات الحرارة المرتفعة يصبح السقي مستمر أي كل يوم في نفس الوقت و بنفس الكمية لكل مجموعة ، نقوم بسقيها بالفطر بداية من الأسبوع الرابع.

3- المعايير المورفولوجية:

- **طول النبات الكلي:** يتم قياسه بواسطة مسطرة مدرجة.
- **طول الجزء الخضري:** يتم قياس طول الجزء الخضري من العنق إلى نهاية الجزء بواسطة مسطرة مدرجة.
- **طول الجزء الجذري:** يقاس طول الجزء الجذري من العنق حتى نهاية الجذر بواسطة مسطرة مدرجة.
- **عدد الأوراق:** يتم عن طريق عد جميع الأوراق لكل نبتة.
- **الوزن الطري للنبات:** بواسطة ميزان حساس يتم قياس وزن النبات الكلي، ثم يتم قياسها بشكل منفصل (جزء خضري وجزء جذري).

4- المعايير الفيزيولوجية:

❖ تقدير الكلورفيل A و B و A+B والكاروتينات:

يتم إستخلاص الكلوروفيل عن طريق إستعمال محلول الأسيتون وذلك بإتباع الطريقة التالية:
نقوم بوزن 100ملغ من الورقة النباتية بعد قطعها إلى أجزاء صغيرة، ووضعها في أنبوب إختبار ويضاف لها 10مل من محلول الأسيتون 95%، ثم لفها بورق الألمنيوم، ثم نحفظها في كيس بلاستيكي أسود لتجنب عملية الأكسدة الضوئية للكلوروفيل عند 4°م في الثلاجة لمدة 48 ساعة.
وتتم القراءة بواسطة جهاز قياس المطيافية الضوئية على طول الموجة 662 و 644 و 470 نانومتر، مع مراعاة ضبط الجهاز بواسطة الشاهدة (الأسيتون) وفق العلاقة التالية:

$$\text{Chlr. a} = 12.25 \times A_{663} - 2.79 \times A_{645}$$

$$\text{Chlr. b} = 21.50 \times A_{645} - 5.10 \times A_{663}$$

$$\text{Chlr. a + b} = 7.50 \times A_{663} + 18.71 \times A_{645}$$

$$CRTN = (1000 \times A470 - 1.82 \times Chlr. A - 85.02 \times Chlr. B) / 198$$

❖ تقدير السكريات الكلية في الأوراق:

تم تقدير السكريات بطريقة SHIELDS and BURNET, 1960 المستخدمة من قبل REKIKA 1997 و KORICHI 1992. حيث نأخذ 100 ملغ من الثلث الأوسط للورقة لمختلف العينات، ووضعها في أنابيب اختبار ويضاف لها 5.25 ملل من 100% الإيثانول (مستخلص أ) وتترك لمدة 24 ساعة.

قبل القراءة ب 4 ساعات يتم تحضير مستخلص ب بتركيز 2 جرام من الأنثرون النقي يضاف إلى 100 مل من حمض الكبريتيك (H₂SO₄) في قارورة زجاجية.

نضع 2 مل من المستخلص أ وإضافة 4 مل من المستخلص ب في أنابيب اختبار وحفظه في ماء بارد لمدة دقيقتين، بعد الرج وضعت الأنابيب في حمام مائي عند درجة حرارة 92°م لمدة 8 دقائق، يتم تبريد الأنابيب لمدة 30 دقيقة في الظلام، وتتم القراءة بواسطة جهاز المطيافية الضوئية على طول الموجة 585 نانومتر.

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

إتبع في تنفيذ البحث زرع نبات الذرة الرفيعة، ضمن أصص بلاستيكية في درجة حرارة معتدلة، حيث نمت بعد مرور 7 أيام من زرعها، وأخذت قراءات أسبوعية لمعايير النمو المختلفة (طول الساق وعدد الأوراق)، بعد 6 أسابيع من الزراعة أي في مرحلة ظهور 3 إلى 4 أوراق أولية للنبات، قلعت النباتات بهدوء مع المحافظة على المجموع الجذري بشكل كامل، حيث غسلت بالماء للتخلص من التربة العالقة به، وجففت بواسطة مناديل ورقية ثم غلفت برقائق الألمنيوم، ونقلت النباتات إلى المخبر حيث تم قياس الطول الكلي أولاً وبعدها تم فصل المجموع الخضري عن الجذري وقياس كل منهما على حدا مع عد الأوراق في كل نبتة وطبقت نفس الطريقة على قياس الوزن حيث استعنا في قياسه بالميزان الحساس.



الوثيقة 13: صورة تمثل الأسبوع الثاني من الزراعة.



الوثيقة 12: صورة تمثل الأسبوع الأول من الزراعة.



الوثيقة 15: صورة تمثل نباتات الذرة الرفيعة بعد بعد اقتلاعها.



الوثيقة 14: صورة تمثل قياس الطول بواسطة مسطرة مدرجة.

قمنا أيضا في هذا البحث بتحديد محتوى السكر والكلوروفيل (A+B ، B،A)، ومحتوى الكاروتينات في كل نبتة على إختلاف وسط زراعتها، حيث تم تحضير المحاليل الخاصة بكل تجربة وتنفيذها حسب البروتوكول المتبع خلال هذه الدراسة ومن ثم قراءة النتائج على جهاز المطيافية الضوئية.

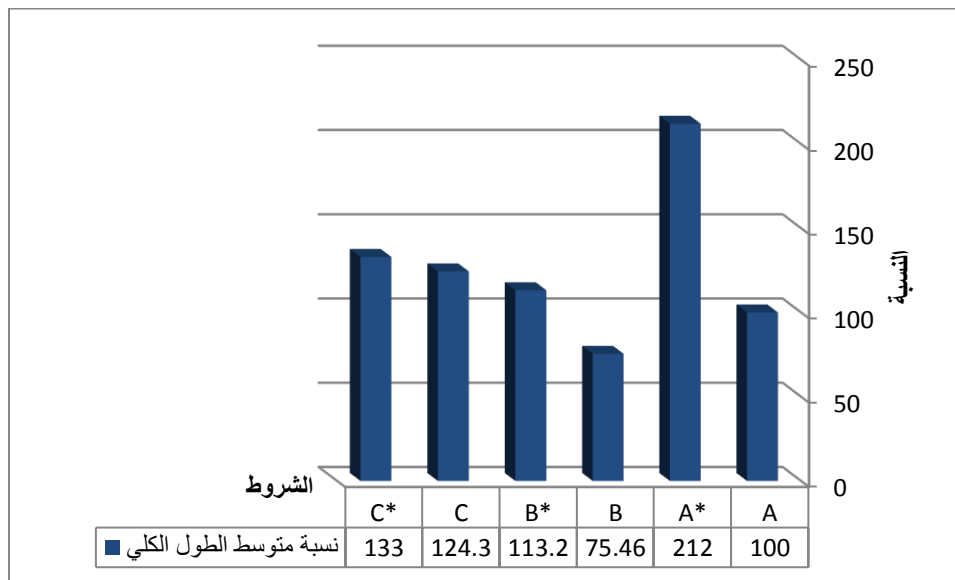
وفي الأخير تم ترجمة كل هذا الى أعمدة بيانية لتحليلها ومناقشتها.



الوثيقة 17: صورة تمثل وضع أنابيب الإختبار في الظلام

الوثيقة 16: صورة تمثل وضع أنابيب الإختبار في الماء البارد

1-1- الطول الكلي:



الوثيقة 18: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الطول الكلي في شروط زرع مختلفة

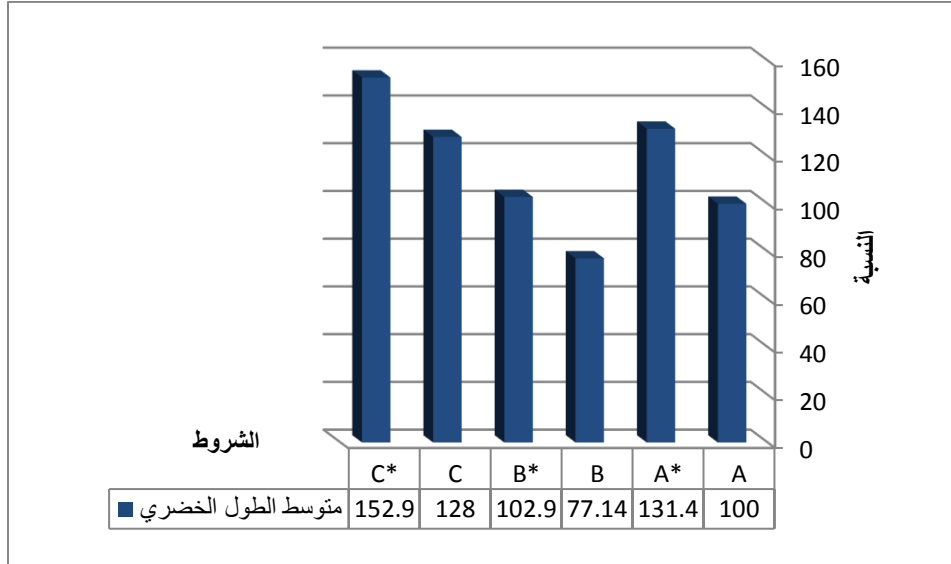
نلاحظ من خلال الوثيقة أعلاه التي تمثل نسبة متوسط الطول الكلي للذرة الرفيعة مقارنة بالشاهد المقدر نسبته (100%)، فقد لوحظ بأن النباتات النامية في التربة فقط (المجموعة A)، المعالجة بالفطر نما بنسبة (212%)، أما في التربة المحسنة بالفوسفات (المجموعة B)، قدرت نسبتها (75.5%) في حين زاد تطور نمو المعالجة بالفطر بنسبة (113%) بينما تم تقدير نسبة (المجموعة C) التربة المحسنة بالفوسفات والمعامل بالسماذ العضوي ب (124.3%)، أما المعالجة بالفطر فكانت نسبتها (133%). نستنتج من البيانات الموضحة أعلاه، أن الفطر حسن من نمو النباتات النامية في التربة فقط بنسبة فاقت (112%) مقارنة بالشاهد.

كما نستخلص أن الفطر عزز نمو النباتات في المجموعة B بنسبة (49.6%) مقارنة بالشاهد.

ننوه أن الفوسفات حسن نمو النبات من حيث الطول بنسبة (24%) مقارنة بالشاهد في نباتات المجموعة C.

نشير أن الفطر حسن من نمو النباتات النامية في المجموعة C مقارنة بالشاهد بنسبة (7.2%).

2-1- الطول الخضري:



الوثيقة 19: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الطول الخضري في شروط زرع مختلفة

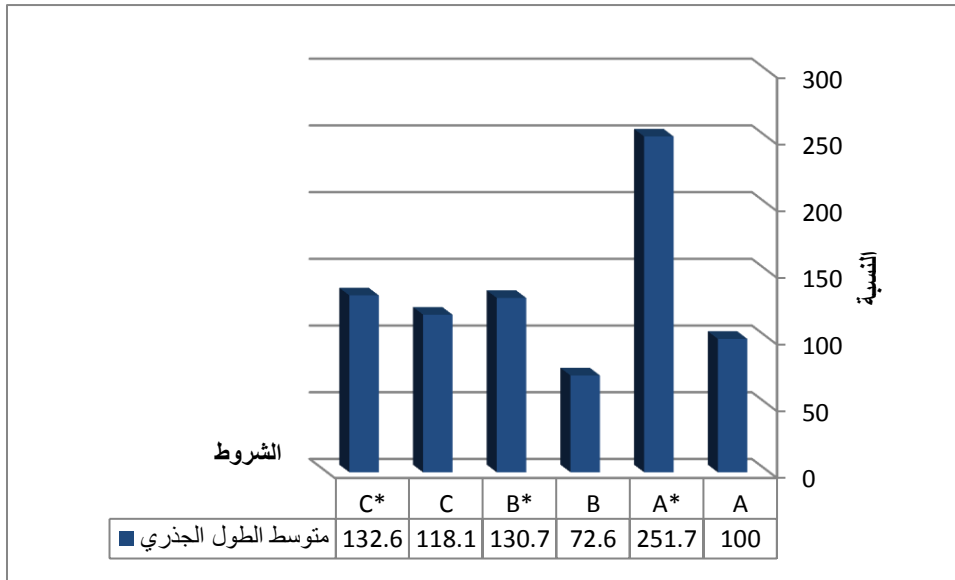
أما بخصوص نسبة متوسط الطول الخضري للذرة الرفيعة مقارنة بالشاهد المقدر نسبته (100%)، فقد لوحظ بأن النباتات النامية في التربة فقط (المجموعة A)، المعالجة بالميكوريزا قدرت نسبة نموها (131%) أما في التربة المحسنة بالفوسفات (المجموعة B)، كانت نسبتها (77.1%) في حين زاد تطور نمو نباتات (المجموعة B)، المعالجة بالفطر بنسبة (103%) بينما تم تقدير نسبة (المجموعة C) تربة محسنة بالفوسفات المعامل بالسماذ العضوي ب (128%)، أما المعالجة بالميكوريزا فكانت نسبتها (153%).

تبين من الوثيقة أعلاه، أن الميكوريزا زادت من معدل نمو النباتات النامية من حيث الطول الخضري في التربة فقط بنسبة (31%) مقارنة بالشاهد.

أما في النباتات النامية في المجموعة B المعالجة بالميكوريزا فقد كان تأثير الميكوريزا إيجابيا بنسبة قدرت ب (33.5%) مقارنة بالشاهد.

-ننوه أن الفوسفات حسن نمو النباتات النامية مقارنة بالشاهد بنسبة (28%) في نباتات المجموعة C، ولوحظ أن النباتات النامية في المجموعة C المعالجة بالميكوريزا، قد حسنت الميكوريزا من نموها مقارنة بالشاهد بنسبة (53%).

3-1- الطول الجذري:



الوثيقة 20: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الطول الجذري في شروط زرع مختلفة

أما بخصوص نسبة متوسط الطول الجذري للذرة الرفيعة مقارنة بالشاهد المقدر نسبته (100%)، فقد لوحظ بأن النباتات النامية في التربة فقط (المجموعة A)، المعالجة بالميكوريزا قدرت نسبة نموها (252%) أما في التربة المحسنة بالفوسفات (المجموعة B)، كانت نسبتها (72.6%) في حين زاد تطور نمو نباتات (المجموعة B)، المعالجة بالميكوريزا بنسبة (131%) بينما تم تقدير نسبة (المجموعة C) التربة المحسنة بالفوسفات المعامل بالسماذ العضوي ب (118%)، أما المعالجة بالميكوريزا فكانت نسبتها (133%).

من خلال الوثيقة أعلاه، ننوه أن الميكوريزا حسنت من نمو النباتات النامية في التربة فقط بنسبة (152%) مقارنة بالشاهد.

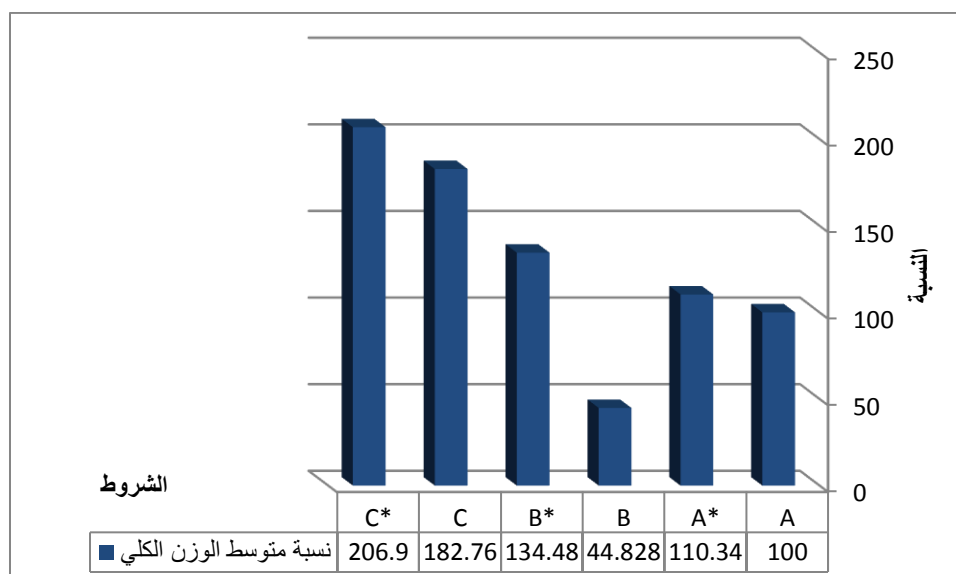
ننوه أن الميكوريزا عززت نمو النباتات النامية في المجموعة B بنسبة (80.4%) مقارنة بالشاهد. تشير البيانات إلى أن الفوسفات حسن نمو النبات النامية مقارنة بالشاهد بنسبة (18%) في نباتات المجموعة C.

نشير أن الميكوريزا حسنت من نمو نباتات المجموعة C مقارنة بالشاهد بنسبة (12.2%).

أما بخصوص تحسين الميكوريزا لنمو النبات من حيث الطول بدلالة (Fernandez, 2014) وهذا ما نجده في نمو النباتات المضاف إليها الميكوريزا بنسبة (31.4%) حيث أن (Azher.H, Al-Taie, 2014) خلال دراسته لمدى إمكانية الميكوريزا على زيادة نمو نبات الخيار إذ بلغت نسبة نمو النباتات الملقة بالميكوريزا ب (17.8%) وقد يعود هذا إلى أن الميكوريزا أنتجت الهرمونات النباتية التي من شأنها تحفيز نمو النبات وهذا ما اتفق عليه (Abdalla and abdel-fattah, 2000)

(Lewandowski, 2012) في دراسته على نباتات الفول السوداني، وتفسر زيادة نمو النباتات النامية في التراب المحسن بالفوسفات بوجود الميكوريزا إلى أن هذه الأخيرة قد قامت بإذابة الفوسفات وجعله جاهزا للإمتصاص من قبل النبات ومن ثم تحسين نموو تطور النبات من خلال تحسين النمو الجذري والنمو الخضري وتتفق هذه النتائج مع (Alan, 2007) وهذا ما توصل إليه (Graham و Yoshimura, 2014) إلى أن زيادة نمو النبات يمكن أن تعود إلى ما تفرزه الميكوريزا من مواد ومنظمات نمو والتي بدورها تزيد من جاهزية بعض العناصر الغذائية كالفسفور مما يؤدي إلى حصول نمو خضري جيد وهذا ما ذكره (Abdalla and abdel fattah, 2000) في دراسته على الفول السوداني المعاملة بالميكوريزا التي كان نموها أفضل عند مقارنتها مع النباتات الشاهد من حيث طول النبتة بنسبة (14.18%).

4-1- الوزن الكلي:



الوثيقة 21: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الوزن الكلي في شروط زرع مختلفة

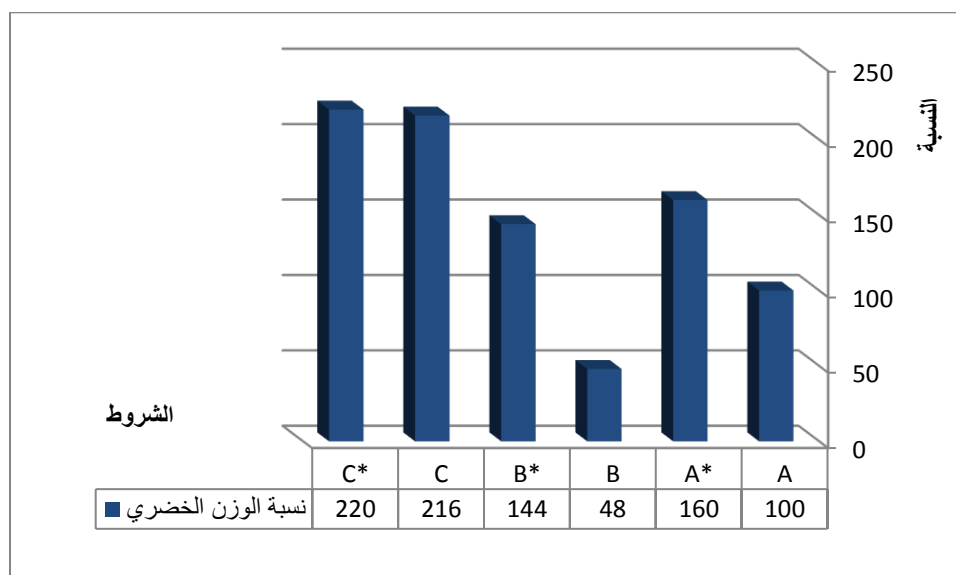
نلاحظ من الوثيقة أعلاه، التي تمثل نسبة متوسط الوزن الكلي للنباتات النامية، مقارنة بالشاهد المقدر نسبته ب (100%)، في التربة فقط (المجموعة A) المعاملة بالميكوريزا قدرت نسبة نموها ب (55.2)، أما في التراب المحسن بالفوسفات (المجموعة B)، كانت نسبتها (238%)، في حين زاد وزن (المجموعة B)، المعالج بالميكوريزا بنسبة (207%)، وكانت نسبة وزن النبات في التربة المحسنة بالفوسفات المعامل بالسماد العضوي (المجموعة C) ب (44.8%)، في حين قدر وزن نسبة نبات المجموعة المعالج بالميكوريزا ب (134%).

ننوه أن الميكوريزا في المجموعة A أثر بالإيجاب بنسبة (10.3%) مقارنة بالشاهد. حسب النتائج الموضحة أعلاه نستنتج أن الفطر حسن من نسبة وزن النبات في المجموعة B المعالجة بالفطر بنسبة (200%) مقارنة بالشاهد.

كما نستخلص أن الفوسفات قام بتحسين نسبة الوزن في المجموعة A ب (82.8%) مقارنة بالشاهد.

وعند نباتات المجموعة C المعالجة بالميكوريزا زادت تحسين الميكوريزا بنسبة قدرت ب (13.2%) مقارنة بالشاهد.

5-1- الوزن الخصري:



الوثيقة 22: تمثل نسبة متوسط الوزن الخصري في شروط زرع مختلفة

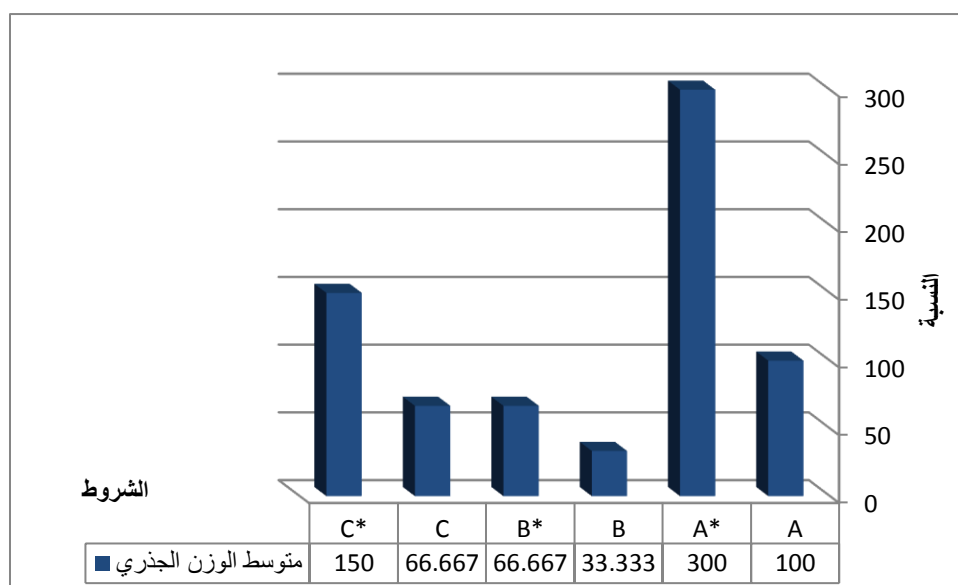
أما بخصوص نسبة متوسط الوزن الخصري لنباتات النامية، مقارنة بالشاهد المقدر نسبته ب (100%)، في التربة فقط (المجموعة A المعاملة بالميكوريزا بنسبة (160%)، أما في التراب المحسن بالفوسفات (المجموعة B)، كانت نسبته (48%)، في حين زاد وزن (المجموعة B)، المعالج بالميكوريزا بنسبة (144%)، وقدر نسبة وزن النبات في التربة المحسنة بالفوسفات المعامل بالسماط العضوي (المجموعة C) ب (216%)، وكان وزن نسبة نبات المجموعة المعالج بالميكوريزا ب (220%).
ننوه أن الميكوريزا في المجموعة A حسنت نسبة وزن نمو النباتات النامية بنسبة (60%) مقارنة بالشاهد.

تشير النتائج أن الميكوريزا حسنت من نسبة وزن النبات في المجموعة B المعالجة بالميكوريزا بنسبة (200%) مقارنة بالشاهد.

نشير إلى أن الفوسفات قام بتحسين نسبة الوزن في المجموعة C ب (116%) مقارنة بالشاهد.

وعند نباتات المجموعة C المعالجة بالميكوريزا زاد تحسين الميكوريزا بنسبة قدرت ب (1%).
(85) مقارنة بالشاهد.

6-1- الوزن الجذري:



الوثيقة 23: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الوزن الجذري في شروط زرع مختلفة

أما بخصوص نسبة متوسط الوزن الجذري للنباتات النامية، مقارنة بالشاهد المقدر نسبته ب (100%)، في التربة فقط (المجموعة A)، المعاملة بالميكوريزا قدرت نسبة نموها ب (300%)، أما بالنسبة للتراب المحسن بالفوسفات (المجموعة B)، كانت نسبتها (33.3%)، بينما وصلت نسبة وزن (المجموعة B)، المعالجة بالميكوريزا بنسبة (66.7%)، بينما في التربة المحسنة بالفوسفات المعامل بالسماذ العضوي (المجموعة C) كانت نسبة وزن النبات (66.7%)، في حين قدرت نسبة نباتات المجموعة المعالجة بالميكوريزا ب (150%).

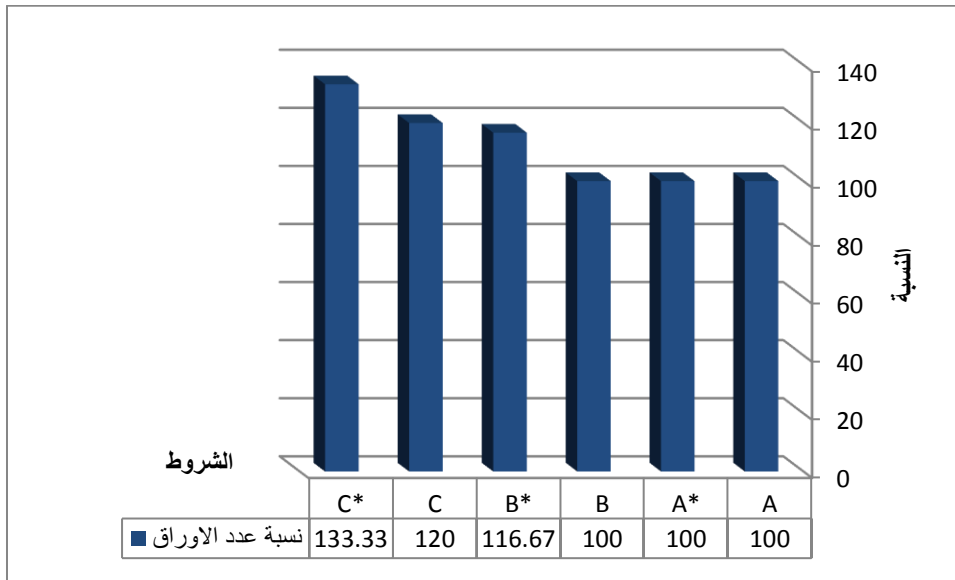
تشير النتائج أن الميكوريزا في المجموعة A حسنت نسبة وزن نمو النباتات النامية بنسبة (200%) مقارنة بالشاهد.

حسب النتائج الموضحة أعلاه نستنتج أن الميكوريزا حسنت من نسبة وزن النبات في المجموعة B المعالجة بالميكوريزا بنسبة (100%) مقارنة بالشاهد. وعند نباتات المجموعة C المعالجة بالفطر زاد تحسين الميكوريزا بنسبة قدرت ب (124.8%) مقارنة بالشاهد.

أما بخصوص أن الميكوريزا تحسن من نمو النباتات فيما يخص الوزن (الكلي، الخضري، الجذري) بدلالة Graham و Yoshimura (2014) وهذا ما وجدناه خلال دراستنا، حيث تبين أن نسبة وزن النباتات المعاملة بالفطر كانت أعلى قيمة بالمقارنة مع النباتات النامية في التربة فقط بنسبة فاقت 200%، وهذا ما وجدته (Beltrano et al, 2013) في دراسته إذ أظهرت أن إضافة الميكوريزا أدت إلى زيادة نسبة متوسط الوزن الخضري و الجذري لنبات الذرة الصفراء ب 38.9% وهذا ما يعود إلى أن المايكوريزا ساعدت في زيادة إمتصاص العناصر المغذية وتحسين العلاقات المائية وزيادة المساحة

السطحية للجذور وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Tahate et al، 2010) في دراستهم لإستجابة الطماطم لفطر الميكوريزا فوجدوا زيادة في الوزن الخضري للنبات بنسبة 35.87% ويتفق أيضا ما توصل إليه (Zaefarian et al، 2011) إذ وجدوا زيادة معنوية في وزن المجموع الجذري عند تلقيح نبات الشعير بالميكوريزا بنسبة 20.13%، نفسر زيادة نمو النباتات النامية في التراب المحسن بالفوسفات بوجود الفطر بأنه يمكن أن يكون هذا التحسين راجع إلى أن الفطر قام بإذابة الفوسفات الموجود في التربة إذ ذكرت (Whitelaw، 2000) أن زيادة الحاصل وزيادة إمتصاص الفوسفات جاء نتيجة لتلقيح النباتات بواسطة الأحياء الدقيقة ولا سيما الفطريات وتتشابه هذه النتائج مع دراسة أجريت على نبات الباذنجان حيث أظهرت أن تعايش جذور نبات المايكوريزا يحسن من إمتصاص عنصر الفوسفور من التربة بنسبة (30.5%) مقارنة مع الشاهد وهذا ما يساهم في تحقيق زيادة في الوزن الخضري والجذري للنبات (حيدر وآخرون، 2011)، وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره (Fernandez et al، 2011).

7-1- عدد الأوراق:



الوثيقة 24: أعمدة بيانية تمثل نسبة عدد الأوراق في شروط زرع مختلفة

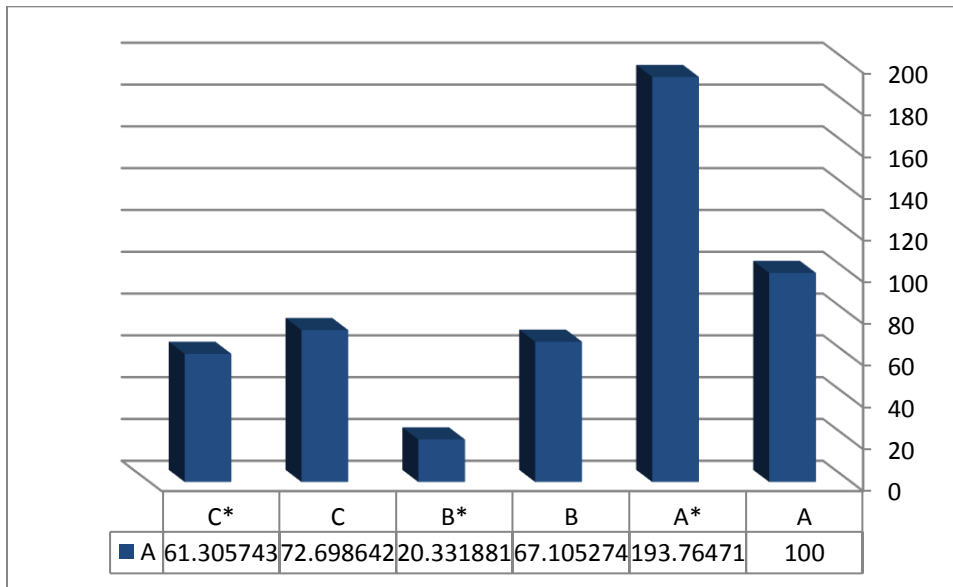
يلاحظ من خلال الوثيقة أعلاه التي تمثل نسبة متوسط عدد الأوراق لنبات الذرة الرفيعة النامية تحت شروط زرع مختلفة إذ نلاحظ توافق المجموعة A (تراب فقط) المعالجة بالميكوريزا والمجموعة B (تراب محسن بالفوسفات) الغير المعالجة بالميكوريزا مع الشاهد بنسبة 100%. أما المجموعة C (تربة محسنة بالفوسفات معاملة بالسماذ العضوي) الغير المعالجة بالميكوريزا فكانت نسبتها (120%) والمعالجة بالميكوريزا للمجموعة B و C على التوالي بنسبة (116.6%) و (133.3%) مقارنة بالشاهد.

-حسنت الميكوريزا نمو النباتات النامية في المجموعة B في وجود الميكوريزا بنسبة (16.7%)، أما المجموعة C فحسبت نسبة الزيادة (11%) مقارنة مع الشاهد.

أما بخصوص تحسين الميكوريزا من نمو النبات فيما يخص عدد الأوراق والذي يوافق هذا مع ما ذكره (Harrier and watson,2005,Barea et al,2005, Matloob and ،Trottata et al,1996) (juber,2013) وهذا ما نجده في نمو النباتات المضاف إليها الميكوريزا حيث بلغت نسبتها (33,3%) مقارنة بالشاهد، وربما يعود هذا إلى إنتاج الميكوريزا لهرمونات النمو وهذا ما ذكره (Fernandez et al, 2014) في دراسته لنبات الطماطم بأن تعايش الميكوريزا مع جذور النباتات قد ساهم في زيادة تحفيز عملية النمو و تحسين مؤشراتها ومن بينها زيادة عدد الأوراق حيث ذكر أنه يمكن أن يكون هذا راجع لإنتاجها لهرمونات النمو، في حين نفسر زيادة عدد الأوراق في النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات وفي وجود الميكوريزا بأنه يمكن أن يكون هذا راجع إلى أن الميكوريزا قد سهلت إمتصاص النباتات للفسفور بإذابته وهذا ما وجدته (Nikolao وزملاؤه، 2003) في أن إضافة الميكوريزا أدت الى زيادة محتوى التربة من الفوسفور المتاح وتحسين النمو النباتي، وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره (Alan,2007).

8-1- تقدير الكلوروفيل:

❖ الكلوروفيل A:



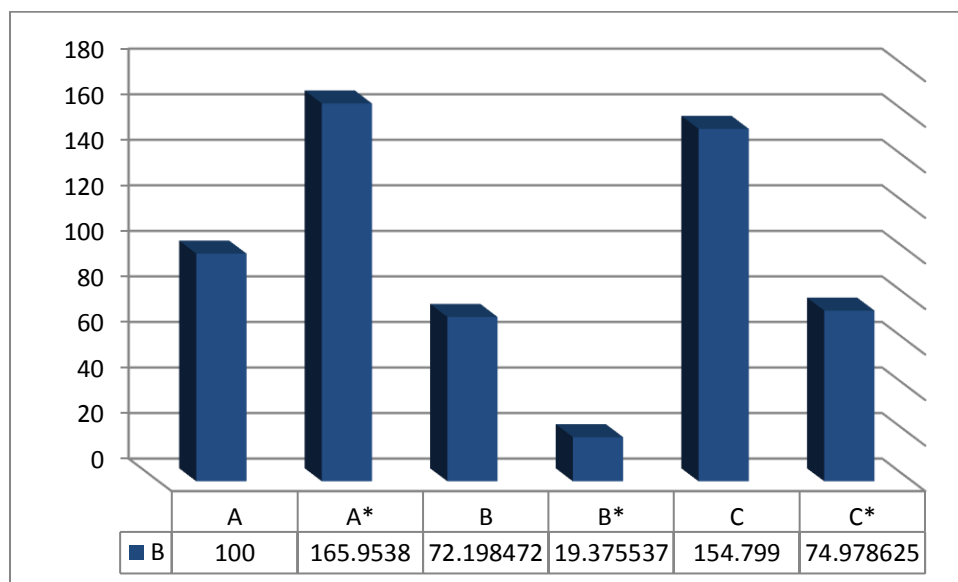
الوثيقة 25: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكلوروفيل A في شروط زرع مختلفة

يلاحظ من خلال الوثيقة أعلاه الخاصة بتقدير نسبة الكلوروفيل A لنبات الذرة الرفيعة النامي تحت ظروف زرع مختلفة، حيث حددت نسبته في المجموعات B (تربة محسنة بالفوسفات) و C (تربة محسنة بالفوسفات ومعاملة بالسماذ العضوي) الغير المعالجة بالميكوريزا على التوالي (67.1%, 72.6%) اما

المعالجة بالميكوريزا كانت نسبتها (93.7%, 20.3%, 61.3%) على الترتيب مقارنة بعينة الشاهد (تراب فقط) الذي حددت نسبته 100%.

نشير إلى ان الميكوريزا حسنت من نمو النباتات من حيث نسبة محتوى الكلوروفيل A للمجموعة A بنسبة فاقت (93.7%)، وحسبت نسبة الإنخفاض في المجموعة (B و C) على الترتيب (69.7%, 15.5%). مقارنة بالشاهد.

❖ الكلوروفيل B:



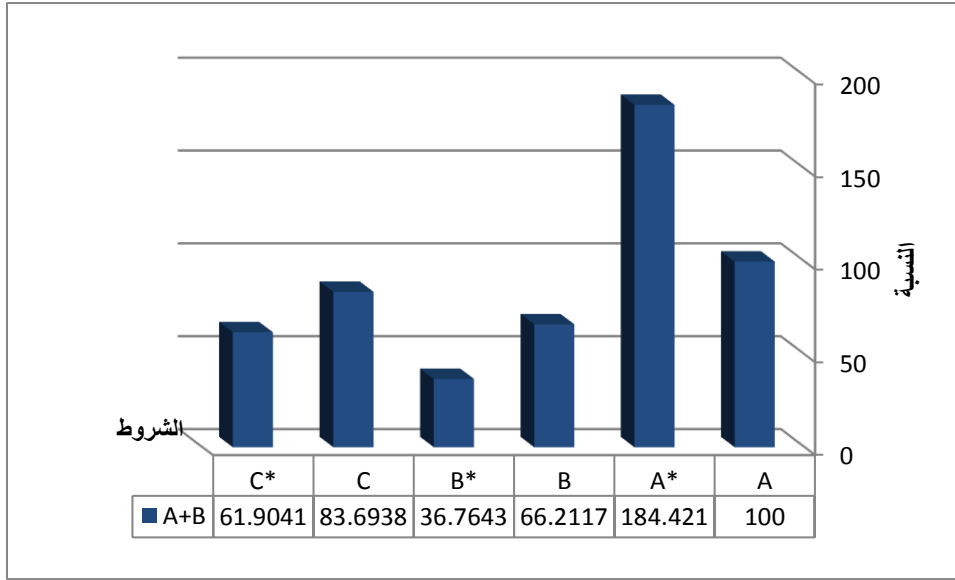
الوثيقة 26: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكلوروفيل B في شروط زرع مختلفة

يلاحظ من خلال الوثيقة أعلاه الخاصة بتقدير نسبة الكلوروفيل B لنبات الذرة الرفيعة النامي تحت ظروف زرع مختلفة، حيث حددت نسبته في المجموعات B (تربة محسنة بالفوسفات) و C (تربة محسنة بالفوسفات ومعاملة بالسماذ العضوي) الغير المعالجة بالميكوريزا على التوالي (154.7%, 72.1%) اما المعالجة بالميكوريزا كانت نسبتها (165.9%, 19.3%, 74.9%) على الترتيب مقارنة بعينة الشاهد (تراب فقط) الذي حددت نسبته 100%.

نشير الى ان الميكوريزا حسنت من نمو النباتات من حيث نسبة محتوى الكلوروفيل B للمجموعة A بنسبة فاقت (66.%)، وحسبت نسبة الإنخفاض في المجموعة (B، C) على الترتيب (73.2%, 50.5%). مقارنة بالشاهد.

كما نشاهد من خلال البيانات أن الفوسفات حسن من نمو النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات والمعاملة بالسماذ العضوي ب (54.7%) مقارنة بالشاهد.

❖ الكلوروفيل (A+B):



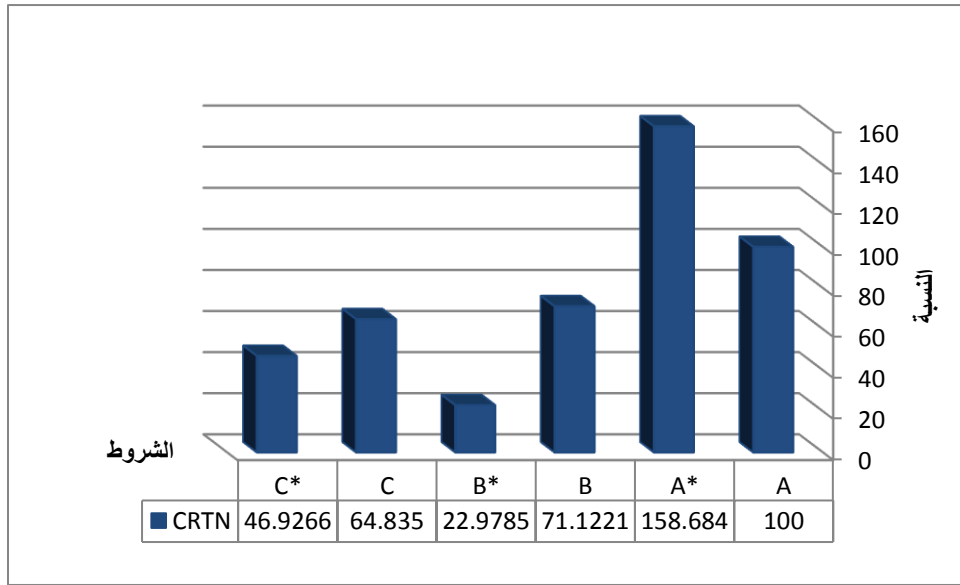
الوثيقة 27: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكلوروفيل A+B في شروط زرع مختلفة

يلاحظ من خلال الوثيقة الخاصة بتقدير نسبة الكلوروفيل A+B لنبات الذرة الرفيعة النامي تحت ظروف زرع مختلفة، حيث حددت نسبته في المجموعات B (تربة محسنة بالفوسفات) و C (تربة محسنة بالفوسفات ومعاملة بالسماذ العضوي) الغير المعالجة بالميكوريزا على التوالي (66.2%, 83.6%) في حين كانت نسب المجموعات المعالجة بالميكوريزا على الترتيب (184.4%, 36.7%, 61.9%) مقارنة بعينة الشاهد (تراب فقط) الذي حددت نسبته 100%.

نشير الي ان الميكوريزا حسنت من نمو النباتات من حيث نسبة محتوى الكلوروفيل A+B للمجموعة A بنسبة فاقت (84.4%)، وحسبت نسبة الإنخفاض في المجموعة (B و C) على الترتيب 44.5%, 25.9%. مقارنة بالشاهد.

أما بخصوص تحسين الميكوريزا من نمو النباتات فيما يخص محتوى الأوراق من الكلوروفيل بدلالة (Beltrano et al, 2013) وهذا ما وجدناه في بحثنا هذا بأن النباتات المضاف إليها الفطر أبدت زيادة في محتوى الكلوروفيل بنسبة فاقت (160%) وهذا يعود أساسا الى دور المايكورايزا بإحتماالية إنتاجها لهرمونات النمو وهذا ما يؤكد (Selvaraj, 1998) أن الميكوريزا تساهم في زيادة تجهيز النبات بالمغذيات الضرورية، لبناء وتركيب جزيئة الكلوروفيل بإفرازها لهرمونات النمو حيث أعطت نتائج دراسته لمحتوى الأوراق من الكلوروفيل لنبات النارج المعالج بالميكوريزا بقيمة مقدارها (38.46%) مقارنة بالشاهد الذي كان (30.71%) كما أشار أيضا (Utobo et al, 2011) الى أن الفطر يساعد في إمتصاص العناصر المغذية وزيادة محتوى الصبغات في النسيج النباتي.

9-1- نسبة الكاروتينات:



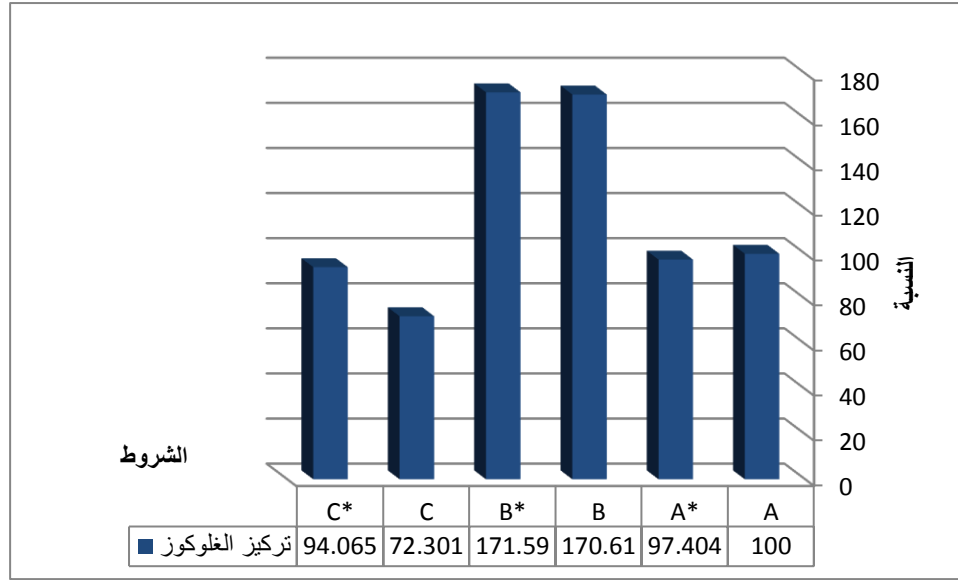
الوثيقة 28: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الكاروتينات في شروط زرع مختلفة

يلاحظ من خلال الوثيقة أعلاه التي تمثل متوسط نسبة الكاروتينات لنبات الذرة الرفيعة النامية تحت شروط زرع مختلفة، حيث فاقت نسبته عند المجموعة A (تراب فقط) المعالجة بالميكوريزا بـ 158.6% وشوهد إنخفاض في المجموعة B (تراب محسن بالفوسفات فقط) و C (تراب محسن بالفوسفات و السماد العضوي) المعالجة بالميكوريزا على التوالي بنسبة (22.9%, 46.9%) أما بالنسبة للمجموعة B و C الغير المعالجة بالميكوريزا وقدرت نسبتها (71.1%, 64.8%) على الترتيب مقارنة بالشاهد المتمثلة نسبته 100%.

ننوه ان الميكوريزا حسنت من نمو النباتات النامية في المجموعة A من حيث محتوى الكاروتينات حيث حسبت نسبة الزيادة بـ (58.6%) مقارنة بالشاهد، كما بلغت نسبة الكاروتينات في المجموعة B و C على التوالي المعالجة بالميكوريزا بنسبة (67.7%, 275%) مقارنة بالشاهد.

حسب الوثيقة الموضحة أعلاه نلاحظ أن الميكوريزا تحسن من محتوى الكاروتينات في النبات وهذا ذكره (Selvaraj, 1998) فمن خلال المعطيات نجد أن النباتات النامية في التربة المعالجة بالميكوريزا تفوقت نسبتها بـ 58.6% على الشاهد، يمكن أن يكون هذا راجع إلى أن الميكوريزا قد أنتجت هرمونات النمو وبالتالي زيادة محتوى هذه الصبغة إذ قال (Utobo et al, 2011) أن جذور النباتات الملقحة بالميكوريزا تتميز بكثافتها العالية وهذا يساعد في إمتصاص العناصر المغذية وبالتالي زيادة محتوى الصبغات في النسيج النباتي.

10-1- تقدير كمية السكر:



الوثيقة 29: أعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط تركيز الجلوكوز في شروط زرع مختلفة

نلاحظ من خلال الوثيقة أعلاه أن نسبة تركيز الجلوكوز لنبات الذرة الرفيعة في التربة المحسنة بالفوسفات فقط (المجموعة B) فاقت نسبتها (170%)، في حين كانت نسبة الجلوكوز في النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات المعالج بالميكوريزا ب (171.6%)، كما نلاحظ إنخفاض على مستوى المجموعة A (تراب فقط) المعالجة بالميكوريزا، في التراب المحسن بالفوسفات والمعامل بالسماذ (المجموعة C) الغير معالجة بالميكوريزا كانت نسبته (72.3%)، ومن نفس المجموعة المعالجة بالميكوريزا كانت نسبتها 94 % مقارنة بالشاهد التي حددت نسبته 100%.

نشاهد ان الميكوريزا حسنت من نمو النبات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات من حيث محتوى السكر إلى ما يفوق ب (171.6%). مقارنة بالشاهد

كما نلاحظ ان الفوسفات حسن من نمو النباتات من حيث محتوى السكر بنسبة (70.6%). مقارنة بالشاهد.

يمكن أن نفسر الزيادة في نسبة محتوى السكر في النباتات النامية في التراب المحسن بالفوسفات والملح بالميكوريزا بنسبة (71.6%)، أن هذه الأخيرة قد سهلت إمتصاص الفوسفور للنبات، وبالتالي زيادة محتوى السكر، وهذا ما أكدته (wu, Qiangsheng, Xia Renxue) (2006) في دراستهم على شتلات البرتقال إذ لاحظوا أن أوراق وجذور الشتلات الملقحة بالميكوريزا كانت تحتوي على سكريات قابلة للذوبان أعلى بشكل ملحوظ من الشتلات الغير الملقحة بنسبة 20% و 16%، وقد فسروا هذا بأن الميكوريزا قد عززت إمتصاص الفوسفور من المنطقة الجذرية، مما أدى إلى زيادة محتوى السكر القابل للذوبان في الأوراق.

2- المناقشة العامة:

بينت نتائج الدراسة لمدى تأثير الميكوريزا على طول نبات الذرة الرفيعة *sorghum Vulgare* بأن التأثير الإيجابي كان على الجزء الخضري والجذري في مختلف شروط الزرع المدروسة وهي نتائج تتفق مع (Graham yoshimura,2014) الذي أثبت أن نسبة زيادة طول النبات يعود إلى ما تفرزه الميكوريزا من مواد ومنظمات نمو، كما أظهرت النتائج أن النباتات المزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والمعالجة بالميكوريزا كانت نسبتها أعلى من نباتات التربة المحسنة بالفوسفات فقط وهذا ما أشار إليه (Read et smith,2008) إلى أن الميكوريزا ساعدت في زيادة إمتصاص الفسفور

كما وضحت دراستنا بأن إضافة الميكوريزا قد أدى إلى تحسين معدلات النمو بزيادة معتبرة في وزن الجزء الخضري والجذري للنبات، وهذا ما يوافق (Beltrano et al ,2013)، إذ أظهرت دراسته أن إضافة الميكوريزا أدت إلى زيادة نسبة متوسط الوزن الخضري والجذري لنبات الذرة الصفراء، أما فيما يخص تحسين الفسفور لنمو النبات فقد أوضحت النتائج أن الزيادة الفائقة ظهرت عند النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات والمعالجة بالميكوريزا وهذا ما يؤكد (Alan,2007) وتتفق هذه النتائج أيضا مع ما ذكره (whitelwr,2002)

أما بالنسبة إلى محتوى الكلوروفيل في الأوراق فقد أظهرت النباتات أن إضافة الميكوريزا قد أثر بالإيجاب على زيادة محتوى الكلوروفيل وقد يعود هذا إلى أن الميكوريزا قد أنتجت الهرمونات النباتية كالأوكسينات والسايتوكينات والجبرلينات والتي عملت على تسريع عملية النمو وهذا ما بينه (Beltrano et al ,2013) في أن جذور النباتات الملقحة بالميكوريزا، تتميز بكثافتها العالية، مما يساعد الحصول على نبات سليم ذو جذر نموه يكون كثيفا ومحتوى عال من الكلوروفيل، أما بخصوص أثر الفوسفات وفي وجود الميكوريزا على نسبة محتوى الكلوروفيل فقد سجلنا درجات عالية عند النباتات النامية في التربة المعاملة بالفوسفات والمعالجة بالفطر وهذا ما أكدته (Whitelwo,2000) في أن فطريات الميكوريزا تحسن من عملية البناء الضوئي وذلك بتسهيل إمتصاص عنصر الفسفور من قبل النبات ومن ثم تركيب جزيئة الكلوروفيل

يشير التحليل لنتائج معيار عدد الأوراق إلى أن إضافة الميكوريزا يؤدي إلى زيادة في عدد الأوراق للنباتات المعالجة بالميكوريزا قياسا على النباتات الغير معالجة، يمكن تفسير الأثر الإيجابي للميكوريزا على عدد الأوراق من خلال إفرازها للعديد من منظمات النمو وهذا ما ذكره عباس (عباس، 2002، طه، 2010، orats، 2006) وفي دراستنا على أثر تداخل الفوسفات مع الميكوريزا على النباتات فقد لاحظنا زيادة ملحوظة في نسبة عدد أوراق النباتات المزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والمعالجة بالميكوريزا وهذا قد يعود إلى أن الميكوريزا قد سهلت إمتصاص الفوسفات وهذا ما توصل إليه (العاني

،(1993) في أن الميكوريزا تعمل على زيادة جاهزية العناصر الغذائية وتشجع على زيادة إمتصاصها ولا سيما الفسفور مما ينشط إنزيمات نقل الطاقة التي تساهم في زيادة عدد الأوراق للنبات.

أما من ناحية محتوى الكاروتينات في النبات فمن خلال النتائج المتوصل إليها يتضح جليا أن أكبر قيمة في المحتوى الكمي لها حازت عليها النباتات النامية في التربة المعالجة بالميكوريزا، تتشابه هذه النتائج مع ما وجدته Utobo et al (2011) في أن الميكوريزا تساعد في إمتصاص العناصر المغذية وبالتالي زيادة محتوى الصبغات في النسيج النباتي.

ومن جهة أخرى يمكن أن نفسر الزيادة في نسبة محتوى السكر في النباتات النامية في التراب المحسن بالفوسفات والملقح بالميكوريزا، أن هذه الأخيرة قد سهلت إمتصاص الفوسفور للنبات، وبالتالي زيادة محتوى السكر، وهذا ما أكدته (wu, Qiangsheng, Xia Renxue) (2006) في دراستهم على شتلات البرتقال إذ لاحظوا أن أوراق وجذور الشتلات الملقحة بالميكوريزا كانت تحتوي على سكريات قابلة للذوبان أعلى بشكل ملحوظ من الشتلات الغير الملقحة، وقد فسروا هذا بأن الميكوريزا قد عززت إمتصاص الفوسفور من المنطقة الجذرية، مما أدى إلى زيادة محتوى السكر القابل للذوبان في الأوراق.

الخاتمة

جاء بحثنا كمحاولة للتعريف بنبات الذرة الرفيعة، وإلقاء الضوء على أهمية هذه الصنف من الحبوب لأنها أساسية في نظامنا الغذائي، خاصة أنها تستهلك بكثرة بشكل يكاد أن يكون يومي من طرف الإنسان، وكيف تتم زراعتها بطريقة صحيحة.

تعرف الأسمدة الزراعية بأنها مواد طبيعية أو صناعية تزود النبات بعناصر غذائية ضرورية لنموه وتطوره وزيادة إنتاجه، حيث تحتوي على أكثر من عنصر كالفسفور. يمكن للميكوريزا أن تلعب دور السماد الحيوي وعامل مكافحة حيوية ومحسنة لخواص التربة في إدارة أنظمة الزراعة.

تقوم الفطريات الجذرية بتحسين نمو النباتات وذلك بعدة طرق منها إذابة الفوسفور أجريت هذه الدراسة التطبيقية بهدف معرفة مدى تأثير تحسين نمو النباتات بإستعمال فطور الميكوريزا والفوسفور المحلي. ولتنفيذ هذه التجربة قمنا بتحضير 60 اصيص وتقسيمها على اوساط الزراعة الثلاث المتمثلة في (تربة فقط، تربة محسنة بالفوسفات، تربة محسنة بالفوسفات وبالسماد العضوي) بمعدل 20 اصيص لكل وسط زراعي ثم توزيع بذور الذرة الرفيعة على جميع الأوساط، حيث عومل كل نصف من هذه الاوساط بالميكوريزا وترك النصف الآخر كشاهد بعد 28 يوم من الإنبات. أخذت قياسات مورفولوجية وفيزيولوجية لكل نبتة في جميع المجموعات من أجل قياس الطول الخضري والجذري، الوزن الخضري والجذري، عد الأوراق، محتوى السكريات الذائبة، ومحتوى الكلوروفيل والكاروتينات.

تبين أهم النتائج:

1-التأثير الإيجابي للميكوريزا في تحسين نمو نبات الذرة الرفيعة وزيادة إنتاجيته، حيث كان التحسن ملحوظ على جميع المعايير المدروسة اذ بلغت نسبة الكلوروفيل A و B و C على التوالي (84.4%، 65.6%، 93.7%) ومحتوى السكر 30% والطول الخضري والجذري على التوالي (31%، 152%) أما الوزن الخضري والجذري فكانت (60%، 200%) ومحتوى الكاروتينات (58.6%).

2-أن التداخل بين الفوسفات المحلي والميكوريزا قد تفوق على جميع أوساط الزراعة الأخرى على تحسين نمو النبات بنسبة 71.6% لمحتوى السكر و200% للوزن الخضري و124.8% للوزن الجذري أما بالنسبة لعدد الأوراق فكانت النسبة 11% و19% للطول الخضري و80% للطول الجذري.

انطلاقا مما سبق ونظرا لأهمية الميكوريزا ودورها في تحسين نمو النبات وإمتصاصه للعناصر المغذية فإن نوصي بإجراء المزيد من الأبحاث على هذه الفطور بإستخدام ترب وأنواع نباتية أخرى. ولا بد من الإشارة هنا الى أن هناك دلالة بشكل كبير من خلال المصادر التي اشارت الى أن تحفيز النمو وتشجيعه من قبل القطريات (PGPF) يمكن أن يشكل نجاحا في مجال إستقرار النظام الزراعي.

المراجع

❖ المراجع باللغة العربية

- (1) إبراهيم، خليل أسود ومحسن، علي أحمد الجنابي وليبد، شريف محمد. (2019). استجابة بعض صفات النمو ومكونات الحاصل في صنفين من الذرة البيضاء لتأثير نوع الإضافة وفترات الري في التربة الجبسية. مجلة حوليات العلوم الزراعية بمشتهر مجلد 57 (2): 564-570.
- (2) أحمد منار. 2007. تأثير التلوث بالزئبق على إنتشار فطريات التربة في منطقة عزابة، جامعة منتوري قسنطينة، قسم العلوم الطبيعية والحياة، ص35
- (3) إيمان مسعود، 2021. أساسيات المحاصيل الحقلية وإنتاجها/السنة الثانية. الذرة البيضاء (الذرة السورغمية، الذرة الرفيعة). المحاضرة الخامسة. جامعة حماة-كلية الهندسة الزراعية. سوريا
- (4) بوغديري العربي، 2012. النباتات البدائية، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر. ص216،417،512
- (5) جميل جبر، 2012، مقال حول التصنيف الفطريات، قسم الأحياء في الكلية الجامعية بجامعة أم القرى.
- (6) جورج فريد و د.جورج هاديمينوس (2006). الطبعة العربية الأولى، البيولوجيا. الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ش.م.م. ص84
- (7) حمزة الزبير عثمان، قمر محمد قمر، داود مصطفى بكر "، عوض عبد الله أحمد"، الشيخ عوض الكريم ابراهيم ". تقييم بعض صفات الإنتاجية لاثني عشر طرازاً وراثياً من الذرة الرفيعة ". Sorghum bicolor, L " تحت ظروف الإصابة بطفيل البودا (Striga hermonthica) بمنطقة كندل- تشاد. المعهد العالي لإعداد المعلمين بانجمينا، قسم علوم الحياة والأرض، تشاد. المعهد الوطني للبحوث الزراعية والتنمية، تشاد. " جامعة كردفان، كلية الموارد الطبيعية والدراسات البيئية، السودان.
- (8) حيدر، أسماء العس، خالد، وكمال الانفر، 2011. تأثير التفاعل التصادي بين نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne incognita والفطر الميكوريزي Glomus mosseae في تحفيز نمو نبات الباذنجان، المجلة الاردنية في العلوم الزراعية. 7: 589-601.
- (9) شطة عيسى يعقوب، 2016. دراسة حول اتجاهات الأسعار للسلع الزراعية (الذرة الرفيعة-القمح) في سوق ولاية الخرطوم، تحت اشراف الروفيسور: حاج حمد عبد العزيز. كلية الدراسات الزراعية قسم الاقتصاد الزراعي، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
- (10) صالح، براء حميد ونهاد محمد عبود ومغرز عزيز حسن الحديثي. (2017). تأثير تراكيز المحفز الحيوي في الصفات النوعية والكمية لثلاث أصناف من الذرة البيضاء (Sorghum bicolor Moench L10/12 للعلوم الزراعية مجلد 2 (15) : 430-442.

- (11) طه. الاء جبار. 2006، تأثير قطر المايكوريذا. Gigaspora spp والفوسفور بے نمو وإنتاجية القطن. مجلة العلوم الزراعية العراقية 1: 9 – 17
- (12) العاني، محجن عزيز مصطفى، 1993، دور التقانة الحياتية في نمو محصولي الحنطة وفول الصويا باستخدام فطريات المايكوريذا، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، ص 211.
- (13) عباس، حافظ إبراهيم. 2002، تشجيع نمونبات الطماطم Lycopersicon esculentum متلقيحها بنوعين من فطريات المايكو يزا. مجلة العلوم الزراعية العراقية 7: 74 – 82 سلمان
- (14) عبد الحميد محمد حسنين، 2019: إنتاج محاصيل الحبوب. كلية الزراعة-جامعة الأزهر. القاهرة.
- (15) عبد الرحمن عبد الله محمد عباس، 2017. أثر الارشاد الزراعي في تبني تقانة حصاد المياه على إنتاجية محصول الذرة الرفيعة-ولاية القضايف (محلّية القلابات الغربية). كلية الدراسات العليا قسم الإرشاد الزراعي والتنمية الريفية، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
- (16) عبد الرحمن عبد الله محمد عباس، أبريل 2017. أثر الإرشاد الزراعي في تبني تقانة حصاد المياه على إنتاجية محصول الذرة الرفيعة- ولاية القضايف (محلّية القلابات الغربية). جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية الدراسات العليا قسم الإرشاد الزراعي والتنمية الريفية.
- (17) عبد العزيز مجيد نخيلان، 2011. الطبعة الأولى، الفطريات الطبية، السنة النشر، بلد النشر عمان، دار النشر دجلة، ص38-40
- (18) عبود، نهاد محمد وخربيط، حميد خلف وخلف، صالح أحمد. (2017). تأثير نقع البذور بالبيريدوكسين في نمو وحاصل حبوب الذرة البيضاء (Sorghum bicolor L. Moench). مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 9 (عدد خاص): 60- 72. وزارة الزراعة. (2020). الوكالة الوطنية لدعم التنمية الريفية بإقليم الوسط، تشاد. تقرير الإدارة العامة لمشروع تطوير إنتاجية الذرة الرفيعة بإقليم الوسط تشاد.
- (19) محمد عبد الرحمان الوكيل (2006). أمراض النبات البكتيرية.
- (20) نبيل علي خليل، المتولي عبد الله المتولي، مجدي محمد شفيق، وجيه عبد العظيم المرشدي، السيد محمد سليم غيث، درويش صالح درويش، 2015. محاصيل الحبوب والبقول. كلية الزراعة جامعة القاهرة. ص156.

❖ المراجع باللغة الأجنبية

- 1) **Abdalla , M.E. and Abdel – Fattah , G.M. 2000.** Influence of the endoMycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on the development of peanut pod rot disease in Egypt . Mycorrhiza . 10 : 29 35.
- 2) **Abd-Alla MH (1998)** Growth and siderophore production in vitro of *Bradyrhizobium* (Lupin) strains under iron limitation. Eur J Soil Biol 34:99-104
- 3) **Ahmad, L, Pichtel, J. , & Hayat, S. (2008).** Plant-Bacteria Interactions: Strategies and Techniques to Promote Plant Growth. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
- 4) **Alan , E. Richardson (2007)** Making Microorganisms Mobilize Soil Phosphorus First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization
- 5) **Almagrabi, O. A. and Abdelmoneim, T. S. 2012.** Using of Arbuscular mycorrhizal fungi to reduce the deficiency effect of phosphorous fertilization on maize plants (*Zea mays* L.). Life Science Journal. 4: 1684-1694.
- 6) **ANOUA, B. , Jaillard, B. , RUIZ, J. , Bénét, J. C. , et Cousin, B. 1997.** Couplage entre transfert de matière et réactions chimiques dans un sol. Partie 2: Application à la modélisation des transferts de matière dans la rhizosphère. Entropie, 33(207)
- 7) **Anton Hartmann, Michael Rothballer et Michael Schmid, 2008.** * Lorenz Hiltner, a pioneer in rhizosphere microbial ecology and soil bacteriology research , Plant and Soil, vol. 312, no 1-2, novembre, p. 7
- 8) **Arora NK, Tewari S, Singh R 2013.** Multifaceted Plant-Associated Microbes and Their Mechanisms Diminish the Concept of Direct and Indirect PGPRS. In: Arora NK (ed.) Plant Microbe Symbiosis: Fundamentals and Advances. Springer.
- 9) **Bakker AW, Schippers B (1987)** Microbial cyanide production in the rhizosphere in relation to potato yield reduction and *Pseudomonas* spp. Mediated plant growth stimulation. Soil Biol Biochem 19:451-457
- 10) **Barazani O, Friedman J (1999)** Is IAA the major root growth factor secreted from plant growth-mediating bacteria. J Chem Ecol 25:2397-2406
- 11) **Beltrano , J. , M. Ruscitti , M. C. Arango and M. Ronco 2013.** Effects of arbuscular mycorrhiza inoculation on plant growth , biological and physiological parameters and mineral nutrition in pepper grown . J. of Soil Science and Plant Nutrition . 13 (1) : 123-141.
- 12) **Bonfante, P. and Genre. A. 2010.** Mechanisms underlying beneficial plant – fungus interactions in Mycorrhizal symbiosis. Nature Communication. 10: 1-11.

- 13) **Cardoso, L. M. and Kuyper, T. W. 2006.** Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agric Ecosyst Environ.* 116: 72-84.
- 14) **Castric P (1994)** Influence of oxygen on the *Pseudomonas aeruginosa* hydrogen cyanide synthase. *Curr Microbiol* 29:19-21
- 15) **Castric PA (1981)** The metabolism of hydrogen cyanide by bacteria. In: Vennesland B, Conn EE, Knowles CJ, Westley J, Wissing F (eds) *Cyanide in biology.* Academic, London, pp 233-261.
- 16) **Ciancio, A. and Mukerji, K. G. 2007.** General concepts in integrated pest and disease management. Springer, The Netherlands. 359 pp.
- 17) **Compant, S. , Reiter, B. , Sessitsch, A. , Nowak, J. , Clement, C. , Barka, E. A. , 2005.** Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by plant growth- promoting bacterium *Burkholderia* sp. Strain PSJN. *Applied and Environmental Microbiology.*
- 18) **Cripps, C.; Smith, L.; Carolin, C. and Lapp, T. J. 2008.** Ecto Mycorrhizal fungi with white bark pine. *Nutcracker Notes.* 14: 12-14.
- 19) **Dehne, H. W. 1982.** Interaction between Vesicular – Arbuscular Mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology.* 72: 1115-1119.
- 20) **Domsch, Kh., Gams, W., and Anderson, Th.** *Compendium of Soil Fungi.* Academic Press. London, UK. 255pp. 1980.
- 21) **EL – Khallal, S. M. 2007.** Induction and modulation of resistance in Tomato plants against fusarium wilt disease by bio agent fungi (Arbuscular Mycorrhiza) and / or hormonal elicitors (jasmonic acid and salicylic acid): changes in growth, some metabolic activities and endogenous hormones related to defense mechanism. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 4: 691-705
- 22) **Fernandez , F. , Vicente – Sanchez , J .; Maestre – Valero , J.F .; Bernabe , A.J .; Nicolas , E .: Pedrer , F. and Alarcon , J. 2014.** Physiological and growth responses of young tomato seedlings to drip – irrigation containing two low doses of the Arbuscular Mycorrhizal fungus *Glomus iranicum* var . *tenuihypharum* sp . nova . 6 : 679-685.
- 23) **Gianinazzi – Pearson, V.; Dumas – Gaudot, E.; Gollotte, A.; Tahiri – Al – aoui, A. and. Gianinazzi, S. 1996.** Cellular and molecular defense – related root responses to invasion by arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 133: 45-57.
- 24) **Graham , S. and Yoshimura , D.R. 2014.** The *Pythium* suppressive ability of *Glomus* intraradices in cherry tomato propagation . *Biological Sciences*

- 25) **Haas D, Defago G (2005)** Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nat Rev Microbiol* 3:307-319
- 26) **Harrier , L.A. and Watson , C.A. 2004.** The potential role of Arbuscular Mycorrhizal (AM) fungi in the bio protection of plants against soil borne pathogens in organic and / or other sustainable farming systems . *Pest Management Science* . 60 : 149-157.
- 27) **Hodge, A. and Campbell, C. 2001.** An Arbuscular Mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. *Nature*. 413: 297-299.
- 28) **Kapoor, R. 2008.** Induced resistance in Mycorrhizal Tomato is correlated to concentration of jasmonic acid. *Online J. Biol. Sci.* 8: 49-56
- 29) **Kawaguchi , M. and Minamisawa , K. 2010.** Plant – microbe communications for symbiosis . *Oxford Journals Plant Cell Physiology* . 51 : 1377-1380.
- 30) **Kawaguchi** Plant – microbe communications for symbiosis. *Oxford Journals Plant Cell Physiology*. 51: 1377-1380.
- 31) **Keel C, Schnider U, Maurhofer M, Voisard C, Laville J, Burger P, Wirthner P, Haas D, Defago G (1992)** Suppression of root diseases by *Pseudomonas fluorescens* CHAO: importance of the bacterial secondary metabolite, 2,4-diacetylphloroglucinol. *Mol Plant Microbe Interact* 5:4-13
- 32) **Khan MS, Zaidi A, Ahemad M, Oves M, Wani PA 2010.** Plant growth promotion by phosphate solubilizing fungi – current perspective. *ArchAgronSoilSci*.
- 33) **Kim J, D. C, 1994.** Rees Nitrogenase and biological nitrogen fixation *Biochemistry*, 33.
- 34) **Koide, R. 1991.** Nutrient supply nutrient demand and plant response to Mycorrhizal infection. *New Phytol.* 117: 365-386.
- 35) **Krafczyk, L, Trollenier, G. , et Beringer, H. 1984.** Soluble Root exudates of maize: influence of potassium supply and rhizosphere microorganisms. *Soil Biology and Biochemistry*.
- 36) **Kumar, S. and S. N. Gummadi. 2009.** Osmotic adaptation in halotolerant yeast, *Debaryomyces nepalensis* NCYC 3413: role of osmolytes and cation transport. *Extremoph.* 13 : 793-805
- 37) **Larsen, J.; Graham, J. H.; Cubero, J. and Ravnskov, S. 2011.** Bio control traits of plant growth suppressive Arbuscular Mycorrhizal fungi against root rot in Tomato caused by *Pythium aphanidermatum*. *European Journal of Plant Pathology*. 133: 361-369.

- 38) **Lemanceau, L. , 1992.** Effets bénéfiques de rhizobactéries sur les plantes: exemple des *Pseudomonas* spp fluorescents 413-437, 414.
- 39) **Lombi. E, 2001.** Trace Elements in the Rhizosphere. CRC Press, Cité dans Microbial Health of the Rhizosphere
- 40) **Malek F, 2015.** Interaction microbienne cours assure aux Master II microbiologie et Magistère Maitrise de la qualité et du développement microbien. Université de Tlemcen,
- 41) **Marek-Kozaczuk M, Deryło M, Skorupska A (1996)** Tn5 insertion mutants of *Pseudomonas* sp. 267 defective in siderophore production and their effect on clover (*Trifolium pratense*) nodulated with *Rhizobium leguminosarum* bv. *Trifolii*. Plant Soil 179:269-274
- 42) **Mench M ,1985.** Influence des exsudats racinaires solubles sur la dynamique des métaux dans la rhizosphère du maïs (*Zea mays* L). Thèse de Dr del'INPL, Univ Nancy, 109p
- 43) **MOHAMMEDI. F et CHEREIT. A, 2020.** Les effets des PGPR sur la croissance des plantes. Mémoire master université El-echahid hamma lakhdar d'Eloued.
- 44) **Morgan J. A. W, Bending G. D. and White P. J. (2005).** Biological costs and benefits to plant-microbe interactions in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany. 56 1729- 1739.
- 45) **Muchovej, R. M. 2002.** Importance of Mycorrhizae for agricultural crops. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. [http:// www. edis. ifas. ufl. edu](http://www.edis.ifas.ufl.edu).
- 46) **MuneesAhemad, Mulugetakibret, 2013** Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective, Journal of King Saud University Science, January Volume 26, Issue 1,
- 47) **Neilands JB (1981)** Microbial iron compounds. Annu Rev Biochem 50:715-731
- 48) **Neilands JB, Leong SA (1986)** Siderophores in relation to plant disease. Annu Rev Plant Physiol 37:187-208.
- 49) **Norini M. P. (2007).** Ecodynamique des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des communautés microbiennes dans des sols dans des sols à pollution mixte (HAP), métaux avant et après traitement par biopile et par désorption thermique: influence de la rhizosphère et de mycorhization thèse de Doctorat en Géosciences Université Henri Poincaré Nancy. P33.

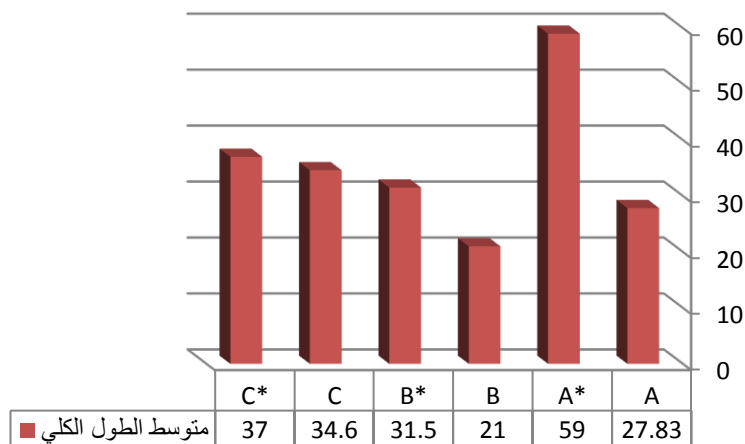
- 50) **Ortas, I. 2010.** Effect of Mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in Cucumber production under field conditions. Spanish Journal of Agricultural Research. 8: 116-122.
- 51) **Ozgonen, H.; Soner, D. A. and Erkilic, A. 2010.** The effects of Arbuscular Mycorrhizal fungi on yield and stem rot caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc. In peanut. African Journal of Agricultural Research. 5: 128-132.
- 52) **Parmar P, Sindhu SS 2013.** Potassium Solubilization by Rhizosphere Bacteria: Influence of Nutritional and Environmental Conditions. J Microbiol Res 3.
- 53) **Patten CL, Glick BR (2002)** Role of *Pseudomonas putida* indoleacetic acid in development of the host plant root system. Appl Environ Microbiol 68:3795-3801
- 54) **Piechulla, B. , Pou, M. B. , 2003.** Plant scents-mediator of inter- and intra-organismic communication. Planta 217,687-689
- 55) **Pieterse, C. M. J.; Reyes, A. L.; Sjoerd, V. D. and Van Wees, S. C. M. 2009.** Networking by small – molecule hormones in plant immunity. Nature Chemical Biology. 5: 308-316.
- 56) **Ravindra Naik P, Raman G, Badri Narayanan K, Sakthivel N (2008)** Assessment of genetic and functional diversity of phosphate solubilizing fluorescent pseudomonads isolated from rhizospheric soil. BMC Microbiol 8:230
- 57) **Reimann, S. 2005.** The interrelationships between rhizobacteria and Arbuscular Mycorrhizal fungi and their importance in the integrated management of nematodes and soilborne plant pathogens. Ph. D. Thesis. University Bonn, Germany. 99 pp.
- 58) **Ryu, CM. , Farag, MA. , Hu, C. H. , Reddy, M. S. , Kloepper, J. W. , Pare, P. W. , 2004.** Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. Plant Physiology 134,1017-1026
- 59) **Sagoe , C. I. , Ando , T. , Kouno , K. and Nagaoka , T. (1998)** Relative importance of protons and solution calcium concentration in phosphate rock dissolution by organic acids . Soil Sci . Plant Nutr . 44 : 617-625.
- 60) **Salisbury FB (1994)** The role of plant hormones plant environment interactions. In: Wilkinson RE (ed) Plant environment interactions. Dekker, New York, pp 39-81
- 61) **Selvaraj , T. 1998.** Studies on mycorrhizal and rhizobial symbioses on tolerance of tannery effluent treated *Prosopis juliflora* , Ph . D. Thesis , University of Madras , Chennai , India , p : 209.

- 62) **Shenker M, Ghirlando R, Oliver I, Helmann M, Hadar Y, Chen Y (1995)** Chemical structure and biological activity of rhizoferrin-a siderophore produced by *Rhizopus arrhizus*. *Soil Sci Soc Am J* 59:837-843
- 63) **Shenker M, Oliver I, Helmann M, Hadar Y, Chen Y (1992)** Utilization by tomatoes of iron mediated by a siderophore produced by *Rhizopus arrhizus*. *J Plant Nutr* 15:2173-2182
- 64) **Smith, S. E. and Read, D. J. 1997.** Mycorrhizal Symbiosis (2nd Ed.). Academic Press, San Diego and London. 605 pp.
- 65) **Soufiane, B. , 1989.** Isolement à partir de la rhizosphère des conifères de bactéries et d'actinomycètes antagonistes aux champignons phytopathogènes [WWW Document]
- 66) **St – Arnaud, M.; Hamel, C. and Fortin, J. A. 1994.** Inhibition of *Pythium ultimum* in roots and growth substrate of Mycorrhizal *Tagetes patula* colonized with *Glomus intraradices*. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 16: 187-194.
- 67) **Stengel, P. , Gelin, S. , 1998.** Sol ; interface fragile, Inra. Ed.
- 68) **Sullivan DJ, O'Gara F (1992)** Traits of *Pseudomonas* spp. Involved in suppression of plant root 2 pathogens. *Microbiol Rev* 56:662-676
- 69) **Sunish Kumar R, Ayyadurai N, Pandiaraja P, Reddy AV, Venkateswarlu Y, Prakash O, Sakthivel N (2005).** Characterization of antifungal metabolite produced by a new strain *Pseudomonas aeruginosa* PUPa3 that exhibits broad-spectrum antifungal activity and biofertilizing traits. *J Appl Microbiol* 98:145-154
- 70) **Tabuc, C. (2007).** " Thèse De Doctorat, Université De Bucarest and Flore Fongique De Différents Substrats Et Conditions Optimales De Production Des Mycotoxine. 30-190 Pp. "
- 71) **Tahat , M. M. , S. Kamaruzaman and R. Othman . 2010.** Mycorrhizal Fungi as a Biocontrol Agent . *Plant Pathology Journal* , 9 (4) : 198-207.
- 72) **Thangadurai, D.; Busso, C. A. and Hijri, M. 2010.** Mycorrhizal biotechnology. Published by Science Publishers. USA An imprint of Edenbridge Ltd., British Channel Islands. 225 pp.
- 73) **Utobo , E. B. , E. N. Ogbodo and A. C. Nwogbaga . 2011.** Techniques for Extraction and Quantification of Arbuscular Mycorrhizal Fungi . *Libyan agriculture research center journal internation* . 2 (2) : 68-78 .
- 74) **Voisard C, Keel C, Haas D, Defago G (1981)** Cyanide production in *Pseudomonas fluorescens* helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. *EMBO J* 8:351-358 16

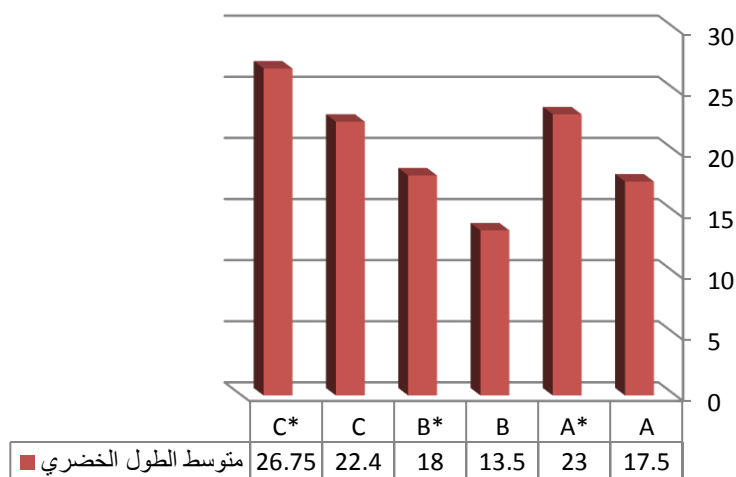
- 75) **Walling , G. W. , L. S. Murphy , W. L. Powers and H. L. Manages . 1975 .** Disposal of beaf feedlot manure : Effect on residual and yearly applications on corn and soil chemical properties . Soil . Sci . Soc . Amer . Proc . 39 : 481 487.
- 76) **Wheatley, R. E. , 2002.** The consequences of volatile organic compound mediated bacterial and fungal Interactions. Antonie Van Leeuwenhoek 81. 357-364.
- 77) **Whipps, J. M. 2004.** Prospects and limitations for Mycorrhizas in biocontrol of root pathogens. Canadian Journal of Botany. 82 : 1198-1227
- 78) **Whitelaw , M. A. (2000):** Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. Adv . Agron . 69.99-151 .
- 79) **Wu Q. S. , Xia R. Hu Z. J. 2006.,** Effect of arbuscular mycorrhiza on the drought tolerance of Poncirus trifoliata seedlings , Front . For . China , 2006 , 1 : 100-104
- 80) **Xiao , C.Q. , R.A. Chi , X.H. Huang , W.X. Zhang , G.Z. Qiu and D.Z. Wang , (2008)** Optimization for rock phosphate solubilization by phosphate – solubilizing fungi isolated from phosphate mines . Ecol . Eng . , 33 : 187-193.
- 81) **Yared, Assefa. Scott A. Staggenborg, and Vara, P, V, Prasad2010.** Grain Sorghum Water Requirement and Responses to Drought Stress: A Review. Plant Management Network, 2010.
- 82) **Zaefarian , F. , M. Rezvani , M. R. Ardakani and F. Rejali . 2011.** Effect of different mycorrhizal inoculums on some physiological aspect of barley (*Hordeum vulgare* L.) . World Academy of Science , Engineering and Technology , 73 : 699 – 700

الملاحق

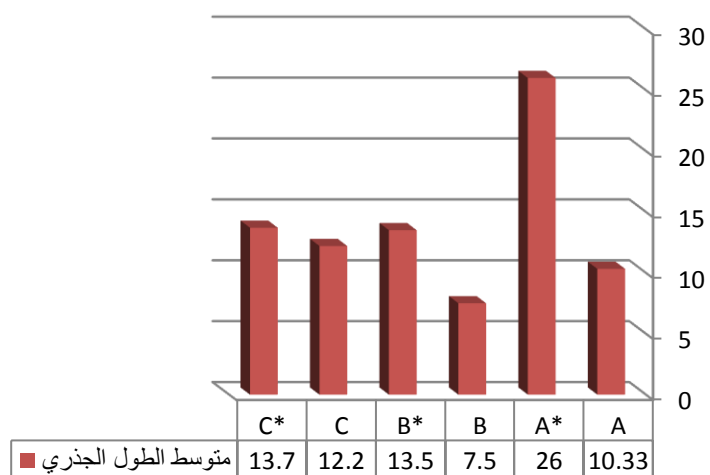
متوسط الطول الكلي



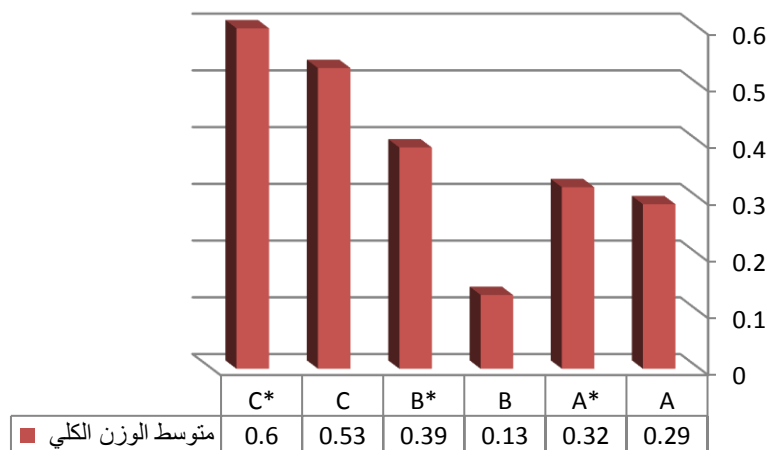
متوسط الطول الخضري



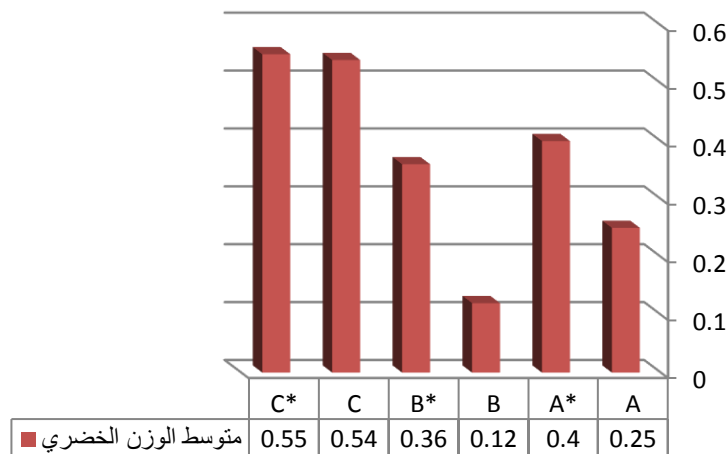
متوسط الطول الجذري



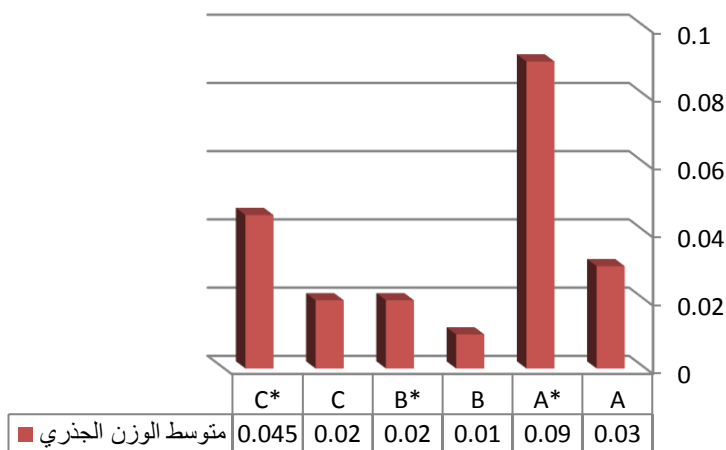
متوسط الوزن الكلي

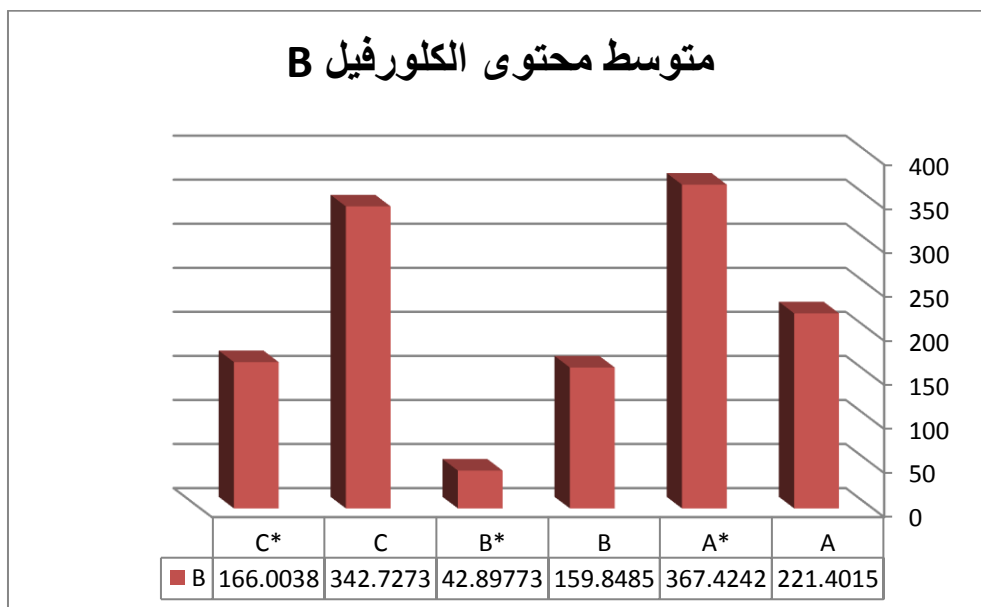
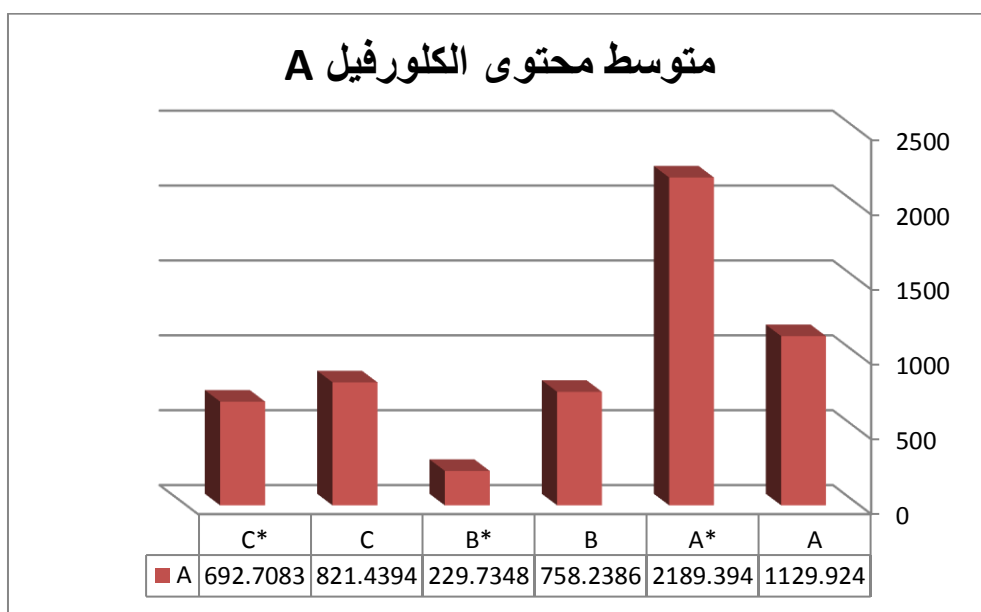
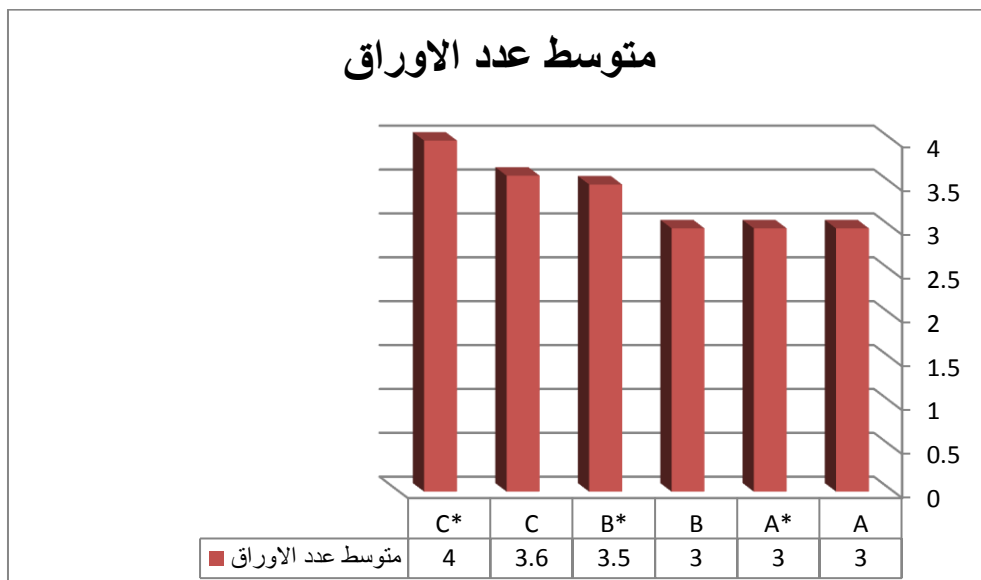


متوسط الوزن الخضري

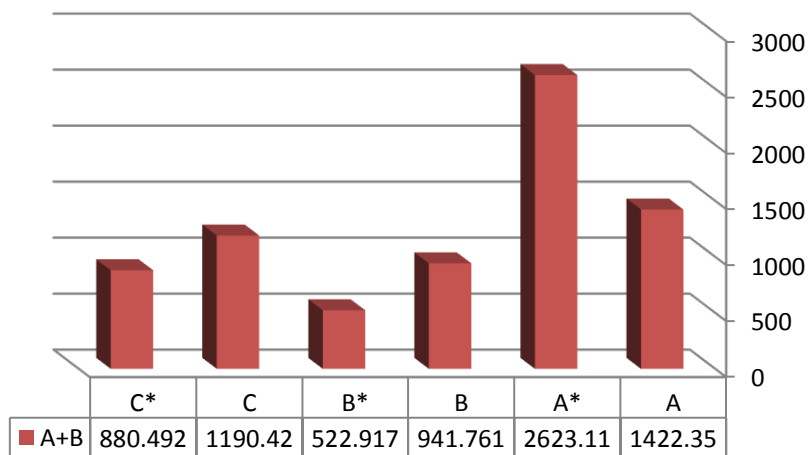


متوسط الوزن الجذري

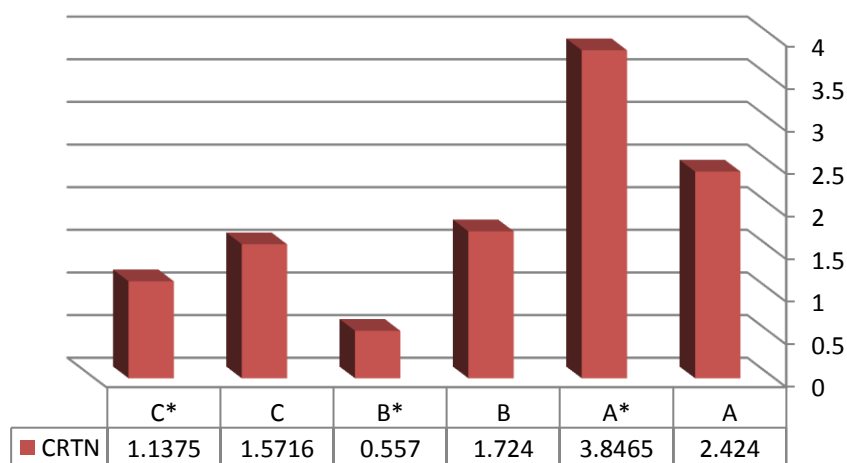




متوسط محتوى الكلورفيل A+B



متوسط محتوى الكاروتينات



متوسط تركيز الغلوكوز

