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 وحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص:التنوع البيئي والمحيط

الموضوع

تأثير فطريات محسنات النمو على نمو نبات الكينوا في تربة معززة بالفوسفات المحلي

من إعداد:

صالحي علي

غريبي سميحة

قدة خديجة

باللموشي منى

السوفي نوبة

نوقشت يوم /2022/06 من طرف لجنة المناقشة:

د. غريب أمينة	أستاذ محاضر (ب)	رئيسا	جامعة الوادي
د. بلحبيب عبد الحميد	أستاذ محاضر (أ)	مناقشا	جامعة الوادي
د. جودي عبد الحق	أستاذ محاضر (ب)	مؤطرا	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2021-2022

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

الشكر و الحمد لله جل في علاه , فاليه ينسب الفضل كله في اكمال هذه المذكرة و الكمال يبقى لله وحده.

يجدر بنا في هذا المقام ان نتقدم بالشكر الجزيل و الامتنان و عظيم العرفان الوفير الى استاذنا الفاضل الدكتور جدوي عبد الحق على تاطيره لهاته المذكرة و على رحابة صدره و صبره علينا و على ما بذله من جهد عظيم و ارشاد و متابعة و تسهيل كل العقبات خلال مراحل انجاز هذه المذكرة, و كان له الفضل في توفير جميع الإمكانيات اللازمة لاتمام هذا العمل , فكان النبراس الذي اضاء طريقنا بفضل توجيهاته القيمة و التي نبع من خلالها هذا العمل.

كما نتقدم بالشكر الخالص لاساتذتنا أعضاء اللجنة الفضلاء على قبولهم لعضوية اللجنة و الذين سيثيرون مذكرتنا من خلال ما سيقدمونه من نقد نباء.

الى كل من علمونا حروفا من ذهب و صاغوا لنا علمهم و جعلوا من ذكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم و النجاح الى اساتذتنا الكرام الذين تعبوا معنا شكرا لكم جميعا.

اهداء

احمد الله عز و جل على منه و عونه لاتمام هذا البحث

الى الذي وهبني كل ما يملك حتى احقق له امااله الى كان يدفعني قدما نحو الامام الى

ابي الغالي علي(الحبيب)

الى التي سهرت الليالي من اجل نجاحي اقبل جبينك و أقول اهديكي نجاحي امي

الغالية تجانيةقرائيفة

الى روح جدتي الغالية فاطمة تيوه رحمها الله

الى اخوتي و اخواتي الأعزاء: فيضة , محمد الحبيب, مهدية, محمد الأمين, محمد

الطاهر, عبد الجبار, كنوز

الى خطيبي عبد المالك لبيهي و عائلته

الى جميع الاهل من الاخوال و الاعمام

الى صديقات العمر: ايمان , سميحة, منى

خديجة

اهداء

اهدي هذا العمل المتواضع

الى من أوصى الله بهما خيرا والدي العزيزين اطال الله في عمرهما

الى كافة اخوتي و اخواتي روان , شهيناز, تقي الدين , احمد , سيرين

الى زوجي الغالي الذي كان لي عونا و سندا في هذه المذكرة

الى بناتي اميراتي الغاليات على قلبي ريحانة , رحيل , ريام

الى صديقاتي سميحة و خديجة

الى كل من ساعد و ساهم في انجاز و إتمام هذه المذكرة من قريب او بعيد.

منى

إهداء

أولا لك الحمد ربي على كثير فضلك وجميل عطائك وجودك , الحمد الله ربي ومهما حمدنا فلن نستوفي حمدك والصلاة والسلام على من لا نبي بعده .

إلى ذلك الحرف اللامتنا هي من الحب والرقة والحنان , إلى التي بحنانها ارتويت ووفئها احتميت , وبنورها اهتديت وببصرها اقتديت ولحقها ماوفيت , إلى من يشتهي اللسان نطقها , وترفرف العين من وحشتها , إلى من حالكت سعاوتي بخيوط منسوجة من قلبها ,إلى ..... أمي الغالية , وإلى أبي أطال الله في عمره.

إلى من يزكرهم القلب قبل أن يكتب القلم , إلى من قاسموني حلو الحياة ومرها , تحت السقف الواحد إخوتي (محمد الساسي, عبد الستار, سلمان) وأخواتي (سمية, أسماء, سناء, سارة, سهلية, سوسن, سلمى).

إلى من تحييني بسمتها , ولا تبخل علينا برعوتها جدتي الحبيبة "مسعودة" , وإلى روح جدي العزيز الذي أفتقده كان سندا وأمانا في حياتي " عبد الرزاق ".

وإلى جميع أفراد أسرتي الكبيرة وكل من ساعدني في إتمام مذكرة

إلى أحسن من عرفني بهم القدر , صديقاتي (رؤى , وسام, إبتسام) وإلى صديقات الدراسة التي اعتبرتهم عائلتي الثانية

وإلى أساتذتي الكرام من كل أطوار , ولا انسى أستاذي الفاضل جودي عبد الحق .

وإلى كل من قال لي : لا فكان سبب في تحفيزي إلى طريق النجاح .

سميحة

اهداء

بسم الله والصلاة والسلام على النبي المصطفى، ثم الحمد لله الذي تتم بنعمته

الصالحات اما بعد:

اهدي ثمرة جهدي المتواضع الى

من انارت دربي طول حياتي وضحت من اجلنا حتى نصل الى اعلى المراتب اليكي

ام الغالية

الى من اعتز بوجوده في حياتي ابي الغالي

الى اخوتي واخواتي كل باسمه

الى كل الاهل و الأقارب من قريب و بعيد

الى زميلاتي في المزكرة

الى كل اساتزتي في الجامعة

الى كل طلبة الدفعة2022

علي

فهرس المحتويات

شكر وتقدير.....
فهرس المحتويات.....
قائمة الوثائق.....
قائمة الجداول.....
الملخص.....
مقدمة.....

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات على نبات الكينوا

1-الانتشار الجغرافي للعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae) 5
2- التعريف بالنبات المدروس: 5
2-1- نبات الكينوا Chen podium quinoa willd..... 5
2-2- نبذة عن تاريخ الكينوا:..... 6
2-3- التوزيع الجغرافي لإنتاج الكينوا في العالم:..... 6
2-4- التصنيف العلمي لنبات للكينوا:..... 7
2-5- الدراسة المرفولوجية لنبات الكينوا: 8
2-5-1- الخصائص الخضرية:..... 8
2-5-2- الخصائص الزهرية: 10

الفصل الثاني: عموميات على الفطريات

1- الفطريات:..... 16
2- توزع وانتشار الفطريات في الطبيعة :..... 16
2-1- فطريات التربة:..... 16
2-1-1- توزيع فطريات في التربة:..... 16
2-1-2- نشاط الفطريات في التربة:..... 17
2-2- تنوع الفطريات في الظروف الفيسيولوجية: 17
3- الخلية الفطرية:..... 17
4- التكاثر في الفطريات: 18
4-1- التكاثر اللاجنسي: 18
4-2- التكاثر الجنسي:..... 18
5- مضار الفطريات:..... 19
6- فوائد الفطريات:..... 19

الفصل الثالث: عموميات حول المايكورايزاMycorrhiza

1- تعريف المنطقة الجذرية La rhizosphère : 21
2- اللقاح الميكوريزي :..... 21
3- تقيم مساهمة اللقاح الميكوريزي: 23
4- مايكورايزا وعائدة النبات :..... 23
5- الآليات المايكورايزا :..... 24
5- 1- المايكورايزا والضغوط اللأحيائية:..... 24
5-1-1- الجفاف:..... 24
5-1-2- الملوحة: 25
5-1-3-المعادن الثقيلة:..... 26
5-1-4- درجة الحرارة (عالية ومنخفضة):..... 27
5-1-5-المايكورايزا والضغوط اللاأحيائية المركبة:..... 29
6- الآليات التي تستخدمها المايكورايزا الداخلية في المكافحة الحيوية :..... 30

6-1- دور المايكورايزا في امتصاص العناصر المعدنية: 30
6-2- دور المايكورايزا في تنشيط إفراز بعض الهرمونات والإنزيمات الدفاعية:..... 31
6-3- المايكورايزا وآليات إذابة الفسفور:..... 35
6-3-1- إذابة الفسفور المعدني في الرايزوسفير: 35
6-3-2- معدنة الفسفور العضوي: 35

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: المواد وطرق العمل

1- الهدف من الدراسة:..... 39
2-المادة النباتية:..... 39
3- منطقة الدراسة:..... 39
4- تحضير التربة:..... 40
5- المواد والأدوات المستعملة:..... 41
6- عملية الغرس: 41
7- عملية السقي: 41
8- طرق التحليل في المخبر:..... 42
8-1- القياسات المورفولوجية للعينات:..... 42
8-2- القياسات الفيزيولوجية للعينات:..... 42
8-2-1- التقدير النسبي للماء:..... 42
8-2-2- تحديد السكريات الذائبة:..... 43
8-2-3- التقدير النسبي للكلوروفيل وللكاروتينات :..... 43

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

1- النتائج:..... 47
1-1- حساب الشروط المرفولوجية 47
1-2- حساب الشروط الفيزيولوجية:..... 49
1 -المحتوى النسبي للماء:..... 49
2- المناقشة 53
الخاتمة..... 55
قائمة المراجع 57
الملاحق..... 75

قائمة الوثائق

الوثيقة (1):صورةتوضحنباتالكينواالمزروعفيولايةالوادي 5

الوثيقة (2):بحيرةتيتيكاكا (Ansari.,2019)..... 6

الوثيقة (3):التوزيعالجغرافيلإنتاجالكينوافيالعالملسنة 2013 (Bazile.,Baudron.,2015)..... 7

الوثيقة (4):مراحلنموناتالكينوامنمرحلةالإنباتالىالنضجالفزيولوجي (Lebon.,2008)..... 8

الوثيقة (5):صورةلجذرنباتالكينوا (Djedei et Merabet.,2019)..... 9

الوثيقة (6):أنماطالتفرععندساقنباتالكينوا(Rogas and Pinto.,2013)..... 9

الوثيقة (7):الورقةالعلويةوالوسطيةوالسفليةلنباتالكينوا (Jacobsen et Stolen.,1993)..... 10

الوثيقة (8) :أشكالالعنقودالزهريلدىنباتالكينوا (Rogas and pinto.,2013)..... 11

الوثيقة (9) :صورةللعنقودالزهريعندنباتالكينوا..... 12

الوثيقة (10): صورةتوضحأزهارنباتالكينوا..... 12

الوثيقة (11): مقطعطوليفيبذرةنباتالكينوايوضحالأجواءالمختلفةللبذرة(Jacobsen et Stolen;1993) 13

الوثيقة 12:الفرقبينالمقامةالمستحثةالجهازية ISRوالمقاومةالمكتسبةالجهازيةSARحيثJA :هرمونالجاسمونيك, ET :مركباتالأثيلين , SA :حمضالصفصاف , PRs :البروتيناتالمرتبطةبالقدرةالأمراضية .(pieterse *et al* .2009) 33

الوثيقة 13: ردودفعلالنباتتجاهالممرضبوجودالمايكورايزا..... 34

الوثيقة 14: صورةخريطةالوادي..... 39

الوثيقة 15: مخططيوضحكيفيةتحضيرالتربةللعينات..... 40

الوثيقة 16: متوسططولالنبتةفيشروطزرعمختلفة 47

الوثيقة17: متوسطعددالأوراقفيشروطزرعمختلفة..... 48

الوثيقة 18: متوسطوزنالنبتةفيشروطزرعمختلفة..... 49

الوثيقة 19: متوسطنسبةالمحتوىالنسبيللماءفيشروطزرعمختلفة..... 50

الوثيقة 20: متوسطنسبةالسكرفيشروطزرعمختلفة..... 51

الوثيقة 21: متوسطنسبةالكلوروفيلفيشروطزرعمختلفة..... 52

الوثيقة 22: نسبةمتوسطالكاروتيناتفيشروطزرعمختلفة 52

قائمة الجداول

جدول 1: جدوليوضحالتصنيفالعلميلنباتالكينوا..... 7
جدول2: يوضحالموادوالأدواتالمستعملة..... 41
جدول 3: يوضحرموزالأوساطالمختلفة..... 42
جدول 4: الموادوالأجهزةالمستعملة..... 44

الملخص

أصبحت أهمية الفطريات الجذرية بالنسبة للنبات المضيف امرا لا يقبل الجدل , ونظرا لان مثل هذه الدراسات نادرة فقد حاولنا متابعة ما سبق من الدراسات فدرسنا الواقع الميكورازي لنبات الكينوا في ترب مختلفة وركزنا في دراستنا على تاثيرالمايكورايزا على نمو نبات الكينوا النامية في التراب المحسنة بالفوسفات المحلي المقدمة من شركة المناجم والفوسفات في جبال العنق وهو منتوج ثانوي لتصفية الفوسفات الخام, ومن اهم النتائج التي تحصلنا عليها ان الفطر حسن نمو النباتات بنسبة فاقت38% والفوسفات في التراب المعزز بالسماد العضوي المعقم بنسبة تفوق 37%.

الكلمات المفتاحية: فطريات جذرية، نبات مضيف.

Abstract:

The importance of root fungi fungi in relation to the host plant has decome indisputable , and since such studies are rare , we tried to follow up on the previous studies , so we studied the mycorrhizal reality of quinoa plants in different soils. From the mines and phosphate company in the mountains of the neck , which is a by-product of the refinement of crude phosphates, and one of the most important results that we obtained is that the fungus improved the growth of plants by more than 38% and the phosphate in the soil reinforced with sterile organic fertilizer by more than 37% .

Keywords: rhizomes ,host plant.

Rèsumè:

L'importance des champignons racinaires par rapport à la plante hôte est devenue indiscutable, et comme de telles études sont rares, nous avons tenté de faire suite aux études précédentes, nous avons donc étudié la réalité mycorhizienne des plantes de quinoa dans différents sols, and phosphate company dans les montagnes du con , qui est un sous-produit du raffinage des phosphates brut , et l'un des rèsuitats les plus importants que nous avons obtenus est que le champignon a amèliorè la croissance des plantes de plus de 38%, et la phosphate dans le sol renforsè avec un engrais organique stèile de plus 37%

Mots clés : rhizomes , plante hôte.

مقدمة

إحتياج الإنسان للغذاء جعله يفكر في اللجوء للزراعة خاصة زراعة المحاصيل والتي منها الحبوب (القمح والشعير)، بحيث تعتبر المادة الغذائية الرئيسية في أغلب العالم كما أن علماء النبات منذ أكثر من مئة عام لم يتمكنوا من استبدال المحاصيل المذكورة سابقا بمحاصيل أخرى تحل محلها وتلعب نفس الدور في غذاء الإنسان (Vavilvo;1951).

إن اهتمام المجتمع الدولي بالتنوع البيولوجي صار من إحدى أولويات البحث العلمي ومن أهم الموضوعات الزراعية نظرا للارتباط الوثيق لمصدر غذاء الإنسان، وخاصة أن العديد من المجتمعات في أرجاء العالم منشغلون بهذا التنوع من زراعة النباتات،غابات، أنشطة رعوية .... حيث تؤمن هذه الممارسات حماية للتنوع البيولوجي وسد حاجات الازدياد السكاني (Jacksan*et al*,2001)

إن واحدة من الأماكن الرائدة في العالم في التنوع البيولوجي هي مرتفعات جبال الإنديز (قبائل الأنكا) في لبيرو وبوليفيا (Bazille and welzien , 2008) بحيث تم استغلال هذه المناطق منذ أكثر من 5000 سنة في زراعة نبات الكينوا والذي يشكل المصدر الغذائي لسكان تلك المنطقة حيث يطلقون عليهم بلغتهم كويشو اسم شيسيا ماما وتعني أم الحبو(Mujca*et al*, 2001)

الكينوا هو محصول متعدد الأغراض، يزرع أساسا لخلوه من الغلوتين وللحصول على بذوره ذات القيمة الغذائية المرتفعة والغنية بالبروتين والعناصر الأساسية، يتأقلم النبات بشكل كبير مع مختلف البيئات حيث يمكن زراعتها حتى في مناطق ذات التربة الفقيرة من مياه الأمطار والترب المالحة (حيريش، 2017)

تشكل تغيرات المناخ العالمي وتأثيراته على النمو وإنتاجية نباتات المحاصيل مشكلة اجتماعية واقتصادية كبيرة على سكان العالم والبيئة، حيث يساير تزايد عدد سكان العالم اليوم مع تدهور الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة، ولتحقيق الأمن الغذائي من الضروري زيادة الإنتاج المحلي داخل قطاع الزراعة.

ولزيادة إنتاجية المحاصيل يلجأ المزارع إلى الأسمدة العضوية بدل الكيميائية لتفادي آثارها السلبية، فالأسمدة الحيوية هي إضافات من أصل حيوي فهي ترفع محتوى التربة من المادة العضوية وبالتالي زيادة نشاط الإحياء المجهرية.

تعد المايكورايزا نوع من أنواع التعايش القائم بين جذور معظم النباتات وكثيرا من فطريات التربة , ولم تعد أهميتها بالنسبة للنباتات المضيفة أمرا يقبل الجدل , فهي تحسن من تغذية النباتات المضيفة بالماء والعناصر المعدنية وخاصة قليلة الحركة في التربة كالفوسفور والنحاس (Alexander,c. etal.1984; Jakobseln ,I. 1994) كما أنها تحمي الجذور من العوامل الممرضة في التربة (Borowicz, V.A.2001) وتحسن من البنية الفيزيائية والكيميائية للتربة (Azcon,R.El-Atrash, F.1997) كما أنها تزيد من مقاومة النباتات المضيفة لظروف البيئية القاسية كالجفاف (Ruiz-Lozano *et al* . 1995;

(Morte, A. etal.2000) والملوحة العالية (Allen, E.B.,Cunninghom ,G.L.,1983) والترب الملوثة بالعناصر الثقيلة (Delval, C.etal.1999) .

ومن اجل معرفة مدى تاثير الفطريات معززة النمو على نمو نبات الكينوا النامية في التراب المحسن في الفوسفات (نفايات تصفية الفوسفات الخام) المستخلص من جبال العنق، والمحسنة أيضا باستعمال السماد العضوي،إذا ما مدى تاثير فطريات تحسين النمو على نمو نبات الكينوا.

ولمعرفة ذلك قمنا بتقسيم مذكرتنا إلى قسمين: قسم نظري وقسمتطبيقي.

*القسم النظري: -ثلاثة فصول: -عموميات على نبات الكينوا

-عموميات على الفطريات

-عموميات على الفطريات الجذرية (المايكورايزا)

القسم التطبيقي: به فصلين: _ طرق ومواد العمل

_ النتائج والمناقشة

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات على نبات الكينوا

1-الانتشار الجغرافي للعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae)

تضم هذه العائلة حوالي 100جنس,تنتشر نباتاتها بشكل واسع في البيئات الحارة وشبه المدارية ,خاصة في المناطق المحاذية للبحر الأبيض المتوسط وبحر قزوين والبحر الأحمر,وفي مناطق السهوب لآسيا الوسطى الشرقية , وعلى هوامش الصحراء , وفي سهول الولايات المتحدة , وفي الكارو بإفريقيا الجنوبية وأستراليا وبمنطقة بامباس الأرجنتينية ,فهي كلها نباتات عشبية و تختلف بين حولية و معمرة في الأراضي المالحة, خاصة عند وجود الفيضانات وفي الأراضي الوعرة (BOUCHOUKH .2010)

2- التعريف بالنبات المدروس:

2-1- نبات الكينواChen podium quinoa willd

الكينوا*Chenopodium quinoa*willd هي أحد نباتات العائلة الرمراميةChenopodiaceae (Ren et Lieu.2020) منشأها منطقة الأنديز في أمريكا الجنوبية (Graf.2015), حيث تم العثور على أقدم الكينوا مزروعة على ضفاف بحيرة تيتيكاكا تعود الأكثر من 5000 سنة قبل الميلاد ,كانت مصدرا مهما للغذاء للسكان ماقبل مجيء الإسبان , وأحيانا تلقب ب "بذور الإنكا" (Bhargava*et al* .;2013) يعود سبب تسمياتها نسبة للعالم الألماني Car Ludwig Von willdenow(1765-1812) (صيدلي وعالم تصنيف النبات), والذي وضع تصنيفا لها لأول مرة عام (Dharm.,1797.2019)

تنمو الكينوا على ارتفاع 4000 م من مستوى سطح البحر تتميز بقدرتها على النمو تحت ظروف الإجهاد المختلفة مثل الجفاف، الارتفاعات العالية ,درجات الحرارة القصوى ,الملوحة , سوء التربة والظروف غير المناسبة لنمو محاصيل أخرى (brady*et al* ,2007) .

بالإضافة إلى كونها واحد من مصادر الطاقة الهامة بسبب محتواها من النشا، كما أنها غنية بالبروتين والألياف الغذائية والدهون خاصة غير المشبعة منها. علاوة على ذلك ,فإنها تحتوي على مستويات كافية من المغذيات الدقيقة الهامة مثل المعادن وفيتامينات وكميات كبيرة من المكونات النشطة بيولوجيا مثل الصابونين ,فيتوسترولز,سكوالينوبوليفينول(Alvarez-Jubete.*et al*.,2010).

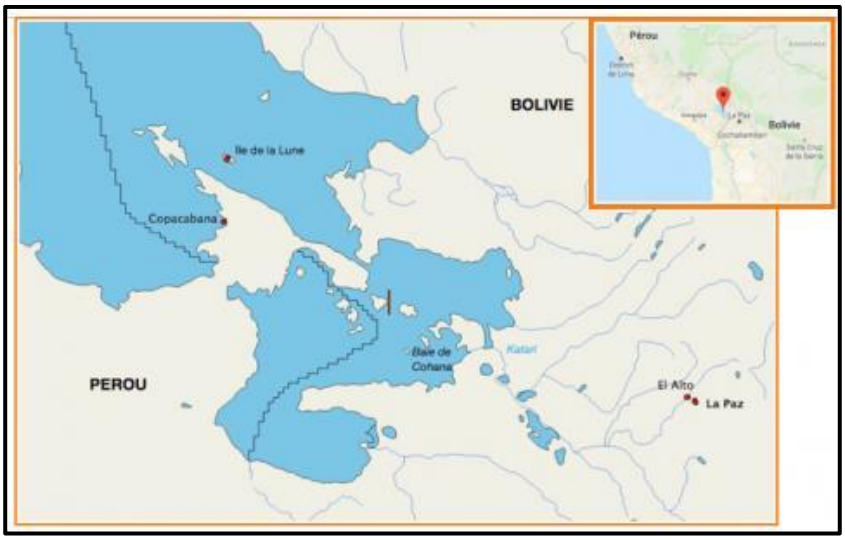
الوثيقة(1): صورة توضح نبات الكينوا المزروع في ولاية الوادي

2-2- نبذة عن تاريخ الكينوا:

الموطن الأصلي للكينوا هو منطقة الأنديز في أمريكا الجنوبية، بتحديد حول بحيرة تيتيكاكا، تقع هذه المنطقة بين بيرو وبوليفيا.

وفقا للأدلة التاريخية، تم زرع الكينوا لأكثر من 7000 سنة من قبل شعوب الأنديز، حيث تم اكتشاف أقدم بقايا الكينوا في أياكوتشو (بيرو), حيث يعود تاريخها إلى أكثر من 5000 عام قبل الميلاد , كذلك في تشينشورو في شمال تشيلي يعود تاريخه إلى 3000 عام قبل الميلاد . وأخيرا تم اكتشاف آثار في بوليفيا يعود تاريخها إلى 750 عام قبل الميلاد (Herbillon.2015).

تم استغلال وتوزيع الكينوا في جميع أنحاء الإقليم من قبل الإنكا,ومع وصول الإسبان (Cercam.,2014) في القرن السادس عشر انخفضت زراعة هذا المحصول إلى حد كبير بسبب إدخال المحاصيل الأروبية (القمح والشعير) (vandana.,2015)



الوثيقة (2): بحيرةتيتيكاكا (Ansari.,2019)

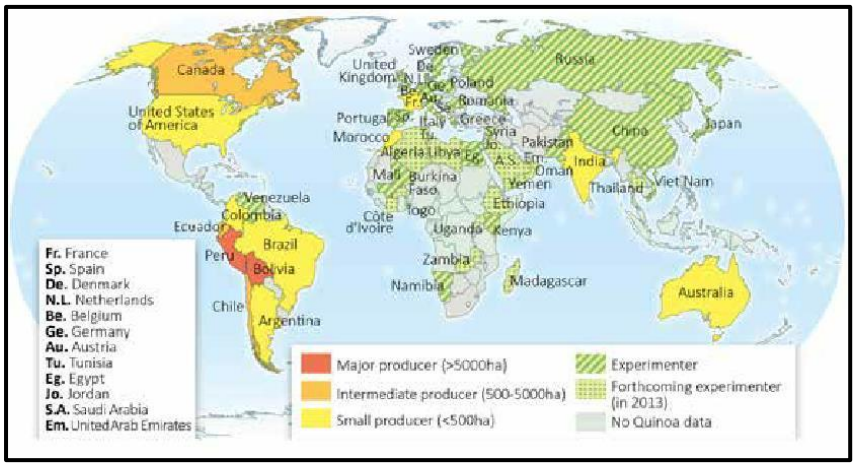
في النصف الثاني من القرن العشرين،أصبحت الكينوا محصولا غذائيا منتشراً خاصة في أوروبا وأمريكا الشمالية، عدد الدول التي تزرعهاإرتفعت من 8 في عام 1980 إلى 95 في عام 2015 , بالإضافة إلى تكثيف دراستها من قبل مراكز البحوث وإجراء التجارب البيولوجية عليها (Dancuha veloso.,2016).

2-3- التوزيع الجغرافي لإنتاج الكينوا في العالم:

تنمو الكينوا بشكل طبيعي في جميع بلدان الانديز، من كولومبيا مرورا بالأرجنتين إلى تشيلي (Ren et Lieu.,2020)، وتعتبر الدول الرئيسية المنتجة للكينوا على مستوى العالم هي بوليفيا وبيرو والأكوادور (Fabio and Parraga.,2017)، ويمتد إنتاجها من خط عرض 5 درجات شمالا إلى خط

عرض 43 درجة جنوبا، بنطاق خطوط إرتفاع من المستوى سطح البحر إلى 4000 متر فوق سطح البحر.

يظهر التوزيع الجغرافي الإنتاج الكينوا العالمي في الوثيقة (04), حيث يمكن ملاحضة أن البلدان ذات الإنتاج الأكبر هي بوليفيا وبيرو وإكوادور. ومع ذلك ونتيجة لذالك لأكثر من عشرين عاما من العمل في بلدان أوروبا وآسيا وإفريقيا وأستراليا وشمال أمريكا ومنطقة الأنديز , توسع إنتاج الكينوا في مناطق جغرافية مختلفة (FAO.,2011).



الوثيقة (3): التوزيع الجغرافي لإنتاج الكينوا في العالم لسنة 2013 (Bazile.,Baudron.,2015)

2-4- التصنيف العلمي لنبات للكينوا:

تنتمي الكينوا إلى فئة Dicotyledoneae، عائلة,Chenopodiaceae جنس Chenopodium (Vandana.,2015) الذي يحتوي على حوالي 250 نوعا (Risic.,1984) وحوالي 1800 نوع من الكينوا معروفة (Foucault.,2014).يعتمد تصنيفها أساسا على لون النبات والبذور وكذا الشكل المرفولوجي للنبات (Bastidas.,2016). منذ عام 2009 تصنف الكينوا حسب التصنيف الفيلوجينيتيكي (APG) في عائلة (Herbillon.,2015)Amaranthaceae.

جدول 1: جدول يوضح التصنيف العلمي لنبات الكينوا

حسب تصنيف		
Règne	plant	المملكة
Embranchement	Magnoliophta	الطائفة
Classe	Magnoliopsida	القسم
Ordre	Caryophyllale	الرتبة
Famille	Chenopodiaceae	العائلة
Genre	*Chenopodium*	الجنس
Espèce	*Ghenopodium quinoa*willd	النوع
حسب التصنيف الفيلوجينيتيكيAPG (2009)		

الرتبة	Caryophyllales	Ordre
العائلة	Amaranthaceae	Famille

2-5- الدراسة المرفولوجية لنبات الكينوا:

تنتمي الكينوا (*Chenopodium quinoa*willd) إلى مغلفات البذور من النباتات الملحية , وهذا يساعدها على مقاومة الملوحة والتكيف مع البيئات المالحة من خلال آليات مختلفة ,.Herbllon (Bhargav*et al*.,2006; 2015), نبتة الكينوا نبتة منتصبة ,عشبية, كما أنها تعد من النباتات الحولية , يصل إرتفاعها من 30 إلى أكثر cm200وذالك بحسب نوع الكينوا وتركيبتها الوراثية , والظروف البيئية المحلية وكذا خصوبة التربة, درجة الحرارة والرطوبة المثلى تنبت البذور في حوالي عشر ساعات ,وتضهر النباتات عادة في اليوم السابع بعد الانبات (Del Caastillo.,et.al2008) أهم الخصائص الخضرية التي يعتمد عليها في تصنيف أنواع الكينوا هي لون النبات والبذور , نمط نمو النبات .(Jancurovà.,2009)

الوثيقة (4): مراحل نمو نبات الكينوا من مرحلة الإنبات الى النضج الفزيولوجي (Lebon.,2008)

2-5-1- الخصائص الخضرية:

2-5-1-1- الجذر:

نظام جذري متطور للغابة وهو نظام جذري وتدي Système racinaire pivotantيحمي الكينوا من ظروف الجفاف وتعطيها استقرار جيدا (Bhargava.2009) , يرتبط نمو الجزء الجذري إرتباطا وثيقا بنمو الجزء هوائي ,على سبيل المثال النباتات التي يصل ارتفاعها إلى 1.70م قد تنمو جذورها إلى 1.50م بارتفاع 90 سم مع جذر 80 سم .

إنبات بذور الكينوا سريع للغاية بسبب عدم وجود فترة ستكون في بذور , حيث يتم إنباتها في غضون ساعات قليلة في وجود رطوبة التربة الكافية . يبرز الجذير أولا ,ثم يستمر في حتى يصل عمق

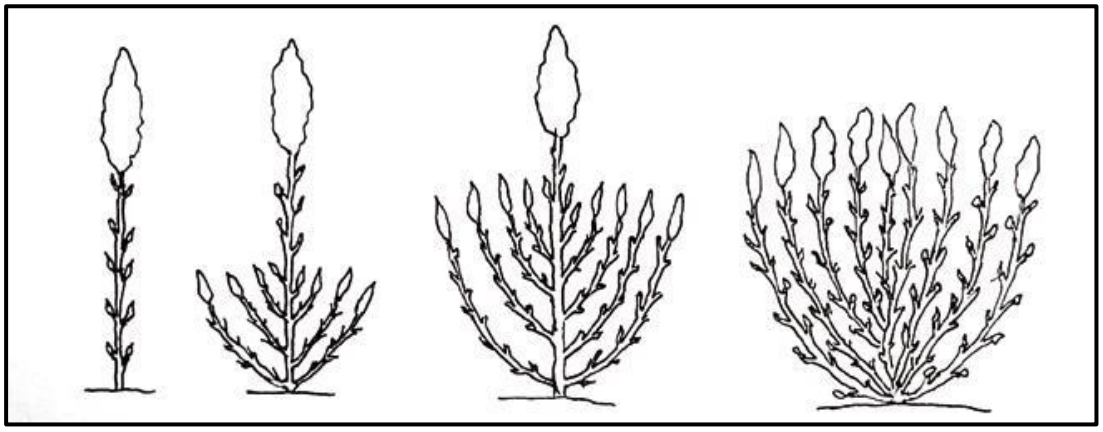
30 cm ثم تتفرع جذورا ثانوية وثالثية والتي يمكن أن تتفرع أيضا (Herbillon.2015) . الجذر الرئيسي سهل التميز عن الجذور الثانوية الكثيرة على الرغم من أن مظهره يشبه الكتلة المتشابكة الكبيرة ويتفاوت عمق الجذر والتفرعات وتوزيع الجذيرات تبعا للتركيب الوراثي (Jacobsen et Stolen .(1993.

الوثيقة (5): صورة لجذر نبات الكينوا (Djedei et Merabet.,2019)

2-5-2-2- الساق:

ساق الكينوا اسطواني الشكل عند قاعدة النبتة (Jacobsen et stolen.1993) , زوايا عند التفرعات مع أوضاع أوراق متناوبة وهناك أنواع ذات تفرعات كثيرة (كينو الوديان) , وأنواع أخرى وحيدة الساق (كينوا المرتفعات) , ويتراوح لون الساق من الأخضر الى الأحمر بحسب التركيب الوراثي وكثافة البذرووفرة المغذيات (Mujica*et al*.,2001).

الساق ذو قشرة جليدية ولحاء صلب مندمج مع أغشية سيليلوزية يوجد بداخله نخاع يتحلل عند النضج' مختلفا فارغا جافا اسفنجيا غنيا بالبكتين والسيليلوز , ويتفاوت قطر الساق تبعا للتركيب الوراثي وقرب البذور من بعضها عند الزراعة والتسميد (Herbillon.,2015).

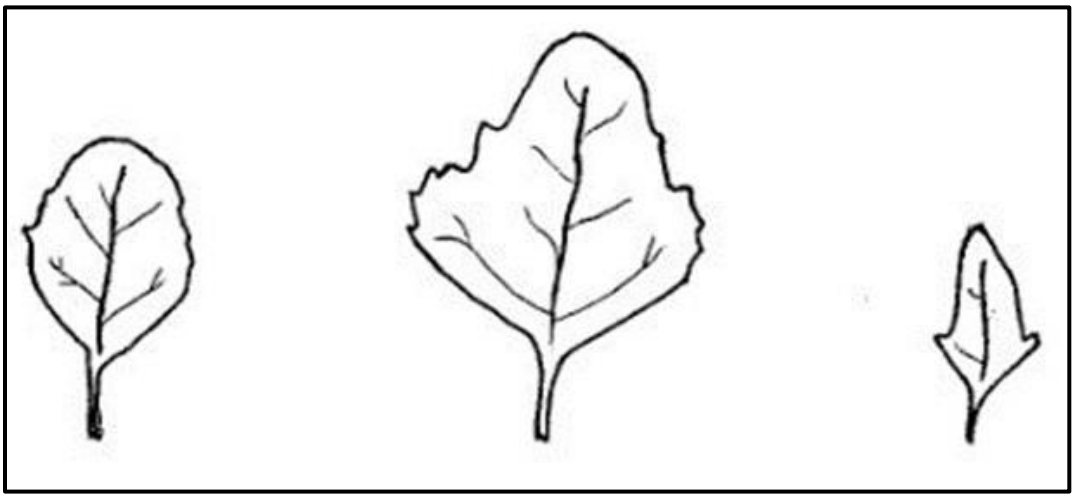


الوثيقة (6): أنماط التفرع عند ساق نبات الكينوا(Rogas and Pinto.,2013)

2-5-1-3- الأوراق:

أوراق الكينوا متعاقبة تتكون من معلاق ونصل وتفاوت طول المعلاق في نبته الواحدة حسب موضع الورقة (Mugica*et al*.,2001).أما الأنصال فهي متعددة الأشكال في نبته واحدة , شبه معين ,مثلثة أو سنانية, منبسطة أو مموجة.

يتفاوت حجم الورقة في النبتة, ففي الجزء السفلي تكون الأوراق كبيرة شبه معينه ومثلثه بينما تكون في الجزء العلوي صغيرة وسنانية (Tapia el al ,. 1979). أما عن لون الأوراق فهو متغير بصورة كبيرة من الأخضر والأحمر مع أنساق لونية مختلفة نظرا لوجود صبغة بيتاسيانين (Bhargava*et al*.,2006) يمكن أن يصل طولها حتى cm15 وعرضها cm 12 كما تحتوي على تعرقات مرئية وبارزة جدا تبدأ من المعلاق , ويبلغ عددها بشكل عام ثلاثة عروق, كما تمتلك خصائص مرفولوجية تمكن النبتة من التكيف مع الظروف البيئية كالجفاف من بينها الشمع الجلدي والثغور المحمية ببشرة سميكة (Jacobsen et Stolen.;1993), حيث تكون الأوراق محمولة على أفرع كثيرة التفرع (Bhargava*et al*.,2006)



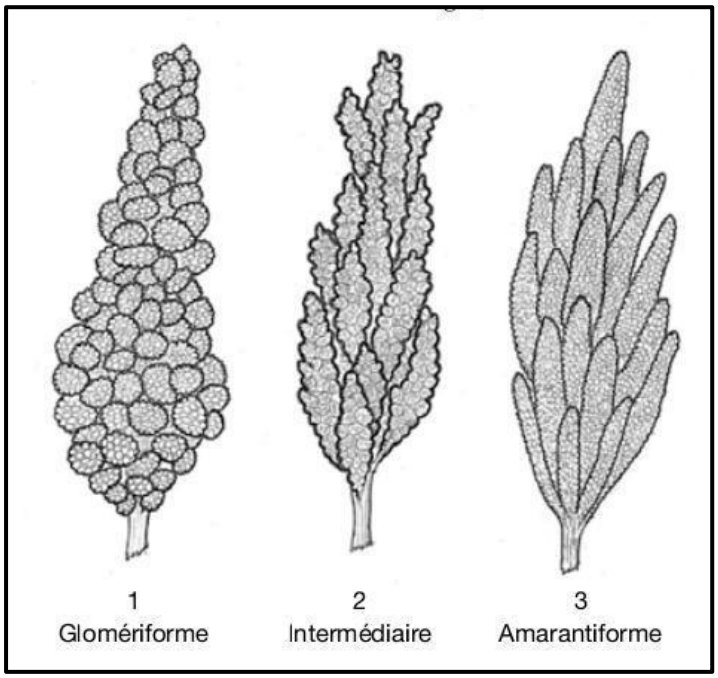
الوثيقة (7): الورقة العلوية والوسطية والسفلية لنبات الكينوا (Jacobsen et Stolen.,1993)

2-5-2- الخصائص الزهرية:

2-5-2-1- العنقود الزهري :

يعد العنقود الزهري وخصائصه من بين أهم معايير تصنيف أنواع الكينوا وكذا حجم ولون البذور . العنود الزهري متفرع ذو شكل نموذجي , فهو يتكون من محور مركزي وفروع ثانوية وثالثية وزنيدات تسند الكبب , وذلك بسبب طريقة ترتيب الأزهار ,ولأن المحور الرئيسي يكون أكثر تطورا من المحاور الثانوية , ويمكن أن يكون العنقود مرتخيا قطيفيا أو مدمجا (كبيبيا),مع وجود تشكيلات وسطية تمثل خصائص الانتقال بين المجموعتين (Jacobsen et ,Stolen.,1993) فيكون كبيبيا عندما تشكل العناقيد

الزهرية مجموعات كروية مدمجة ذات زنيدات قصيرة متقاربة للغاية , تعطي مظهرا مدمجا متماسكا , ويكون قطيفيا عندما تكون الكبب متطاولة , ويحمل المحور المركزي فروعا ثانوية وثالثية كثيرة .



الوثيقة (8) : أشكال العنقود الزهري لدى نبات الكينوا (Rogas and pinto.,2013)

تحمل الأزهار ضمن عناقيد مرتخية نسبيا، وقد أعطي هذا الإسم بسبب شبهه بعناقيد أزهار جنس القطيفية, ويتفاوت طول العنقود الزهري المتفرع تبعا للتركيب الوراثي , ونوع الكينوا, ومكان نموها , وخصوبة التربة ,ويمكن أن يصل طول من 30 الى 80cm , وقطره مابين 5 الى 30cm, ويتراوح عدد الكبب للعنقود الواحد مابين 80 و120 , وعدد البذور مابين 100 و3000 , وقد تم العثور على عناقيد زهرية متفرعة كبيرة ينتج الواحد منها نحو 50 غرام من البذور (Herbillon.,2015).

الوثيقة (9) : صورة للعنقود الزهري عند نبات الكينوا

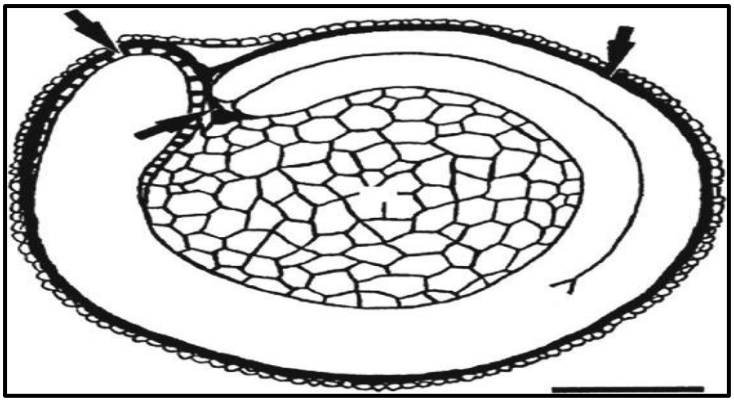
2-5-2-2- الأزهار:

جميع أفراد عائلة،Chenopodiaceae بما في ذلك جنس،Chenopodiumتمتلك أزهار غير مكتملة بدون بتلات. تكون أزهار الكينوا خنثي أو مؤنثة (Hunziker.,1943). يبلغ حجمها بين 2و5 ml(Jacobsen et Stolen .,1993).وهي ذات ألوان مختلفة لها خمس سبلات خضراء . ومجموع أعضاء تذكير ذو خمس أسدية قصيرة وإنحناءات صفراء، وخيوط قصيرة، ومدقة ذات مبيض علوي وحيد الحجرة، وتكون الأزهار الخنثى الموجودة في الكبيبة قمية وتبرز بين المدقات .(Herbillon.,2015)

الوثيقة (10): صورة توضح أزهار نبات الكينوا

2-5-2-3- البذرة:

تنتمي بذور الكينوا ثنائية الفلقة والأصل أن بذور الكينوا هي بذور صغيرة الحجم(Chauhan *et al* ,1992).دائرية ومفطحة يبلغ قطرها حوالي (1.5-2) mm كما أنها خفيفة الوزن إذ أن حوالي 350 بذرة تزن 1غ (Varriano- Marston et De Francisco.,1994;Ruales Nair.,1992) كما تمتلك بذور الكينوا قيمة غذائية عالية مقارنة مع أغلب الحبوب (Lorenz et Nyanzi.,1989)



الوثيقة (11):مقطع طولي في بذرة نبات الكينوا يوضح الأجواء المختلفة للبذرة (Jacobsen et Stolen;1993)

تتكون بذور الكينوا من ثلاث أجزاء:

الإبيسبيرم: يتكون من أربعه طبقات: طبقة خارجية خشنة هشة ويمكن فكها بسهولة، وهي تحتوي على الصابونين الذي يعطي للحبة طعمهاالمر,(Jacobsen et Stolen.,1993) ويتفاوت التصاقه بالبذرة تبعا للتركيبة الوراثية وتكون خلاياها متطاولة وجدرانها مستقيمة أما الطبقة الخارجية شفافة ,وتكون الطبقة الثالثة صفراء اللون ورقيقة وغير شفافة والطبقة الرابعة شفافة وتتكون من صف واحد من الخلايا (Mujca*et al* .,2001) .

الجنين:يتكون من فلقتين وجذير ,(Jacobsen et Stolen.,1993) وهو يشكل 30%من الحجم الكلي للبذرة ويغلق البيريسبيرم مثل الحلقة , ويبلغ أنحناؤه 320درجة ولون الجنين ضارب إلى الصفرة ,ويبلغ طوله3.54 mm وعرضه 0.36 mm ويمكن أن يصل طوله في بعض الحالات إلى 8.2mm ويحتل الجنين 34% من إجمالي وزن البذرة ومقارنة مع البذور الأخرى فإنه يحتوي على أعلى كمية من البروتين وهي تبلغ 35%-40, بينما يشكل البيريسبيم 6.3الى 8.6 % من مجموع بروتين الحبة ويكون الجذير مخضبا باللون البني الداكن (Mujca*et al* .,2001)

البيريسبيرم:نسيج التخزين الرئيسي , فهو يتكون بصورة أساسيه من حبيبات النشا , وهو ذو لون ضارب إلى البياض, ويشكل في الواقع 60 % من سطح البشرة , وخلاياه كبيرة تفوق خلايا الإندوسبيرم في حجمها , وهي مضلعة ذات جدران رقيقة مستقيمة وتحتوي على كميات كبيرة من النشا تصل إلى آلاف الحبيبات النشوية التي يغلب عليها الشكل السداسي (Mujica*et al*., 2001)وللكينوا كذلك

إندوسبيرم مكون من طبقات مختلفة تحيط بصورة تامة بالجنين الذي ينفصل عنه بطبقة من الهواء ,وقد تتصل خلايا الإندوسبيرم بالجنين على نحو مباشر بعد جفاف البذرة ليستهلكها بسرعة أثناء نموه .(Leonardus.,2016)

الفصل الثاني: عموميات على الفطريات

1- الفطريات:

الفطريات كائنات مجهرية (أي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة) وغير المجهرية يصل حجم بعضها من عدة سنتمترات إلى من اكبر الكائنات الحية في الطبيعة وكانت الفطريات تعرف وتدرس إلى زمن غير بعيد ضمن المملكة النباتية حتى وضعت في مملكة خاصة سميت بمملكة الفطريات (مجيد نخيلان ,2007), وهي كائنات حية غير متحركة علىالرغم من أن بعض أنواع الفطريات تكون وحدات تكاثرية , خلايا (سبورات) متحركة .أما من ناحية التغذية فتعتبر الفطريات متعددة التغذية الرمية والطفيلة وهناك بعض الفطريات التي تتبادل المنفعة مع كائناتحية أخرى مثل الطحالب لتكون اللأشنات .(مجيد نخيلان,2009), تلعب الفطريات دور أساسي في صيانة وتسيير النظم البيئية التي تحيط بالإنسان كاستمرار الدورة الطبيعية ,وذلك بتحويل المواد العضوية الميته (خاصة بقايا النباتات) إلى موارد قابلة للاستعمال عن طريق تحليلها بالإنزيمات المحررة بالوسط ومنذ وقت طويل والى يومنا هذا يستغل الإنسان هذه القوة المحللة للفطريات لاستعمالها في شتى المجالات مثل صناعة الغذاء إنتاج الأحماض والكحولات العضوية الحيوية البروتينات وغيرها (Schutyser ,2003) .

2-توزع وانتشار الفطريات في الطبيعة :

تنتشر الفطريات في الطبيعة بشكل واسع ,حيث تكون لها القدرة على النمو في مناطق بيئية مختلفة. إذا تتكاثر العديد من الفطريات بشكل رئيسي عن طريق تكوين الأبواغ اللاجنسية والتي تنتقل عبر الهواء إلى مسافات طويلة مما يسمح لها بالبقاء في بيئات يمكن أن تكون مختلفة، عن بيئاتها الأصلية .وبناء على هذا تكون لها القدرة على التأقلم السريع لأي بيئة خاصة تجد نفسها فيها ,لذلك فهي تنتشر في كل الأوساط سواء في التربة أو الهواء أو الماء(Rocio*et al* ,2010)

2-1- فطريات التربة:

2-1-1- توزيع فطريات في التربة:

التربة هي الوسط المعقد، يتكون من معادن غير عضوية ومخلفات عضوية تعمل كروابط لقنوات وثقوب تحتوي على الماء والهواء. فجذور النباتات تتخلص من أنسجته الخارجية وتفرز مواد العضوية (خاصة الكربوهيدرات، الأحماض الأمينية،الفيتامينات، والأحماض العضوية) كما يسقط النبات أوراقه وفروعه الميتة فوق التربة (محمد، 2003)تقل أعداد الفطريات وتنوعها بصفة عامة كلما تعمقنا في التربة،حيث ينتج ذلك عن تغيرات والكيميائية في صفات التربة. ويرتبط توزيع الفطريات في الطبيعة على وجود المادة العضوية،حيث تزداد في التنوع والعدد على المخلفات النباتية المتحللة في الطبقة العليا من التربة، بينما تقل في الطبقات السفلي مثل الأنواع التابعة الأجناس , trichoderma , penicillium

Mucor , Fusarium وغيرها أما في عمق التربة يقل عدد ونوع الفطريات بدرجة كبيرة , وقد يرجع ذلك إلى قلة التهوية (علي, 1998) .

2-1-2- نشاط الفطريات في التربة:

تعتبر الفطريات عنصرا هاما من ضمن ميكرو فلورا التربة، إذ تتواجد بنسبة أكبر مقارنة مع البكتيريا , وتمثل الفطريات المترممة النسبة الأكبر من مجموع فطريات التربة . (Barratt*et al*.2003) ويزداد نشاط هذه الفطايات كلما ازدادت خصوبة البيئية التي تنمو فيها وحيث إنها كائنات حية غير ذاتية التغذية, فإنها تعتمد في نموها على مصادر كربونية عضوية لذلك يرتبط نشاطها بتوزيع المادة العضوية على اليابسة (محمد,2003).

تشكل الفطريات عوامل أساسية لتحليل المادة العضوية في التربة الجافة, وهي تلعب دورا ضعيفا خلال دورة الآزوت. حيث يمكن دورها الأساسي في معدنة الكربون العضوي , إذا تملك قدرة عالية جدا على تحليل كميات كبيرة من المادة العضوية حيث تحتوي على كمية من الآزوت حيث تكون النسبة N/C عالية (Roger et Garcia ,2001) ترجع هذه القدرة على التحليل لا متلاك الفطريات أنظمة أنزيمية خاصة (deacon ,2006) .

يتداخل نشاط الفطريات في التربة مع نشاط غيرها من الأحياء الدقيقة الأخرى, كالبكتيريا وطحالب, وأيضا مع جذور النباتات . وعليه يمكن تمييز مجموعتين : فطريات التربة وفطريات الجذور تتميز فطريات التربة بقدرتها على النمواعتمادا على البقايا العضوية دون المرور بمرحلة التعايش أو التطفل هذه المرحلة تكون ضرورية للفطريات الجذرية.

لقد وجد أن بعض الفطريات غير قادر على تحليل المركبات المعقدة مثل : السيليلوز واللينين واستعمالها كمصادر كربونية , لذلك فهي تعتمد في نموها على النباتات . هذه الفائدة تعتبر في نفس الوقت مشكلة بالنسبة للنبات العائل , ومع ذلك فقد أثبت أنه في التربة الفقيرة من حيث الآزوت والمعادن , تعمل الفطريات على تزويد النبات بهذه الأساسيات (Smith ,1969) .

2-2- تنوع الفطريات في الظروف الفيسيولوجية:

تتأثر الفطريات كغيرها من الكائنات الحية الأخرى، بالتغيرات البيئية المحيطة بها , إذا تؤدي هذه التغيرات إلى خلق ظروف قاسية لنمو الفطريات , حيث لا يقتصر التأثير على النمو فقط بل يؤدي إلى اختلافات في نمط النمو وتحدث التغيرات غالبا في درجة الحرارة أو الملوحة (Kumar *et al.* ,2009)

3- الخلية الفطرية:

تتكون اكثر الفطريات وبصورة عامة أما خلية واحدة كما في الخمائر أو من مجموعة خلايا الفطر تكون على شكل خيوط فطرية انبوبية مايكروسكوبية متفرعة في كافة الاتجاهات تسمى الغزل الفطري

ومفردها هايفة والتي هي عبارة عن انابيب محاطة بجدار سيليلوزصلب يسمى يجدار الخلية وفي داخل الجدار مادة بروتوبلازمية تكون هذه الانابيب اما مقسمة بحواجز او غير مقسمة وتكون هذه الهيفات متوسط الاطوال وبقطر يتراوح بين 1-30مايكرون وتنتهي هذه الهايفات بطرف مدبب يسمى بمنطقة التمدد وتعتبر هذه المنطقة التي لا يتجاوز طولها النصف مايكرون الأكثر نشاطا في الفطر حيث فيها التمدد . تتكون الخلايا الفطرية وكما بينت الدراسات المجهر الالكتروني من جدار خلية بروتوبلاست مشابه بروتوبلاست الكائنات الحية المتطورة الحقيقية النواة وكذلك نواة حقيقية محاطة بغشاءين يتصفان بوجود ثقوب وتحتوي النواة على نوية واحدة تختفي عند الانقسام وفي السيتوبلازم المحاط بالغشاء البلازمي توجد العضيات مثل الميتوكندريوالفجاوات والحوصلات والشبكة الاندوبلازميةبالريبوسومات واجسام كولجي وكلايكوجين هذه المكونات ليست موجودة في كل فطر ولكنها تختلف من فطر الى آخر (مجيد نخيلا,2007)

4-التكاثر في الفطريات:

4-1-التكاثر اللاجنسي:

ويطلق عليه أيضا التكاثر الخضري ولا يحتاج هذا التكاثر الى اشتراك الفردين لإتمام عملية التكاثر حيث يستطيع الفرد الواحد إتمام العملية عندما تكون الظروف البيئية مساعدة حيث تنتج أفراد مشابهة للأب وتعتبر عملية إنتاج أفراد لاجنسيا أسهل من الجنسية لذلك فان هده العملية تحدث في كافة الفطريات المعروفة لحد الآن في حين أن الكثير من الفطريات لم يعرف لها التكاثر الجنسي وهناك عدة طرق التكاثر اللاجنسي تحدث في الفطريات وهي:

1-النقسام او الانشطار البسيط

2- التبرعم وتكوين وحدات تكاثرية تسمى بلاستوسبور

3- تفتت المايسيليوموتكوين جراثيمارثروسبور.

4- تكوين السبورات الكلاميدية.

5- تكوين الجراثيم او السبورات وهي الطريقة الأكثر انتشارا في الفطريات حيث تتكون في هذه الطريقة مجموعة كبيرة من الجراثيم حيث يقدر عدد الجراثيم التي يكونها الفطر الكرات النافخة 7تيرليون سبور في الأنواع الكبيرة. (مجيد نخيلان,2007).

4-2-التكاثر الجنسي:

وهي عملية التكاثر التي تحدث في الفطريات كما تحدث في بقية الكائنات الحية فتكون أجيالمشابهة للأبوين من ناحية النوع ولكنها تختلف من ناحية الصفات الأخرى أي الصفات المورفولوجية والجنينية نتيجة لاتحاد نواتين متوافقتين.

5- مضار الفطريات:

- تهاجم الفطريات الإنسان والحيوان وتسبب له أمراض مختلفة.
- تهاجم الفطريات جميع النباتات وتسبب له أمراض خطيرة.
- تعيش بعض الفطريات على بعض الأجهزة المهمة وتسبب التلف.
- تعيش بعض الفطريات على المأكولات والمواد المخزونة وتسممها.
- تنمو بعض الفطريات على الكيروسين في حافظات بنزيل الطائرة مما يسبب تلفها.
- تهاجم المنتوجات النباتية كالثمار والحبوب المخزونة في المخازن (مجيد نخيلان,2007).

6- فوائد الفطريات:

تلعب الفطريات وخاصة الرمية منها دورا أساسيا وضروريا في تفكيك وتحليل الفضلات وبقايا النباتات والنفايات وبذلك تحافظ على نظافة البيئة وتعيد العناصر الطبيعية إلها.

- تستعمل الفطريات كغذاء شهي ومفيد صحيا.
- تستعمل بعض الفطريات في تقوية وزيادة إنتاج بعض النباتات من خلال تكوين علاقة المايكورايزا.
- تستعمل بعض الفطريات للتداوي بالأعشاب (مجيد نخيلا2007).

الفصل الثالث: عموميات حول المايكورايزاMycorrhiza

1- تعريف المنطقة الجذرية La rhizosphère :

تم تقديم كلمة المنطقة الجذرية rhizosphère في عام 1904 بواسطة (Anton Lorenz Hiltner.*et al* ,2008) وهي مساحة التربة الواقعة حول جذور النباتات وتخضع لتأثيرها المباشر, كما أنها منطقة نشاط جرثومي مكثف (Anouaet al. ,1997) ثراء هذه المنطقة يجعلها مواتية لاستعمار الكائنات الحية الدقيقة (Hiltner. 1904)حيث تلعب دور مهما في مقاومة التربة للتعرية والحرائق والفيضانات وما إلى ذالك.(Kraffczyk*et al* . ,1984)

نشاط المنطقة الجذرية:يطلق النبات الإفرازات الجذرية المكونة من المواد الكربونية العضوية والنيتروجينية : السكريات والأحماض العضوية والبروتينات.(Mench,1985) الإفرازات تعزز تطور البكتيريا المسببة للأمراض وبالتالي , استجابة لإمدادات الطاقة التي يمثلها إفرازات الجذر ,يتطور التكاثر الفطري وصولا إلى الجذر الذي يمكن أن يصيبه وربما أن يتطفل (Schroth et Hildenbrand ,1964) وبالمثل ,فإن كثافة البكتيريا أعلى في منطقة الجذور منها في التربة البعيدة عن الجذور : وهذا ما يسمى "تأثير الجذور"(Foster et .Rovira ,1978) تحدد كمية وتكوين إفرازات الجذر أيضا طبيعة الأنشطة البكتيرية. (Lemanceau,1992) . البكتيريا الجذرية المتنوعة والمعروفة بالاختصار PGPR (البكتيريا الجذرية التي تعزز نمو النبات)، مفيدة لنمو النباتات وصحتها . (Malek ,2015)

2- اللقاح المايكوريزي :

يصعب تقييم مساهمة المايكورايزاالداخلية بتحسين نمو النباتات في ظروف الحقل الطبيعية ,حيث أن كثافة الفطور في التربة غير قادرة على إحداث تأثير قوي يمكن ملاحظته بسهولة على النبات , لذلك نلجأ لاستخدام لقاح مايكوريزي يؤمن مصدرا طبيعيا لأبواغ بكميات مناسبة ويتم عادة تقييم هذه المساهمة بالزراعة ضمن أصص (Sonika*et al* . ,2013) . تكمن صعوبة إنتاج مادة اللقاح بهذه الفطور بكونها أحياء اجبارية التعايش وتتطلب وجود العائل النباتي المناسب لإكثارها ونموها (Ortas,2010)

تم إنجاز العديد من الأبحاث لاختيار المضيف الأفضل والطريقة المثلى لتحضير اللقاح المايكوريزي، وقد إستخدمت أساليب مختلفة لإنتاج كميات كبيرة منه، بإتباع نظم الزراعة الهوائية بدون تربة Aeroponic والزراعة المائية(Jarstfer and Sylvia ,1999 ,Hydroponic) بالإضافة إلى طريقة زراعة الأصص pot culture التي تعد الأكثر استخداما وانتشارا في العالم الإنتاج اللقاح المايكوريزي بكميات كبيرة (Habte and Osorio,2001)

من أهم الخصائص المطلوبة للعائل المستخدم لإنتاج اللقاح المايكوريزي هو إمكانيته العالية للتعايش مع الفطر المايكوريزي وتعزيزنموها وتبوغها . وتعد نباتات الذرة الصفراء Zeamays والذرة البيضاء Sorghum bicolor والبصل Allium cepa والقمح الطري Triticumaestivum من اهم

العوائل المستخدمة لإنتاج اللقاح المايكوريزي (Sylvia and Jarstfer,1991) , ويعد استخدام الرمل البحري المعقم ضروري ضمن الوسط المناسب لإنتاج اللقاح (Parmar*et al* . ,2013 ; Sonika*et al*.,2013).

يتم حاليا في بعض دول العالم تجهيز مستحضرات تجارية باشكال مختلفة منها الصلب والسائل والجل من فطور المايكورايزا الحويصلية الشجيريةVAM تحتوي على هيفات وأبواغ الفطر ,بهدف تنميتها على جذور عوائل نباتية مناسبة في ظروف الزراعة المحمية (Dalpe and Monreal ;2004).كما تتوفر منتجات تجارية من الفطور كمخصبات حيوية في أوروبا وأمريكا , ويتم حاليا في اليابان إنتاج السلالةR10ATCC-74311 من الفطر Glomusتجاريا (Talavara*et al* . ,2001) .

لا توجد فطور المايكورايزالداخلية في التربة بشكل الكاف للاستفادة من الميزات التي تضيفيها على التربة وعلى النبات، لذلك لابد من إضافتها لتساهم في زيادة سطح امتصاص الجذور وتحسين نمو النباتات وزيادة إنتاجها أو زيادة قدرتها على تحمل الإصابة بالكائنات الممرضة (Talhouk ,1984) .تعد عملية إكثار فطور المايكورايزاالداخلية مهمة جدا للحصول على فطور سليمة بغرض استخدام كلقاح (Singh and Adholeya ,2013) .

يتكون اللقاح المايكوريزي الفعال من أبواغ ومشائج وجذور ممكرزة بفطور المايكورايزاويتم تقدير فاعلية اللقاح بشكل جيد بطرائق احصائية مستندة لتجارب حقلية ولا بدً أن يكون خالي من الممرضات المخزن بطريقة مناسبة (Feldmann and , ,Idczak,1994)

تظهر إضافة اللقاح المايكوريزي في البيوت المحمية تأثرا كبيرا في الحصول على إنتاج عالي للمحصول، وخاصة عند اضافته خلال مرحلة إنتاج الشتول، فيمكن أن يضاف اللقاح المايكوريزي مع البذور في عملية إعداد الشتول، كما يمكن أن تتم إضافته إلى جانب البادرات عند زراعتها في الأرض الدائمة، أو يضاف مباشرة لحفر الزراعة تحت النباتات وبالقرب من الجذور، وقد يضاف بعمليات حقن للمسطحات الخضراء أو الأشجار المعمرة. يجب أن يكون اللقاح قريبا من الجذور والشعيرات الماصة بهدف الحصول على أكبر فائدة، يوضع اللقاح المايكوريزي في مرقد زراعة الباردة أثناء الزراعة، وتعتمد كمية اللقاح المضافة غلى نوعية اللقاح المحضر (Habte and Osorio ,2001). يمكن أن يتكون اللقاح المايكوريزي من نوع معين من الفطور أو يكون خليطا من عدة أنواع تابعة لجنس واحد أو عدة أجناس (عودة وآخرون , 2011; Ortas,2010).

إن التطبيق الحقلي لإضافة المايكورايزايؤكد الحاجة لجعل طرائق التلقيح متلائمة مع آليات الزراعة التقليدية، لذلك تهتم بعض الأبحاث بتصنيع منتجات صلبة تحتوي المايكورايزاالنقية , مستخدمة البوليميرات الحيوية سهلة الذوبان بالماء لتعطي مباشرة عند تشتيل البادرات(www.planthealthcare.en) .

3- تقيم مساهمة اللقاح المايكوريزي:

يتم التعرف على مدى استفادة النبات من التعايش من فطور المايكورايزا الداخلية من خلال حساب النسبة المئوية للاعتماد المايكوريزي, MycorrhizalDependency(M.D%) والتي تعرف بأنها خاصية نباتية تشير لدرجة استجابة النبات للتعايش المايكوريزي , يمكن قياسها من خلال تقدير نسبة تحسن نمو النبات بفعل المايكورايزا(Brundrett and Juniper ,1995) . يتم تقييم الصفات المرفولوجية والفيزيولوجية للنبات، التي يمكن أن تتبدل وفقا للمغذيات المتاحة في التربة، ولفعالية فطور المايكورايزاالمعايشة معها (Khalil *et al* .,1994) .

كما يمكن التعرف على وجود الفطر المايكرويزي في جذور النباتات من خلال الفحص المجهري،بتاكد من وجود هيفاته وحويصلاته الشجيرية داخل الانسجة والتي يعبر عنها بالمكرزة (Myshorrzation). وتقدر نسبة المكرزة بعدة مؤشرات هي النسبة المئوية للجذور المتعايشة مع فطور المايكورايزا الداخلية Percentage Root Colonization (PRC%) , والنسبة المئوية لطول الجذور المتعايشة بفطور المايكورايزاRoot lengthColonization (RLC%), وعدد أبواغ فطور المايكورايزا الداخلية في 10غ من اللقاح (Hadte and Osorio, 2001) .

4- مايكورايزا وعائدة النبات :

لا يمكن للكائنات الدقيقة المفيدة في منطقة الجذور فقط تحسين الحالة التغذوية للمحاصيل ,ولكنها يمكنها أيضا تحسيين جودة المحاصيل . على سبيل المثال , أظهرت الفراولة المستعمرة من مايكورايزا مستويات متزايدة من المستقلبات الثانوية مما أدى إلى تحسين خاصية مضادات الأكسدة (Castellanos-Morales et ,al.2010) . يمكن أن يعزز المايكورايزا الجودة الغذائية للمحاصيل من خلال التأثير وإنتاج الكاروتينات وبعض المركبات المتطايرة (Hart ,*et al*.2010) .(بونا وآخرون.2017) لوحظ الآثار المفيدة لدخل المايكورايزا على جودة الطماطم. في دراسة أخرى ,(Zeng *et al* 2014) أبلغت عن زيادة محتويات السكريات والأحماض العضوية وفيتامينات Cوالفلافونويد والمعادن بسبب Glomusversiforme مما أدى إلى تحسين جودة الحمضيات.يؤدي التكافل الفطري إلى زيادة تراكم الأنثوسيانين , والكلوروفيل , والكاروتينات , والمركبات الفينولات الذائبة الكلية , والتوكوفيرول , ومختلف المغذيات (Baslam*et al*. 2011) . تم استخدام مايكورايزا في إنتاج ميدان واسع النطاق للذرة (Sabia at al.2015(Lu et) Yam 2015 (Hijri) and Potato 2016)), مما يؤكد أن مايكورايزا يمتلك إمكانات كبيرة لتعزيز المحاصيل المثمرة .يمكن أن يعزز المايكورايزا أيضا التخليق الحيوي للمواد الكيميائية النباتية القيمة في النباتات الصالحة للأكل وجعلها مناسبة لسلسلة

إنتاج الغذاء الصحي (Sbrana*et al*.2014, Rouphael*et al*.2015) . روفائيل وآخرون.(2015) قد أفاد بأن تخفيف الضغط اللأحيائي بواسطة المايكورايزا يمكن أن يحدث من خلال الحفاظ على درجة الحموضة في التربة , وبالتالي حماية قيمتها البستانية. بالإضافة إلى ذلك , يمكن أن يلعب المايكورايزا أيضا دورا مهما في تحسين مقاومة النباتات للبيئات المجهدة .

5- الآليات المايكورايزا:

الأسمدة الحيوية هي مزيج من المواد التي تحدث بشكل طبيعي والتي تستخدم لتحسين خصوبة التربة. هذه الأسمدة مفيدة جدا لصحة التربة وكذلك لنمو النبات وتطوره (Sadhana,2014) .

أبرزت الدراسات البحثية المختلفة التي أجريت على المايكورايزا خلال العقدين الماضيين فوائدها التي لا حصر لها على صحة التربة وإنتاجية المحاصيل. لذلك ,يعتقد على نطاق واسع أنه يمكن اعتبار المايكورايزا بديلا لأسمدة غير العضوية في المستقبل القريب , لأن تطبيق المايكورايزا يمكن أن يقلل بشكل فعال من الاستخدام الكمي لمدخلات الأسمدة الكيماوية وخاصة الفوسفور (Ortas,2012) . تسبب الاستخدام المستمر للأسمدة غير العضوية ومبيدات الأعشاب ومبيدات الفطريات في حدوث مشكلات مختلفة للتربة والنباتات وصحة الإنسان , من خلال تأثرها الضار على جودة المنتجات الغذائية وصحة التربة وأنظمة الهواء والماء (Yang *et al*.2004) . يعتقد أن المايكورايزا يمكن أن يقلل من استخدام الأسمدة الكيماوية بنسبة تصل إلى 50% لتحقيق أفضل إنتاج زراعي , لكن هذا التقدير يعتمد على نوع الأنواع النباتية والأنظمة المسببة للضغط السائدة.

5- 1- المايكورايزا والضغوط اللأحيائية:

5-1-1- الجفاف:

يؤثر إجهاد الجفاف على الحياة النباتية بعدة طرق، على سبيل المثال , يؤدي نقص المياه إلى الجذور إلى تقليل معدل النتح وكذلك يؤدي إلى الإجهاد التأكسدي (lmpa*et al* .2012; Hasanuzzaman*et al*.2013) . يضفي الإجهاد الناتج عن الجفاف آثارا ضارة على نمو النبات من خلال التأثير على نشاط الإنزيم وامتصاص اللأيونات واستيعاب العناصر الغذائية (Ahanger and Agarwal ,2017. Ahanger*et al* 2017) . ومع ذلك، هناك دليل قوي على التخفيف من إجهاد الجفاف بواسطة المايكورايزا في محاصيل مختلفة مثل القمح والشعير والذرة وفول الصويا والفراولة والبصل(Mena-Violante*et al*,2017;Ruiz-وآخرون ,2016 ,Moradtalab*et al*.2019 Lozano et ,2015; Yooyongwech(. يمكن أن يرجع تحمل النبات للجفاف في المقام الأول إلى الحجم الكبير للتربة التي تم استكشافها بواسطة الجذور والخيوط شديدة الجذور للفطريات

(Gianinazzi*et al*,2010;Orfanoudakis *et al*, 2010; Gutjahr and paszkowski, 2010; Zhang *et al* ,2016)

يعتقد أن مثل هذا الارتباط التكافلي ينظم مجموعة متنوعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية الحيوية في النباتات مثل زيادة التكيف التناضحي (Kubikova*et al*, 2001) , وتنظيم الفم عن طريق التحكم في إستقلابABA (دوان وآخرون 1996), وتراكم البرولين المحسن . (Ruiz-Sànchez*et al*,2010; Yooyongwech et ,2013.)

زيادة مستوى الجلوتاثيون (راني ,2016). قد تؤدي العلاقة التكافلية بين النباتات المختلفة مع المايكورايزا في نهاية المطاف إلى تحسين حجم الجذر وكفاءته، ومؤشر مساحة الأوراق , والكتلة الحيوية في ظل الظروف الحالية للجفاف (الكركي وآخرون , 2004 , غلام حسيني وآخرون ,2013) . علاوة على ذلك، فإن المايكورايزا وتفاعلها مع النبات المضيف مفيد في دعم النباتات ضد الظروف البيئية القاسية (Ruiz-Lozano ,2003). يؤدي تعايش المايكورايزا أيضاً إلى تعزيز تبادل الغازات , وعلاقات الأوراق المائية , والتوصيل الثغري , ومعدل النتح .(Morte *et al*, 200 ;Mena-Violante*et al*. 2006) .يمكن أن يسهل المايكورايزا استجابات ABA التي تنظم تصرف الفم والعمليات الفسيولوجية الأخرى ذات الصلة (Ludwig-Muller, 2010). في الآونة الأخيرة (Li *et al*,2019) .تحسنا بوساطة المايكورايزا في نمو والتمثيل الضوئي في أنواع نباتات 3C و(*LeymuschinensisHemarthriaaltissima*)4C من خلال التنظيم الأعلى لنظام مضادات الأكسدة.

5-1-2- الملوحة:

من المعروف على نطاق واسع أن تملح التربة يمثل مشكلة بيئية متزايدة تشكل تهديداً خطيراً للأمن الغذائي العالمي. من المعروف أن إجهاد الملوحة يثبط نمو النباتات من خلال التأثير على النمو الخضري ومعدل الامتصاص الصافي مما يؤدي إلى انخفاض إنتاجية الغلة (Hasanuzzaman*et al*,2013; Ahanger*et al* ,2017). كما أنه يعزز التوليد المفرط لأنواع الأكسجين التفاعلية (Ahmad *et al*,2010; Ahanger and Agarwal ,2017 ; Ahanger*et al* 2017; Ahanger*et al*, 2018) .وتبذل المحاولات لاستكشاف الوسائل الممكنة لتحقيق إنتاج محسن في التربة المتأثرة بالملوحة .تتمثل إحدى هذه الوسائل المحتملة في الاستخدام الحكيم للمايكورايزا لتخفيف من الآثار الضارة الناجمة عن الملوحة على النباتات (Santander *et al* ,2019). أشارت العديد من الدراسات البحثية إلى كفاءة المايكورايزا في نقل النمو وزيادة الغلة في النباتات تحت ضغط الملوحة (طلعت شوقي ,2014 ; عبد اللطيف وشوكسينج ,2014).(وانغ وآخرون ,2018) قد أبلغ عن تحسن كبير في الأوزان الطازجة وجافة , وتركيز النيتروجين للبراعم والجذر بسبب التلقيح الفطري تحت ظروف ملحية معتدلة. بسبب التغيير في

تجمع البوليامين (كابور وآخرون,2013). علاوة على ذلك (Aroc*et al*,2013)أظهرة أن ستريغولاكتون المحسن في النباتات المعالجة بدلو الماء المتوسط خفف بشكل خاص تأثرات لملوحة المختلفة في النباتات مثل نبات الخس تمتلك النباتات المستعمرة من المايكورايزا القدرة على تقليل الإجهاد التأكسدي عن طريق تثبيط بيروكسيد الغشاء الدهني تحت إجهاد الملوحة (عبد اللطيف وشوكسينج ,2014 ; طلعت وشوقي ,2014). علاوة على ذلك , لوحظ أيضاً أن تلقيح المايكورايزا يعزز تراكم الأحماض العضوية المختلفة مما يؤدي إلى التنظيم الأعلى لعملية تنظيم التناضح في النباتات التي تزرع تحت ضغط الملح على سبيل المثال (Sheng *et al* ,2010) لاحظ زيادة في التوليف/ التراكم لبعض الأحماض العضوية في نباتات الذرة التي تنمو في التربة المالحة , وأدى المايكورايزا إلى زيادة إنتاج البيتين , مما يؤكد الدور غير المباشر لدوران المايكورايزا في تنظيم تناضح النبات تحت إجهاد الملوحة.

5-1-3-المعادن الثقيلة:

يعتقد على نطاق واسع أن المايكورايزا يدعم إنشاء النباتات في التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة , بسبب قدرتها على تعزيز نظام الدفاع للنباتات التي تتوسطها المايكورايزا لتعزيز النمو والتنمية . قد تتراكم المعادن الثقيلة في محاصيل الغذائية والفواكه والخضروات والتربة , مما يتسبب في مخاطر صحية مختلفة (Liu *et al*,2013;Yousaf *et al* ,2016). أدى ارتباط المايكورايزا بالقمح إلى زيادة امتصاص المغذيات بشكل ايجابي تحت ضغط الألومنيوم (Aguilera *et al*,2014). النباتات المزروعة في التربة المخصبة بمركبات الكادميوم والزنك تظهر انخفاضاً كبيرا في نمو الفروع والجذور , وداء الاخضرار في الأوراق , وحتى الموت (مقدم , 2016). هناك العديد من التقارير في الأدبيات حول الكشف عن الآثار التي يسببها المايكورايزا على تراكم المعادن في النباتات (سوزا وآخرون ,2012). يمكن تجميد المعادن الثقيلة في الخيوط الفطرية ذات الأصل الداخلي والخارجي (Ouziad*et al* ,2005) التي لديها القدرة على تثبيت المعادن الثقيلة في جدار الخلية وتخزينها في الفجوة أو قد تدخل مع بعض المواد الأخرى في السيتوبلازم (punamiya*et al*,2010) وبالتالي تقليل سمية المعادن في النباتات . غالباً ما ترجع التأثيرات القوية للمايكورايزا على نمو النبات ونموه في ظل الظروف المجهودة الشديدة إلى قدرة هذه الفطريات على الزيادة.

العمليات المورفولوجية والفسيولوجية التي تزيد الكتلة الحيوية للنبات وبالتالي امتصاص العناصر الغذائية غير المنقولة المهمة مثل النحاس والزنك والفوسفور وبالتالي تقلل من سمية المعادن في النباتات المضيفة (Kanwal*et al*, 2015; Miransari ,2017) . يعتقد أيضا أن النمو المعزز أو الاستخلاب في تربة الجذور يمكن أن يتسبب في تمييع المعادن في أنسجة النبات (Audet, 2014; Kapoor *et al* 2013)., يقال إن المايكورايزا تربط الكادميوم والزنك في جدار خلية خيوط الوشاح والخلايا القشرية , مما يحد من امتصاصها ويؤدي إلى تحسين النمو والإنتاجية وحالة المغذيات (Andrade and Silveira

(Garg and Chandel ,2012 ; 2008, .ربما كان بسبب تعديل الأشكال الكيميائية للـ Cd في أنسجة نباتية مختلفة . العمليات المختلفة التي تحدث من خلال المايكورايزا هي تجميد تقييد المركبات المعدنية , وتساقط حبيبات البولي فوسفات في التربة , وامتصاص الكيتين في جدار الخلية الفطرية , واستخلاب المعادن الثقيلة داخل الفطر.

5-1-4- درجة الحرارة (عالية ومنخفضة):

مع زيادة درجات حرارة التربة، قد تعتمد تفاعلات المجتمع النباتي على تفاعلات المايكورايزا من أجل تحقيق غلة وإنتاجية مستدامين (Bunn*et al*,2009). يؤثر الإجهاد الحراري بشكل كبير على نمو النبات وتطوره من خلال فقدان النشاط النباتي وتثبيط إنبات البذور, تأخر معدل النمو , انخفاض إنتاج الكتلة الحيوية , ذبول الأوراق والأعضاء التناسلية وحرقها , الانسحاب والشيخوخة من الأوراق , الضرر وكذلك تغيير لون الفاكهة , انخفاض في المحصول وموت الخلايا (وحيد وآخرون, 2007 ; حسن الزمان وآخرون 2013), زيادة الإجهاد التأكسدي .بشكل عام , تظهر النباتات الملقحة بالمايكورايزا نموا أفضل في ظل الإجهاد الحراري مقارنة بالنباتات غير الملقحة بالمايكورايزا (Gavito*et al* ,2005; Matsubara ,2013) .أبلغت Mayaوعن ارتباط المايكورايزاGlomusfasciculatum بنمو النبات وتطوره مما يؤدي إلى تغييرات إجابية في النمو في ظل ظروف ارتفاع درجة الحرارة .

يمكن أن تزيد المايكورايزا من تحمل النبات للإجهاد البارد (بيرهاني وآخرون , 2012;تشين وآخرون ,2013; ليو وآخرون ,2013). علاوة على ذلك، تشير غالبية التقارير إلى أن العديد من النباتات الملقحة بالمايكورايزا عند درجة حرارة منخفضة تنمو بشكل أفضل من النباتات الملقحة بدون المايكورايزا (Zhu *et al* ,2010; Abdel LatifandChaoxing ,2011 ; Chen *et al* ,2013 ; Liu *et al* ,2013) . تدعم محطات المايكورايزا في مكافحة الإجهاد البارد وفي النهاية تحسين تطوير النبات(Gamalero*et al* 2009,Birhane*et al* ,2012). علاوة على ذلك ,يمكن أن يحتفظ المايكورايزا أيضاً بالرطوبة في النبات المضيف (Zhu *et al* ,2010). ويزيد من المستقلبات الثانوية النباتية مما يؤدي إلى تقوية جهاز المناعة في النبات ، وزيادة محتوى البروتين لدعم النباتات لمكافحة ظروف الإجهاد البارد (عبد اللطيف وتشاوشينغ , 2011). على سبيل المثال , أثناء الإجهاد البارد , أظهرت النباتات الملقح بالمايكورايزا قدرة معززة للحفاظ على المياه وكذلك كفاءة استخدامها (Zhu *et al* ,2010). تعمل علاقة المايكورايزا التكافل على تحسين العلاقات المائية والنباتية وتزيد من إمكانية تبادل الغازات (Zhu *et al* ,2010). يحسن المايكورايزا تخليق الكلوروفيل مما يؤدي إلى تحسين كبير في تركيزات المستقلبات المختلفة في النباتات المعرضة لظروف الإجهاد البارد (Zhu *et al* 2010; Abdel Latif and Chaoxing ,2011). كما تم الإبلاغ عن دور المايكورايزا أثناء الإجهاد البارد في تغيير محتوى البروتين في الطماطم والخضروات الأخرى (عبد اللطيف وتشوكسينج ,2011).

5-1-5-المايكورايزا والضغوط اللاأحيائيةالمركبة:

من المقبول على نطاق واسع أن المايكورايزا يمكن أن يخفف الضغوط المختلفة أو مجموعة من الضغوط التي تشمل الجفاف والملوحة ودرجة الحرارة والمغذيات والمعادن الثقيلة . على سبيل المثال , يؤدي تعرض النباتات لمزيج من الجفاف والملوحة إلى زيادة إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية , والتي يمكن أن تكون ضارة للغاية بالنباتات (Bauddh and Singh, 2012). تتم إزالة السموم من أنواع الأكسجين التفاعلية(ROS) عن طريق الإنزيمات التي تشمل عادة ديسموتاز الفائق (SOD) , الكاتلاز(CAT) , البيروكسيديز(POD), وإختزالالجلوتاثيون (Ahanger and Agarwal)(GR,2017). بالإضافة إلى ذلك، أظهر التطبيق المشترك للجفاف والملوحة على نباتات الطماطم الملقحة ب *Scolecobasidiumconstrictum* تحسناً في إنتاج الكتلة الحيوية، وعلاقات ماء الأوراق، والتوصيل الثغري،و Fv/Fm بالنسبة لتلك الموجودة في النباتات غير الملقحة (Duc *et al*, 2018). وبالتالي ، فإن المايكورايزا ضرورية لتحسين نمو النبات والمحصول تحت الضغط (عبد اللطيف ,2011 ; عبد اللطيف وتشوكسينج ، 2011 أ; عبد اللطيف وتشوكسينج , 2011ب ; عبد اللطيف وشاوشينغ ,2014). تتوفر تقارير بحثية نادرة جداً في الأدبيات التي توضح دور المايكورايزا في تخفيف من الآثار المجمعة لاثنين أو أكثر من الضغوط. يحمي تكافل مايكورايزا النباتات من مجموعة متنوعة من الضغوط اللاحيائية باستخدام عمليات مختلفة مثل تحسين معدل التمثيل الضوئي , وامتصاص المغذيات المعدنية وتراكمها , وتراكم المواد الواقية من الأسمدة , والتنظيم الإضافي لنشاط إنزيم مضادات الأكسدة , والتغيير في النظام البيئي لجذور الأرض (Bàrzana*et al* ,2015; Calvo-polanco ,2016; Yin *et al* ,2016) . أضهرت العديد من الدراسات تحسين الحالة التغذوية لنباتات المايكورايزا تحت ظروف الإجهاد التناضحي (Augè*et al* ,2014; Lehmann *et al* ,2014; Lehmann and Rillig ,2015) الناتج عن نقص الري أو الملوحة. قد تحدث أوجه التشابه بين آليات التسامح استجابة لتكافل الإجهاد مجتمعة بواسطة المايكورايزا . يقترح أن التغيرات التي تتم بواسطة المايكورايزا في ملف تعريف الهرمونات النباتية , وامتصاص المعادن واستيعابها , وتراكم الأسمولات الأعلى لنظام مضادات الأكسدة يمكن أن تكون الآليات الشائعة التي تحدث أثناء الضغوط المختلفة . مع ذلك , يمكن أن تكون الأيونات السامة , وإنتاج فيتوكلاتين , وتعبير البروتين محددة وتظهر تغيراً كبيراً مع نوع الإجهاد وأنواع مايكورايزا المعنية . يمكن أن تؤدي التغييرات في خصائص الجذر مثل الموصلية الهيدروليكية إلى تحسن تحمل الإجهاد التناضحي إلى مستويات كبيرة (Evelin *et al* ,2009; تشانغ وآخرون b2018) أن المايكورايزا يحمي حبة الخروع من الإجهاد الملحي عن طريق تغيير سمات تبادل الغازات ومستويات بعض المستقلبات الرئيسية . قد ترفع الخصائص المذكورة للمايكورايزا من جودة التغذية للمحاصيل

ويمكن أن تكون ذات أهمية زراعية كبيرة لإنتاج وإدارة المحاصيل المحتملة المختلفة. ومع ذلك، هناك حاجة لدراسات مكثفة لكشف دور المايكورايزا في مواجهة آثار الضغوط مجتمعة.

6- الآليات التي تستخدمها المايكورايزا الداخلية في المكافحة الحيوية :

تمتلك المايكورايزا المتعايشة مع النبات عدة آليات في مكافحة ممرضات التربة, فهي تتنافس مع الممرضات الأخرى على المكان والغذاء على سطح النبات وفي محيط الجذور (الريزوسفير) مؤدية بذلك لوقف نشاطها , كما تحث النشاط الميكروبي والتنافسي في منطقة الجذور وهذا يمنع الممرض من الوصول إلى الجذور , وتعوض النقص من الغذاء جراء أضرار الممرض , من خلال تحسين انتقال العناصر الغذائية , وكذلك زيادة مسطح امتصاص الجذور , وزيادة معدلات الفسفور داخل النبات وبالتالي تشجيع النمو النباتي , وزيادة قدر النباتات المتعايشة مع المايكورايزا 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 المايكورايزا في تفكيك المواد الكربونية المعقدة التي تؤدي إلى زيادة خصوبة التربة , وتساعد على زيادة المجتمعات الميكروبية النافعة في الترب , خاصة في منطقة الريزوسفير . وبالنهاية تعمل فطور المايكورايزا على تفعيل الاستجابة الدفاعية في النبات من خلال تنشيط إفراز بعض الهرمونات والإنزيمات الدفاعية , وبالتالي زيادة قدرة النبات على مقاومة الأمراض الموجودة في التربة والمسببة لخسائر كبيرة (Dehne,1982 ;Cardoso and Kuyper ,2006 ;Ciancio and Mukerji,2007) .

6-1- دور المايكورايزا في امتصاص العناصر المعدنية:

الإنزيمات عبارة عن مواد بروتينية يتم تكوينها داخل الخلية الحية البكتيرية منها والفطرية أو النباتية أو الحيوانية لكي تساعد على زيادة سرعة التفاعلات البايوكيميائية التي تخدث في هذه الخلية أو خارجها، بدون أي تغير في خواصها نهاية التفاعل (Tabatadai ,1994; Allison et Vitousck 2005) , , كما تلعب إنزيمات التربة دور مهم في دورة تجهيز العناصر الغذائية وتستعمل فاعلية الإنزيمات كدلائل على خصوبة التربة ونوعيتها وصحتها (Heوآخرون , Xue;2010 وآخرون,2006) .

المايكورايزا والجوز المعدني،وبالتالي فإنهم يلعبون دورا محوريا في دورة N(Hodge and fitter 2010) .يمكن أن تمتص خيوط المايكورايزا المتطرفة للغاية N غير العضوي وتستوعبه (جين وآخرون, 2005).أظهرت العديد من الدراسات أنه يمكن نقل ما يقرب من 20 إلى 75% من إجمالي امتصاص N من نباتات المايكورايزا إلى مضيفيهم (Tanaka and yano ,2005.Govindarajulu

هاشم وآخرون ,2018) . من الواضح أن *et al*.2005,Ahanger ,*et al*.2014, Hameed,2014, زيادة النيتروجين في النباتات المستعمرة بدمغات المايكورايزا تؤدي إلى ارتفاع محتوى الكلوروفيل , حيث يمكن لجزيئات الكلوروفيل أن تحبس النيتروجين بفعاليات (De Andrade *et al* .2015) .يمكن أيضا رؤية الأدلة الأخرى التي تفضل التحسين بوساطة المايكورايزا في تغذية النبات (Courty*et al*. 1015 ,Bucking and kafle ,2015 ;Correa et , al. 2015) . يحسن تلقيح المايكورايزا تراكم CوN واستيعاب Nتحت تراكيزات ثاني أكسيد الكربون المحيطة والمرتفعة (Zhu *et al*.2016) .

على سبيل المثال، في نباتات الزيتون، تم الإبلاغ عن أن المايكورايزا تحسن النمو وتراكم المغذيات الدقيقة والمغذيات الكبيرة وتخصيصها في النباتات الصغيرة التي تزرع تحت مستويات متزايدة من المنغنيز (باتي وآخرون ,2015). يعد تعزيز تغذية النبات والحفاظ على نسبة الكاليسيوم والصوديوم من السمات الديناميكية الهامة التي تساعد على تحسين الجوانب المفيدة لاستعمار المايكورايزا على الأداء العام للنبات (إيفلينو آخرون ,2012. عبد اللطيف وميرانساري ,2014). تم العثور على تحسين في النمو ومستويات البروتين والحديد والزنك في الحمص الفطري (Pellegrino and Bedini ,2014) .علاوة على ذلك , أظهرت تقارير مختلفة نشاطا محسنا للناقل K + في جذور الفطريات الجذرية ل *Lotus japonicus*(Guether*et al* ,2009 ; Berruti*et al*.2016) . علاوة على ذلك , أظهر تقريران للتحليل التلوي ظهر قبل بضع سنوات دور التعايش الفطري الجذري في العديد من المغذيات الدقيقة في المحاصيل (Lehmann *et al*.2014, Lehmann and Rillig ,2015 ; Berruti*et al*.2016) . (أسرار وآخرون2012) أن الرابطة الفطرية المحددة عززت محتويات المغذيات الكبيرة مثل N وPو Kو Ca وMg من Antirrhinummajus تحت الجفاف . أثبت المايكورايزا أيضا فعاليته في تقييد التراكم العالي ل NaوMn وMg وFe في الجذور (باتيو آخرون , 2015). أظهرت العديد من الدراسات التي تم إجراؤها خلال السنوات القليلة الماضية أن المايكورايزا مثل *Glomusmosseae*و*Rhizophagus* وغير النظامي , أظهرة تحسنا في نقل المعادن الثقيلة في التصوير (Zaefarian*et al*.2013 ; Ali *et al*2015) . تمتص النباتات المغذيات الدقيقة مثل الزنك والنحاس كونها محدودة الانتشار في التربة بواسطة الفطريات الجذرية.

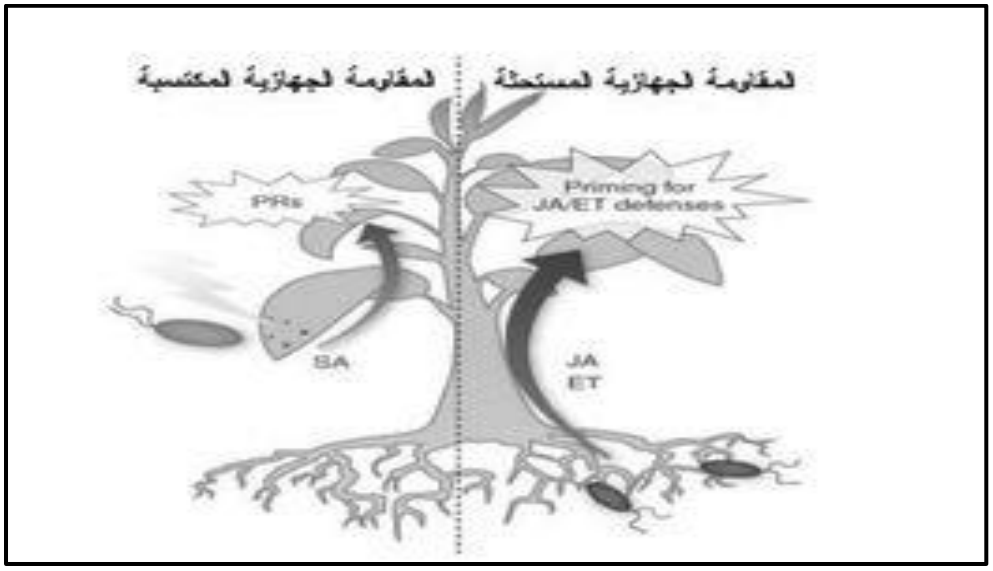
6-2- دور المايكورايزا في تنشيط إفراز بعض الهرمونات والإنزيمات الدفاعية:

تحدث فطور المايكورايزا الداخلية تغيرات فزيولوجية ضمن النبات ككل،مايعزز مقاومته للأمراض، وتسمى هذه الظاهرة المقاومة الجهازية المستحثة (المحفزة) Inducedsystemicresistance (ISR) وهي تلك المقاومة التي تنشط في النبات نتيجة لوجود عامل الحث. الذي يعمل على تحفيز المورثات المسؤولية عن المقاومة للتعبير عن أنشطة جديدة مضادة للمسببات المرضية . (Kapoor,2008)

تلعب المقاومة الجهازية للنبات دورا رئيسا في كبح نشاط المسببات المرضية المختلفة , ويعتمد حث المقاومة الجهازية في النبات بشكل كبير على الهرمون النباتي بشكل كبير على هرمون النباتي المسؤولة عن تنشيط المقاومة الجهازية المكتسبة SystemicAcquired Resistance(SAR) ,والمقاومة الجهازية المستحثةISR,وبالتالي تحفيز إنتاج إشارات الدفاع في النبات (EL-Khallal ,2007) .

لقد نالت المقاومة الجهازية المستحثة ISR اهتمام العديد من الباحثين وأجريت حولها العديد من الدراسات,أدت إلى اكتشافات عديدة في مجال التغيرات البيوكيميائية التي تحصل في النبات مثل تحوير في جدار الخلايا العائل كزيادة سماكة جدار الخلية , وترسب الجنين , وإنتاج الفيتوالكسيناتphytoalexins التي تخلق وتتراكم في مكان الإصابة فقط فهي غير منتقلة جهازيًا في النبات , وتوجد بكميات منخفضة (Hammers,1999), وزيادة نشاط الإنزيمات المسؤولة عن المقاومة مثل Peroxidase وChitinase وتصنيع البروتينات المرتبطة بلإمرضية-PR) Proteins)pathogensis-relatedproteins(Van Loon1997) ,وزيادة تكوين المواد الفينولية , وتفعيل الموت المبرمج للخلايا Activation of programmedcelldeath الذي يؤدي لظاهرة فرط الحساسية Hypersensitive reaction(Grant and Mansfield ,1999) .

إن الفرق بين المقاومة الجهازية المستحثةISR والمقاومة الجهازية المكتسبة SAR يتوقف على عاملين هما عامل الحث, ونوع إشارة الحث, إن عامل الحث في SAR يكون مسببًا مرضيًا أو بإستخدام محرضات كيميائية ينتج عنها توليد مقاومة ضد تلك الكائنات الممرضة , والإشارة المسؤولة عن تفعيل آليات المقاومة هي حمض الصفصاف (الساليسيليك) Salicylicacid(SA) , أما في ISR فعامل الحث يكون حيوي غير ممرض , والإشارة المسؤولة عن تفعيل آليات المقاومة هي حمض الجاسمونيك(JA) وإشارات الحث هي المسؤولة عن تحفيز جينات المقاومة عند النبات (Hammers.1999).



الوثيقة 12:الفرق بين المقامة المستحثة الجهازية ISR والمقاومة المكتسبة الجهازية SAR حيثJA :هرمون الجاسمونيك, ET :مركبات الأثيلين , SA :حمض الصفصاف , PRs :البروتينات المرتبطة بالقدرة الأمراضية .(pieterse*et al* .2009) .

يلعب تعايش المايكورايزا مع جذور النبات دوراً كبيراً في تحريض المقاومة الجهازية بتحفيز النبات على إنتاج مركبات الأثلين Ethylene(ET) وحمض الجاسمونيكJasmonicacid(JA) أو إنتاج حمض السالسيليك(SA) , كما يؤدي دوراً في تحفيز إنتاج البروتينات المرتبطة بالقدرة الإمراضية PRs (Ozgonen el al ,2010) .

يساعد حمض الجاسمونيك النباتات على درء المسببات المرضية , إذا إن له دوراً هاماً في إحداث الإشارات الداخلية Endogenoussignals (Kapoor 2008 ; EL-Khallal,2007), وهو ينظِّم مراحل نمو النبات وخصوبة الإزهار ونضج الثمار (Kawamura*et al*,2014).

أثبت دراسة التفاعل بين البندورة والفطر المتعايش G.intrardices وجود مستوى عال من حمض الجاسمونيك (JA) , الذي يعد الممر الرئيسي لتنشيط المقاومة الجهازية المستحثة عند النبات وينتج عن تنشيط مورثات محددة في نبات البندورة , والتي تتحكم بمسار تخليق حمض الجاسمونيك JA الذي ينشط في خلايا قشرة الجذور شكل 2 , كما تنظم هذه الهرمونات رد فعل النبات على الإجهادات الحيوية واللاحيوية وتنشط في منطقة الجروح للجذور والأوراق (Kapoor,2008;El-Khallal,2007) .

تنشط المايكورايزا العديد من المورثات المسؤولة عن النظام الدفاعي في النبات ,كما تنتج العديد من المركبات في النبات مثل الفينولات والبيروكسيدازوالكيتيناز 3-1 غلوكاناز والبروتينات المرتبطة بالإمراضية PRs , وهذا يمكن أن يؤهل النبات لاستجابة دفاعية مبكرة عند وجود الكائن الممرض (Gianinazzi-pearson*et al*.1996; Ozgonen*et al* .,2010; Pozo*et al*.,1999) .

تساهم المايكورايزا الداخلية أيضاً في تنشيط إفراز إنزيمات دفاعية في نبات البندورة , مثل إنزيم السوبر أكسيد ديسموتازsuperoxide dismutases (SOD) , وهو من مجموعة الإنزيمات الفاعلة في سلسلة آليات مضادات الأكسدة الخلوية , ويدخل نشاطها ضمن استجابة فرط التحسس النباتي ضد غزو الممرضات(Pozo*et al*.,2002) . ويعد إنزيم البيروكسيدازPeroxidase من الإنزيمات الواسعة الانتشار في مملكة النباتية , إذ يوجد تقريباً في كل الأجزاء النباتية (Florence,1977) .

يحفَز إنزيم البيروكسيداز أكسدة العديد من المكونات المانحة للهيدروجين Hydrogendoners مثل المركبات الفينولية السامة للكائن الممرض,

وبوجود بيروكسيد الهيدروجينH2O2 كركيزة مستقبلة للهيدروجين Hydrogen accepter , ينتقل الهيدروجين من المادة المانحة إلى المادة المستقبلة للهيدروجين (Fagain and Malcolm,1994) .حيث يتراكم بيروكسيد الهيدروجين H2O2في أنسجة خلايا النبات مما يعيق دخول الممرضات (Hathout*et al* .,2010) .

في دراسة مكافحة مرض ذبول الفيرتيسيليوم على نبات الفليفلة , حيث المايكورايزا المتعايشة مع النبات بعد أسبوعين من التلقيح بالممرض على تنشيط إفراز كل من الكيتيناز والسوبر وأكسيد ديسموتاز,وعلى تفعيل نشاط كل من الفينيلألانينأمونيالياز(PAL)(Garmendia*et al*.,2006)

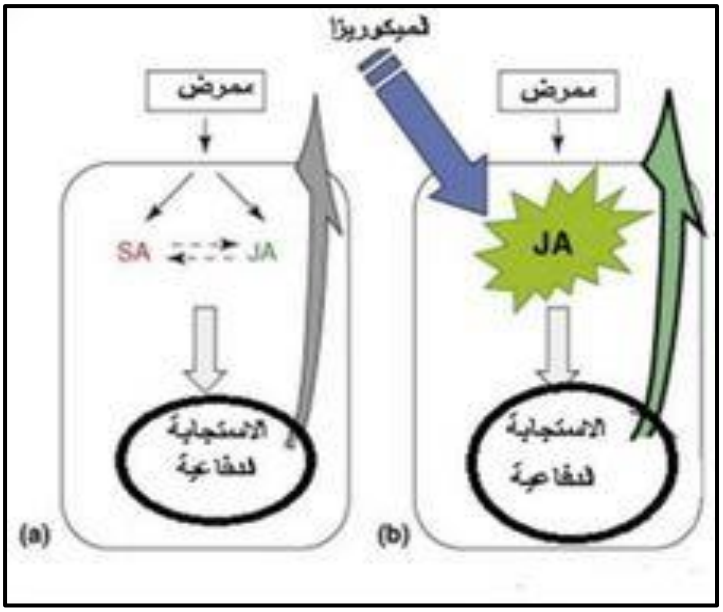
أشارت نتائج العديد من الدراسات إلى أن فعالية فطور المايكورايزا في الحدِ من الإصابة بالممرض ينتج عن عدة آليات ومنها تحريض المقاومة الجهازية في النبات,من خلال تحفيزها على إفرازات مواد مثبطة للفطر من بينها إنزيمات محللة لجدران خلايا الفطر مثل Chitinaseو-1,3-glucanase(pozo*et al*.,1999).β

أشارAlmagrabiوAbedmoneim(2012في بحثهما إلى مدى تأثير فطور المايكورايزا الداخلية (G.clarum,G.etunicatum,G.mossae)

للمجموعين الخضري والجذري وزيادة محتوى النبات من البروتين والفوسفور والكلوروفيل مقارنة مع النبات الشاهد.

تشجع المايكورايزا نمو النبات وتسهم جزئيا في حمايته من الممرضات الموجودة في التربة كما تؤثر في درجة إصابة الجذور بها (Muchovej,2002)

أشارGianinazzi-pearsonوآخرون(1996)إلى دور فطور المايكورايزاالداخلية في مكافحة أمراض المحاصيل الحقلية,وأثرها في تنشيط إفراز بعض الهرمونات النباتية والإنزيمات الدفاعية,وبالتالي تنشيط المقاومة الجهازية المستحثة عند النباتات الملقحة بفطور المايكورايزا.



الوثيقة 13: ردود فعل النبات تجاه الممرض بوجود المايكورايزا

(a) عند تعرف البنات على الممرض، وإنتاج النبات الإشارات المتعلقة بالدفاع وهي SA, ET, JA بنسب مختلفة عبر مسارات مختلفة.(b) تعايش المايكورايزامع جذور النبات يعمل على تنشيط أسرع وأكثر فعالية بالاستجابة الدفاعية التي تعتمد على JAالذي يعزز مقاومة النبات للممرض (pozo *et al*.,2005).

3-6- المايكورايزا وآليات إذابة الفوسفور:

تؤدي الأحياء المجهرية دورا مهما في تحولات الفوسفور ضمن الأنظمة البيئية المختلفة إذ أن العمليات الحيوية في التربة مهمة في توزيع الفوسفور بين أجزاءه المعدنية والعضوية المختلفة ومن ثم في كمية الفوسفور الجاهز للإمتصاص من جذور النباتات لاسيما الأحياء المجهرية التي تتدخل مع جذور النباتات والعمليات المرتبطة بذالك ضمن الرايزوسفير(المحيط الجذري).

إن الإهتمام في إدارة الأحياء المجهرية ذات العلاقة في إمتصاص الفوسفور من جذور النباتات في منطقة الرايزوسفير له علاقة بالإنتاج الإقتصادي والمستدام والأمن بيئيا.

ولذا هناك إتجاهات ودراسات حول التقليل من التسميد المعدني (الكيميائي) والإستعاضة عنه بالتسميد العضوي ولذا نلاحظ أهمية أحياء الرايزوسفير في توفير الفوسفور في التربة عالية الجهازية ومن ثم التقليل من فقدانه .تأثر الأحياء المجهرية في جهازية الفوسفور إما بشكل مباشر من خلال إذابة الفوسفور وتسمى الأحياء المذيبة للفوسفات .Phosphate SolubilizingMicroorganisms(PSM) أو من خلال القدرة على زيادة المساحة السطحية للإمتصاص وهو الدور الذي تقوم به المايكورايزا ,أو بشكل غير مباشر من خلال البكتيريا المنظمة أو المحفزة لنمو النبات Plant GronwthPromotingRizobacteria (PGPR) والتي تؤثر في نمو الجذور والشعيرات الجذرية وإفراز منظمات النمو والمركبات الخالية للحديد

(السايدروفوراتSidrophores) ومن ثم تساهم في تجهيز الفسفور للنبات ولذا سيتم التطرق إلى :

1-3-6- إذابة الفوسفور المعدني في الرايزوسفير:

إن تأثيرات إفرازات جذور النبات والأحياء المجهرية بشكل عام وفطريات المايكورايزا بشكل خاص تعكس الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة مما يؤثر في تحرر الفوسفور من مصادره العضوية والمعدنية . لقد وجد أن النبات يستجيب لنقص الفوسفور وذلك بطرح الأحماض العضوية ويزيد من تكوين الشعيرات الجذرية ويحدث تغيرات مورفولوجية أخرى أو من خلال تحرير البروتونات إلى الرايزوسفير .كما إن إفرازات الجذور يمكن أن تؤثر في جاهزية الفوسفور من خلال تغير ظروف محلول التربة وتغيير خصائص السطوح لدقائق التربة وتتنافس مع أيونات الفوسفات في مواقع الإمتصاص ومن خلال التعقيد مع الأيونات الموجبة (الخلب) المرتبطة مع الفوسفات (Bhattachazyya PN et Jha .DK.,2012)

2-3-6- معدنة الفوسفور العضوي:

تتم معدنة الفوسفور العضوي غالبا بواسطة أحياء التربة المجهرية ,وأن عملية المعدنة تتطلب إنزيم الفوسفاتيز الذي تقوم بإنتاجه عدد من الفطريات وهذا الانزيم لوحظ بأن فاعليته تزداد في منطقة

الرايزوسفير مما يؤدي إلى زيادة الفوسفور العضوي الذائب .ومع أنه ليس من السهولة عزل الفوسفاتيز الناتج من الأحياء التي تنتجة الجذور إلا أن بعض الدراسات تشير إلى أن فعالية الفوسفاتيز المنتج من الأحياء المجهرية في الرايزوسفير يمكن أن تزيد نمو الجذور أو تحفيز تطور الشعيرات الجذرية من خلال إنتاج الهرمونات النباتيةوالتي يمكن أن ينتج عنه زيادة في إمتصاص الفوسفور من جذور تلك النباتات. (Ali et Majeed.;2016).

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: المواد وطرق العمل

1- الهدف من الدراسة:

بهدف معرفة تاثير الفطريات محسنات النمو على نمو نبات الكينوا وامتصاصها للفسفور المحلي نقوم بدراسة إثر الفطريات محسنة النمو النباتات على نمو نبات الكينوالاربعة اوساط للتربة مختلفة من حيث المحتوى من التراب العادي والفوسفات المحلي، السماد العضوي المعقم والغير المعقم.

2-المادة النباتية:

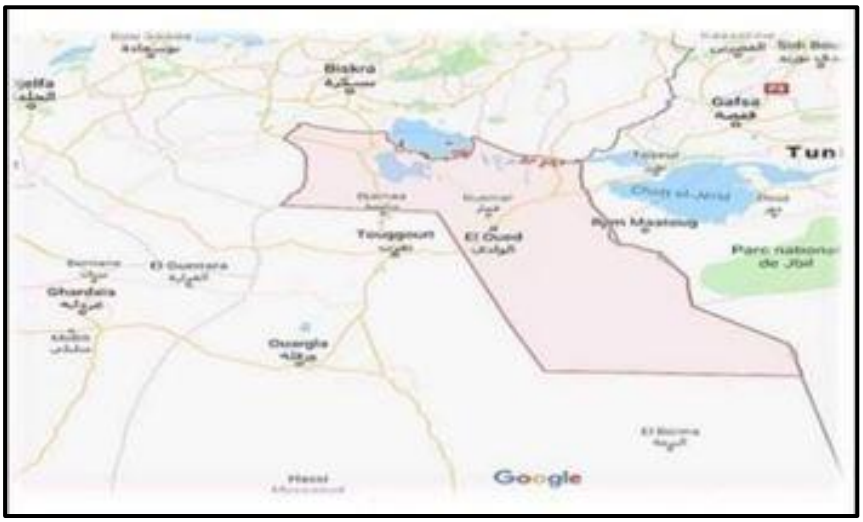
تم الحصول على بذور نبات الكينوا السوداء *chenopodieumquinoa*willdفي شهر ديسمبر سنة 2021من جامعة الشهيد حمه لخضر كلية علوم الطبيعة والحياة مخبر البيولوجيا والصحةوالبيئة.

3- منطقة الدراسة:

تم زرع العينات بتاريخ 14 ديسمبر 2022في بلدية الرقيبة من ولاية الوادي تقع منطقة الرقيبة شمال ولاية الوادي الواقعة في الجنوب الجزائري تمتد أراضيها بين خطي عرضْ31 , وْ34شمالا وبين خطين طولْ6 وْ8 شرقا وتبلغ مساحتها 82.800 (ضيف, 2014) .

يحد واد سوف شمالا منطقة الخطوط المالحة (شط ملغيغ)، وجنوبا الكثبان الرملية لولاية ورقلة، أما شرقا الشطوط المالحة لتونس (شط الجريد)أما غربا منطقة وادي ريغ .وتغطي الكثبان الرملية ثلاثة أرباع المساحة الاجمالية ,كما تعد أخفض نقطة في العرق الشرقي الكبير (بن موسى ,2006).

يسود منطقة الوادي مناخ جاف يتميز بدرجة حرارة عالية في فصل الصيف ومنخفضة في فصل الشتاء كما أن درجة الرطوبة الجوية ونسبة تساقط الأمطار في الوادي ضعيفة (شويخ وأخرون 2007) ولا تتعدى100مم في السنة ومن أهم مميزات الأمطارفي المنطقة توزعها الغير منتظم خلال العام (حليس,2007).



الوثيقة 14: خريطة الوادي

4- تحضير التربة:

التربة هي عبارة عن الطبقة المفتتة من سطح الأرض والتي يطرأ عليها بعض التغير الكيميائي ويختلط بها نسبة من المواد العضوية والسائلة والغازية وبتالي تصبح ملائمة لنمو نوع أو أكثر من أنواع النباتات أي أنها هي الدعامة الأساسية لنباتات، حيث يتم تحسين التربة بعدة اشكال.

التربة الأولى: استعملنا تربة فقط.

التربة الثانية: تم تحسين التربة بواسطة الفوسفات.

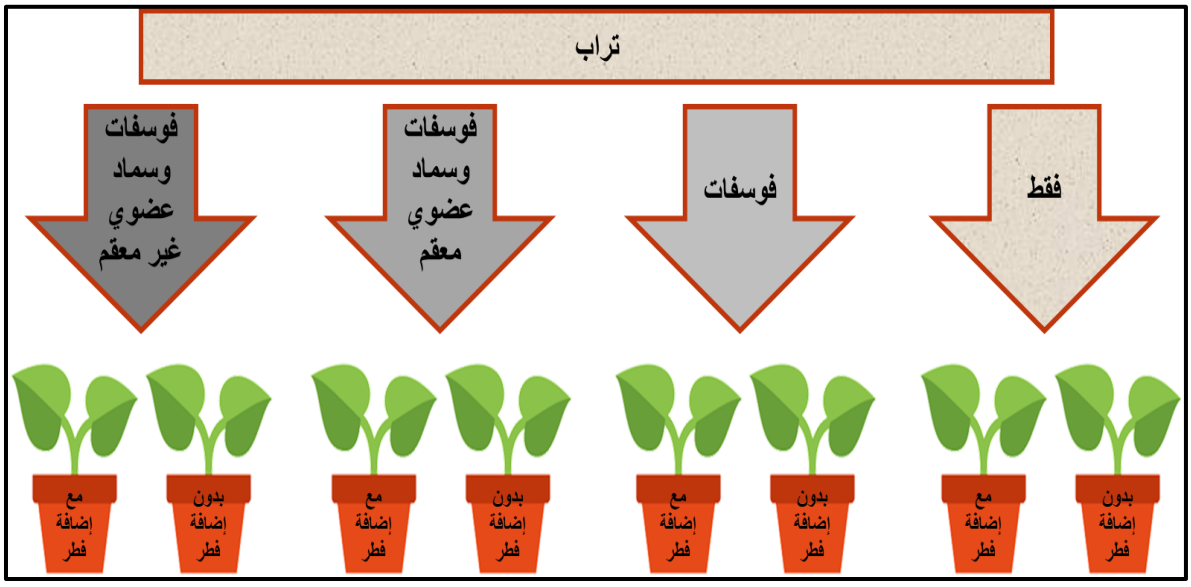
التربة الثالثة: تم تحسين التربة بواسطة الفوسفات والسماد العضوي الغير معقم.

التربة الرابعة: تم تحسين التربة بواسطة الفوسفات والسماد العضوي المعقم.

ملاحظة:الفوسفات عبارة عن نفايات تصفية الفوسفات الخام على مستوى شركة المناجم والفوسفات Somiphos.

❖ **تحضير السماد العضوي للعينات:**

يتم استعمال سماد عضوي(مخلفات) الماعز مباشرة بإضافته لتربة، ولتعقيمهنضع في قدر كمية من الماء ونقوم بإشعال النار باستخدام الحطب ووضع القدر عليه في الكسكاس نضع كمية من السماد ونضعه فوق القدر ونستمر في إشعال النار تحتها حتى يبدأ الكسكاس بإطلاق البخار وعندها نقوم بتركه 30 دقيقة وهو على حالته هذه ثم نطفئ النار ونسكبه من الكسكاس في إناء ونتركه قليلا ثم نستعمله في تحضير العينات ذات سماد معقم.



الوثيقة15: مخطط يوضح كيفية تحضير التربة للعينات

5- المواد والأدوات المستعملة:

جدول2: يوضح المواد والأدوات المستعملة

المواد	المحاليل	الوسائل
بذور الكينوا السوداء رمل فوسفات حطب سماد عضوي (ماعز)	الماء فطر	80 إصيص مكيال للقياس (خمس الإصيص) قدر وكسكاس غربال دلو ولاعة شريط لاصق أوراق بيضاء قلم جاف مقص قفازات سكين

6- عملية الغرس:

نقوم بزرع البذرة في كل إصيص حيث نستعمل إصبع اليد وتشكيل حفرة داخل التربة حيث يكون عمقها حوالي 1cm ووضع البذرة داخلها ثم غمرها بتربة.

7- عملية السقي:

نقوم بسقي العينات يوميا بكميات متساوية بالماء بئر (بدون كلور) عندما تنبت البذور أي عند ظهور النباتات في كل عينة من العينات وكل عينة تقسم إلى قسمين (أ) و(ب)

"أ " تسقى بماء البئر (بدون كلور) يوميا طول مدة الزرع.

"ب" تسقى بماء البئر (بدون كلور) يوميا وبعد كل أسبوعين تسقى بماء البئر (بدون كلور)+ فطر حيث يكون بتركيز 2g/l .

8- طرق التحليل في المخبر:

8-1- القياسات المورفولوجية للعينات:

لكي نتمكن من نزع الجذور قمنا بغسلها بكميات كافية من الماء ثم تجفيفها استعدادا لحساب قياسات الطول والوزن وحساب عدد الأوراق

حيث يتم قياس طول كل نبتة بالمسطرة بالسنتيمتر فاحدنا طول النبتة الكلي وطول جزئها الخضري وطول جزئها الجدري، ثم قمنا بحساب عدد الأوراق لكل نبتة.

قمنا بترميز كل مجموعة على حسب شرط زرعها واعطيناها رقم، فكانت الرموز على النحو التالي:

جدول 3: يوضح رموز الأوساط المختلفة

الرمز	معناه
A	تراب فقط
A*	تراب مع فطر
B	تراب وفوسفات
B*	تراب وفوسفات مع فطر
C	تراب وفوسفات وسماد عضوي غير معقم
C*	تراب وفوسفات وسماد عضوي غير معقم مع فطر
D	تراب وفوسفات وسماد عضوي معقم
D*	تراب وفوسفات وسماد عضوي معقم مع فطر

8-2- القياسات الفيزيولوجية للعينات:

8-2-1- التقدير النسبي للماء:

نقوم بأخذ أوراق من العينات الأربعة ووزنها ثم وضعنا كل ورقة في أنبوب اختبار يحتوي على ماء مقطر لمدة 24ساعة في درجة حرارة المخبر، وبعد مرور 24ساعة تم إخراج العينات من أنابيب الإختبار ثم وضعها في أوراق الألمنيوم ونضعها في الحاضنة في درجة حرارة 70° مئوية لمدة 48 ساعة ويتم التقدير النسبي للماء في جميع العينات بواسطة العلاقة التالية:

$$R= PI – PS / PPT – PS \times 100$$

حيث:

PI : وزن الورقة قبل وضعها في الماء

PS : وزن الورقة بعد التجفيف

PPT : وزن الورقة بعد وضعها في الماء

8-2-2- تحديد السكريات الذائبة:

حسب طريقة (Shields and Burnet1960) المستخدمة من قبل (Koricihi1992) و(Rekikika1992), يتم استخلاص الجرعات (الجلوكوز الفركتوز والسكروز) بواسطة مذيب قادر على إذابتها ومنع الأنشطة الأنزيمية التي من المحتمل أن تطلقها.

تتكون هذه الطريقة من أخذmg 100 من المادة النباتية (متوسط 3/1 ورقة النبتة) في أنابيب الإختبار. وتترك لمدة 24 ساعة فيml5,25 من% 80إيثانول مسبقا، يتم تخفيف المستخلص الذي تم الحصول عليه 10مرات بإستخدام الإيثانول % 80

(المستخلص أ) قبل الفحص بأربع ساعات يتم تحضير الكاشف (المستخلص أ) ,يتم تحظير الكاشف (المستخلص ب) بتركيزmg 2 من أنثرون نقي يضاف إلىml 100 من حمض الكيبريياتيك(H_2SO_4) في أنابيب زجاجية نظيفه , نضع 2ml من المستخلص أ ونضيف 4ml من الكاشف ب, يجب حفظ الخليط في الجليد الذائب, بعض الرج توضع الأنابيب في حمام مائي عند°92 لمدة 8 دقائق . أبعد من ذلك يتم تبريد الأنابيب لمدة 30 دقيقة في الظلام، تتم قراءة الإمتصاصيةبإستخدام مقياس طيف الضوئي بطول موجة 585 نانو متر. أخيرا تم إبلاغ عن نتائج الكثافات الضوئية على منحنى قياسي لسكريات الذائبة (معبر عنها بالجلوكوز)

8-2-3- التقدير النسبي للكلوروفيلوللكاروتينات :

يتم تحديد محتوى الكلوروفيل (أ) و(ب) والكاروتينات والكلوروفيل الكلي لطريقة (Lishtelthaler et (Shabala 1998) 1987) على مستوى الأوراق قبل الأخيرة.في أنابيب الإختتبار ,يضافmg 100من العينة الطازجة ,المقطعة إلى أجزاء صغيرة ,إلىml 10من 95% أسيتون ,ويبقى الكل في الظلام عند 4 درجات مئوية 48 ساعة . يتم تحديد تركيزات الكلورفيل (أ)و(ب) والكاروتيناتبإستخدام مقياس الطيف الضوئي (Type pharmacia biotech. novaspecll) عند كثافات ضوئية على التوالي تبلغ 662 و644 و470 نانومتر .يتم معايرة الجهاز بمحلول تحكم يعتمد على 95% أسيتون ويتم حساب تركيزات الكلورفيل (أ) و(ب) والكاروتينات , والكلورفيل الكلي بإستخدام الصيغ التالية:

علاقة حساب الكلورفيل (أ):

$$Cl_A=12,25\times (663)-2,79 \times(645)$$

حساب علاقة الكلورفيل (ب):

$$Cl_B=21,50\times(645)-5,10\times(663)$$

حساب علاقة الكلورفيل(أ) +(ب):

$$CL_{A+B} = 7{,}50\times(645)+18{,}71\times(663)$$

علاقة حساب الكاروتينات:

$$CRTN:\frac{(1000\times(470)-1{,}82\times ClA-85{,}02\times ClB}{198}$$

جدول 4: المواد والأجهزة المستعملة

الأدوات	المحاليل	الأجهزة
التقدير النسبي لمحتوى الماء		
مسطرة مقص ملقط أنبوب اختبار مدرج انابيب اختبار زجاجية حامل انابيب اختبار ورق المنيوم شريط لاصق	ماء مقطر	ميزان حساس حاضنة
تحديد نسبة السكريات الدائبة		
انابيب اختبار زجاجية حامل انابيب اختبار مقص ملعقةspatule بيشر Micropipette	ايثانول(80) انثرون نقي جليد دائب حمض الكبريت H2SO4)(غلوكوز ماء	ميزان حساس حمام مائي جهاز المطيافية الضوئية
تقدير نسبة الكلوروفيلوالكاروتينات		
انابيب اختبار زجاجية مقص حامل انابيب اختبار علبة غير شفافة للضوء	اسيتون(95)	ثلاجة جهاز المطيافية الضوئية

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

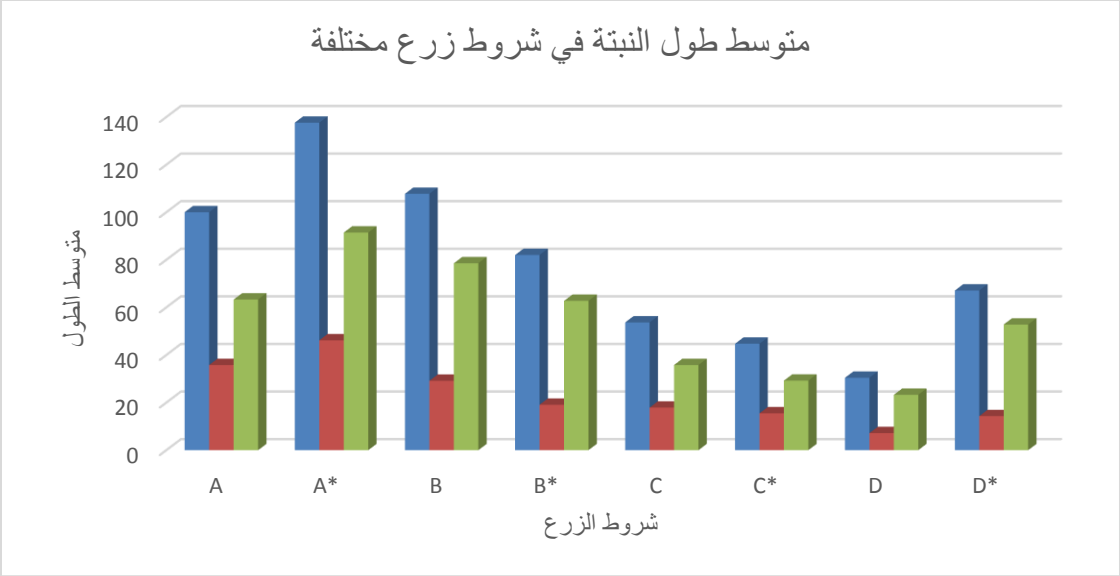
1- النتائج:

بعد مرور مدة الزرع وبعد حدوث عدة عوامل مناخية (رياح موسمية، حرارة، ...) وبعد عدة صعوبات وإعادة التجربة أكثر من مرة كانت النتائج

1-1- حساب الشروط المرفولوجية

❖ **قياس طول النبتة:**

تم قياس طول النبتة الكلي وقياس طول الجزء الخضري منها وطول الجزء الجذري منها بالسنتيمتر باستعمال المسطرة فكانت النتائج:



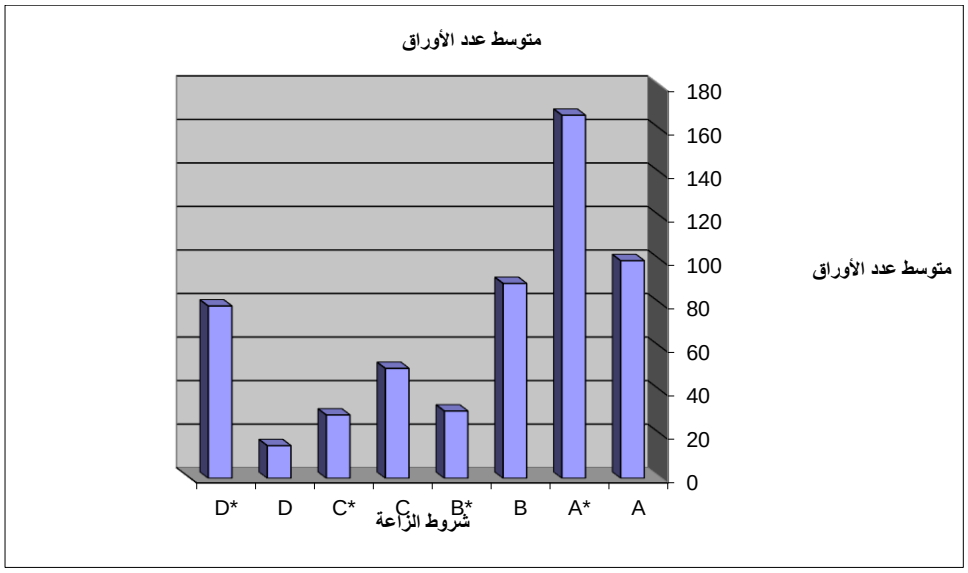
الوثيقة 16: متوسط طول النبتة في شروط زرع مختلفة

تم تحديد نسبة الطول الكلي للشاهد ب 100% , فكانت النسبة مع وجود الفطر 138%, اما بالنسبة للطول الكلي للتربة مع فوسفات كانت النسبة 108 % في حين ان نسبة الطول الكلي في وجود الفطر كانت 82%, بينما كانت نسبة الطول الكلي للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم 54% اما في وجود الفطر كانت 45% , اما نسبة الطول الكلي للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي معقم كانت 30% , في حين كانت 67% في وجود الفطر

ننوه الى ان الفطرحسن نمو النباتات النامية في التربة فقط (الشاهد) بنسبة 38 %, ونشير الى انه حفز أيضا نمو النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم بنسبة 37 %, لكن شاهدنا اضطرابات في النمو في باقي التجارب .

❖ **قياس عدد الأوراق:**

تم حساب عدد أوراق كل نبتة فكانت النتائج



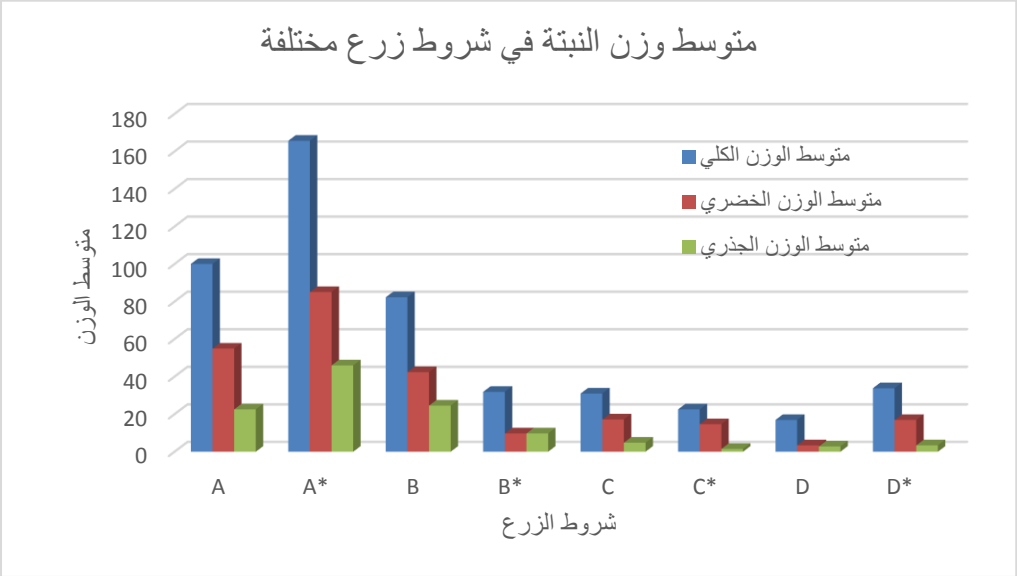
الوثيقة17: متوسط عدد الأوراق في شروط زرع مختلفة

تم تحديد نسبة عدد الأوراق للشاهد ب 100% , فكانت النسبة مع وجود الفطر 167%, اما بالنسبة عدد الأوراق للتربة مع فوسفات كانت النسبة 90 % في حين ان نسبة عدد الأوراق في وجود الفطر كانت 31%, بينما كانت نسبة عدد الأوراق للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم 51% اما في وجود الفطر كانت 29% , اما نسبة عدد الأوراق للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي معقم كانت 15% , في حين كانت 79% في وجود الفطر

ننوه الى ان الفطرحسن نمو النباتات النامية في التربة فقط (الشاهد) بنسبة 67 %, ونشير الى انه حفز أيضا نمو النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم بنسبة 64 %, لكن شاهدنا اضطرابات في النمو في باقي التجارب .

❖ **قياس وزن النبتة:**

تم وزن النبتة الكلي ووزن جزئها الخضري ووزن جزئها الجذري بالغرام g , حيث تم حساب متوسط الوزن في كل حالة , فكانت النتائج:



الوثيقة 18: متوسط وزن النبتة في شروط زرع مختلفة

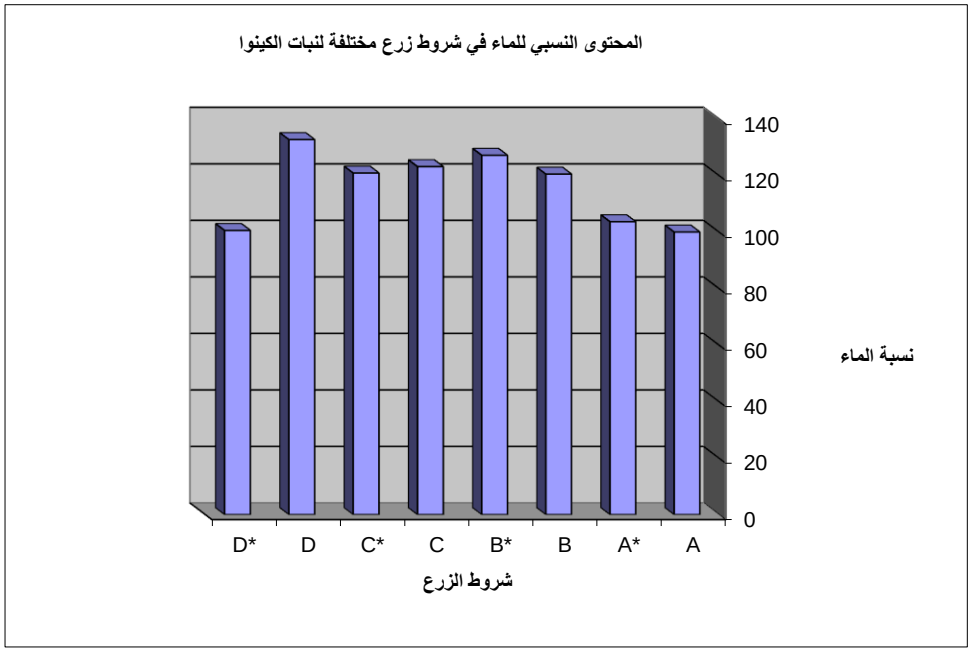
تم تحديد نسبة الوزن الكلي للشاهد ب 100% ، فكانت النسبة مع وجود الفطر 166%, اما بالنسبة للوزن الكلي للتربة مع فوسفات كانت النسبة 82 % في حين ان نسبة الوزن الكلي في وجود الفطر كانت 32%, بينما كانت نسبة الوزن الكلي للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم 31% اما في وجود الفطر كانت 23% , اما نسبة الوزن الكلي للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي معقم كانت 17% , في حين كانت 34% في وجود الفطر

ننوه الى ان الفطرحسن نمو النباتات النامية في التربة فقط (الشاهد) بنسبة 66 %, ونشير الى انه حفز أيضا نمو النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم بنسبة 17 %, لكن شاهدنا اضطرابات في النمو في باقي التجارب .

1-2- حساب الشروط الفيزيولوجية:

1 -المحتوى النسبي للماء:

تم تقدير المحتوى النسبي للماء باستخدام معادلة بها وزن الأوراق قبل وبعد الوضع في الماء المقطر وبعد التجفيف، فكانت النتائج:



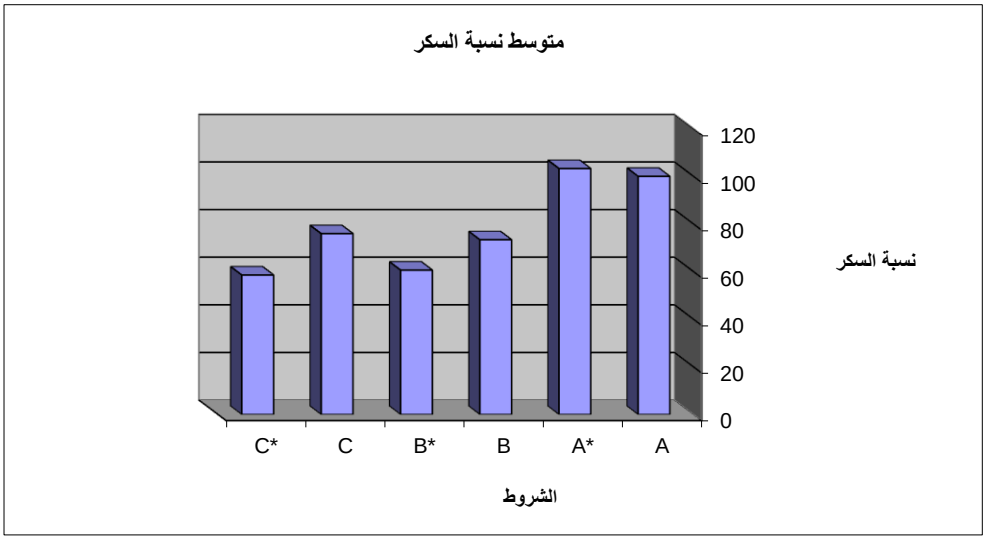
الوثيقة 19: متوسط نسبة المحتوى النسبي للماء في شروط زرع مختلفة

تم تحديد نسبة محتوى الماء الكلي للشاهد ب 100% , فكانت النسبة مع وجود الفطر 104%, اما بالنسبة محتوى الماء الكلي للتربة مع فوسفات كانت النسبة 120 % في حين ان نسبة محتوى الماء الكلي في وجود الفطر كانت 127%, بينما كانت نسبة محتوى الماء الكلي للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم 123% اما في وجود الفطر كانت 121% , اما نسبة محتوى الماء الكلي للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي معقم كانت 133% , في حين كانت 101% في وجود الفطر

ننوه الى ان الفطرحسن نمو النباتات النامية في التربة فقط(الشاهد) بنسبة 4 %, ونشير الى انه حفز أيضا نمو النباتات النامية في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم بنسبة 7 %, لكن شاهدنا اضطرابات في النمو في باقي التجارب .

❖ **المحتوى الكمي للكربوهيدرات:**

تم تقدير المحتوى الكمي للكربوهيدرات الكلية وفق طريقة Shields et Burnett(1960) والتي تعتبر الأكثر نجاعة حيث يعبر عن المحتوى الكمي للكربوهيدرات باستخدام المعادلة الخطية للمنحنى القياسي للغلوكوز , فكانت النتائج



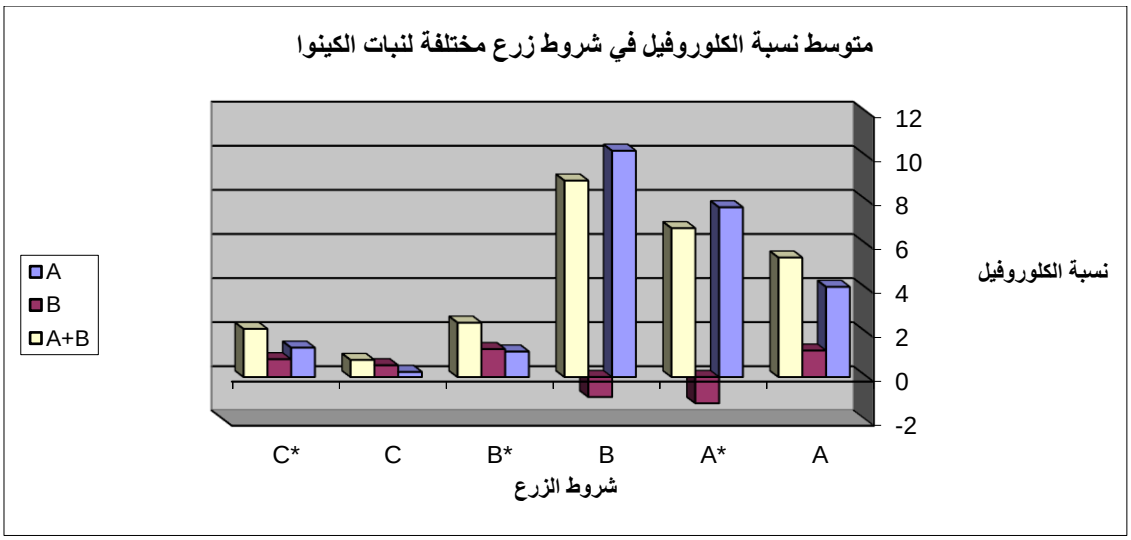
الوثيقة 20: متوسط نسبة السكر في شروط زرع مختلفة

تم تحديد نسبة السكر للشاهد ب 100%، فكانت النسبة مع وجود الفطر 103%, اما بالنسبة للسكر للتربة مع فوسفات كانت النسبة 73% في حين ان نسبة السكر في وجود الفطر كانت 61%, بينما كانت نسبة السكر للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم 76% اما في وجود الفطر كانت 59.%

ننوه الى ان الفطرحسن نسبة السكر في النباتات النامية في التربة فقط(الشاهد) بنسبة 3%, لكن شاهدنا اضطرابات في نسبة السكر في باقي التجارب .

❖ **المحتوى الكمي لصبغة الكلوروفيل:**

تم تقدير المحتوى الكمي لصبغة الكلوروفيل Aو B وA+B وفق طريقة Lichtenthaler(1987) والتي تعبر الأكثر نجاعة , حيث يعبر عن المحتوى الكمي للكلوروفيل بالمعادلات آنفة الذكر

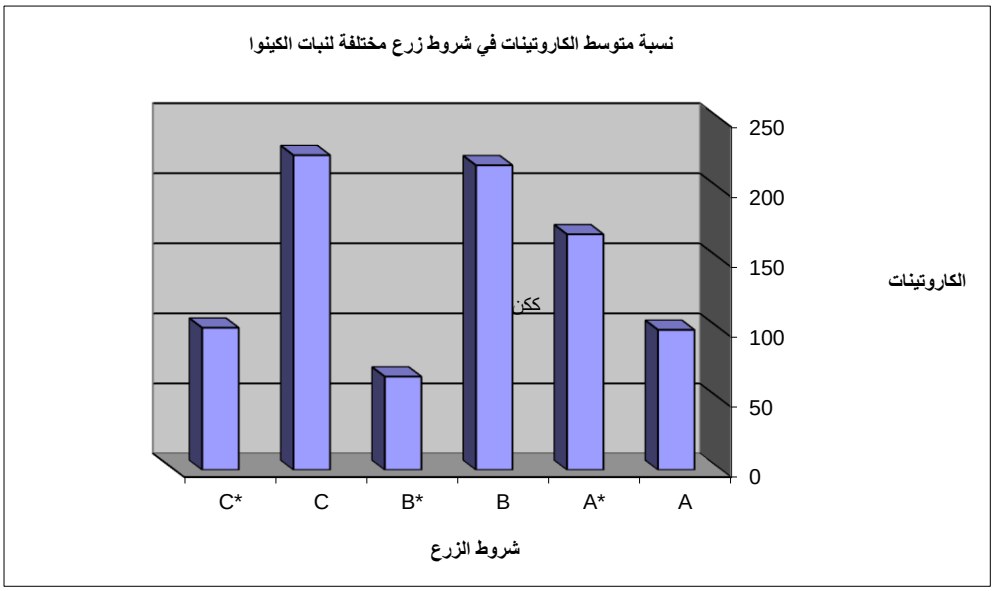


الوثيقة 21: متوسط نسبة الكلوروفيل في شروط زرع مختلفة

تم تحديد نسبة الكلوروفيل أ للشاهد ب 100% , فكانت النسبة مع وجود الفطر 188%, اما بالنسبة للكلوروفيل أ للتربة مع فوسفات كانت النسبة 250 % في حين ان نسبة الكلوروفيل أ في وجود الفطر كانت 28%, بينما كانت نسبة الكلوروفيل أ للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم 6% اما في وجود الفطر كانت 33.%

❖ **المحتوى الكمي للكاروتينات:**

تم تقدير المحتوى الكمي للكاروتينات وفق طريقة Lichtenthaler (1987) والتي تعبر الأكثر نجاعة، حيث يعبر عن المحتوى الكمي للكاروتينات بالمعادلة الانفة الذكر، فكانت النتائج:



الوثيقة 22: نسبة متوسط الكاروتينات في شروط زرع مختلفة

تم تحديد نسبة الكاروتينات للشاهد ب 100% , فكانت النسبة مع وجود الفطر 168%, اما بالنسبة للكاروتينات للتربة مع فوسفات كانت النسبة 217% في حين ان نسبة الكاروتينات في وجود الفطر كانت 67%, بينما كانت نسبة الكاروتينات للتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم 225% اما في وجود الفطر كانت .102%

ننوه الى ان الفطرحسن نسبة الكاروتينات في النباتات النامية في التربة فقط(الشاهد) بنسبة 68 %, لكن شاهدنا اضطرابات في نسبة الكاروتينات في باقي التجارب .

2- المناقشة

يرجع سبب الاختلافات الملاحظة بين نتائج الدراسات أساسا إلى اختلاف الشروط (Becker et Hanners,1990;Ruales et Nair,1992;Koziol,1992)

كذلك يمكن أن يعود السبب إلى ظروف المناخ وطرق الزراعة (Bressani,1994) ومن المعروف أن المناخ السائد في المنطقة هو جاف وبالتالي تعرض النبات إلى كمية أكبر من أشعة الشمس والحرارةمايضعه في حالة إجهاد أكبر، كمايأكد(Alchè,2019) أن القيمة الغذائية للنبات بما في ذالك المحتوى من الغلوكوز تنخفض عند درجات الحرارة العالية وتغير قيم PHالتربة.

- من المعروف على نبات الكينوا مقاومتها الشديدة لظروف الإجهاد المختلفة (Jacobsen *et al* 2003, وقد يعود السبسب إلى خصائص النباتات المرفولوجية والفيزيائية وكفاءة إنتاجية (Cnahua/1977) أشارت دراسات سابقة أجريت على نباتات الغريب ChrysanThemumCinrariefaliam إلى زيادة في الوزن الرطب للمجموع الجذري بنسبة 50% بعد معاملتها بسلالات من الفطر Glomus , (li *et al*;2007) واتفقت هذه النتائج مع دراسة رزق وآخرون(2014) فبنيت الدراسة زيادة معنوية في ارتفاع النبات وعدد الاوراق و الوزن الرطب و الجاف الخضري والجذري في النباتات المعاملة بالمايكورايزا مقارنة مع النبات الشاهد وهذا ما أكدته نتائجنا أن تعايش الجذور مع المايكورايزا يحسن من امتصاص عنصر الفوسفور من التربة وهذا ما يساهم في تحقيق زيادة الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري وكمية الإنتاج (حيدر وآخرون ; 2011).

تتصف فطور المايكورايزاالشجيرية التي مع النباتات بأنها تقوم مقام الشعيرات الجذرية في الإنتاجية وقد تصل إلى الضعف أو يزيد (Hodge and Campell,2001).

أشارت أبحاث أخرى إلى أن فطور المايكورايزاالشجيرية تعمل على زيادة سطح الامتصاص عند الجذور عن طريق امتداد الهيفات وانتشارها في التربة وتحافظ على وظائف الخلايا الجذرية مما ينعكس على النبات بالزيادة في نموه وعدد أوراقه كما تساعد على زيادة مقاومته للمرض (Habte*et al*;1999;Pazo elal.,2002). وكل هذه الدراسات تتفق إلى ما توصلنا إليه في نتائجنا

من باب المقارنة مع الدراسات السابقة على النبات فقد كانت النتائج فيما يخص محتوى الكربوهيدرات 69.7% .(Diaz-Valencia *et al* ;2018)

خلصت دراسة قام بها (2011). Miranda *et al* في مناطق مختلفة في الشيلي إلى أن البيئة وظروفها من مناخ وتأثيرات طبيعية أخرى لها تأثير جلي على النبات وبالتالي على المحتوى الكمي

والنوعي من مواد الأيض المنتجة ,حيث توصل إلى أن منطقة جنوب البركان سجلت أعلى كمية بروتين (16.10%), ويعود السبب إلى احتواء تربة المنطقة على نسبة كبيرة من النيتروجين (N), كما كانت النتائج فيما يخص الكربوهيدرات (من56.73% إلى% 68.36), حيث أن الكينوا السوداء تكون أوراقها صغيرة الحجم مقارنة مع البيضاء, إذ يساعد كبر حجم الورقة على زيادة مساحة التلامس مع الضوء أي زيادة امتصاص الضوء ,كذالك زيادة حجم الورقة يزيد من شدة وكفاءة التركيب الضوئي أي زيادة تخليق الغلوكوز .(Jensen *et al*.2000)وهذا ما توصلنا اليه في نتائجنا.

الخاتمة

لقدد حققت زراعة الكينوا نجاحا مبهرا في تربة ومناخ غير مالوف بالنسبة لهذه النبتة كمنطقة واد سوف والتي هي محل الدراسة والرامية الى تثمين زراعة نبات الكينوا في ولاية وادي سوف نظرا لأهمية هذا النبات سواءا من جانب التغذية والصحة او من الجانب الاقتصادي، حيث أظهرت الكينواتاقلما كبيرا مع المناخ المحلي للمنطقة، والمعروف انه جاف وفي تربة رملية فقيرة المغذيات.

بهدف معرفة مدى تاثير فطريات معززة النمو على نمو نبات الكينوا تبين ان نسب التقدير لمحتوى الماء في تربة مع فطر104% وتربة مع فوسفات مع فطر127 %هي الاحسنوالأفضل، اما نسب تقدير السكر فقد تبين ان تربة مع الفطر103% هي الاحسن، اما فيما يخص نسبة تقدير الكلوروفيل أ فقد تبين ان تربة مع فطر188 %وتربة مع فوسفات مع سماد عضوي غير معقم مع فطر33% هي الاحسن، اما بالنسبة لنسب تقدير الكاروتينات فقد تبين ان التربة مع فطر168% هي الأفضل والاحسن.

وبهدف تقدير النسب المرفولوجية لنبات الكينوا ومن خلال مقارنة نتائج التقدير مع شروط الزرع تبين ان نسب التقدير للطول الكلي والوزن وعدد الاوراق للنبتة في تربة مع فطر157% وتربة مع فوسفات مع سماد عضوي معقم مع فطر60 %هي الأفضلوالاحسن.

وأخيرا وكتوصيات مستقبلية، في هذه الدراسة لم نتطرق الى مدى تاقلم ومقاومة الكينوا لظروف الاجهاد في وادي سوف وكيفية في التاقلم والخصائص والصفات الجينية التي مكنتها من التاقلم،وبناءا على ما تم التوصل اليه في هاته الدراسة نأمل بالمزيد من الاهتمام بتطوير ودعم زراعة الكينوا في الولاية، كما نأمل ان تكون هذه الدراسة منطلق لمزيد من الدراسات المعمقة على النبات.

قائمة المراجع

❖ **المراجع باللغة العربية:**

1- حيرش عبد العزيز 2017 , مشروع تطوير سلسلة قيمة الكينوا لتحسين الامن الغذائي والتغذوي في منطقة الرحامنة، المركز الدولي لزراعة الملحية، الإمارات العربية المتحدة.

2- **علي،أ .م .1998.** عالمالفطريات .الدارالعربيةللنشروالتوزيع .القاهرة .ص29 – 194 .

3- **علي ومجيد 2016:** مجلة العلوم الزراعية العراقية، احياءالرايز وسفير وجاهزية الفسفور للنباتات ص636_639_640.

4- عودة محمود، المحمد، حيدر واسماعيل الحسن.2011تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكورايزا فيكفاءة امتصاص نبات الذرة الصفراء للفسفور وانتاجه للمادة الجافة. المجلة العربية للبيئات الجافة 101-98-5_.

5- **محمد ع-2003.**الفطريات الفسيولوجي، التكاثر، وعلاقتهابالبيئة والإنسان (الجزء الثاني) الطبعة الأولى 17- الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة.

6- **مجيدنخيلان،عع, (2007)** الفطريات .ط . 1 داردجلة .الأردن.

7- **مجيدنخيلان،عع(2009)**الفطريات .ط .1 داردجلة .الأردن.352 .

❖ **المراجع بالغة الأجنبية:**

- **Abdel Latef, A. A. (2011).** Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and copper on growth, accumulation of osmolyte, mineral nutrition and antioxidant enzyme activity of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Mycorrhiza* 21, 495–503. doi: 10.1007/s00572-010-0360-0.
- **Abdel Latef, A. A., and Chaoxing, H. (2011a).** Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. *Sci. Hort.* 127, 228–233. doi: 10.1016/j. scienta.2010.09.020 .
- **Abdel Latef, A. A., and Chaoxing, H. (2011b).** Arbuscular mycorrhizal influence on growth, photosynthetic pigments, osmotic adjustment and oxidative stress in tomato plants subjected to low temperature stress. *Acta Physiol. Plant.* 33, 1217–1225. doi: 10.1007/s11738-010-0650-3.
- **Abdel Latef, A. A., and Chaoxing, H. J. (2014).** Does the inoculation with *Glomus mosseae*improve salt tolerance in pepper plants? *Plant Grow. Regul.* 33, 644– 653. doi: 10.1007/s00344-014-9414-4
- **Aguilera, P., Pablo, C., Fernando, B., and Fritz, O. (2014).** Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Triticum aestivum*L. plants growing in an andosol

with high aluminum level. *Agri. Eco. Environ.* 186, 178–184. doi: 10.1016/j.agee.2014.01.029.

- **Ahanger, M. A., and Agarwal, R. M. (2017).** Potassium up-regulates antioxidant metabolism and alleviates growth inhibition under water and osmotic stress in wheat (*Triticum aestivum*L.). *Protoplasma*254 (4), 1471–1486. doi: 10.1007/ s00709-016-1037-0 .
- **Ahanger, M. A., Tittal, M., Mir, R. A., and Agarwal, R. M. (2017a).** Alleviation of water and osmotic stress-induced changes in nitrogen metabolizing enzymes in *Triticum aestivum*L. cultivars by potassium. *Protoplasma*254 (5), 1953– 1963. doi: 10.1007/s00709-017-1086-z .
- **Ahanger, M. A., Tomar, N. S., Tittal, M., Argal, S., and Agarwal, R. M. (2017b).** Plant growth under water/salt stress: ROS production; antioxidants and significance of added potassium under such conditions. *Physiol. Mol. Biol. Plants.* 23 (4), 731–744. doi: 10.1007/s12298-017-0462-7.
- **Alexander, C., Alexander, I. J., and Hadley, G. (1984).** Phosphate uptake by Goodyera repens in relation to mycorrhizal infection New Phytol. 97:401-411.
- **Ali, N., Masood, S., Mukhtar, T., Kamran, M. A., Rafique, M., Munis, M. F. H., *et al*. (2015).** Differential effects of cadmium and chromium on growth, photosynthetic activity, and metal uptake of *Linumusitatissimum*in association with *Glomus intraradices. Environ. Monitor. Assess.* 187 (6), 311. doi: 10.1007/ s10661-015-4557-8
- **Allen, E. B., Cunningham, G. L. (1983)**. Effect of vesicular- arbuscular mycorrhizae on Distichlis spicata under three salinity levels. New Phytol.93:227-236.
- **Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., Gallagher**.(2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chemistry, 119(2) :270-271.
- **Andrade, S. A. L., and Silveira, A. P. D. (2008).** Mycorrhiza influence on maize development under Cd stress and P supply. *Braz. J. Plant Physiol.* 20 (1), 39–50. doi: 10.1590/S1677-04202008000100005.
- **ANOUA, B., Jaillard, B., RUIZ, J., Bénet, 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)
- **Ansari, J.B.(2019).** La philosophie du vivir bien confrontee aux inegalites le cas du lac Titicaca. L ordinaire des ameriques, 225.

- **Anton Hartmann, Michael Rothballer et Michael Schmid, 2008**.« Lorenz Hiltner, a pioneer in rhizospheremicrobialecology and soilbacteriologyresearch », Plant and Soil, vol. 312, no 1-2, novembre
- **Aroca, R., Ruiz-Lozano, J. M., Zamarreño, A. M., Paz, J.A., García-Mina, J. M., Pozo, J. A., *et al*. (2013).** Arbuscular mycorrhizal symbiosis influences strigolactone production under salinity and alleviates salt stress in lettuce plants. *J. Plant Physiol.* 170, 47–55. doi: 10.1016/j.jplph.2012.08.020.
- **Asrar, A. A., Abdel-Fattah, G. M., and Elhindi, K. M. (2012).** Improving growth, flower yield, and water relations of snapdragon *Antirhinum majus* L. plants grown under well-watered and water-stress conditions using arbuscular mycorrhizal fungi. *Photosynthetica*50, 305–316. doi: 10.1007/ s11099-012-0024-8
- **Audet, P. (2014).** "Arbuscular mycorrhizal fungi and metal phytoremediation: ecophysiological complementarity in relation to environmental stress," in *Emerging technologies and management of crop stress tolerance*. Eds. P.
- **Augé, R. M., Toler, H. D., and Saxton, A. M. (2014).** Arbuscular mycorrhizal symbiosis and osmotic adjustment in response to NaCl stress: a meta-analysis. *Front. Plant. Sci.* 5, 562. doi: 10.3389/fpls.2014.00562.
- **Barratt, S. R., Ennos, A. R., Greenhalgh, M., Robson, G. D., Handley, P. S.** 2003. Fungi are the predominant micro-organisms responsible for degradation of soil-buried polyester polyurethane over a range of soil water holding capacities. J. Appl. Microbiol. 95: 78-85.
- **Bárzana, G., Aroca, R., and Ruiz-Lozano, J. M. (2015).** Localized and nonlocalized effects of arbuscular mycorrhizal symbiosis on accumulation of osmolytes and aquaporins and on antioxidant systems in maize plants subjected to total or partial root drying. *Plant Cell Environ.* 38, 1613–1627. doi: 10.1111/pce.12507.
- **Baslam, M., Garmendia, I., and Goicoechea, N. (2011).** Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) improved growth and nutritional quality of greenhouse grown lettuce. *J. Agric. Food Chem.* 59, 5504–C5515. doi: 10.1021/jf200501c.
- **Bastidas, E.G., Roura, R., Rizzolo, D.A.D., Massanés, T., Gomis, R**. (2016). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from nutritional value to potential health benefits: an integrative review. Journal of Nutrition & Food Sciences, 2016, vol. 6(3),2-6-7 .
- **Bati, C. B., Santilli, E., and Lombardo, L. (2015).** Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and on micronutrient and macronutrient uptake and allocation in olive

plantlets growing under high total Mn levels. *Mycorrhiza* 25 (2), 97–108. doi: 10.1007/s00572-014-0589-0

- **Bauddh, K., and Singh, R. P. (2012).** Growth: tolerance efficiency and phytoremediation potential of *Ricinus communis* (L.) and *Brassica juncea*.
- **Bazile, D., Bertero, H.D., Nieto, C.(2015).** State of the art report on quinoa around the world in 2013,287-290.
- **Becker, R., Hanners, G.D.(1990).** Compositional and nutritional evaluation fraction. Lebensmittel_Wissenschaftund_ Technologie_Food Science and Technology23:441_444.
- **Berruti, A., Lumini, E., Balestrini, R., and Bianciotto, V. (2016).**Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: let's benefit from past successes. *Front. Microbiol.* 6, 1559. doi: 10.3389/fmicb.2015.01559**.**
- **Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D.(2006).***Chenopodium quinoa*—an Indian perspective. Industrial crops and products, 23(1), 73-87.
- **Bhargava, A., Shukla, S., Rajan, S., Ohri, D.(2006).** Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. National Botanical Research Institute. Lucknow. India, 54,167-173.
- **Bhargava, A., Srivastava, S.(2013).** Quinoa: Botany, production and uses. CABI ,3-9.
- **Bhattacharyya PN, Jha DK (2012)** Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World J MicrobiolBiotechnol 28: 1327-1350.
- **Birhane, E., Sterck, F., Fetene, M., Bongers, F., and Kuyper, T. (2012).** Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. *Oecologia*169, 895–904. doi: 10.1007/s00442-012-2258-3.
- **Borowicz, V.A.(2001).**Doarbuxular by corrlizalfungialter plant pathogem relation ? Ecology.3057_3068.
- **Brady, K. , Ho, C. Rosen , R. , Sang, S. , Karwe, M. , (2007).** Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa . food chemistry, 1209_1210.
- **Bressari, R.(1994).** Composition and nutritional properties of amaranth .In : Paredes Lopez O , editor . Amaranth biology, chemistry and technology. London: CRC Press Inc, 185 _205
- **Brundrett, M. and Juniper, S. 1995**. *Non-destructive assessment of spore germination of VAM fungi and production of pot cultures from single spores*. Soil Biology and Biochemistry. **27**: 85-91.

- **Bucking, H., and Kafle, A. (2015)**. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in the nitrogen uptake of plants: current knowledge and research gaps. *Agronomy* 5, 587–612. doi: 10.3390/agronomy5040587
- **Bunn, R., Lekberg, Y., and Zabinski, C. (2009).** Arbuscular mycorrhizal fungi ameliorate temperature stress in thermophilic plants. *Ecology* 90 (5), 1378–1388. doi: 10.1890/07-2080.1.
- **Calvo-Polanco, M., Sanchez-Romera, B., Aroca, R., Asins, M. J., Declerck, S., Dodd, I. C., *et al*. (2016)**. Exploring the use of recombinant inbred lines in combination with beneficial microbial inoculants (AM fungus and PGPR) to improve drought stress tolerance in tomato. *Environ. Exp. Bot.* 131, 47–57. doi: 10.1016/j.envexpbot.2016.06.015
- **Canahua, M.A.(1977).**Observacionesdelcomportamiento de quinoa a la sequia. In: Primer Congreso Internacional sobre cultivosAndinos, UniversidadNacional San Cristobal de Huamanga, Instituto Interamericano de CienciasAgricolas, Ayacucho, Peru, 390–392.
- **Cardoso, I.M. and Kuyper, T.W. 2006.** Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agric Ecosyst Environ. 116: 72–84
- **Castellanos-Morales, V., Villegas, J., Wendelin, S., Vierheiling, H., Eder, R., and Cardenas-Navarro, R. (2010**). Root colonization by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*alters the quality of strawberry fruit (*Fragaria ananassa*Duch.) at different nitrogen levels. *J. Sci. Food Agric.* 90, 1774–1782. doi: 10.1002/jsfa.3998.
- **Cercam. (2014).** Fiche de synthèse QUINOA Une culture à fort potentiel d'adaptation et de production pour le Maroc. Maroc, 3.
- **Chauhan, GS., Eskin, NAM., Tkachuk, R. (1992).** Nutrients and antinutrients in quinoa seed. Cereal Chem, 69,85-8.
- **Chen, S., Jin, W., Liu, A., Zhang, S., Liu, D., Wang, F., *et al*. (2013).** Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) increase growth and secondary metabolism in cucumber subjected to low temperature stress. *Sci. Hort.* 160, 222–229. doi: 10.1016/j.scienta.2013.05.039
- **Ciancio, A. and Mukerji, K.G. 2007**. General concepts in integrated pest and disease management. Springer, The Netherlands. 359 pp.
- **Corrêa, A., Cruz, C., and Ferrol, N. (2015**). Nitrogen and carbon/nitrogen dynamics in arbuscular mycorrhiza: the great unknown. *Mycorrhiza* 25, 499– 515. doi: 10.1007/s00572-015-0627-6.

- **Courty, P. E., Smith, P., Koegel, S., Redeckerm, D., and Wipf, D. (2015).** Inorganic nitrogen uptake and transport in beneficial plant root–microbe interactions. *Crit. Rev. Plant Sci.* 34, 4–16. doi: 10.1080/07352689.2014.897897.
- **Da-cunha-veloso, A.(2016).** Impacts de l'essor international du quinoa. Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE). Suisse , 2-3.
- **Dalpe, Y. and M, Monreal. 2004**. Arbuscular Mycorrhizae inoculum to support sustainable cropping systems, online http://www.Plant management network org/ pub /cm /review/ 2004/ am fungi.
- **DeAndrade, S. A. L., Domingues, A. P., and Mazzafera, P. (2015).**Photosynthesis is induced in rice plants that associate with arbuscular mycorrhizal fungi and are grown under arsenate and arsenite stress. *Chemosphere* 134, 141–149. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.04.023.
- **Dehne, H.W. 1982**. *Interaction between Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal fungi and plant pathogens.* Phytopathology. **72**: 1115-1119.
- **Del Castillo, C., Gregory, M., Winkel, T.(2008).**Le Quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente « bio-équitable ». Biotechnol. Agron. Soc.Envion, 12(4) : 421-435.
- **Del Val, C., Barea, J. M., and Azcn- Aguilar, C. (1999).** Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungus Populations in Heavy – Metal - Contaminated Soils .Applied and Environmental Microbiology, 65(2),718-723.
- **Diaz_Valencia, Y.K., Alca, J.J, Calori_nDorringues, M.A., Zanabria_Galvez, S.J .DaCruz, S.H.(2018).**Nutritional composition, total phenolic compounds and antioxidant activity of quinoa (*chenopodium quinoa*willd) of different chimica , 74_85.
- **Djedei ,S.andMerabet, R.(2019).**Etude comparative des quatre varieties de quinoa cultivees dans la region d Oued Righ Djamaa.
- **Duan, X., Neuman, D. S., Reiber, J. M., Green, C. D., Arnold, M., Saxton, A. M., *et al*. (1996).** Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought. *J. Exp. Bot.* 47 (303), 1541–1550. doi: 10.1093/jxb/47.10.1541
- **Duc, N. H., Csintalan, Z., and Posta, K. (2018).** Arbuscular mycorrhizal fungi mitigate negative effects of combined drought and heat stress on tomato plants. *Plant Physiol. Biochem.* 132, 297–307. doi: 10.1016/j. plaphy.2018.09.011.

- **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.
- **Evelin, H., Kapoor, R., and Giri, B. (2009).** Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Ann. Bot.* 104, 1263–1281. doi: 10.1093/aob/ mcp251.
- **Fabio, A.D., Parraga, G.(2017).** Origin, production and utilization of pseudocereals. In:Haros, C.M., Schoenlechner, R. (Eds.), Pseudocereals. Wiley & Sons, New York, 1-27.
- **Fagain, O.R. and Malcolm, R.S. 1994** . *horseradish peroxidase the analysts friend*. Essay in Biochemistry. **28**: 129-146.
- **FAO.(2011).** Quinoa an ancient crop to contribute to world food Security ,3-21.
- **Feldmann, F. and Idczak, E. 1994**. Inoculum production of VA-Mycorrhizal fungi. In: Norris J.R. and Read, D.J, Varma AK (eds.): Techniques for Mycorrhizal research. Academic Press, San Diego. 817 pp.
- **Florence, B. 1977.***Peroxidase and its relationship to food flavor and quality*. Arev.
- **Foster RC, Rovira AD ,1978.**The ultrastructure of the rhizosphere of Trifoliumsubterraneum L. In: Microbialecology (MW Loutit, JAR Miles, eds) Springer-Verlag, Berlin.
- **Foucault, A.(2014).** Effets d‟un extrait de quinoa enrichi en 20- hydroxyecdysone dans un modèle d'obésité nutritionnelle : Application clinique. Thèse Doctorat Médecine humaine et pathologie. AgroParisTech. Français, 112.
- **Garg, N., and Chandel, S. (2012).** Role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on growth, cadmium uptake, osmolyte, and phytochelatin synthesis in *Cajanus cajan*(L.) Millsp. under NaCl and Cd stresses. *J. Plant Growth Regul.* 31 (3), 292–308. doi: 10.1007/s00344-011-9239-3.
- **Garmendia, I.; Goicoechea, N.A. and Aguirreolea, J. 2006**. *Defence-related enzymes in pepper roots during interactions with Arbuscular Mycorrhizal fungi and/or Verticillium dahliae.* BioControl. **51**: 293–310.
- **Gavito, M. E., Olsson, P. A., Rouhier, H., Medinapeñafiel, A., Jakobsen, I., and Bago, A. (2005)**. Temperature constraints on the growth and functioning of root organ cultures with arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 168, 179– 188. doi: 10.1111/j.1469-8137.2005.01481.x.

- **Gianinazzi, S., Golotte, A., Binet, M. N., Van Tuinen, D., Redecker, D., and Wipf, D. (2010).** Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza* 20, 519–530. doi: 10.1007/s00572-010-0333-3.
- **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.
- **Govindarajulu, M., Pfeffer, P. E., Jin, H. R., Abubaker, J., Douds, D. D., Allen, J. W., *et al*. (2005)**. Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Nature* 435, 819–823. doi: 10.1038/nature03610.
- **Graf, B.L., Rojas-Silva, P., Rojo, L.E., Delatorre-Herrera, J., Baldeón, M.E., Raskin, I.(2015**). Innovations in health value and functional food development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Comprehensive reviews in food science and food safety, 14(4), 431-445.
- **Grant, M. and Mansfield, J. 1999**. *Early events in host. Pathogen interaction*. current opinion plant Biology. **2:** 312-319.*
- **Guether, M., Neuhäuser, B., and Balestrini, R. (2009).** A mycorrhizal-specific ammonium transporter from *Lotus japonicus* acquires nitrogen released by arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Physiol.* 150, 73–83. doi: 10.1104/ pp.109.136390.
- **Gutjahr, C., and Paszkowski, U. (2013).** Multiple control levels of root system remodeling in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Front. Plant Sci*. 4, 204. doi: 10.3389/fpls.2013.00204
- **Habte, M. and Osorio, N.W. 2001**. Arbuscular Mycorrhizas: producing and applying Arbuscular Mycorrhizal inoculum. university of hawaii at manoa, college of tropical agriculture and human resources, honolulu, hawaii. pp 42
- **Habte, M.; Zhang, Y.C. and Schmitt, D.P. 1999**. Effectiveness of Glomus species in protecting white clover against nematode damage. Canadian Journal of Botany. 77: 135–139.
- **Hameed, A., Dilfuza, E., Abd-Allah, E. F., Hashem, A., Kumar, A., and Ahmad, P. (2014).** "Salinity stress and arbuscular mycorrhizal symbiosis in plants," in *Use of microbes for the alleviation of soil stresses*, vol. 1. Ed. M. Miransari (NY: Springer Science+Business Media), 139–159. doi: 10.1007/978-1-4614-9466-9_7.
- **Hammers, C.R. 1999**. *Induced disease resistance : how do induced plants stop pathogen?* Physiology molecular plant patholgogy. **55**: 77- 84.

- **Hart, M., Ehret, D. L., Krumbein, A., Leung, C., Murch, S., Turi, C., *et al*. (2015).** Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi improves the nutritional value of tomatoes. *Mycorrhiza* 25, 359–376. doi: 10.1007/s00572-014-0617-0
- **Hasanuzzaman, M., Gill, S. S., and Fujita, M. (2013).** "Physiological role of nitric oxide in plants grown under adverse environmental conditions," in *Plant acclimation to environmental stress*. Eds. N. Tuteja and S. S. Gill (NY: Springer Science+Business Media), 269–322. doi: 10.1007/978-1-4614-5001-6_11.
- **Hashem, A., Alqarawi, A. A., Radhakrishnan, R., Al-Arjani, A. F., Aldehaish, H. A., Egamberdieva, D., *et al*. (2018).** Arbuscular mycorrhizal fungi regulate the oxidative system, hormones and ionic equilibrium to trigger salt stress tolerance in *Cucumis sativus* L. *Saudi J. Bio*Birhane, E., Sterck, F., Fetene, M., Bongers, F., and Kuyper, T. (2012). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. *Oecologia*169, 895–904. doi: 10.1007/s00442-012-2258-3 *l. Sci.* 25 (6), 1102–1114. doi: 10.1016/j.sjbs.2018.03.009
- **Hathout، T.A.; Felaifel، M.S.; EL-Khallal، S.M.; Abo-Ghalia، H.H. and Rabab، A.G. 2010**. *Biocontrol of Phaseolus Vulgaris Root Rot Using Arbuscular Mycorrhizae*. J. Agric. Res. 88: 15-25.
- **He, F., Sheng, M., and Tang, M. (2017).** Effects of *Rhizophagusirregularis*on photosynthesis and antioxidative enzymatic system in *Robiniapseudoacacia*L. under drought Stress. *Front. Plant Sci.* 8, 183. doi: 10.3389/fpls.2017.00183
- **Herbillon, M.(2015).** Le Quinoa: Intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. thèse doctorat en pharmacie. Université de Rouen u.f.r de médecine et de pharmacie. France , 34-51**.**
- **Hijri, M. (2016).** Analysis of a large dataset form field mycorrhizal inoculation trials on potato showed highly significant increase in yield. *Mycorrhiza* 2, 209– 214. doi: 10.1007/s00572-015-0661-4.
- **Hiltner L (1904)**IiberneuereErfahrungen und unterbesondererBerucksichtingung der Grundunging und Brache. ArbDtschLandwGes98: 59-78.
- **Hodge, A. and Campell, C. 2001.** An Arbuscular Mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. Nature. 413: 297-299.

- **Hodge, A., and Fitter, H. (2010).** Substantial nitrogen acquisition by arbuscular mycorrhizal fungi from organic material has implications for N cycling. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 13754–13759. doi: 10.1073/pnas.1005874107.
- **hunziker A.T.1943**. Los especlesalimenticlas de Amaranthus y chenopodiumcultivadas pour lors Indiosdeamerica .Rev.Agron,30,297-353.
- **Impa, S. M., Nadaradjan, S., and Jagadish, S. V. K. (2012).** "Drought stress induced reactive oxygen species and anti-oxidants in plants," in *Abiotic stress responses in plants: metabolism, productivity and sustainability*. Eds. P. Ahmad and M. N. V. Prasad (LLC: Springer Science+ Business Media), 131–147. doi: 10.1007/978-1-4.
- in plant science,Spetember2019/volume10/Artcle 1068
- **Jacobsen, S.E., Mujica, A., (2001):**Quinua: Cultivo con resistancia a la sequia y otrosfactoresadversos. In "Proyecto Quinua CIP-DANIDA", Lima, p: 175-179
- **Jacobsen, S.E., Mujica, A., Jensen, C.R.(2003).** The resistance ofquinoa (*Chenopodium quinoa*Willd.) to adverse abiotic factors. Food Rev. Int. 19 (1– 2), 99-109.
- **-Jacobsen, S-E., Stølen, O.(1993)**. Quinoa - Morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. European Journal of Agronomy, 2(1), 22-24.
- **Jancurová, M., Minarovičová, L., Dandar, A.(2009).** Quinoa–a rewiev. Czech Journal of Food Sciences, 27(2), 71-73.
- **Jarstfer, A.G. and Sylvia, D.M. 1999**. Aeroponic culture of VAM fungi. Mycorrhiza: Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology. 2nd edition. A. Varma, and B. Hock, eds. Springer-Verlag, Berlin. pp 441.
- **Jensen, C.R., Jacobsen, S.E., Andersen, M.N., Nunez N., Andersen, S.D., Rasmussen, L., Mogensen?V.O.(2000).**Leaf gas exchange and waterrelation characteristics of field quinoa. During soil drying. Eur . J. agron .11_25.
- **Jin, H., Pfeffer, P. E., Douds, D. D., Piotrowski, E., Lammers, P. J., and Shachar- Hill, Y. (2005)**. The uptake, metabolism, transport and transfer of nitrogen in an arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.* 168, 687–696. doi: 10.1111/j.1469-8137.2005.01536.x
- **Kanwal, S., Bano, A., and Malik, R. N. (2015).** Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on metals uptake, physiological and biochemical response of *Medicago sativa* L. with increasing Zn and Cd concentrations in soil. *Am. J. Plant Sci.* 6, 2906–2923. doi: 10.4236/ajps.2015.618287.
- **Kapoor, R. 2008**. *Induced resistance in Mycorrhizal Tomato is correlated to concentration of jasmonic acid*. Online J. Biol. Sci. **8**: 49-56.

- **Kapoor, R., Evelin, H., Mathur, P., and Giri, B. (2013).** "Arbuscular mycorrhiza: approaches for abiotic stress tolerance in crop plants for sustainable agriculture," in *Plant acclimation to environmental stress*. Eds. N. Tuteja, and S. S. Gill (LLC: Springer Science+Business Media), 359–401. doi: 10.1007/978-1-4614-5001-6_14.
- **Kawamura, Y.; Takenaka, S.; Hase, S.; Kubota, M.; Ichinose, Y.; Kanayama, Y.; Nakaho, K.; Daniel, F.k. and Takahashi, H. 2014**. *Enhanced defense responses in arabidopsis induced by the cell wall protein fractions from Pythium oligandrum require*. SGT1, RAR1, NPR1 and JAR1. Plant Cell Physiol. **50**: 924–934.
- **Khalil, S.; Loynachan, T.E. and Tabatabai, M.T 1994**. *Mycorrhizal dependency and nutrient uptake by improved and unimproved corn and Soybean cultivars.* Agron J. **86**: 949-958.
- **Koziol , M.J.(1992).** Chemical composition and nutrition alev action of quinoa . Journal of food compositionand analyses. 35_68.
- **Kraffczyk, I., Trolldenier, G., et Beringer, H. 1984.** Soluble root exudates of maize: influence of potassium supply and rhizosphere microorganisms. Soil Biology and Biochemistry, 16(4), 315-322
- **Kubikova, E., Moore, J. L., Ownlew, B. H., Mullen, M. D., and Augé, R. M. (2001).** Mycorrhizal impact on osmotic adjustment in *Ocimumbasilicum*during a lethal drying episode. *J. Plant Physiol.* 158, 1227–1230. doi: 10.1078/0176-1617-00441
- **Kumar, S. and S. N. Gummadi. 2009**. Osmotic adaptation in halotolerant yeast, Debaryomycesnepalensis NCYC 3413: role of osmolytes and cation transport. Extremoph. 13: 793-805.
- **Lebon , Vallet.(2008).** Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l Altiplano bolivien. These de doctorat , Agro Paris Tech, Frence.
- **Lehmann, A., and Rillig, M. C. (2015).** Arbuscular mycorrhizal contribution to copper, manganese and iron nutrient concentrations in crops—a meta-analysis. *Soil Biol. Biochem.* 81, 147–158. doi: 10.1016/j.soilbio.2014.11.013.
- **Lehmann, A., Veresoglou, S. D., Leifheit, E. F., and Rillig, M. C. (2014).** Arbuscular mycorrhizal influence on zinc nutrition in crop plants: a meta-analysis. *Soil Biol. Biochem.* 69, 123–131. doi: 10.1016/j.soilbio.2013.11.001.
- **Leonardus, A., den Toom.(2016).** The effect of salinity on plant growth and grain production of non-bitter varieties of *Chenopodium quinoa*Wageningen UR, 25th of February.

- **Li, B.; Xie, G.; Ravnskov, S. and Larsen, J. 2007.** Bio control of Pythium damping-off in cucumber by Arbuscular Mycorrhiza associated bacteria from the genus Paenibacillus. Bio Control. 52: 863–875.
- **Liu, X., Song, Q., Tang, Y., Li, W., Xu, J., Wu, J., *et al*. (2013).** Human health risk assessment of heavy metals in soil–vegetable system: a multi-medium analysis. *Sci. Total. Environ.* 463–464, 530–540. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.064.
- **Liu,x: Yang,Y;Lin,W.h;Tong, J; Huang,Z.andXiao**,Determination of both jasmonic acid and methyl jasmonate in plant samples by liquid chromatograpy tandem mass spectrometry .Chinese Sience Bulletin.55:2231-2235.
- **Lorenz, K., Nyanzi, F.(1989).** Enzyme activities in quinoa . Int J Food Sci Tech , 543_51.
- **Lu, F., Lee, C., and Wang, C. (2015).** The influence of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on yam (*Dioscorea*spp.) tuber weights and secondary metabolite content. *Peer J.* 3, 12–66. doi: 10.7717/peerj.1266.
- **Ludwig-Müller, J. (2010).** "Hormonal responses in host plants triggered by arbuscular mycorrhizal fungi," in *Arbuscular mycorrhizas: Physiology and function*. Eds. H. Koltai and Y. Kapulnik (Dordrecht: Springer), 169–190. doi: 10.1007/978-90-481-9489-6_8
- **Malek F ,2015**.interaction microbienne cours assure aux Master II microbiologie et Magistère Maitrise de la qualaté et du développement microbien. Université de Tlemcen
- **Mena-Violante, H. G., Ocampo-Jimenez, O., Dendooven, L., Martinez-Soto, G., Gonzalez-Castafeda, J., Davies, F. T., *et al*. (2006**). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance fruit growth and quality of chile ancho *Capsicum annuum* L. cv San Luis plants exposed to drought. *Mycorrhiza* 16, 261–267. doi: 10.1007/ s00572-006-0043-z
- **Mench M ,1985** . Influence des exsudats racinaires solubles sur la dynamique des métaux dans la rhizosphère du maïs (Zeamays L). Thèse de Dr del'INPL, Univ Nancy, 109 p
- **Miransari M, Smith DL (2014**) Plant hormones and seed germination. Environmental and Experimental Botany 99: 110- 121.
- **Miransari, M. (2017).** "Arbuscular mycorrhizal fungi and heavy metal tolerance in plants," in *Arbuscular mycorrhizas and stress tolerance of plants*. Ed. Q. S. Wu (Singapore: Springer Nature), 174–161. doi: 10.1007/978-3-319-68867-1_4
- **Moghadam, H. R. T. (2016).** Application of super absorbent polymer and ascorbic acid to mitigate deleterious effects of cadmium in wheat. *Pesqui. Agropecu. Trop.* 6 (1), 9–18. doi: 10.1590/1983-40632016v4638946

- **Morte, A., Lovisolo, C., Schubert, A. (**2000). Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal association *Helianthemum almeriense-Terfezia*Mycorrhiza *clavery*Mycorrhiza- (2000) 10:115-119**.**
- **MujicaA,Izquierdoj,Marathee J.P (2001).**Origen y descipcioon de la quinua In : FAO,Quinua (chenopoduimwallid) ancestral cultiveandino,alimento del presenteyfutro .CIP ,UNAP.FAO,CD cultivosAndinos,version 1.0 santiago , Chile.
- **Mujica, A., Jacobsen, S.E., Ezquierdo, J., Marathee, J.P**.(2001). Resultados de la Prueba Americana y Europes de la Quinua. FAO, UNA-Puno, CIP, 51.
- **Ortas, I. (2012).** The effect of mycorrhizal fungal inoculation on plant yield, nutrient uptake and inoculation effectiveness under long-term field conditions. *Field CropsRes.* 125, 35–48. doi: 10.1016/j.fcr.2011.08.005
- **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.
- **Ouziad, F., Hildebrandt, U., Schmelzer, E., and Bothe, H. (2005)**. Differential gene expressions in arbuscular mycorrhizal-colonized tomato grown under heavy metal stress. *J. Plant Physiol.* 162, 634–649. doi: 10.1016/j.jplph.2004.09.014
- **Ozgonen, H.; Soner, D.A. and Erkilic, A. 2010**. *The effects of Arbuscular Mycorrhizal fungi on yield and stem rot caused by Sclerotium rolfsiiSacc. In peanut*. African Journal of Agricultural Research. **5**: 128-132.
- **Pal, A., and Pandey, S. (2016).** Role of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and reclamation of barren soil with wheat (*Triticum aestivum*L.) crop.
- **Parmar, N.; Gami, B. and Patel, B. 2013**. *Evaluation of soil compositions and hosts for sporulation of Vesicular Arbuscular Mycorrhiza* (VAM). JASA. **2**: 67-71.
- **Pellegrino, E., and Bedini, S. (2014).** Enhancing ecosystem services in sustainable agriculture: biofertilization and biofortification of chickpea (*Cicer arietinum L.*) by arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biol. Biochem.* 68, 429–439. doi: 10.1016/j. soilbio.2013.09.030
- **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. 132- Pirazzi, R.; Rea, E. and Bragaloni, M. 1999. Improvement of micronutrient uptake of valuable broadleaves in interaction with Glomus mosseae. Geomicrobiology Journal. 16: 79– 84.

- **Pozo, M.J.; Azcon-Aguilar, C.; Dumas-Gaudot, E. and Barea, J.M. 1999**. β-1-3 glucanase activities in tomato root inoculated with the Arbuscular Mycorrhizal fungi and/or
- **Pozo, M.J.; Cordier, C.; Gaudot, E.D.; Gianinazzi, S.; Barea, M.J. and AzconLocalized, C. 2002**. *Versus systemic effect of Arbuscular Mycorrhizal fungi on defense responses to Phytophthora infection in Tomato plants*. Journal of Experimental Botany. **53**: 525-534.
- **Pozo, M.J.; Van Loon, L.C. and Pieterse, C.M.J. 2005**. *Jasmonates - Signals in Plant-Microbe Interactions.* J. Plant Growth Regul. **23**: 211–222.
- Punamiya, P., Datta, R., Sarkar, D., Barber, S., Patel, M., and Da, P. (2010). Symbiotic role of *Glomus mosseae*in phytoextraction of lead in vetiver grass *Chrysopogonzizanioides*L. *J. Hazard. Mater.* 177, 465–474. doi: 10.1016/j. jhazmat.2009.12.056
- **Rani, B. (2016**) Effect of arbuscular mycorrhiza fungi on biochemical parameters in wheat *Triticum aestivum*L. under drought conditions. Doctoral dissertation, CCSHAU, Hisar.
- **Ren, Y., Liu, S.(2020).** Effects of separation and purification on structural characteristics of polysaccharide from quinoa (*Chenopodium quinoa* willd). Biochemical and Biophysical Research Communications, 522(2), 286 .
- **Rocio, D., Jeffrey, W. C. and Calvo, A.M.** 2010. Role of the osmotic stress regulatory pathway in morphogenesi and secondary metabolism in filamentous fungi. Toxi. 2: 367-381 .
- **Rojas, W., Pinto, M**.(2013). La diversidadgenética de quinua de Bolivia. In M. Vargas, ed. CongresoCientífico de la Quinua(Memorias). La Paz, Bolivia , 77-92.
- **Rouphael, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., and Agnolucci, M. (2015).** Arbuscular mycorrhizal fungi act as bio-stimulants in horticultural crops. *Sci. Hort.* 196, 91–108. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.002.
- **Ruales, J. Nair , B.M.(1992).**Nutritional quality of the protein in quinoa foods for human nutrition, 1_11.
- **Ruiz-Lozano, J. M. (2003)**. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress. *Mycorrhiza* 13, 309–317. doi: 10.1007/s00572-003-0237-6.
- **-Ruiz-Lozano, J. M., Aroca, R., Zamarreño, Á.M., Molina, S., Andreo-Jiménez, B., Porcel, R., *et al*. (2015)**. Arbuscular mycorrhizal symbiosis induces *strigolactone*biosynthesis under drought and improves drought tolerance in lettuce and tomato. *Plant Cell Environ.* 39 (2), 441–452. doi: 10.1111/pce.12631.

- **Ruiz-Lozano, J. M., Azcon, R., Gomez, M. (1995).**Effects of arbuscular mycorrhizal Glomus species on drought tolerance: Physiological andnutritional plant responses. Applied and environmental microbiology,16(2), 456-460.
- **Ruiz-Sánchez, M., Aroca, R., Muñoz, Y., Polón, R., and Ruiz-Lozano, J. M. (2010)**. The arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances the photosynthetic efficiency and the antioxidative response of rice plants subjected to drought stress. *J. Plant Physiol.* 167, 862–869. doi: 10.1016/j.jplph.2010.01.018**.**
- **Sabia, E., Claps, S., Morone, G., Bruno, A., Sepe, L., and Aleandri, R. (2015**). Field inoculation of arbuscular mycorrhiza on maize (*Zea mays* L.) under low inputs: preliminary study on quantitative and qualitative aspects. *Italian J. Agron.* 10, 30–33. doi: 10.4081/ija.2015.607.
- **Sadhana, B. (2014).** Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) as a biofertilizers—a review. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 3 (4), 384–400.ذ
- **Santander, C., Sanhueza, M., Olave, J., Borie, F., Valentine, C., and Cornejo, P. (2019**). Arbuscular mycorrhizal colonization promotes the tolerance to salt stress in lettuce plants through an efficient modification of ionic balance. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 19 (2), 321–331. doi: 10.1007/s42729-019-00032-z.
- **Schroth MN, Hildenbrand DC ,1964.** Influence of plant exudates on root-infectingfungi. AnnuRevPhytopathol 2.
- **Schutyser, M. A. I.** 2003. Mixed solid-state fermentation: Numerical modeling and experimental validation. Ph. D. Thesis, Wageningen University. The Netherlands. pp: 7-9.
- **Sheng, M., Tang, M., Zhang, F., and Huang, Y. (2011).** Influence of arbuscular mycorrhiza on organic solutes in maize leaves under salt stress. *Mycorrhiza* 21, 423–430. doi: 10.1007/s00572-010-0353-z
- **Singh, R. and Adholeya, A. 2013**. Diversity *of AM (Arbuscular Mycorrhizal) Fungi in Wheat Agro-climatic Regions of India*. Virol Mycol. **2** :1-9.
- **smith, G. 1969**. An introduction to industrial mycology . Sixth ed. London. pp: 328- 329.
- **Souza, L. A., Andrade, S. A. L., Souza, S. C. R., and Schiavinato, M. A. (2012**). Evaluation of mycorrhizal influence on the development and phytoremediation potential of *Canavalia gladiata*in Pb contaminated soils. *Int. J. Phytorem.* 15, 465–476. doi: 10.1080/15226514.2012.716099

- **Talaat, N. B., and Shawky, B. T. (2014).** Protective effects of arbuscular mycorrhizal fungi on wheat (*Triticum aestivum*L.) plants exposed to salinity. *Environ. Exp. Bot.* 98, 20–31. doi: 10.1016/j.envexpbot.2013.10.005
- **Talavera, M.; Itou, K. and Mizukubo, T. 2001**. *Reduction of nematode damage by root colonization with Arbuscular mycorrhiza (Glomus spp.) in Tomato-Meloidogyne incognita (Tylenchida: Meloidogynidae) and carrot-Pratylenchus penetrans (Tylenchida: Pratylenchidae) pathosystems.* Applied Entomology Zoology. **36**: 387-392.
- **Talhouk, A.M.S. 1984**. Prevalent agricultural pests in the kingdom of Saudi Arabia andmethods of reducing their harm. Ministry of Agriculture and Water, Riyadh, Saudi Arabia. 124 pp.
- **Tanaka, Y., and Yano, Y. (2005**). Nitrogen delivery to maize *via* mycorrhizal hyphae depends on the form of N supplied. *Plant Cell Environ.* 28, 1247–1254. doi: 10.1111/j.1365-3040.2005.01360.x
- **Tapia M.E.; Gandarillas H.; Alandia S.; Cardozo A.; Mujica A.; ortiz R.; otazu v.; Rea j.; Salas.; Zanabria E.; eds., (1979**). la Quinua y la kaniwa; cultivosandinos. colombia; bogota.
- **Varriano-Marston, E., De Francisco, A**.(1984). Ultrastructure of quinoa fruit (*Chenopodium quinoa*, Willd.). Food Microstructure, 3, 73-165.
- **Vavilov, N.I., (1951):** The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Translated by K.S.Chester, The Ronald press Co, N. Y, p: 364
- **Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M. R. (2007).** Heat tolerance in plants: an overview. *Environ. Exp. Bot.* 61, 199–223. doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011
- **Wang, Y., Wang, M., Li, Y., Wu, A., and Huang, J. (2018).** Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nitrogen uptake of *Chrysanthemum morifolium* under salt stress. *PLoS One* 13 (4), e0196408. doi: 10.1371/journal. pone.0196408
- **Yang, S., Li, F., Malhi, S. S., Wang, P., Dongrang, S., and Wang, J. (2004).** Long term fertilization effects on crop yield and nitrate nitrogen accumulation in soil in Northwestern China. *Agron. J.* 96, 1039–1049. doi: 10.2134/ agronj2004.1039
- **Yang, Y., Tang, M., Sulpice, R., Chen, H., Tian, S., and Ban, Y. (2014).** Arbuscular mycorrhizal fungi alter fractal dimension characteristics of Robiniapseudoacacia, L. seedlings through regulating plant growth, leaf water status, photosynthesis, and nutrient concentration under drought stress. J. Plant GrowthRegul. 33, 612–625. doi: 10.1007/s00344-013-9410-0.

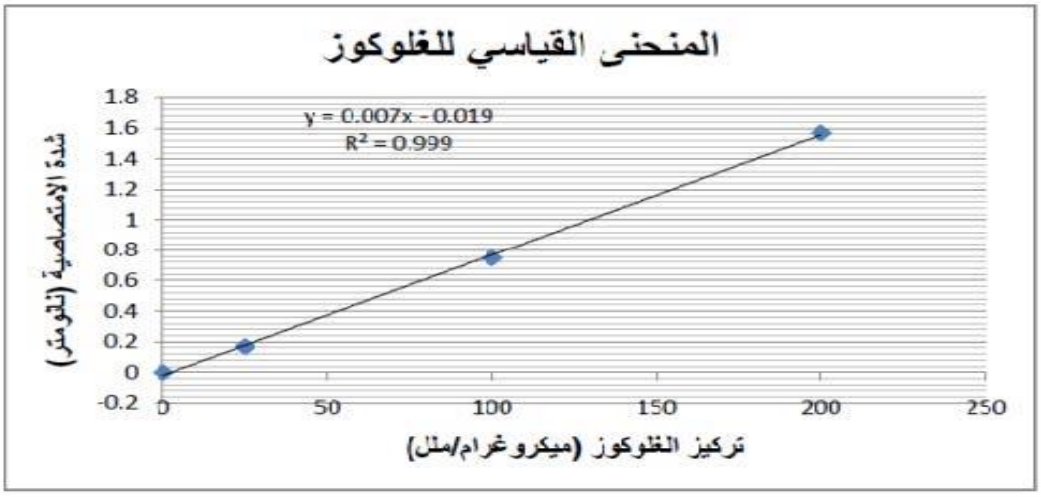
- **Yin, N., Zhang, Z., Wang, L., and Qian, K. (2016)**. Variations in organic carbon, aggregation, and enzyme activities of gangue-fly ash-reconstructed soils with sludge and arbuscular mycorrhizal fungi during 6-year reclamation. Envi. Sci. Pollut. Res. 23 (17), 17840–17849. doi: 10.1007/s11356-016-6941-5.
- **Yooyongwech, S., Phaukinsang, N., Cha-Um, S., and Supaibulwatana, K. (2013).** Arbuscular mycorrhiza improved growth performance in Macadamia tetraphylla L. grown under water deficit stress involves soluble sugar and proline accumulation. Plant Growth Regul. 69, 285–293. doi: 10.1007/ s10725-012-9771-6.
- **Yousaf, B., Liu, G., Wang, R., Imtiaz, M., Zia-ur-Rehman, M., Munir, M. A. M., *et al*. (2016).** Bioavailability evaluation, uptake of heavy metals and potentialhealth risks via dietary exposure in urban-industrial areas. Environ. Sci.
- **Zaefarian, F., Rezvani, M., Ardakani, M. R., Rejali, F., and Miransari, M. (2013).** Impact of mycorrhizae formation on the phosphorus and heavymetal uptake of Alfalfa. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 44, 1340–1352. doi: 10.1080/00103624.2012.756505.
- **Zeng, L., JianFu, L., JianFu, L., and MingYuan, W. (2014).** Effects of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on citrus quality under nature conditions. *Southwest China J. Agric. Sci.* 27, 2101–2105. doi: 10.16213/j.cnki.scjas.2014.05.067
- **Zhang, X., Li, W., Fang, M., Jixian, Y., and Meng, S. (2016).** Effects of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on carbon and nitrogen distribution and grain yield and nutritional quality in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Sci. Food Agric.* 97, 2919–2925. doi: 10.1002/jsfa.8129
- **Zheng, C.D., LI, G., LI, H.Q., XU, X.J., GAO, J.M., ZHANG, A.L.(2010).**DPPH scavenging activities and structure-activity relationships of phenolic compounds. Nat Prod Commun, 5, 1759-1765.
- **Zhu, X. C., Song, F. B., and Xu, H. W. (2010b).** Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthetic characteristics of maize under low temperature stress. Acta Ecol. Sin. 21, 470–475. doi: 10.1556/AAgr.51.2003.3.13.
- **Zhu, X. C., Song, F. B., Liu, S. Q., and Liu, F. L. (2016).** Arbuscular mycorrhiza improve growth, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency in wheat grown under elevated CO2. *Mycorrhiza*26, 133–140. doi: 10.1007/s00572-015-0654-3

المواقع الإلكترونية:

- **www.planthealthcare.en-**

الملاحق

الملحق 1: المنحنى القياسي للغلوكوز لتقدير الكربوهيدرات



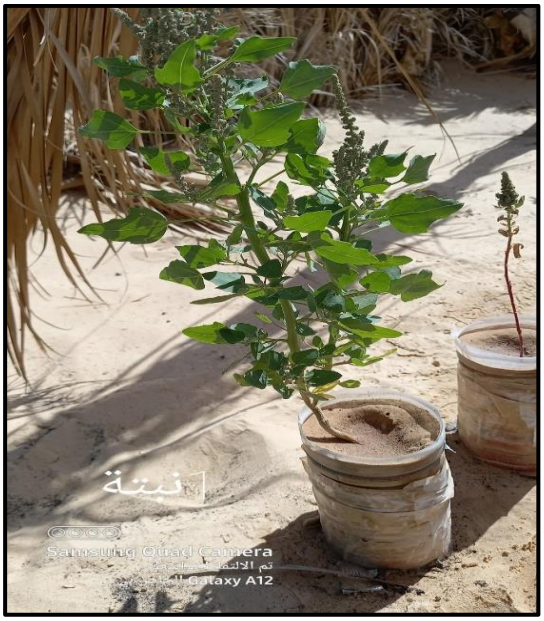
الملحق 2: معلومات حول بعض الأجهزة المستعملة في العمل

	جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotomètre SHIMADZU CORPORATION MODEL UV mini-1240 CAT. No. 206-24000-38 SERIAL NO. A 10934603363 CD 220 - 240 V ~ 50 / 60 Hz 160 VA MADE IN JAPAN
	حاضنة Etuve LAB TECHASIA PTE. LTD. ISO 9001 CERTIFIED MODEL LIB-060M Volts 220V 50 HZ Watts 200W / 1A SERIAL NO. 08061323
	ميزان حساس:
	حمام مائي:

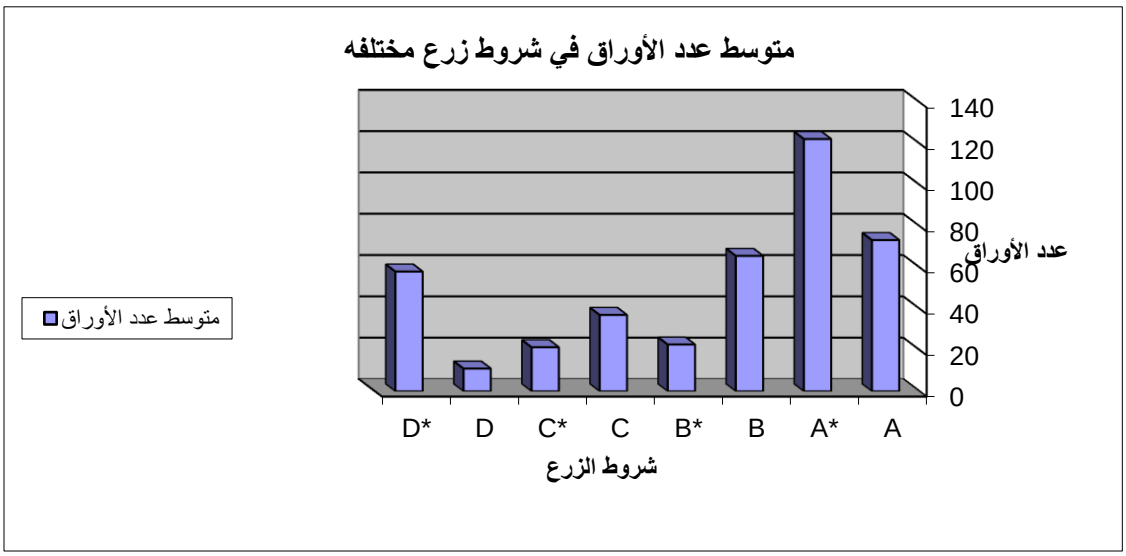
الملحق 3:

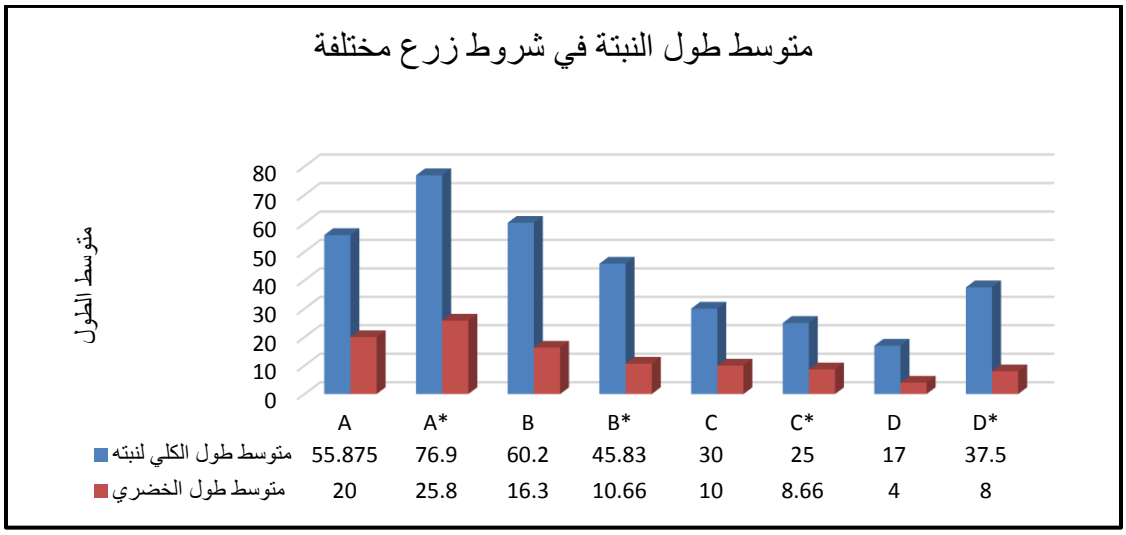
Samsung Quad Camera
Galaxy A12

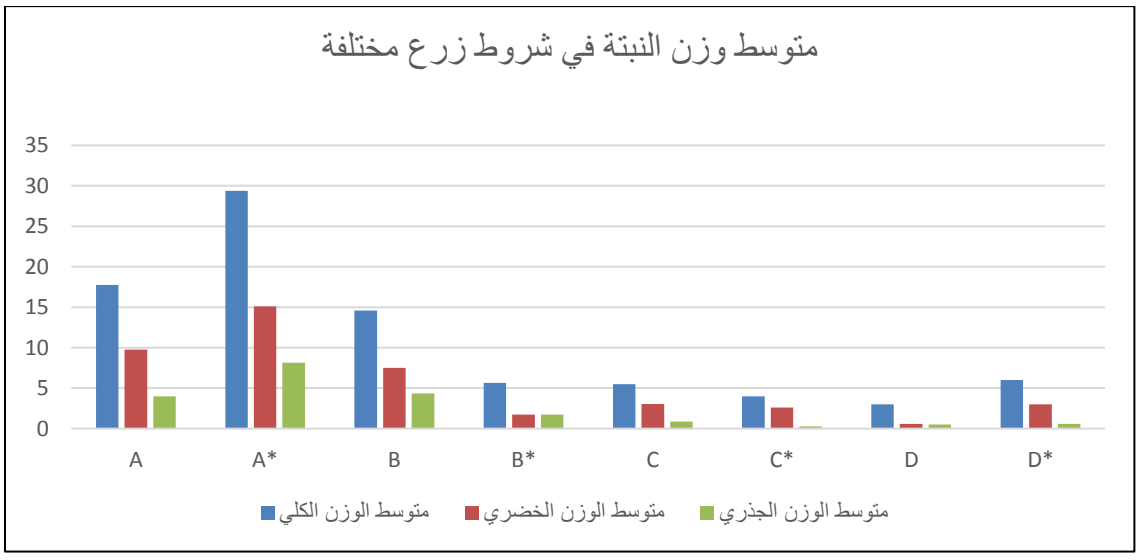
0.100
g
ON
OFF
MODE
CAL
SET
M
PRINT
TARE

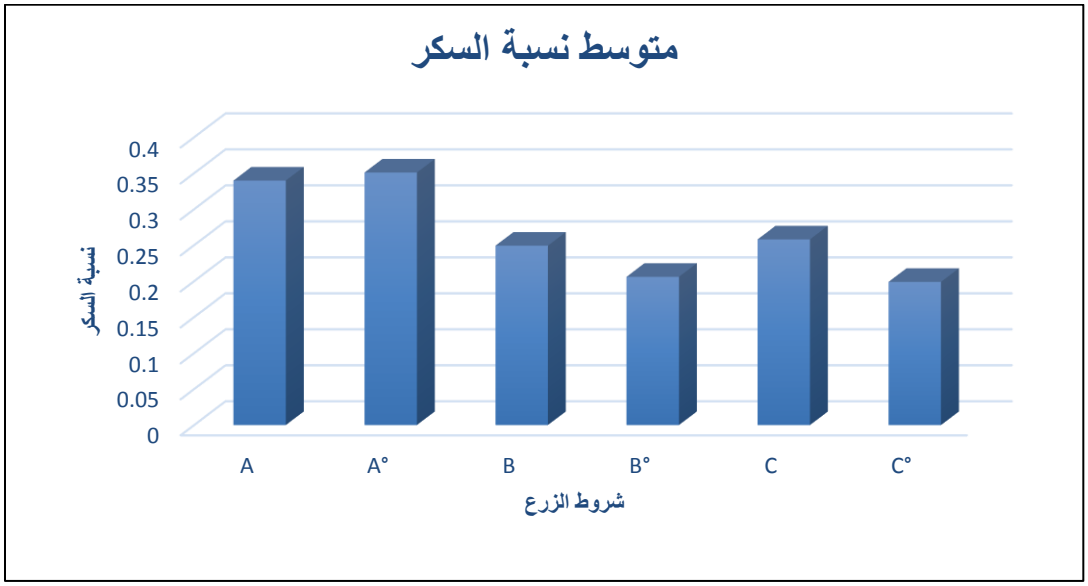

نبتة
Samsung Quad Camera
Galaxy A12

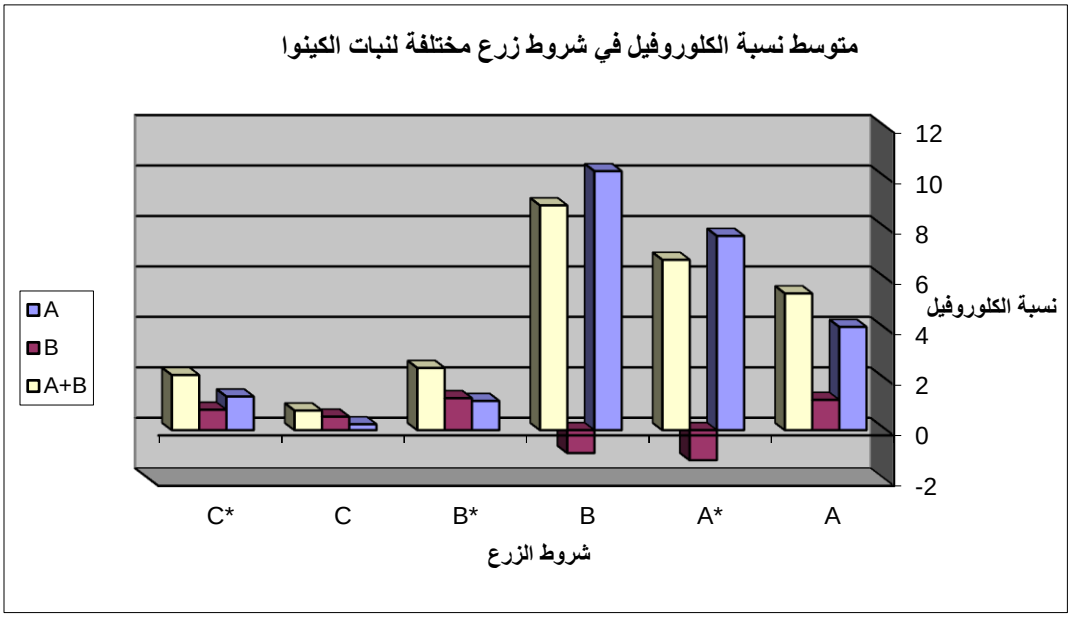
الملحق 4: أعمدة نسبة قياس طول ووزن وعدد أوراق ونسبة الكلوروفيل والسكريات لنبات الكينوا

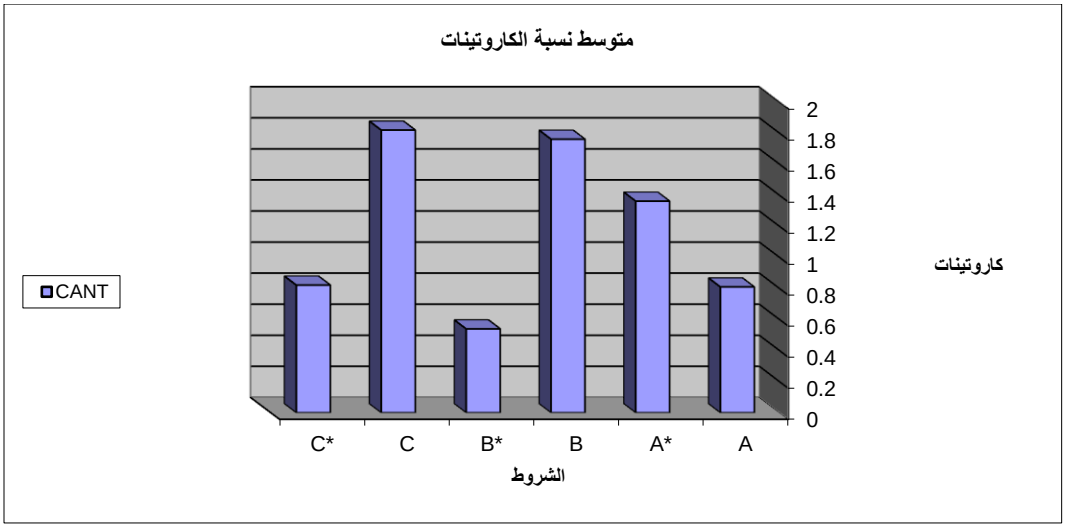







متوسط نسبة السكر
نسبة السكر
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
A
A°
B
B°
C
C°
شروط الزرع


متوسط نسبة الكلوروفيل في شروط زرع مختلفة لنبات الكينوا
A
B
A+B
12
10
8
6
4
2
0
-2
نسبة الكلوروفيل
C*
C
B*
B
A*
A
شروط الزرع


متوسط نسبة الكاروتينات
CANT
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
كاروتينات
C*
C
B*
B
A*
A
الشروط