مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (4) العدد (8) 2020

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (4) No. (8) 2020

تأثير إضافة مستويات متزايدة من السماد المعدني مع التلقيح ببكتريا Azospirillumsp. و Pseudomonassp.(بشكل مفرد ومزدوج)على إنتاجية الذرة الصفراء السكرية

د. عيسى كبيبو *

د. أمجد بدران **

مها نورالدين حليبية***

(تاريخ الإيداع 15 /9 / 2020 . قُبل للنشر 5 / 11 / 2020)

□ الملخّص □

أجري البحث في محطة بحوث الصنوبر في اللاذقية و تم قبل الزراعة في حزيران –2019 تلقيح التربة وحبوب الذرة الصفراء السكرية صنف فيحاء ببكتريا *Azospirillum* sp. المثبتة للآزوت الجوي وبكتريا *Pseudomonas* sp. المذيبة للفوسفات وتم التلقيح المزدوج بكلا النوعين أيضاً مع إضافة مستويات متزايدة من السماد المعدني الآزوتي و الفوسفوري وفق معادلة مقترحة.

درس تأثير التلقيح البكتيري مع المستويات المختلفة من التسميد المعدني على إنتاجية الذرة الصفراء السكرية، حيث كانت مستويات التسميد المعدني الآزوتي والفوسفوري (0–50–67–83–100)% من الاحتياجات المقررة وعادلت هذه المستويات الكميات التالية من N:P2O5 وعلى التتالي (0:0، 137:107، 183:143، 227:177، 273:213)كغ/هكتار.

دلت النتائج أن أعلى إنتاجية للعرانيس الطازجة مع أغلفتها كانت عند تلقيح التربة وحبوب الذرة الصفراء ببكتريا *Azospirillum* sp. مع إضافة 273 كغ آزوت/هكتار و 213 كغ P2O5/هكتار، وقد بلغت الإنتاجية 13.94 طن/هكتار.

وقد زادت الإنتاجية في المعاملة التي لقحت ببكتريا *Azospirillum* sp. وسمدت بمقدار 100% من الاحتياجات السماديةالآزوتية والفوسفورية المقررة وفق المعادلة المقترحة مقارنة مع المعاملة الأعلى إنتاجية من بين معاملات مستويات التسميد المعدني و الغير ملقحة (NP67–M0) بمقدار 16.3%.

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء السكرية ، صنف فيحاء، *Azospirillum* sp.، *Pseudomonas* sp.، معادلة سماديةمقترحة، أسمدة آزوتية و فوسفورية.

* أستاذ دكتور في قسم علوم التربة والمياه–كلية الزراعة–جامعة تشرين–اختصاص ميكروبيولوجيا التربة وخصوبتها.

** دكتور في مديرية الزراعة– اختصاص علوم تربة ومياه.

*** طالبة دكتوراه في قسم علوم التربة والمياه–كلية الزراعة–جامعة تشرين.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (4) العدد (8) 2020

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (4) No. (8) 2020

Effect increasing levels of fertilizers and incolution with Azospirillumsp. and Pseudomonas sp. (individually and together) on yield of sweet maize

Dr. Issa Kabibo*
Dr. Amjad Badran**
Maha Halebia***

(Received 15 / 9 / 2020 . Accepted 5 / 11 / 2020)

□ ABSTRACT □

The research was carried out at Alsnobar research station in Lattakia.

Inoculation soil and seeds of sweet maize (Fyhaa) was conducted with Azospirillum sp. (fixing nitrogen) and Pseudomonas sp.(solubilizing phosphate) individually and together.

The inoculation was at increasing levels of nitrogen and phosphorus fertilizer needs based on suggested equation.

The levels of nitrogen and phosphorus fertilizers was (0, 50, 67, 83, 100)% of full nutrients needsi.e: (0:0, 137:107, 183:143, 227:177, 273: 213) kg N:P2O5/hectare.

The results indicated that inoculation with *Azospirillum* sp. with 273:213 kg N: P2O5/hectare has the better effect on yield of fresh cobs of sweet maize which was reached to 13.94 ton/hectare.

The yield in treatment (NP100-AZ) has increased by 16.3% compared to treatment of 67% of full needs with out any biofertilizer (NP67-M0) which has the highest yield of control fertilizer treatment .

Key words: sweet maize, Fyhaa, *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp. , suggested fertilizer equation, nitrogen and phosphorus fertilizer.

المقدمة:

في إطار السعي المتزايد للحصول على الغذاء وتأمين الاحتياجات الغذائية للأفراد، وفي ظل العقوبات الاقتصادية التي تمارس على سورية بين الفينة والأخربمن المهم العمل على تحقيق الاكتفاء الذاتي، وتحقيق الأمن الغذائي المحلي من خلال العمل على زيادة الإنتاجية من جهة، وتخفيض متطلبات الإنتاج من جهة أخرى.

ولجأت حديثاً معظم دول العالم المتقدم إلى الاعتماد على الأسمدة الحيوية(Ramirez and Mellado., 2005) لتكون بديلاً آمناً عن جزء من الأسمدة المعدنية المرتفعة الثمن، بحيث لا يتأثر الإنتاج سلباً بل ويحسنه في بعض الأحيان، ولأنها تلعب دوراً كبيراً في التنمية المستدامة للبيئة وتعد بذات الوقت صديقة للبيئة(Mohammadi and Sohrabi., 2012).

وقد بينت العديد من الدراسات أهمية التلقيح الحيوي لتحقيق إنتاجية مرتفعة في المحاصيل والنباتات المختلفة(ظاهر،2012)(Zaki*et al*., 2012) (Naiman*et al*., 2009) (Rodriguez and Fraga, 1999).

وتستطيعبكتريا *Pseudomonas* إذابة الفوسفور المثبت(Rodriguez and Fraga, 1999) (Widawati, 2011)،وإنتاج مواد مشجعة للنمو (Reetha*et al*., 2014)،وأظهرت العديد من الدراسات أهمية هذه البكتريا في زيادة الإنتاجية للمحاصيل المختلفة (Rodriguez and Fraga, 1999).

وتقوم الأنواع البكتيرية المشجعة للنمو النباتي بدورها– في بعض الحالات– من خلال التثبيت الحيوي للآزوت، أو الإرجاع الأنزيمي للآزوت الجوي إلى أمونيا بواسطة أنزيم النتروجيناز(Pedraza, 2008).

ومن الأحياء الدقيقة المثبتة للآزوت الجوي البكتريا التابعة لجنس *Azospirillum*،والتي لها تأثيرات إيجابية تتعدى تثبيت الآزوت الجوي إلى تشكيل وإنتاج الهرمونات النباتية واختزال النترات وتعزيز امتصاص العناصر الغذائية، مما أدى إلى زيادة الإنتاجية في العديد من المحاصيل (Naiman*et al*., 2009)(RaoandCharylu2005.,)،ويوجد العديد من الدراسات أشارت إلى دور أنواع مختلفة منها في إذابة الفوسفور المثبت(El–Komy, 2005).

وسيتم في هذا البحث دراسة تأثير التلقيح ببكتريا .*Pseudmnas* sو .*Azspirillium* sp كل على حدا، ومع بعضها البعض على إنتاجية الذرة الصفراء بوجود مستويات متزايدة من التسميد المعدني وفق معادلة مقترحة.

أهمية البحث:

تكمن أهمية هذه الدراسة في إمكانية إيجاد لقاح حيوي بحيث يكون بديلاً عن جزء من الأسمدة الآزوتية والفوسفورية، أي تخفيض تكلفة التسميد والتي تشكل عبئاً اقتصادياً على المزارع من جهة، وتخفيض عبء التلوث البيئي الناتج عن استخدام الأسمدة الكيميائية من جهة أخرى، مع الحصول على أعلى إنتاجية ممكنة من وحدة المساحة.

أهداف البحث:

دراسة تأثير إضافة البكتريا المذيبة للفوسفات والبكتريا المثبتة للآزوت الجوي علىإنتاجية نبات الذرة الصفراء بوجود مستويات متعددة من التسميد المعدني الآزوتي و الفوسفوري .

طرائق العمل:

المادة النباتية:

الذرة الصفراء السكريةsaccharata*Zea mays*صنف فيحاء، مصدرها إدارة بحوث المحاصيل الزراعية في البحوث العلمية الزراعية.

طريقة الزراعة:

تمت الزراعة في حفر على خطوط المسافة بينها 70سم ، و البعد بين الحفر 25سم، بمعدل حبتين في كل حفرة فردت فيما بعد، مع العلم أن مساحة القطعة التجريبية الواحدة بلغت 10.5 م^2 .

العزلتين البكتيريتين المستخدمتين:

استخدمتعزلة بكتيرية لبكتريا مثبة للآزوت الجوي .*Azospirillum* sp و عزلة أخرى لبكتريا مذيبة للفوسفات .*Pseudomonas* sp وقد تم الحصول عليهما وعزلهما في بحث الماجستير(حليبية ،2016) و ثم حفظهما في هيئة الطاقة الذرية.

البيئات الغذائية المستخدمة في إكثار اللقاح:

تم استخدام بيئة حمض الماليك السائلة (Dobereiner's malic acid)معNH4Cl بمعدل 1غ/ ل (Mishra and Dadhich, 2010) لمدة عدة أيام حيث وصلتالكثافة إلى 10^9 × 2.6 خلية بكتيرية/ مل بالنسبة للبكتريا المثبتة للآزوت الجوي .*Azospirillum* sp.

استخدمت بيئة pikovskaya السائلة (محمود، 1988) (HIMEDIA[1], 2011) لتنمية و إكثار البكتريا المذيبة للفوسفات .*Pseudomonas* sp وقد وصلت الكثافة في اللقاح المستخدم إلى 9.6×10^9 خلية بكتيرية/ مل.

اختبار نمو العزلة البكتيرية المثبتة للآزوت الجوي على بيئة آجار Pikovskaya:

تمت زراعة العزلة البكتيرية لبكتريا .*Azospirillium* sp على بيئة آجار Pikovskaya فتبين قدرتها على النمو في هذه البيئة هذا يعني لهذه البكتريا أيضاً القدرة على إذابة الفوسفات .

طريقة إضافة اللقاح:

أضيف اللقاح الحيوي إلى التربة قبل الزراعة ب 6 أيام بمعدل 31.5 مل لكل قطعة تجريبية بعد أن مزجت مع الماء، أما في المعاملات ذات التلقيح المزدوج فقد أضيف إليها 31.5 مل من كل لقاح.

وكذلك نقعت حبوب الذرة الصفراء المعقمة في اللقاح البكتيري بعد وضعها في وعاء زجاجي يحوي محلول مائي سكري بتركيز 14 % – مغلي ومبرد– لمدة نص ساعة.

التحاليل التي تم إجراؤها على التربة:

تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة وفق الطرائق التالية (الزعبي وآخرون، 2013): الفوسفور المتاح وفق مورفي على جهاز السبيكترو، أما الآزوت المعدني بالاستخلاص بكلوريد البوتاسيوم و إضافة خلطة ديفاردا

[1]اسم شركة مصنعة للبيئة المتخصصة بالبكتريا المذيبة للفوسفات وقد تم استخدامها لمكاثرة هذه البكتريا.

والقراءة على جهاز التحليل الآلي –سكالار، وقيس البوتاسيوم المتاح بالاستخلاص بكلوريد الأمونيوم ثم القراءة على جهاز اللهب، وقدرت المادة العضوية بالمعايرة ووفق طريقة وولكي وبلاك، وقدرت السعة التبادلية الكاتيونية(CEC) بطريقة أسيتات الأمونيوم والقراءة على جهاز اللهب، وكربونات الكالسيوم بالمعايرة، أما درجة الحموضة فقرأت في مستخلص 5:1 علىجهازpH، والناقلية الكهربائية (EC) قرأت في مستخلص 5:1 علىجهازEC. أما الكثافة الظاهرية فقدرت بطريقة الأسطوانة، والتحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر.

تقدير الإنتاجية: وزنت العرانيس الطازجة مع أغلفتهاعند الحصاد وقدرت الإنتاجية ب طن/هكتار.

المعادلة المعتمدةلحساب الكميات الواجب إضافتها من الأسمدة المعدنية الآزوتية والفوسفورية:

تختلف إدارة العناصر الغذائية المضافة إلى التربة حسب متطلبات المحصول المزروع وحالة العنصر في التربة وحسب نوع الترب (معدنية أو عضوية)(Warncke*et al.*, 2009).

و قد اعتمد على المعادلة التالية لتحديد الكمية الواجب إضافتها من السماد الآزوتيوالفوسفوري((Antoniadis *etal.*, 2013:

$$N = NP - NS / FE$$

وهذه المعادلة مأخوذة بالإطار العام مع بعض التعديلات كإضافة المصادر الأخرى للعنصر الغذائي في التربة مثل السماد العضوي الذي ستتم إضافته)

حيث أن:

N: هي كمية العنصر الغذائي (الآزوت أو الفوسفور) الواجب إضافتها إلى هكتار مقدرة ب كغ

NP: هي كمية العنصر الغذائي التي يحتاجها نبات الذرة السكرية للوصول إلى إنتاجية معينة من العرانيس وهي تتعلق بعدد النباتات و الإنتاجية و الأوزان الجافة للنباتات وتراكيز العناصر الغذائية فيها.

NS: كمية العنصر التي ستتوفر للنبات خلال موسم النمو من المصادر المختلفة (الآزوت الموجود في التربة أصلا و الآزوت المتوفر من معدنة المادة العضوية خلال موسم النمو، السماد العضوي الذي سيضاف و مياه الري وبقايا المحصول السابق إن وجدت)

FE: كفاءة استخدام العنصر الموجود في السماد المعدني المضاف

إذاًووفقاً لما سبقولتحاليل التربة كانت معاملات التسميد المعدني كما يلي:

- المعاملة NP100 أضيفت لها كامل الاحتياجات السمادية المقترحة–100% من الاحتياجات المقترحة– من الآزوت والفوسفور وهي تعادل N:P2O5 = 273:213 كغ/هكتار.
- المعاملة NP83 أضيفت لها 83% من الاحتياجات السمادية المقترحة من الآزوت والفوسفور وهي تعادل N:P2O5 = 227:177 كغ/هكتار.
- المعاملة NP67 أضيفت لها 67% من الاحتياجات السمادية المقترحة من الآزوت والفوسفور وهي تعادل N:P2O5 = 183:143 كغ/هكتار.
- المعاملة NP50 أضيفت لها 50% من الاحتياجات السمادية المقترحة من الآزوت والفوسفور وهي تعادل N:P2O5 = 137:107 كغ/هكتار.
- المعاملة NP0 وهي معاملة الشاهد لم يضف لها شيئاً من الاحتياجات السمادية المقترحة من الآزوت والفوسفور .

وقد تمت إضافة الآزوت على شكل يوريا 46%، و الفوسفور على شكل سوبر فوسفات 46%

إضافة السماد البوتاسي:

أضيف السمادالبوتاسياعتماداً على تحليل التربة والسعة التبادلية الكاتيونية (Warnck and Dahl., 2003) و قد أضيف كامل الاحتياج من البوتاسيوم إلى جميع المعاملات.وقد أضيف على شكل سلفات بوتاسيوم 50%.

مواعيد إضافة السمادالمعدني:

تمت إضافة الاحتياجات السمادية من الفوسفور و البوتاسيوم قبل الزراعة ، أما الاحتياج من الآزوت فقد أضيف على ثلاث دفعات (5/1 الكمية عند الزراعة ،5/2 في مرحلة 4-6 أوراق، 5/2 في مرحلة 10-12 ورقة (Nathan and Stecker, 1999).

تصميم التجربة:

استخدم تصميم القطع المنشقة في قطاعات عشوائية كاملة، العامل الرئيسي هو مستويات التسميد المعدني (0-50-67-83-100)% من الاحتياجات الموصى بها وفق المعادلة المقترحة، أما العامل الثانوي (القطع المنشقة) فهو التسميد الحيوي ببكتريا*Azospirillum* .sp(AZ) أو *Pseudomonas* sp. (PS) أو كليهما (AZ-PS).

التحليل الإحصائي:

تم استخدام برنامج CoStat و اختبار Duncan وفق مستوى معنوية 5% لدراسة الفروق المعنوية بين المعاملات.

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المزروعة.

الجدول (1): الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة المزروعة

الفوسفور المتاح	الآزوت المتاح	البوتاسيوم المتاح			المادة العضوية	pH	EC	الكثافة الظاهرية	CaCO3
P (ppm)	N (ppm)	K (ppm)			OM%		ديسيسيمنوس/م	غ/سم^3	%
		قطاع1	قطاع 2	قطاع 3					
14	12.5	159	275	107	0.6	7.9	0.67	1.16	29
CEC		التحليل الميكانيكي التربة رملية طينية لومية							
م م/100 غ تربة جافة تماما		رمل%		سلت%		طين%			
35		59		13		28			

تأثير مستويات التسميد المعدني على الإنتاجية:

يظهر الجدول(2) عدم وجود فروق معنوية في الإنتاجية بين مستويات التسميد المعدني العليا (67-83-100)% من الاحتياجات الموصى بها وفق المعادلة ، وهذا يعني أن 67% من الاحتياجات المقررة كانت كافية لتؤمن كامل حاجة النبات من عنصري الآزوت والفوسفور. وقد بلغت الإنتاجية في هذه المستويات على التتالي 9.62 و 11.04 و 11.31 طن/هكتار.

و لم يكن هناك فروقاً معنوية بين المعاملة التي أضيف إليها 50% من الاحتياجات – وفق المعادلة المقترحة –من الأسمدة الفوسفورية و الآزوتية بدون لقاح بكتيري (NP50-M0) وبين معاملة الشاهد الصفري(NP0-M0) ، حيث بلغت الإنتاجية 8.75 و 6.69 طن/هكتار على التتالي.

ويلاحظ زيادة الإنتاجية بشكل واضح في المعاملة التي أضيف لها 67% من الاحتياجات المقترحة بمقدار 69.7% مقارنةً مع الشاهد (NP0)، في حين أن الزيادة كانت منخفضة والفروق لم تكن معنوية عند إضافة كافة الكمية المقترحة (NP100) والتي تعادل إضافة 272.9 كغ آزوت /هكتار مقارنة مع معاملة التسميد NP67 والتي تعادل إضافة 182.8كغ آزوت/هكتار، حيث بلغت هذه الزيادة 17.6% فقط. وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Oktem*et al*., 2010) من أن زيادة سريعة في الإنتاجية من العرانيس الطازجة للذرة السكرية حصلت من الشاهد وحتى المعاملة ذات 120 كغ آزوت/هكتار، بينما كانت معدلات الزيادة بطيئة بين 200 و 360 كغN/هكتار.

إذا حصلت زيادة في كمية الإنتاج مع زيادة التسميد المعدني في المجال المدروس أي وفق كميات متزايدة من التسميد المعدني،وهذا يتفق مع ماتوصلإليه(Muhumed*et al*.2014)، لكن لم تكن هناك فروقاً معنوية بين قيم الإنتاجية بعد NP67.

أي أن كمية 67% من الاحتياجات المقررة (142.9 كغ / هكتار P2O5 و 182.8 كغ آزوت / هكتار) كانت كافية لعدم إحداث فروق معنوية في الإنتاجية مقارنة مع المعاملة التي أضيف لها100% من الاحتياجات المقترحة، ولكن الزيادة في الإنتاجية في المعاملة NP100بلغت 17.6 % مقارنة مع NP67، وهي نسبة لا يمكن إهمالها.

الجدول(2): متوسط الإنتاجية للمعاملات وفق مستويات التسميد المعدني المختلفة.

المعاملة	الإنتاجية (طن /هكتار)	الفروق المعنوية
NP100	11.31	a
NP83	11.04	a
NP67	9.62	ab
NP50	8.02	bc
NP0	5.67	c
LSD0.05= 2.47		
المعاملات التي تحمل نفس الأحرف لا توجد بينها فروق معنوية		

تأثير التسميد الحيوي بالنوعين البكتيريين على الإنتاجية:

يبين الجدول (3) تأثير التسميد الحيوي على متوسط الإنتاجية، ويتضح من الجدول عدم وجود فروق معنوية بين معاملة التلقيح بالبكتريا المثبتة للآزوت.*Azospirillium* sp و بين معاملة التلقيح بالبكتريا المذيبة للفوسفات .*Pseudomonas* sp وبينهما وبين المعاملة الشاهد التي لم يضف لها أي لقاح حيوي (M0).

الجدول(3): متوسط الإنتاجية للمعاملات وفق اللقاحات البكتيرية المضافة.

المعاملة	الإنتاجية(طن/هكتار)	الفروق المعنوية
AZ	9.68	a
PS	9.60	a
M0	9.19	ab
AZ+PS	8.1	b
LSD0.05= 1.35		
المعاملات التي تحمل نفس الأحرف لا توجد بينها فروق معنوية		

أي لم يكن هناك فروقاً معنوية في الإنتاجية نتيجة تأثير اللقاحات الحيوية كلا على حدا مقارنة مع معاملة الشاهد، حيث بلغ متوسط الإنتاجية في المعاملات المعاملة ببكتريا .Azospirillum sp 9.68 طن/هكتار ، وبلغ في المعاملات المعاملة ببكتريا .Pseudomonas sp 9.60 طن /هكتار وفي المعاملات الشاهد بلغ المتوسط 9.19 طن / هكتار وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Naiman*et al.*, 2009) من أن التلقيح ببكتريا *Azospirillumbrasilense* أو بكتريا *Pseudomonas flourescens* لم يكن له تأثيراً معنوياً في الإنتاجية الحبية للقمح لكنه أدى إلى زيادة في الإنتاجية.

وقد بلغت الزيادة في الإنتاجية في معاملة التلقيح ببكتريا .*Azospirillum* sp وفي معاملة التلقيح ببكتريا .*Pseudomonas* sp، 5.33% و 4.46% على التتالي مقارنة مع معاملة الشاهد غير الملقحة، وهذا يتفق مع ما توصل إليه(Pereiera*et al.*, 2020) من أن التلقيح ببكتريا *Pseudomonas flourescens* كان له تأثير مقاس كمياً قليل على الإنتاجية الحبية للذرة الصفراء.

لكن تفوق التلقيح ببكتريا *Azospirillum*والتلقيح ببكتريا *Pseudomonas* على التلقيح المزدوج بكلا النوعين البكتيريين ربما يعود ذلك إلى تشابه المتطلبات الغذائية لهذين النوعين البكتيريين وبالتالي حصول منافسة بينهما على الموارد الغذائية الموجودة.

وأدى التلقيح بالنوعين البكتيريين إلى انخفاض الإنتاجية في الذرة السكرية بمقدار 11.86% مقارنة مع الشاهد غير الملقح ولكن لم تكن بين هاتين المعاملتين(AZ+PS و M0) أي فروق معنوية واضحة وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Mohammadi*et al.*, 2017)عند التجربة الحقلية لسنة واحدة على نبات الذرة الصفراء، وربما هذا يؤيد فكرة أن معرفة التأثير الحقيقي التراكمي للأسمدة الحيوية يستوجب الزراعة لأكثر من عام للوصول إلى تأثيرها الحقيقي بعد تكاثرها وانتشارها في التربة.

تأثير التفاعل بين مستويات التسميد المعدني والحيوي على الإنتاجية:

بلغت أعلى إنتاجية عند إضافة 100% من الاحتياجات السماديةالموصى بها وفق المعادلة المقترحة مع إضافة البكتريا المثبتة للآزوت الجوي (NP100-AZ) حيث بلغت الإنتاجية 13.94 طن/هكتار.

و يبين الجدول (4) أنه لم يكن هناك فروقاً معنوية في الإنتاجية بين هذه المعاملة و المعاملات : NP83-PSو NP100-PS و NP67-M0و NP100-AZ-PS و التي بلغت إنتاجيتها(12.97، 12.29، 11.99، 11.18) طن/هكتار على التتالي .

يمكن أن يعود تفوق المعاملة NP100-AZ(المعاملة التي أضيف لها100% من الاحتياجات السمادية مع البكتريا المثبتة للآزوت *Azospirillum* sp.) إلى دور هذه البكتريا في تثبيت الآزوت الجوي و إتاحة الفوسفور؛بالإضافة إلى دورها المهم في إنتاج مواد مشجعة للنمو(Mishra and Dadhich., 2010) بوجود نسبة جيدة من السماد المعدني. أي يعود السبب في تفوقها إلى التفاعل بين العاملين (التسميد المعدني والحيوي معاً) لأنه كما يبين الجدول (2) لا توجد فروق معنوية بين مستوى التسميد هذا ومستويات التسميد المعدني 83% و 67% وكذلك يوضح الجدول(3) أنه لاتوجد فروق معنوية عند التلقيح الحيوي بالآزوسبيريللوم وبين التلقيح بالبسيدوموناس أو التلقيح بالنوعين أو عدم التلقيح؛ هذا يعني أن تفوق هذه المعاملة لا يعود لأي من العاملين بشكل مفرد وإنما بسبب التفاعل بينهما وهذا يبينه تفوق الإنتاجية في هذه المعاملة مقارنة مع المعاملة NP100-M0 أي التي أضيف لها 100% من الاحتياجات السمادية وبدون إضافة أي لقاح حيوي حيث بلغت فيها الإنتاجية 7.83 طن/هكتار(جدول 4). وهذا يتوافق مع ما توصل إليه(Galindo *et al.*, 2019) من أن رفع معدل الآزوت المعدني حتى 200كغ/هكتار مع لقاح *Azospirillumbrasilense* زاد من الإنتاجية الحبية للذرة الصفراء.

الجدول(4): الإنتاجية الطازجة للعرانيس مع أغلفتها

المعاملة	الإنتاجية (طن/هكتار)	الفروق المعنوية
NP100-AZ	13.94	a
NP83-PS	12.97	ab
NP100-PS	12.29	abc
NP67-M0	11.99	abc
NP100-AZ-PS	11.18	abcd
NP83-M0	10.68	bcde
NP83-AZ-PS	10.33	bcdef
NP67-AZ	10.24	bcdef
NP83-AZ	10.17	bcdef
NP50-AZ	9.44	cdefg
NP50-M0	8.75	defg
NP67-PS	8.21	defg
NP67-AZ-PS	8.04	defg
NP100-M0	7.83	efg
NP0-PS	7.37	fgh
NP50-PS	7.18	fghi

NP50-AZ-PS	6.72	ghi
NP0-M0	6.69	ghi
NP0-AZ	4.596	hi
NP0-AZ-PS	4.037	i
LSD0.05=3.022		
المعاملات التي تحمل نفس الأحرف لا توجد بينها فروق معنوية		

ويلاحظ أن إضافة البكتريا المذيبة للفوسفات.sp *Pseudomonas* كان له تأثيراً إيجابياً ومعنوياً مقارنةً مع عدم إضافتها في المعاملات التي أضيف لها 100% من الاحتياجات السماديةالآزوتية والفوسفورية أي في المعاملات التالية: NP100-PS و NP100-AZ-PS مقارنة مع NP100-M0، وهذا لا يعود إلى نسبة التسميد المرتفعة فقط وإنما لدور هذه البكتريا بوجود كمية كافية من السماد المعدني (أي بسبب التفاعل بين العاملين المعدني والحيوي) في التقليل من فقدان الفوسفور بالتثبيتمن جهة،وبسبب دورها في إفراز مشجعات النمو من جهة أخريكالأوكسينات وحمض الاندول الخلي (Reetha*et al.*, 2014) .

إن تأثير البكتريا لم يكن كافياً ليظهر فروقاً معنوية في الإنتاجية المعاملة التي أضيف لها 83% من الاحتياجات السمادية، حيث لم تظهر فروقاً معنوية بين المعاملات NP83-PS و NP83-AZ و NP83-AZ-PS و NP83-M0، إلا أنه هناك زيادة واضحة في الإنتاجية بين المعاملة NP83-PSوباقي المعاملات حيث بلغت هذه الزيادة 27.5% مقارنة مع المعاملة التي أضيف لها 83% من الاحتياجات السمادية ولقحت ببكتريا *Azospirillum* sp. (NP83-AZ)، وبلغت 25.6% مقارنة مع المعاملة التي أضيف لها 83% من الاحتياجات السمادية المقترحة ولقحت بالنوعين البكتيريين .sp *Azospirillum* و .sp *Pseudomonas*(NP83-AZ-PS)، وكانت هذه الزيادة 21.4% مقارنة مع المعاملة غير الملقحة (NP83-M0)، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه(Khorshidi*et al.*, 2011) من أن أعلى إنتاجية في الرز كانت عند التلقيح ببكتريا *Pseudomonas* بدون إضافة بكتريا *Azospirillum*.

- يعود تفوق المعاملة NP83-PS (12.97 طن/هكتار)على جميع المعاملات ذات نسبة التسميد المعدني 50% و 0% بشكل رئيسي إلى نسبة التسميد وليس إلى اللقاح البكتيري (الجدول 2).

وقد زادت الإنتاجية في المعاملتينNP83-AZو NP67-AZ بنسبة مقارها 29.9% و 30.8% على التتالي أعلى مقارنة مع المعاملة NP100-M0،وهذا يتوافق مع ما توصل إليه(Kapulnik*et al.*, 1982) من أن الإنتاجية بوجود مستويات متوسطة من الآزوت مع التلقيح ببكتريا *Azospirillum* كانت أفضل من الإنتاجية عند المستويات العالية من الآزوت وبدون تلقيح، وقد بلغت الإنتاجية في المعاملتين 12.97 و 7.83 طن/هكتار على التتالي.

تفوقت المعاملة التي أضيف لها 67% من الاحتياجات المقررة وفق المعادلة والتي لم يضف لها أي لقاح حيوي(NP67-M0) على معاملات التسميد المعدني ذات المستويات (0-50-100)% من الاحتياجات السمادية، ولم يكن بينها وبين المعاملة ذات الإنتاجية الأعلى أي فروق معنوية، وهذا يعني أن نسبة 67% من الاحتياجات السمادية المقترحة كانت كافية لإعطاء إنتاجية مرتفعة وهي القيمة الأقرب إلى الاحتياجات الغذائية الفعلية لنبات الذرة الصفراء صنف فيحاء من بين المستويات المضافة و ضمن الظروف البيئية (الجو والتربة) للبحث؛ ولكنها لا تمثل الاحتياجات بدقة بما أنه أمكن الوصول إلى إنتاجية أعلى كماً في ظروف التجربة.

وقد يعود السبب في عدم موافقة الاحتياجات الغذائية الكاملة النظرية(NP100) للذرة الصفراء مع القيمة الفعلية للاحتياجات إلى الاختلاف في بعض البيانات المدخلة والمتعلقة بالصنف مثل الإنتاجية المتوقعة والأوزان الجافة واختلاف هذه البيانات حسب موعد الزراعة(Khan *et al.*, 2018)(غريبو وسيد عمر، 2010) مع عدم توفر بيانات كافية للصنف فيحاء عند زراعته في ظروف المنطقة تحديداً(المحددة بخصائص مناخية معينة و خصائص تربة معينة)، وكذلك بسبب تأثير درجات الحرارة على قيم الإنتاجية فدرجات الحرارة كانت مرتفعة جداً خلال موسم النمو مع رطوبة عالية؛فقد وصل متوسط درجات الحرارة العظمى الشهرية إلى 31.8 درجة مئوية في شهر آب في عام 2019، وبلغت أعلى قيمة عظمى مسجلة في اليوم 34 درجة مئوية (موقع الكتروني عالمي)[2] مع العلم أن درجات الحرارة المرتفعة خلال مرحلة امتلاء الحبوب تسبب انخفاض المادة الجافة الكلية والإنتاجية الحبية للذرة الصفراء(Apraku*et al.*, 1983) .

لم يكن هناك فروقاً معنوية في الإنتاجية بين المعاملة NP67-M0 والمعاملة NP83-M0 وقد بلغت الإنتاجية فيهما على التتالي(11.99 و 10.68)طن/هكتار.

- وإن عدم وجود فروق معنوية بين المعاملة التي أضيف لها 67% من الاحتياجات السمادية المقررة بدون تلقيح مقارنة مع المعاملة ذات الإنتاجية الأعلى التي أضيف لها 100% من الاحتياجات السمادية مع التلقيح ببكتريا .*Azospirillum* sp لا يعني أفضلية هذه المعاملة، على الرغم من أن كميات الأسمدة المستخدمة أقل ، لكن الزيادة في الإنتاجية بلغت 16.3% و الذي يحدد الأفضلية هنا في ظل عدم وجود دراسات للتأثير طويل الأمد للقاحات الحيوية هو تحليل التربة وحاجتها من الأسمدة و أسعار الأسمدة المستخدمة ومقارنتها مع الزيادة في الإنتاجية والربح الذي تحدثه هذه الزيادة.

- وكانلإضافة اللقاح الحيوي سواء البكتريا المثبتة للآزوت الجوي .*Azospirillum* sp أو البكتريا المثبتة مع البكتريا المذيبة للفوسفات .*Pseudomonas* sp تأثيراً سلبياً مقارنة معالشاهد غير المضاف إليه أيأسمدة معدنية(آزوتية وفوسفورية)أو لقاحات حيوية (NP0-M0) وقد انخفضت الإنتاجية في المعاملتين NP0-AZ و NP0-AZ-PS بمقدار 31.2% و 39.7% على التتالي مقارنة مع الشاهد (NP0-M0).

[2]https://www.tutiempo.net/clima/ws-400220.html

الاستنتاجات:

1- إن إضافة كافة الاحتياجات السمادية وفق المعادلة المقترحة أي N:P2O5 = 273:213 كغ/هكتار مع التلقيح ببكتريا *Azospirillum* sp. أعطى أعلى إنتاجية من العرانيس الطازجة مع أغلفتها وقد بلغت 13.94 طن/هكتار.

2- لم يكن هناك فروقاً معنوية بين المعاملة التي أضيف لها 67% من الاحتياجات المقررة وفق المعادلة السمادية والتي لم يضف لها أي لقاح بكتيري وبين المعاملة الأعلى إنتاجية (NP100-AZ)، إلا أن الزيادة في المعاملة الأعلى إنتاجية بلغت 16.3% مقارنة معها.

3- كان لإضافة البكتريا المذيبة للفوسفات والبكتريا المثبتة للآزوت الجوي كلاً على حدا أو مع بعضهما مع إضافة 100% من الاحتياجات المقررة تأثيراً إيجابياً ومعنوياً مقارنة مع عدم إضافة أي لقاح.

4- أدت إضافة اللقاحات البكتيرية المثبتة للآزوت الجوي *Azospirillum* sp. أو بشكل مختلط مع المذيبة للفوسفات (*Azospirillum* sp. و *Pseudomonas* sp.) عند عدم إضافة أي كمية من السماد المعدني في هذه الدراسة إلى انخفاض الإنتاجية بمقدار 31.2% و 39.7% على التتالي مقارنة مع الشاهد .

التوصيات:

1- الحصول على البيانات المتعلقة بالأوزان الجافة والإنتاجية لنبات الذرة الصفراء صنف فيحاء في الظروف البيئية المختلفة في سورية (تربة ومناخ) ودراسة المعادلة المقترحة في مواقع مختلفة والمقارنة بين نتائجها لمعرفة أفضل كميات الأسمدة الواجب إضافتها للحصول على أعلى إنتاجية ممكنة.

2- القيام بالتجارب الحيوية لمدة لا تقل عن السنتين لمعرفة الأثر التراكمي لإضافة اللقاحات الحيوية للتربة وتأثيرها على تخفيض كمية السماد المعدني.

3- القيام بالأبحاث المختلفة التي تقارن تأثير إضافة أنواع متعددة من اللقاحات الحيوية مع نسب مختلفة ومتدرجة من السماد المعدني وعلى المحاصيل المختلفة .

المراجع:

1- الخطيب ، السيد أحمد . 2007 ، *أساسيات خصوبة الأراضي و التسميد*، مصر، 497صفحة.

2- الزعبي، محمد منهل ؛ الحصني ، أنس المصطفى ؛ درغام ، حسان .2013، *طرائق تحليل التربة والنبات والمياه و الأسمدة* . وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ، 223 صفحة.

3- حليبية ، مها نور الدين . 2016، *عزل بعض الأحياء الدقيقة المذيبة للفوسفات والمثبتة للآزوت الجوي لاتكافلي أو اختبار تأثيرها على نمو نبات الذرة الصفراء* . رسالة ماجستير،جامعة تشرين. سورية.

4- ظاهر ، عبد الزهرة طه . 2012، *استخدام بكتريا Azospirillumirakense سماداً حيوياً للذرة البيضاء* . مجلة البصرة للعلوم الزراعية ، 25(1) ، 139-148.

5- غريبو ، غريبو أحمد . 2010، *تقييم إنتاجية ثلاثة طرز من الذرة الصفراء السكرية تحت تأثير مواعي دزراعة مختلفة* . المجلة العربية للبيئات الجافة ، 3(1) ، 4-11.

6- محمود ، سعد علي زكي .1988 ، الميكرو بيولوجيا التطبيقية العملية ، مصر.

7- Antoniadis , V; Anagnostopoulou, V; Theodorou, K; Koutroumbas, S. 2013.*Development of a Simplified Model for Nitrogen Fertilizer Recommendation for Maize, Wheat, and Sunflower in Northern Greece.Communications in Soil Science* and Plant Analysis, 44, 62-79.

8- Apraku, B, B; Tollenaar, M. 1983, *Effect of Temperature During Grain Filling on Whole Plant and Grain Yield in Maize (Zea mays L.).Canadian Journal of Plant Science*, 63, 357-363.

9- El-Komy, H, M. 2005,*Co immobilization of Azospirillumlipoferum and Bacillus migaterium for Successful Phosphorus and Nitrogen Nutrition of Weat Plants*. *Food Technol.Biotechnol*, 43(1), 19-27.

10- Fixen, P; Brentrup, F; Bruulsema, T; Garcia, F; Norton, R; Zingore; Sh.2014,*Nutrient fertilizer use efficiency: measurement, current situation and trends*, ISBN 979-10-92366-02-0.

11- Galindo, F,S; Filho, M,C,M; Buzetti, S; Santini, J,M,K; Alves, C,J; Megda, M,M; Nogueira, Th,A,R; Andreotti, M; Arf, O.2019,*Maize Yield Response to Nitrogen Rates and Sources Associated with Azospirillumbrasilens*. *Agronomy Journals*, 111(4), 1985-1997.

12- Kapulnik, Y; Sarigi, Sh; Nur, I; Okon, Y; Henis, Y.1982,*THE EFFECT OF AZOSPIRILLUM INOCULATION ON GROWTH AND YIELD OF CORN*, *Journal of Botany*, 31, 247-255.

13- Khan, A, A; Hussain, A; Ganai, M; Sofi, N; Hussain, S. T.2018,*Yield, nutrient uptake and quality of sweet corn as influenced by transplanting dates and nitrogen levels.Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 3567- 3571.

14- Khorshidi, Y. R; Ardakani, M. R; Ramezanpour, M, R; Khavazi, K; Zargari, K.2011, *Response of Yield and Yield Components of Rice (Oryza sativa L.) to*

Pseudomonas flouresence and Azospirillumlipoferum under Different Nitrogen Levels.American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 10(3), 387-395.

15- Mishra, B, K; Dadhich, S. K.2010,*Methodology of Nitrogen Biofertilizer Production. J. Adv. Dev. Res*., 1(1), 3-10.

16- Mohammadi, N. Kh; Pankhaniy, R, M; Patel, K, M; Rahmani, N.2017,*Effect of various levels of inorganic fertilizer and vermicompost with and without bio-fertilizer on growth, yield attributes and yield of sweet corn (Zea mays L. Saccharata). International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(5), 114-117.

17- Mohammadi, K; Sohrabi, Y.2012, *Bacterial biofertilizers for sustainable crop production. A review. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science,* 7(5), 307-316.

18- Muhumed, M, A; Jusop, Sh; Sung, Ch, T, B; Wahab; P, E, M; Panhwar, Q, A.2014, *Influence of NPK fertilizer rates and irrigation frequencies on the biomass and yield components of sweet corn (Zea mays L*.). Journal of Food, Agriculture & Environment, 12(2), 1308-1313.

19- Naiman , A, D; Latronico, A; Salamone, I, E, G.2009, *Inoculation of wheat with Azospirillumbrasilense and Pseudomonas fluorescens: Impact on the production and culturablerhizospheremicroflora. European Journal of soil,* No. 45, 44-51.

20- Nathan, M; Stecker, J.1999, *Soil Test Interpretations and Recommendation Guide Commercial Fruits, Vegetables and Turf* . College of Agriculture, Foodand Natural Resources. University of MissouriExtension, USA, 1-27.

21- Oktem, A;Oktem, A, G; Emeklier, H.Y.2010,*Effect of Nitrogen on Yield and Some Quality Parameters of Sweet Corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis* , 41, 832-847.

22- Pedraza, R, O.2008,*Recent advances in nitrogen-fixing acetic acid bacteria. International Journal of Food Microbiology*, 125. 25–35.

23-Pereira, N.C.M; Calindo, F, Sh; Gazola, R. P. D; Dupas, E; Rosa, P. A. L; Mortinho, E. S; Filho, C. M. T. 2020, *Corn Yield and Phosphorus Use Efficiency Response to Phosphorus Rates Associated With Plant Growth Promoting Bacteria. Frontiers in Environmental Science*,8(40), 1-12.

24- Ramirez, L,E,F; Mellado, J, C.2005,*Bacterial biofertilizer. Springer*,Netherland, 143-172.

25- Rao, K, V, B; Charyulu, P, B, B, N.2005, *Evaluation of effect of inoculation of Azospirillum on the yield of Setariaitalica (L.). African Journal of Biotechnology* ,4(9), 989-995.

26- Reetha, S; Bhuvaneswari, G; Thamizhiniyan, P; Mycin, T, R.2014,*Isolation of indole acetic acid (IAA) producing rhizobacteria of Pseudomonas fluorescens and Bacillus subtilis and enhance growth of onion (Allimcepa.L).International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*,3(2), 568-574.

27- RODRIGUEZ, H; FRAGA, R.1999,*Phosphate Solubilizing Bacteria and their Role in Plant Growth Promotion. Biotechnology Advances,* No.17, 319-339.

28- Warncke, D; Dahl, J; Jacobs, L.2009,*Nutrient Recommendations for Field Crops in Michigan*. Extension Bulletin E2904,USA, 1-35.

29-Warncke, D; Dahl, J.2003,*Nutrient Recommendations for Vegetable Crops Grown in Michigan.* NUTRIENT MANAGEMENT INFORMATION SHEET. MICHIGAN STATE UNIVERSITY, USA, 3(1), 1-15.

30- WIDAWATI, S.2011,*Diversity and Phosphate Solubilization by Bacteria Isolated from Laki Isolated Coastal Ecosystem. Biodiversitas*, 12(1) ,17-21.

31- Zaki, M, F; Fawzy, Z,F; Ahmed, A, A; Tantawy, A, S.2012,*Appilication of phosphate dissolving bacteria for improving growth and productivity of two sweet pepper (Capsicum annum L.) Cultivars under newly reclaimed soil.Australian Journal of Basic and Applied Sciences*,Egypt, 6(3), 826-839.