The Effect of Plant growth-promoting Rhizobacteria on the growth of eggplant seedlings and the tolerance to transplant shock

Dr.Metiady Boras [*]
Dr.Yaser Hammad [**]
Ibrahim Mhanna [***]

(Received 16 / 1 / 2022. Accepted 21 / 6 /2022)

□ ABSTRACT □

This experiment was carried out in greenhouse conditions (unheated) in April 2021, The eggplant seeds were sown in peat-moss in pots (8 cm in diameter) to study the influence of a mixture of Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in the quality of eggplant seedlings and their tolerance to transplant shock.

Emerald F1 eggplant hybrid, and bacterial bio-fertilizer consisting of the following bacterial species: *Azotobacter chroococcom*, *Pseudomonas fluorescence*, *Bacillus circulas*, *Rhizobium phaseoli*, were used in the research. The experiment included four treatments: Control (untreated plants), Seed-dipping, seedlings soil drench, and Seed-dipping and re-inoculation by drenching (15×10^9 CFU mL^{-1} per plant; one treatment). The experiment was designed according to the complete randomized design which included (4) treatments, each treatment included (3) replicates and each replicate included (15) plants.

The results showed that Seed-dipping and re-inoculation by drenching seedlings soil was significantly superior to the other treatments Seed-dipping, seedlings soil drench) and achieved the best results compared with the control, where it recorded: plant height (32.2 cm), stem diameter (6.9 mm), number of leaves (8.3 leaves/plant), leaf area (267 cm^2), and the wet weight of the shoot and root were (39.4 g) and (7.1 g), respectively, compared to (26 cm) and (4.9 mm) and (5.3 leaves/plant) and (81.7 cm^2), (21.1 g) and (2.8 g) respectively for plant height, stem diameter, number of leaves, leaf surface area, and wet weight of shoot and root of control plants.

Key words: Rhizobacteria, Azotobacter، Pseudomonas, Bacillus ، Rhizobium, eggplant, seedling growth, transplanting shock.

[*]**Professor. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. mboras@ses-net.org**

**** Assistant Professor. Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. YasserHammad@gmail.com**

***** postgraduate Student, Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. Ibrahim.lattakia.93@gmail.com**

تأثير استخدام خليط من البكتريا الجذرية المحفزة للنمو في نمو شتول الباذنجان *Solanum melongena* L. ومقدرتها على تحمل صدمة التشتيل

د. متيادي بوراس [*]

د. ياسر حماد [**]

ابراهيم امهنا [***]

(تاريخ الإيداع 16 / 1 / 2022. قبل للنشر في 21 / 6 / 2022)

□ ملخّص □

نفذ البحث في نفق بلاستيكي غير مدفأ أبعاده 4×6 م. حيث جرى اعداد الشتول في أصص بلاستيكية قطر 8 سم. مملوءة بالبيتموس المخصب، في بداية شهر نيسان للعام الزراعي 2021م في قرية القنجرة (محافظة اللاذقية). هدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام خليط من أنواع البكتريا الجذرية المحفزة للنمو في نمو شتول الباذنجان وتحملها صدمة التشتيل. استخدم في تنفيذ البحث الهجين Emerald (F1) من الباذنجان، والمخصب الحيوي البكتيري المكون من الأنواع البكتيرية التالية: *Azotobacter chroococcm*، *Pseudomonas fluorescence*، *Bacillus circulas*، *Rhizobium phaseoli*. شملت الدراسة أربع معاملات هي: الشاهد (نباتات غير معاملة) وثلاث معاملات للتلقيح (تلقيح البذور، تلقيح الشتول، تلقيح البذور والشتول معاً) بمعلق بكتيري تركيزه (10) ^{9}خلية /مل. اتبع في تنفيذ البحث نظام العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة، وبمعدل (15) نباتاً في المكرر.

أظهرت النتائج أن معاملة تلقيح بذور وشتول الباذنجان معاً قد تفوقت بفروق معنوية على معاملات التلقيح الأخرى (تلقيح البذور، تلقيح الشتول منفردين) وحققت أفضل النتائج من حيث ارتفاع النبات، قطر الساق، عدد الأوراق، مساحة المسطح الورقي، والوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري (32.2 سم، 6.9 مم، 8.3 ورقة/نبات، 267 سم^2، 39.4 غ، وَ7.1 غ، على التوالي)، مقابل (26 سم، 4.9 مم، 5.3 ورقة/نبات، 81.7 سم^2، 21.1 غ، وَ 8 غ، على التوالي) لنباتات الشاهد.

الكلمات المفتاحية: البكتريا الجذرية، (Azotobacter،Pseudomonas ،Bacillus ،Rhizobium)، الباذنجان، نمو الشتول، صدمة التشتيل.

[*] **أستاذ. قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. mboras@ses-net.org**

[**] **أستاذ مساعد. قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. YasserHammad@gmail.com**

[***] **طالب دكتوراه. قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. Ibrahim.lattakia.93@gmail.com**

مقدمة:

يعد إعداد الشتول وتجهيزها للزراعة من العوامل الضرورية لزيادة الإنتاج وخفض كلفته. إن نجاح انتاج الشتول وقدرتها على تحمل الصدمة التي تتعرض لها بعد زراعتها في الأرض الدائمة وقدرتها على التأقلم مع ظروف الوسط الجديد سواء أكان ذلك في الزراعة المحمية، أم في الزراعة الحقلية، لا يتوقف على مكان إعدادها والظروف السائدة أثناء تجهيزها فحسب، وإنما على الطرائق المتبعة في إعدادها، وغيرها من العوامل الأخرى كوسط النمو وطبيعة الصنف.

وفي هذا المجال كان للبكتريا الجذرية المحفزة لنمو النبات (PGPR) مكانة خاصة تعززت على خلفية أدوارها الإيجابية، حيث تعمل على تحفيز نوعي وكمي للنبات بشكل مباشر، وباتت تستخدم كرديف آمن للأسمدة نظراً لقدرتها على تحسين نمو النبات من خلال تزويده بالعناصر الغذائية. كما أنها تساعد في الحفاظ على نظافة البيئة وخصوبة التربة (Esitken *et al* ,2005). فضلاً عن دورها غير المباشر في تحفيز المقاومة لبعض الإجهادات البيئية (Paul and Nail,2008).

في هذا السياق تشير الدراسات أن لمحفزات النمو البكتيرية تأثيراً واضحاً في نمو وإنتاج نباتات الخضار. فقد أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها Sharafzadeh (2012) أن تلقيح نباتات البندورة بخليط من السلالات البكتيرية Pseudomonas + Azotobacter+ Azospillum أدى إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من العناصر المعدنية الكبرى (N,P,K) وزيادة الوزن الرطب للمجموعين الجذري والخضري. كما تبين من خلال دراسة أجريت في العراق قام بها سلومي (2014) على نباتات البندورة أيضاً أن بكتريا Azospillum و Pseudomonasو Bacillus قد زادت بشكل معنوي كلاً من ارتفاع النبات وقطر الساق والوزن الجاف للمجموع الخضري ومحتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق مقارنة مع نباتات الشاهد.

يختلف تأثير المعاملة بالبكتريا الجذرية المحفزة للنمو (PGPR)، باختلاف الأنواع والسلالات البكتيرية المستعملة وعددها وطريقة التلقيح، كما يتعلق هذا الأمر أيضاً بنوع المحصول والظروف البيئية السائدة (Ruzzi and Aroca, 2015).

فقد تبين من خلال دراسة قام بها Fowler and Kloepper (2003) على نباتات الفليفلة، عند التلقيح بخليط من بكتريا (PGPR) التي تنتمي إلى *Bacillus.ssp*، زيادة في الإنتاجية عند استخدام خليط من السلالتين IN937a+IN937b بشكل أكبر من استخدام كل سلالة بمفردها.

في هذا المنحى قام Mangmang *et al* (2015) بدراسة استجابة بعض أنواع الخضار للتلقيح بمعلق بكتيري من *Azospirillum brasilense* ضمن ظروف الزراعة المحمية، فحصل على زيادة في طول الجذور، وعدد الأوراق وارتفاع الشتول لنباتات الفليفلة عند نقع البذور قبل الزراعة بالمعلق البكتيري ضمن أطباق بتري لمدة 60 دقيقة وإعادة التلقيح بعد 7 أيام من زراعة البذور. كما أدى استخدام المعلق البكتيري ذاته إلى زيادة نسبة الإنبات وقوة البذور عند الإنبات والوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري لشتول نبات الخس الذي لقحت بذوره قبل الزراعة.

في دراسة أخرى وجد Gupta *et al* (2014) أن التلقيح بست عزلات من بكتريا (PGPR) أدى إلى زيادة في نسبة إنبات بذور الفليفلة حيث سجلت (84.4%) وزيادة طول المجموع الخضري للشتول بنسبة (41.54%) والكتلة الحيوية للمجموع الخضري بنسبة (41.46%) وزيادة في طول الجذر بنسبة (69.64%) والكتلة الحيوية للمجموع الجذري بنسبة (42.85%) مع تفوق واضح للعزلة RS_7 مقارنة بالشاهد غير الملقح.

في الإطار ذاته أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها Jarak *et al* (2010) أن لتلقيح كل من البذور والشتول منفردين ببكتريا Azotobacter chroococcom أثراً إيجابياً في نمو نباتات الفليفلة من حيث سجل ارتفاع النباتات بعد 30 يوماً من تلقيح البذور والشتول قيمة بلغت (27.2سم، 32.2سم) مقابل (19.13سم) لنباتات الشاهد غير الملقحة. كما أدى تلقيح نباتات الفليفلة بمجموعة من بكتريا (PGPR) إلى زيادة في ارتفاع النبات والوزنين الطازج والجاف للمجموعين الخضري والجذري ومساحة المسطح الورقي وكمية فيتامين C في الثمار (إبراهيم وآخرون، 2017).

فضلاً عما تقدم فقد أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها الشامي (2019) أن تلقيح نباتات البندورة بخليط من الأنواع البكتيرية الثلاثة Frateuria aurantia و Azotobacter chroococcom و Bacillus megateriumأدى إلى زيادة في ارتفاع النبات وعدد الأوراق والوزن الطازج للمجموعين الخضري والجذري، وفي عدد الأزهار ونسبة الأزهار العاقدة، وعدد الثمار وإنتاج النبات بالمقارنة مع الشاهد.

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً للخصائص الكثير التي يتميز بها استعمال الشتول مقارنة مع الزراعة المباشرة للبذور، والانتشار الواسع لاستعمالها ليس في الزراعة المحمية فحسب، بل في الزراعة الحقلية وللعديد من محاصيل الخضار بما فيها الباذنجان. وبما أن التوجه العالمي نحو التقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية، وانطلاقاً من التأثير الواعد للبكتريا الجذرية المحفزة للنمو في التسميد الحيوي وتحفيز النمو، فقد هدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام خليط من الأنواع البكتيرية الجذرية المحفزة للنمو، في نمو شتول الباذنجان ونوعيتها وقدرتها على تخفيف الصدمة التي تتعرض لها بعد زراعتها في الأرض الدائمة.

طرائق البحث ومواده

1- المادة النباتية:

استخدم في الدراسة الهجين Emerald F1 من الباذنجان وهو هجين هولندي المنشأ، نباتاته قوية النمو، الثمار اسطوانية متطاولة بلون بنفسجي.

2- مكان تنفيذ البحث:

نُفذ البحث في بيت بلاستيكي غير مدفأ أبعاده (4×6 م) حيث جرى إعداد الشتول في أوعية بلاستيكية قطرها 8 سم سعة (0.5 ل) بعد ملئها بالبيتموس المخصب وذلك خلال العروة الربيعية (بداية شهر نيسان) للموسم الزراعي 2021 في قرية القنجرة التابعة لمحافظة اللاذقية.

3- المخصب البكتيري:

استخدم في الدراسة المخصب الحيوي البكتيري الذي يتكون من خليط من الأنواع البكتيرية المعزولة والموصوفة والمحفوظة في مخبر بحوث علوم التربة والمياه في كلية الزراعة بجامعة تشرين (حماد،2020).

أ- بكتريا Azotobacter chroococcom: بكتريا محلية مثبتة للآزوت، معزولة من تربة مزروعة بنبات الخيار.

ب- بكتريا Pseudomonas fluorescence: بكتريا ميسرة للفوسفور، معزولة من مستحضر تجاري.

ج- بكتريا Bacillus circulas: بكتريا ميسرة للبوتاسيوم، معزولة من مستحضر تجاري.

د- بكتريا Rhizobium phaseoli بكتريا منشطة للنمو، معزولة من عقد جذرية لنبات الفاصولياء.

4- تحضير اللقاح البكتيري:

حُضر اللقاح البكتيري باستخدام بيئة غذائية سائلة(Tryptic Soy Broth (TSB ، في زجاجات خاصة بتنمية البكتيريا (Biogen)، تسمح بالتحريك وتأمين التهوية الملائمة للنمو، حيث استخدمت وحدة تنمية لكل نوع من البكتيريا المستخدمة، ولقحت البيئة السائلة بالعزلات المنشطة بعد الحصول على مزارع حديثة، وضعت بعدها على هزاز بسرعة 100دورة بالدقيقة وحضنت عند درجة حرارة 28 °م، لمدة 48 ساعة، وتم ضبط تركيز المعلق البكتيري المستعمل بحدود (10) ^{9}خلية /مل باستخدام شريحة العد Bürker.

5- المعاملات: استخدمت في الدراسة أربع معاملات هي:

1. الشاهد (نباتات من دون تلقيح) غير معاملة.
2. تلقيح البذور بالمخصب الحيوي البكتيري.
3. تلقيح الشتول بالمخصب الحيوي البكتيري.
4. تلقيح البذور والشتول معاً بالمخصب الحيوي البكتيري.

تم تلقيح البذور قبل الزراعة بنقعها مدة 4 ساعات في معلق بكتيري من المخصب المستعمل، ولقحت الشتول الناتجة من زراعة البذور بعد اكتمال ظهور الورقة الحقيقية الثانية وبداية الثالثة بمعلق بكتيري من المخصب المستعمل وبمعدل 15مل / شتلة واحدة بعد ضبط الكثافة/ تركيز المعلق البكتيري المستعمل بحدود (10)^9 خلية /مل باستخدام شريحة العد Bürker.

6- تصميم التجربة والتحليل الاحصائي:

اتبع في تنفيذ البحث نظام العشوائية الكاملة، حيث شمل أربع معاملات بثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة وبمعدل (15) نبات في المكرر الواحد.

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الاحصائي GEN STAT-12. وجرت المقارنة بين المعاملات بحساب أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5%.

7- القراءات والقياسات المسجلة:

لإجراء القياسات البيومترية أخذت (5) نباتات بعمر (40) يوماً من الإنبات من كل مكرر وكل معاملة، وتم تسجيل القراءات التالية:

أ- ارتفاع النبات / سم.

ب- قطر الساق/ مم. باستخدام جهاز البياكوليس الالكتروني.

ج- عدد أوراق النبات/ورقة.

د- مساحة المسطح الورقي للنبات /سم ^{2}. تم حسابها من العلاقة التالية: (Rivera *et al.*, 2007) المساحة الورقية = طول نصل الصفيحة الورقية × عرض نصل الصفيحة الورقية × عدد الأوراق × 0.641 (معامل تصحيح المساحة الورقية لنبات الباذنجان).

هـ- الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري/غ.

و- نسبة وزن المجموع الجذري الرطب / وزن المجموع الخضري الرطب.

النتائج والمناقشة:

ارتفاع الشتول/ سم:

تظهر نتائج الجدول (1) تفوق معاملات التلقيح معنوياً على الشاهد، حيث سجل ارتفاع نباتات الشاهد قيمة بلغت 26 سم، بينما تراوحت في معاملات التلقيح بين 28.6 و32.2سم. وبالمقارنة بين المعاملات المتعلقة بطريقة التلقيح يتبين أن معاملة تلقيح البذور والشتول معاً حققت أفضل النتائج وتفوقت معنوياً على الطرائق الأخرى. حيث سجل ارتفاع النباتات في هذه المعاملة (تلقيح البذور والشتول) قيمة بلغت 32.2 سم مقابل 29.8 سم عند تلقيح الشتول و28.6سم عند تلقيح البذور.

قد تعود الزيادة في ارتفاع النباتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة مع الشاهد إلى الدور الإيجابي الذي لعبته البكتريا في إتاحة العناصر الغذائية الضرورية للنمو، ولاسيما الآزوت والفوسفور، مما يزيد من معدل انقسام الخلايا الميرستيمية القمية في النبات واستطالتها، إضافةً إلى تأثير البكتيريا في إنتاج منظمات النمو، بما فيها حمض الساليسيليك الذي يسهم في نقل الإشارة ضمن أجزاء النبات، ويتحكم بمقاومة النبات للضغوط البيئية إضافة لتأثيره في عملية التمثيل الضوئي والنتح، وامتصاص ونقل الأيونات، وبالتالي له تأثير في نمو وتطور النبات. الأمر الذي يتفق مع ما توصل إليه الشامي (2019) عند استخدامه للبكتريا المحفزة لنمو النبات على البندورة.

من جهة أخرى يمكن أن يعزى تفوق طريقة تلقيح البذور والشتول معاً وبفروق معنوية على بقية طرائق التلقيح، إلى امتصاص البذور والبادرات الناتجة عنها للمركبات والعناصر الغذائية التي تسهم البكتريا في افرازها واتاحتها وزيادة الكتلة الحيوية للمجموع الجذري الذي يفرز في أثناء نموه العديد من المركبات القابلة للذوبان فتستفيد منها البكتريا الجذرية المستخدمة في التلقيح مما يزيد التفاعل التكافلي بين هذه الكائنات الدقيقة والنبات مما ينعكس إيجاباً على تسريع نمو النباتات (Sahasrabudhe, 2011).

جدول (1) تأثير طريقة التلقيح في بعض المؤشرات البيومترية لشتول الباذنجان الهجين Emerald F1

المؤشرات / المعاملات	ارتفاع النبات (سم)	قطر الساق (مم)	عدد الأوراق (ورقة/نبات)	مساحة المسطح الورقي للشتلة ($سم^2$)
الشاهد (نباتات دون تلقيح)	26.0	4.9	5.3	81.7
تلقيح البذور بالمخصب	28.6	5.7	6.0	156.1
تلقيح الشتول بالمخصب	29.8	6.4	7.3	221.4
تلقيح البذور والشتول بالمخصب	32.2	6.9	8.3	267
L.S.D 5%	0.39	0.07	0.57	7.76
C.V%	1.1	1.2	8.4	4.2

قطر الساق / مم:

تظهر نتائج الجدول (1) تفوق النباتات في معاملات التلقيح كافة على نباتات الشاهد، إذ سجل قطر الساق في نباتات الشاهد قيمة بلغت 4.9 مم، بينما تراوحت القيمة في النباتات المعاملة بين 5.7 و6.9 مم. وبالمقارنة بين المعاملات،

تظهر النتائج أن معاملة تلقيح البذور والشتول معاً تفوقت وبشكل معنوي كبير على باقي المعاملات، حيث سجل قطر ساق النبات في هذه المعاملة قيمة بلغت 6.9 مم مقابل 6.4 مم عند تلقيح الشتول فقط و5.7 مم عند تلقيح البذور فقط.

يمكن أن تعزى الزيادة في قطر الساق إلى دور البكتريا الجذرية المحفزة للنمو المستخدمة في تثبيت الآزوت الجوي وإتاحة الفوسفور والبوتاسيوم للنبات، مما يزيد من معدل التمثيل الضوئي وكمية الكربوهيدرات المصنعة في الأوراق وانتقالها ضمن النبات، مُسهمةً بذلك في زيادة تمايز الأعضاء النباتية. الأمر الذي يتماشى مع ما توصل إليه سلومي (2014) على نباتات البندورة عند استخدامه بكتريا Azospillum و Pseudomonasو Bacillusوالتي زادت بشكل معنوي كلاً من ارتفاع وقطر ساق نباتات البندورة المعاملة ومحتوى أوراقها من الكلورفيل.

عدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي للنبات / سم^2:

تظهر النتائج المدونة في الجدول (1) تفوق النباتات المعاملة كافةً وبشكل معنوي على نباتات الشاهد، حيث سجل عدد الأوراق في نباتات الشاهد 5.3 ورقة/نبات، بينما تراوح العدد في معاملات التلقيح بين 6 و8.3 ورقة/نبات. وبمقارنة النباتات المعاملة مع بعضها تبين أن لطريقة التلقيح تأثيراً واضحاً في عدد الأوراق والذي تجلى واضحاً في معاملة تلقيح البذور والشتول معاً، إذ تفوقت هذه المعاملة وبشكل معنوي على المعاملات الأخرى. حيث سجل عدد الأوراق في هذه المعاملة قيمة بلغت 8.3 ورقة/نبات، مقابل 7.3 ورقة/نبات عند تلقيح الشتول فقط، 6 ورقة/نبات عند تلقيح البذور.

كما تظهر نتائج الجدول أيضاً تفوق النباتات المعاملة على نباتات الشاهد في صفة مساحة المسطح الورقي للنبات. حيث بلغت المساحة الورقية في نباتات الشاهد 81.7 سم^2. بينما تراوحت في النباتات المعاملة بين 156 و267 سم^2. وبمقارنة معاملات التلقيح مع بعضها يتبين أن لطريقة التلقيح تأثيراً مباشراً في المساحة الورقية للشتول والذي بدا واضحاً في معاملة تلقيح البذور والشتول معاً، التي تفوقت وبشكل معنوي على باقي المعاملات، حيث سجلت المساحة الورقية في هذه المعاملة قيمة بلغت 267 سم^2 مقابل 221 سم^2 عند تلقيح الشتول فقط و156 سم^2 عند تلقيح البذور فقط. مع وجود فرق معنوي بين تلقيح الشتول 221 سم^2 وتلقيح البذور 156 سم^2.

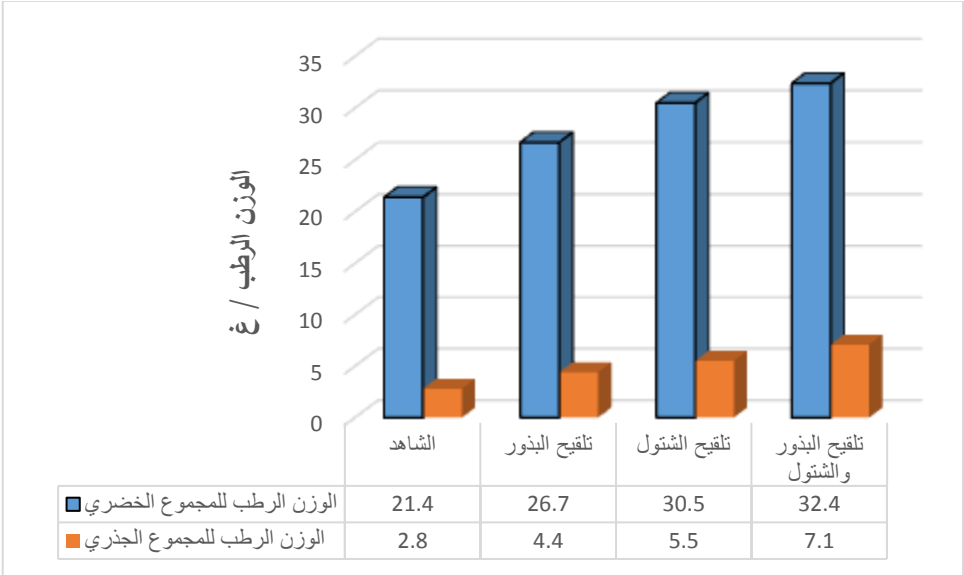
إن الزيادة الواضحة وذات الدلالة المعنوية في عدد الأوراق والمساحة الورقية لشتول الباذنجان عند استخدام المخصب البكتيري وبكافة طرائق التلقيح، قد تعزى إلى دور البكتريا المكونة للمخصب المستخدم في تثبيت الآزوت الجوي، وبالتالي زيادة عنصر الآزوت الذي يلعب دوراً رئيسياً في النمو الخضري وبالأخص في تشكيل أوراق جديدة وزيادة نموها فضلاً عن زيادة محتواها من الكلوروفيل، وزيادة نشاط عملية التركيب الضوئي، فضلاً عن دور بكتريا (PGPR) في إتاحة عنصر الفوسفور الذي له دور في تكوين مركبات الطاقة ATP ، مما يزيد من انقسام الخلايا وزيادة حجمها ومساحة أوراق النبات، ودورها أيضاً بتأمين عنصر البوتاسيوم الذي يسهم في تنشيط أنزيمات عملية البناء ونقل منتجاتها، والتي تستخدم في زيادة حجم خلايا الورقة Havlin *et al* (2005).

الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري للنبات غ/نبات:

تشير المعطيات المبينة في الشكل (1) إلى تفوق النباتات المعاملة كافة وبشكل معنوي على نباتات الشاهد. حيث بلغت قيمة الوزن الرطب لكل من المجموعين الخضري والجذري لنباتات الشاهد 21.4 غ و2.8 غ على التوالي. في حين تراوح الوزن الرطب للمجموع الخضري بين 26.7 و32.4غ والجذري بين 4.4 و7.1غ في النباتات المعاملة، وبالمقارنة بين النباتات المعاملة في هذه الصفة يتبين أن لطريقة التلقيح تأثيراً مباشراً في الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري، حيث سجل وزن المجموعين الخضري والجذري قيمة بلغت 32.4غ، 7.1 غ على التوالي، عند تلقيح البذور والشتول معاً، وبتفوق معنوي على باقي المعاملات، بينما سجل الوزن الرطب للمجموعين الخضري

والجذري قيمة بلغت 30.5غ و5.5غ على التوالي عند تلقيح الشتول فقط و26.7غ و4.4غ على التوالي عند تلقيح البذور (الشكل 1).

إن هذه الزيادة المضطردة في الوزن الرطب لشتول الباذنجان المعاملة بالمخصب البكتيري (PGPR) يمكن أن تعزى وبشكل رئيسي إلى الدور الذي لعبته البكتريا في زيادة امتصاص عنصري الآزوت والفوسفور الأكثر أهمية في المراحل الأولى لنمو البادرات (Biari *et al*, 2008) الأمر الذي يمكن أن يفسر تفوق معاملة تلقيح البذور والشتول معاً وبفروق معنوية على باقي المعاملات، حيث أن الآزوت يدخل في تركيب الحمض الأميني (التريبتوفان) Triptophan، والذي يعد المادة الأساسية في تخليق الأوكسين (إندول حمض الخل IAA) داخل النبات، كما أن الفوسفور الذي يلعب دوراً في انقسام الخلايا واستطالتها، إضافة إلى دور البكتريا في تيسير عنصر البوتاسيوم والذي يعتبر ضرورياً لتكوين الكربوهيدرات والبروتين وانقسام الخلايا ونمو الأنسجة، مما يواكبه زيادة في الكتلة الحيوية للمجموعين الخضري والجذري على حد سواء. هذا فضلاً عن دور البكتريا في إفراز العديد من منظمات النمو النباتية (Timmusk *et al*, 1999; Bottini *et al*, 2004) كالجبريلينات والتي تلعب دوراً في زيادة انقسام الخلايا واستطالتها، وتحفيز نموها واتساعها من خلال زيادة مرونة جدار الخلية. وهذه النتائج تتوافق مع ما توصل إليه Gupta *et al* (2014) على نباتات الفليفلة و Sharafzadeh (2012) على نبات البندورة. والذين أشاروا إلى أن تلقيح نباتات الفليفلة والبندورة بخليط من السلالات البكتيرية (PGPR) أدى إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من العناصر المعدنية الكبرى (N,P,K) وزيادة الوزن الرطب للمجموعين الجذري والخضري.



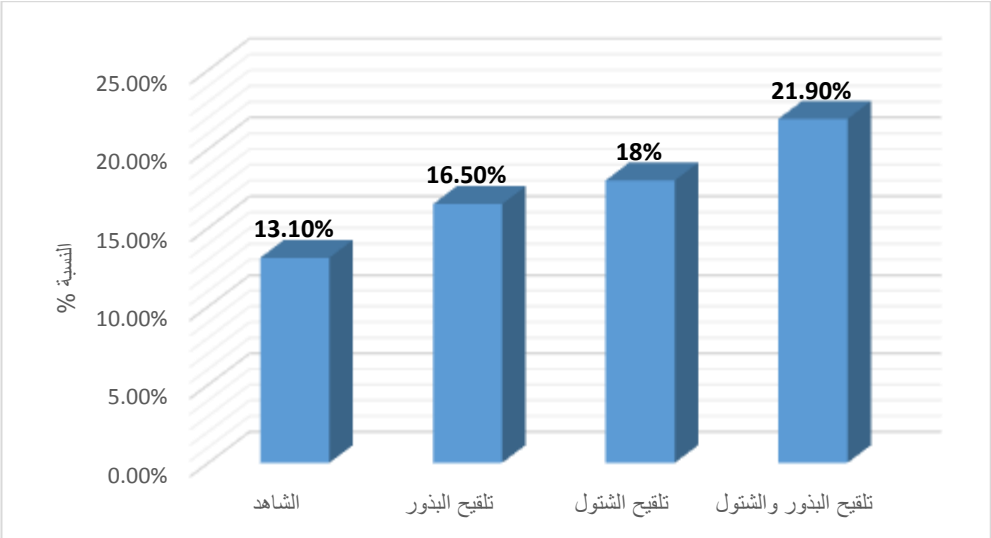
الشكل (1) الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري للنبات غ/نبات

تأثير المعاملات في صدمة التشتيل:

تتعرض النباتات عقب التشتيل لتوقف مؤقت في النمو يعرف بصدمة التشتيل Transplanting shock الذي إذا استمر طويلاً رافقه تأخر في النمو وفي دخول النبات في أطواره الفينولوجية المختلفة.

وبما أن أهلية النبات في تجاوز فعل الصدمة مرهونة بمجموعه الجذري وتتعاظم بزيادة وزنه وحجمه وانتشاره. لذا تعد نسبة وزن المجموع الجذري إلى وزن المجموع الخضري الرطب في مقدمة القرائن التي تعكس قدرة النبات على تحمل الصدمة، وقدرته على التأقلم مع الوسط الجديد.

في هذا المنحى توضح النتائج في الشكل (2) إلى تباين المعاملات في تأثيرها على وزن المجموع الجذري للشتول. وقد كان التأثير أكثر وضوحاً في معاملة تلقيح البذور والشتول معاً، حيث سجلت نسبة وزن المجموع الجذري إلى وزن المجموع الخضري الرطب في هذه المعاملة قيمة بلغت 21.9% وهي النسبة الأعلى. مع تفوق معنوي واضح على باقي المعاملات، بينما سجلت هذه النسبة قيمة بلغت 18.0% عند تلقيح الشتول و16.5% عند تلقيح البذور مقابل 13.1% في نباتات الشاهد (الشكل 2).



الشكل (2) نسبة وزن المجموع الجذري الرطب/وزن المجموع الخضري الرطب

يمكن أن يعزى الارتفاع الكبير في نسبة وزن المجموع الجذري إلى وزن المجموع الخضري الرطب الذي ظهر متبايناً تبعاً للمعاملات المتبعة إلى العلاقة الغذائية التكاملية بين المجموعين الخضري والجذري (Passioura *et al*,2006). وبقراءة أخرى يمكن القول أن الشتول الناتجة من تلقيح البذور والشتول معاً أكثر أهلية لتحمل صدمة التشتيل، الأمر الذي يمكن أن يعزى إلى حجم المجموع الجذري الكبير الذي تميزت به هذه الشتول، والذي يسمح لها بامتصاص كمية كبيرة من الماء والعناصر الغذائية المذابة فيه وانتقالها باتجاه الخلايا المنقسمة الجديدة حيث تبنى فيها المواد الكربوهيدراتية والأحماض الأمينية وغيرها من المركبات العضوية الضرورية لتكوين البروتوبلازم المسؤول عن النمو، فضلاً عن انتقال العديد من منظمات النمو كالأوكسينات والجبرلينات التي تسهم في حدوث عملية النمو عن طريق الجذر إلى المجموع الخضري، فيؤمن احتياجاته من هذه المواد ويسهم بالتالي في زيادة حجم خلاياه؛ لذلك أدى النمو الجذري الكبير إلى نمو خضري كبير بدا واضحاً في زيادة طول النبات وقطر الساق وعدد الأوراق ومساحة مسطحها الورقي. وهذا يتوافق مع النتائج التي توصل إليها (باصلاح وآخرون، 2002) والتي بينت أن الشتول ذات النمو الخضري الضعيف غالباً ما يكون نموها الجذري ضعيفاً بسبب انخفاض محتوى أنسجتها من الغذاء الذي تحتاج إليه الشتول بعد زراعتها بغية تكوين جذور جديدة.

فضلاً عن ذلك تعد نسبة وزن المجموع الجذري إلى وزن المجموع الخضري الرطب ذات دلالة فزيولوجية، إذ أنها تعطي مؤشراً أو دلالة على مقاومة النبات للجفاف والملوحة. فقد وجد حسانين (1993) و Leskovar *et al* (1994) أن نباتات البندورة والذرة الأكثر تحملاً للجفاف تلك التي تميزت بنسبة مجموع جذري إلى مجموع خضري كبيرة.

الاستنتاجات والتوصيات:

على ضوء النتائج السابقة فإننا نستنتج ما يلي:

1- أظهرت عملية التلقيح نتائج إيجابية في تحسين نمو الشتول وصفاتها النوعية، وكان تأثيرها متبايناً حسب طريقة التلقيح المتبعة.

2- تعد طريقة تلقيح البذور والشتول معاً من أفضلها، حيث تفوقت معنوياً على الطرائق الأخرى وسجلت نباتاتها أعلى القيم في ارتفاع النبات (32.2 سم)، قطر الساق (6.9 مم)، عدد الأوراق (8.3 ورقة/نبات)، مساحة المسطح الورقي (267 سم^2)، والوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري (32.4غ و7.1غ) على التوالي.

3- أوضحت النتائج أن النباتات الناتجة من تلقيح البذور والشتول معاً أكثر قدرة على تحمل صدمة التشتيل وذلك بسبب كبر حجم مجموعها الجذري، حيث سجلت نسبة وزن المجموع الجذري إلى وزن المجموع الخضري الرطب لنباتاتها قيمة بلغت 21.9%، بينما سجلت هذه النسبة قيمة بلغت 18.0% عند تلقيح الشتول، و16.5% عند تلقيح البذور.

References:

Al-SHAMI, RAMEZ MUHAMMAD. Effect of some types of bacteria (PGPR) in reducing the infection of cucumber mosaic virus on tomatoes. Thesis, Faculty of Agriculture, Tishreen University - Plant Protection Department. (2019). 147 p (in Arabic)

BASLAH, M. O.; MUHAMMAD W. and ALI, A. *Physiology of Growth and Differentiation*. King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia. 2002, 683 p. (in Arabic)

BIARI, A.; GHOLAMI, A. and RAHMANI, H. A. *Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (Zea mays* L.*) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid of Iran.* J. of Biol. Sci. 8, 2008, 1015-1020.

BOTTINI, R.; CASSAN, F. and PICCOLI, P. *Gibberellin production by bacteria and its involvement in plant growth promotion and yield increase.* Appl Microbiol Biotechnol. 65, 2004, 497-503.

ESITKEN, A.; ERCISLI, S.; KARLIDAG, H. and SAHIN, F. *Potential use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in organic apricot production. In Proceedings of the International Scientific Conference of Environmentally Friendly Fruit Growing*. Tartu University Press. 2005,90 – 97.

FOWLER, W. D. and KLOEPPER, J. W. *Broad- spectrum projection against several pathogens by PGPR mixtures under field conditions in Thailand*. Plant Dis. Thailand. 87 (11), 2003, 1390-1494.

GUPTA, S.; KAUSHAL, R.; SPEHIA, R.S.; KAUNDAL, K. and CHAUHAN, A. *Indigenous plant growth promoting rhizobacteria: potential green alternative for capsicum productivity under mid-hill conditions of north-western Himalayan region*. International journal of farm sciences. 4(3), 2014, 58-66.

HAMMAD, YASER. *Isolation and Identification of some Species of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) from some Bio-fertilizers*. Arab Journal for Arid Environments.13(1),2020.13-31. In Arabic

HASSANEIN, ABDEL HAMID MOHAMED. *Crop Physiology*, Academic Library, Cairo, 1993. 712 p (in Arabic)

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L and NELSON, W. L. *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall. 515, 2005, 97-141.

IBRAHIM, M. S., HAMMAD, Y.A. and RAAHE, S. Y. *Effect of some PGPR species on the growth, production of pepper and (CMV) infection.* Thesis, Faculty of Agriculture, Tishreen University - Soil and Water Sciences Department. (2017). 68 p (in Arabic)

JARAK, M. N.; DURIC, S. S. and DORDEVIC, B. D. *Benefits of inoculation with Azotobacter in the growth production of Tomato and Pepper.* Proc.Nat.Sci, MaticaSrpska Novi Sad Serbia. 119, 2010, 71-76.

LESKOVAR, D. I.; CANTLIFFE, D. J.; and STOFFELLA, P. J. *Transplant Production Systems Influence Growth and Yield of Fresh-market Tomatoes.* J. AMER. SOC. HORT. SCI. 119(4),1994. 662–668.

MANGMANG, J. S.; DEAKER, R. and ROGERS, G. *Early seedling growth response of lettuce, tomato and cucumber to Azospirillum brasilense inoculated by soaking and drenching.* Hortic. Sci. 42, 2015, 37–46.

PASSIOURA, J. B.; SILK, W. K. and Watt, M. *Rates of root and organism growth, soil conditions, and temporal and spatial development of the rhizosphere.* Annals of botany. 97 (5), 2006, 839-855.

PAUL, D., and NAIL, S. *Stress adaptations in a plant-growth-promoting rhizobacterium (PGPR) with increasing salinity in the coastal agricultural soils*. Journal of Basic Microbiology. 48, 2008, 378–384.

RIVERA, C. M.; ROUPHAEL, Y.; CARDARLLI, M. and COLLA, G. *A simple and accurate equation for estimating individual leaf area of eggplant from linear measurements*. Europ. J. Hort. Sci. 70, 2007, 228-230

RUZZI, M. and AROCA, R. *Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture*. Scientia Horticulturae 196, 2015, 124–134.

SAHASRABUDHE, M. M. *Screening of rhizobia for indole acetic acid production*. Annals of Biological Research. 2(4), 2011, 460-468.

SALLOUMI, ABDEL KARIM. (2014) Effect of using a mixture of Azospillum, Pseudomonas, Bacillus and Saccharomyces cerevisiae on some vegetative characteristics of tomato cultivars Sakata and NR under greenhouse conditions. Al Furat Journal of Agricultural Sciences 6(1): 215-208. (in Arabic)

SHARAFZADEH, S. *Effect of PGPR growth and nutrients uptake of Tomato.* International jornal of advances in engineering &technology Iran.2(1), 2012, 27-31.

TIMMUSK, S.; NICANDER, B.; GRANHALL, U. and TILLBERG, E. *Cytokinin production by Paenibacillus polymyxa*. Soil Biol. Biochem. 31, 1999, 1847–1852.