



Agriculture College – Wasit University

.....  
Dijlah Journal of  
Agricultural  
Sciences  
.....

ISSN 2790 –  
5985

eISSN 2790 –  
5993

Dijlah J. Agric. Sci., 2(1):107-119, 2024

**Evaluating the role of bio-inoculations and organic fertilization in the vegetative characteristics of rapeseed (*Brassica napus* L.).**

**Najm Abd Yasser, Kahraman Hussein Habeeb and Jawadayn Talib Alkooranee**

**University of Wasit, College of Agriculture, Department of Soil Science and Water Resources**

Corresponding author: [najem.abed.yasir@uowasit.edu.iq](mailto:najem.abed.yasir@uowasit.edu.iq)

**Abstract:**

A field experiment was conducted in one of the fields of Al-Amin area in Dhi Qar Governorate/Al-Rifai District during the winter season of 2023-2024, to evaluate the effect of bacterial inoculation (*Pseudomonas fluorescens*), fungal inoculation (*Trichoderma harzianum*), and organic fertilization (wheat straw compost) on the growth and yield of rapeseed *Brassica napus* L. cultivar Bactol. The experiment was conducted as a simple one-way experiment within a randomized complete block design (RCBD) with three replicates, each containing 12 randomly distributed treatments. The bacterial inoculum, *P. fluorescens*, was added at two levels (0 and 12 mL/hole), designated B0 and B1 respectively. Similarly, the fungal inoculum, *T. harzianum*\*, was added at two levels (0 and 5 g/hole), designated F0 and F1 respectively. Their phosphate solubility in solid and liquid media was tested. Wheat straw compost was applied at three levels (0, 15, and 30 µg/h), designated O0, O1, and O2 respectively. The results showed that the treatment with the addition of 5 g of *T. harzianum*\* was effective. The F1 variety achieved the highest average plant height (305.16 cm) and the dual treatment of fungus and 30 µg of organic fertilizer (F1O2) achieved the highest averages for leaf area (507.83 cm<sup>2</sup>) and stem diameter (2.98 cm). The triple treatment of bacterial and fungal inoculant and 15 µg of organic fertilizer (B1F1O1) showed the highest rates for chlorophyll (48.47 SPAD), number of secondary branches (87.44), and dry weight (215.77 g).

**Keywords:** Canola, *Brassica napus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*

---

تقييم دور اللقاحات الحيوية والتسميد العضوي في الصفات الخضريية لمحصول السلجم *Brassica napus* L.

نجم عبد ياسر، كهرمان حسين حبيب و جوادين طالب عبد

جامعة واسط، كلية الزراعة، قسم علوم التربة والموارد المائية

## المستخلص:

اجريت تجربة حقلية في أحد حقول منطقة الأمين في محافظة ذي قار / قضاء الرفاعي ضمن الموسم الشتوي 2023-2024، لتقييم مدى تأثير التلقيح البكتيري (*Pseudomonas fluorescens*) والتلقيح الفطري (*Trichoderma harzianum*) والتسميد العضوي (كمبوست قش الحنطة) في نمو وحاصل السلجم *Brassica napus* L. صنف باكتول. نفذت التجربة كتجربة بسيطة باتجاه واحد ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بمكررات ثلاث ولكل مكرر 12 معاملة وزعت عشوائياً، اضيف اللقاح البكتيري بمستويين (0 و *P. fluorescens* 12 مل جورة<sup>-1</sup>) ويرمز لها B0 و B1 بالتتابع كذلك اضيف اللقاح الفطري *T. harzianum* بمستويين (0 و 5 غم جورة<sup>-1</sup>) ويرمز لها F0 و F1 بالتتابع واختبر قابليتهما على اذابة الفوسفات في الأوساط الصلبة والسائلة، بينما التسميد بكمبوست قش الحنطة اضيف بثلاث مستويات (0 و 15 و 30 ميكاغرام هـ<sup>-1</sup>) ورمز لها O0 و O1 و O2 بالتتابع. أظهرت النتائج ان معاملة إضافة فطر *T. harzianum* بمقدار 5غم. جورة<sup>-1</sup> (F1) حققت اعلى متوسط في صف ارتفاع النبات اذ بلغت (305.16)، كما حققت معاملة التوليفة الثنائية لإضافة الفطر والسماذ العضوي 30 ميكاغرام. هـ<sup>-1</sup> (F1O2) اعلى المتوسطات لصفات المساحة الورقية (507.83) سم<sup>2</sup> وقطر الساق (2.98) سم في حين أظهرت التوليفة الثلاثية للقاح البكتيري والفطري و 15 ميكاغرام. هـ<sup>-1</sup> من السماذ العضوي (B1F1O1) اعلى المعدلات في صفة الكلوروفيل (SPAD (48.47) وعدد الفروع الثانوية (87.44) فرع. نبات<sup>-1</sup>. وفي الوزن الجاف ايضاً (215.77) غم. نبات<sup>-1</sup>.

الكلمات المفتاحية: الكبريت، الكانولا ، *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*

## المقدمة:

محصول الكانولا او السلجم *Brassica napus* L. من المحاصيل الزيتية المهمة والذي يزرع في كثير من الدول حول العالم ويزرع في الأراضي الزراعية بالملايين من الهكتارات اذ يزرع في كندا في المرتبة الأولى ثم الصين والجزائر والهند ويزرع أيضاً في ألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية، والزيوت المستخرجة منه تكون صالحة للاستهلاك البشري. ان زيت بذور السلجم يستخدم في الطهي، وفي بعض المنتجات الأخرى التي تصلح للأكل، بذوره تحتوي 0.5 – 1 % من حمض الايروسيك، وهو اقل من النسبة التي حددتها وزارة الزراعة الأمريكية البالغة 2%، اما باقي أجزاءه تستخدم كمصادر لعلف الدواجن او الحيوانات (Al-Doori، 2021).

استعمال تقانات الأسمدة الحيوية يعد من البدائل الناجحة للحد من المخاطر والاثار السلبية التي تسببها الأسمدة المعدنية فضلاً عن مساهمتها في تحسين خواص التربة والتقليل من تكاليف الإنتاج، وضرورة التوسع في استخدام الأسمدة الحيوية وانتخاب سلالات حيوية ذات كفاءة عالية للظروف المحلية. التسميد الحيوي هو عبارته عن استخدام كائن او اكثر من الاحياء المجهرية التي تضاف للتربة وتعمل على تجهيز العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات حيث تعمل على تحويل العناصر المغذية من صورتها غير الجاهزة والمتيسرة الى الصورة المتيسرة للامتصاص من قبل النبات، ان الاحياء الموجودة في التربة هي البكتريا *bacteria* و الفطريات *fungi* بالإضافة الى الاوليات *protozoa* ومن الاحياء الأخرى هي ديدان الأرض، وان تواجد اللقاحات الحيوية والاسمدة العضوية وزيادة مادة التربة العضوية (Soil Organic Matter) SOM تعمل على زيادة تشجيع ونشاط احياء التربة المجهرية (Verma وآخرون، 2010). ان بكتريا *Pseudomonas spp* هي كائن حي تعمل على افراز هرمونات نباتية التي تكون مشجعة ومنشطة لنمو النبات منها Indol acetic acid (IAA) والذي يعد من الاوكسينات وكذلك السايبتوكاينين ولها دور مهم أيضاً بافراز (Acc-deaminase) وهو انزيم يثبط وجود الاثلين، وان *Pseudomonas* لها الدور الكبير والمهم في تيسر الفسفور وزيادة جاهزيته وكفاءته (Wai NG وآخرون، 2022). فطر *Trichoderma spp* هو الاخر فطر نافع معيشته رمية يستخدم كلقاح حيوي وفي المكافحة الحيوية ايضاً في مجال واسع، اكدت العديد من التجارب في الكثير من البلدان ان *Trichoderma* له عدة تأثيرات مهمة في الجانب الزراعي حيث تعمل على زيادة جاهزية العديد من المغذيات منها عنصر النتروجين والفسفور فضلاً عن البوتاسيوم من خلال الدور المهم لهذا الفطر بافراز الانزيمات وكذلك المقدرة الكبيرة للفطر على تحلل Organic matter سواء الموجودة في التربة او المضافة إليها، فضلاً عن القدرة الكبيرة لهذا الفطر بجعل العائل النباتي ذو مقاومة عالية لمسببات الامراض (Mironenka وآخرون، 2020).

ان التقدم والمضي قُدماً من اجل تقليل الملوثات بتقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية من خلال توفير العناصر الغذائية اللازمة والضرورية لنمو النبات وتكلفتها المنخفضة، اذ اتجهت الأنظار للسماذ العضوي ومن بينها كمبوست قش الحنطة الذي يحسن الخصائص الفيزيائية والخصوبية للتربة، او يحتوي على مادة عضوية بالإضافة الى الكربون العضوي وبعض

العناصر المغذية، ويحسن ويزيد من نشاط الاحياء وبالتالي زيادة الإنتاج (Volter وآخرون، 2021). هدفت هذه الدراسة الى دور اللقاحات الحيوية وكمبوست قش الحنطة في مؤشرات النمو لمحصول السلجم.

#### المواد وطرائق العمل

تم تنفيذ هذه التجربة في أحد الحقول في قضاء الرفاعي / منطقة الأمين شمال محافظة ذي قار على خط طول  $31^{\circ}$  (7054152) شمالاً ودائرة (46° 1892445) شرقاً في تربة تكون نسجتها Sandy loam وزرع محصول السلجم (L. *Brassica napus*) بتاريخ 2023-10-15 للحرث الخريفية. تتكون التجربة من 36 وحدة تجريبية وكل وحدة تجريبية مساحتها ( $2 \times 1.5$  م<sup>2</sup>) وبذلك تكون مساحته الوحدة التجريبية الواحدة 3مترمربع وتركت مسافة (1م) بين المكررات و(0.5 م) بين الوحدات التجريبية ضمن المكرر الواحد لسهولة اجراء العمليات المهمة لخدمة المحصول، ومنع حدوث التداخل بين مختلف المعاملات وتم عمل السواقي الرئيسية والفرعية وتزرع الوحدة التجريبية بثلاث خطوط المسافة بينها 50 سم وفي كل خط تزرع ثمانية نباتات المسافة بينها 20 سم. تم تصميم التجربة الحقلية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) باعتماد تجربة بسيطة وباتجاه واحد، اذ اضيف اللقاح البكتيري السيدوموناس (*Pseudomonas sp*) بمستويين (0 و 12 مل جورة<sup>-1</sup>) ويرمز لها B<sub>0</sub> و B<sub>1</sub> بالتتابع كذلك اللقاح الفطري التريكوديرما (*Trichoderma sp*) اضيف أيضاً بمستويين (0 و 5 غم جورة<sup>-1</sup>) يرمز لها F<sub>0</sub> و F<sub>1</sub> بالتتابع بينما السماد العضوي (كمبوست قش الحنطة) اضيف بثلاث مستويات (0 و 15 و 30 ميكاغرام. هـ<sup>-1</sup>) ورمز لها O<sub>0</sub> و O<sub>1</sub> و O<sub>2</sub> بالتتابع جدول (1). اشتمل التصميم على ثلاث مكررات لكل مكرر 12 معاملة وتم توزيع المعاملات عشوائياً. قدرت صفات ارتفاع النبات والمساحة الورقية ونسبة الكلوروفيل. تم حساب قطر الساق وعدد الفروع الثانوية بالإضافة الى الوزن الجاف.

جدول (1) وصف معاملات التجربة والكمية المضافة

رقم المعاملة	رمز المعاملة	الكمية المضافة
1	control	بدون إضافة
2	O <sub>1</sub>	15ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي
3	O <sub>2</sub>	30ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي
4	F <sub>1</sub>	5 غم. جورة <sup>-1</sup> لقاح فطري
5	F <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	15ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي + 5 غم. جورة <sup>-1</sup> لقاح فطري
6	F <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	30ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي + 5 غم. جورة <sup>-1</sup> لقاح فطري
7	B <sub>1</sub>	12 مل. جورة <sup>-1</sup> لقاح بكتيري
8	B <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	15ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي + 12 مل. جورة <sup>-1</sup> لقاح بكتيري
9	B <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	30ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي + 12 مل. جورة <sup>-1</sup> لقاح بكتيري
10	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	5 غم. جورة <sup>-1</sup> لقاح فطري + 12 مل. جورة <sup>-1</sup> لقاح بكتيري
11	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	15ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي + 5 غم. جورة <sup>-1</sup> لقاح فطري + 12 مل. جورة <sup>-1</sup> لقاح بكتيري
12	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	30ميكاغرام. هـ <sup>-1</sup> سماد عضوي + 5 غم. جورة <sup>-1</sup> لقاح فطري + 12 مل. جورة <sup>-1</sup> لقاح بكتيري

جدول (2) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية والحيوية للتربة قبل الزراعة

القيم	وحدة القياس			الصفة			
7.91	—			pH			
4.18	ديسيسيمنز م <sup>-1</sup>			EC			
4.80	غم. كغم <sup>-1</sup> تربة			المادة العضوية			
1.20	ميكا غرام. م <sup>-3</sup>			الكثافة الظاهرية			
9.75	مليمول. لتر <sup>-1</sup>			Ca <sup>+2</sup>			
6.15				Mg <sup>+2</sup>			
0.62				K <sup>+</sup>			
9.42				Na <sup>+</sup>			
11.98				Cl <sup>-1</sup>			
10.81				SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>			
Nil				CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>			
8.00				HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			
13.00				ملغم. كغم <sup>-1</sup> تربة			النتروجين الجاهز
10.00							الفسفور الجاهز
120.01	البوتاسيوم الجاهز						
Sandy loam	الطين	الغرين	الرمل	نسجة التربة			
	غم. كغم <sup>-1</sup>	غم. كغم <sup>-1</sup>	غم. كغم <sup>-1</sup>				
	120	332	548				
1.17×10 <sup>6</sup>	وحدة تكوين مستعمرة. غم <sup>-1</sup> تربة جافة			البكتريا الكلية			
6.9×10 <sup>4</sup>	وحدة تكوين مستعمرة. غم <sup>-1</sup> تربة جافة			الفطريات الكلية			

## النتائج والمناقشة:

## ارتفاع النبات (سم)

من جدول رقم (3) يتبين ان إضافة فطر *T. harzianum* والسماذ العضوي 30 طن. هـ<sup>-1</sup> عملت معنوياً على تحفيز ارتفاع النبات قياساً بمعاملة المقارنة اذ كان اعلى ارتفاع للنبات عند الإضافة المفردة للفطر (F<sub>1</sub>) تلتها التوليفة الثنائية (F<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) قياساً بمعاملة المقارنة ولم تعطي معاملة السماذ العضوي منفردة (O<sub>2</sub>) اختلافاً معنوياً عنهما (304.77 و 304.94 و 305.16) سم. نبات<sup>-1</sup> بالتتابع قياساً بالمقارنة البالغة (290.66) سم. نبات<sup>-1</sup>، ويظهر ان إضافة اللقاحات الحيوية والسماذ العضوي وتوليفاته حققت قفزات واضحة في صفة ارتفاع النبات قياساً بمستوى المقارنة (O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>O<sub>2</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>2</sub> و F<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>) بالتتابع وبلغ ارتفاع النبات فيها (299.72 و 299.11 و 295.88 و 295.55 و 294.33 و 293.22 و 291.50 و 291.44) سم. نبات<sup>-1</sup> بالتتابع. ان تطبيق اللقاحات الحيوية والاسمدة العضوية حفزت استجابة معنوية في صفات النمو الخضري كارتفاع النبات والمساحة الورقية ومحتوى الكلوروفيل في نبات السلجم. ان الزيادة الملحوظة في ارتفاع النبات عند إضافة الفطر مفرد او مشترك لدوره الفاعل في انتاج العديد من المواد التي تحفز نمو وارتفاع النبات، اذ وجد ان فطر *Trichoderma sp* ينتج العديد من الهرمونات النباتية ومنظمات النمو كالجبرلينات و الاوكسينات والسايوكاينينات بالإضافة الى دوره في المساعدة على زيادة توفر العديد من المغذيات في التربة اللازمة لنمو النبات منها مغذي النتروجين والفسفور والبوتاسيوم و المغنيسيوم والحديد وغيرها الكثير التي يحتاجها النبات لنموه واكمال دورة حياته من خلال جذر سليم صحي ينتج عنة امتصاص افضل للمغذيات ونشاط المجموع الخضري بزيادة استطالة الخلايا وانقسامها عمودياً (Salim وآخرون، 2020 و Kapusta-Duch وآخرون، 2019). وجد ان ليكتريا *Pseudomonas sp* دور في زيادة ارتفاع النبات عن طريق تحفيز خلايا الساق على الاستطالة والانقسام العمودي كذلك دورها في توفير ما يحتاجه النبات من مغذيات بصورة تكميلية عن طريق زيادة توفر الفسفور غير الذائب والنتروجين دورها أيضاً في خفض درجة التفاعل بانتاجها احماض منخفضة الوزن الجزيئي لزيادة تيسر المغذيات الصغير التي يحتاجها النبات لنموه (Koocheki وآخرون، 2015). يأتي دور التسميد العضوي في تحسين خواص التربة الحيوية والكيميائية والفيزيائية والحالة الخصوبية لنظام التربة

اذ يؤثر في بناء التربة ويحسن منه ويزيد من احتفاظ التربة بالماء مما يشجع الجذر على التغلغل بسهولة خلال نظام التربة والحصول على المغذيات حيث يحسن نمو الجذر بامتصاص المغذيات وكل هذا ينعكس على نمو النبات وارتفاعه وزيادة المساحة الورقية (Rashtbari وآخرون، 2020). في التوليفات المشتركة للسماد العضوي والحيوي تأثير على زيادة النشاط الحيوي بالتالي تحسين جودة امتصاص العناصر الغذائية وزيادة تحلل وكفاءة السماد العضوي بما ينتج من مغذيات بالإضافة الى زيادة الكثافة الاحيائية وتأثيراتها الإيجابية (Esmaili وآخرون، 2020).

### المساحة الورقية (سم<sup>2</sup>)

أظهرت نتائج الجدول (3) ان صفة المساحة الورقية أعطت فيها الإضافة المشتركة للفلاح الفطري 5 غم بالجورة والمستوى الثاني للسماد العضوي 30 ميكا غرام. هـ<sup>1</sup> (F<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) حقق أفضل نتيجة بزيادة المساحة الورقية والبالغة (507.83) سم<sup>2</sup> قياساً بمستوى المقارنة والبالغ (373.68) سم<sup>2</sup>، في حين ان التوليفة الثلاثية للفلاح البكتيري والسماد عضوي 15 ميكاغرام. هـ<sup>1</sup> (B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>O<sub>1</sub>) أعطت نتائج عالية للمساحة الورقية قياساً بمستوى معاملة المقارنة والتي لم تختلف معنوياً عن التوليفة الثنائية (B<sub>1</sub>O<sub>1</sub>) والبالغ (482.05 و 472.27) سم<sup>2</sup> بالتتابع، وتلت التوليفة الثنائية (F<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) في قيمتها. بنفس الوقت اختلفت معنوياً عن التوليفات الثنائية والثلاثية والاضافات المفردة (F<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و O<sub>2</sub> و B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>O<sub>2</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>2</sub> و O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>) والتي أعطت متوسطات مساحة ورقية (452.75 و 447.83 و 446.78 و 439.06 و 425.1 و 421.26) سم<sup>2</sup> بالتتابع. تعزى الزيادة الحاصلة في المساحة الورقية الى دور السماد العضوي في زيادة النمو الخضري متمثل بالمساحة الورقية والتي تعد الصفة المؤثرة في عملية البناء الضوئي والغذائي لمحتواه العالي من المغذيات والنتروجين ومحافظة السماد العضوي العالية بالرطوبة وتوفير المغذيات ينعكس ذلك على كفاءة الامتصاص من التربة بالتالي يحفز انقسام الخلايا وتوسع خلايا الورقة وامتدادها وفي المحصلة زيادة مساحة الورقة، (Anil وآخرون، 2019 و Basnet وآخرون، 2017). ان لفطر *Trichoderma sp* الدور الإيجابي في زيادة توفر المغذيات وعلاقته التكافلية مع جذور النبات اذ يخترق نسيج البشرة والقشرة لجذور النبات وتمتد الهياقات لمسافات لا تصلها الجذور ليساعد على امتصاص المغذيات منها الفسفور ونقلها الى جذور النبات وأيضا دورها في توفير بيئة ملائمة لنمو الجذور والنبات ويحسن من خواص التربة الفيزيائية منها بناء التربة اذ تعمل الهياقات كروابط بين دقائق التربة فتزيد من ثباتية التجمعات (Chen وآخرون، 2021 و Nicolas وآخرون، 2024). يرجع دور إضافة اللقاح البكتيري الى تحسين وضع العناصر المغذية مثل الفسفور وزيادة توفره من خلال افراز انزيمات منها الفوسفاتيز وعنصر النتروجين عن طريق التثبيت الحيوي وعناصر أخرى تؤثر على نمو النبات بالإضافة الى دورة في زيادة تحمل النبات للإجهادات وإفرازه لهرمونات تشجع النمو كالجبرلينات (Jimenez وآخرون، 2020). في حين الزيادة الحاصلة للمساحة الورقية في التوليفات الثنائية والثلاثية يعود لدور السماد العضوي وتأثيره الإيجابي مع الملقحات الحيوية بما يوفره من ظروف ملائمة لنمو الاحياء، وفطر *Trichoderma sp* يلعب الدور الأكبر في تحلل المخلفات النباتية بعده البكتريا لذلك يوفر مغذيات ومحتوى رطوبي أكبر بالتالي امتصاص ونشاط أكبر للجذور مما ينعكس على امتداد واستطالة خلايا المساحة الورقية (Kataoka و Asghar، 2021).

### الكلوروفيل (SPAD)

من نتائج جدول (3) يظهر ان معاملات إضافة اللقاح الفطري والمستوى الثاني للمادة العضوية (كمبوست قش الحنطة) بالتوليفة الثنائية (F<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) حقق تفوق معنوي مقارنة بمعاملة عدم الإضافة (المقارنة) لمعاملاتها ذات المتوسطات (48.30 و 43.30) وحدة SPAD بالتتابع، والتي اختلفت معنوياً عن متوسطات المعاملات (46.67 و 46.57) وحدة SPAD لمعاملاتها (O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) بالتتابع، والأخير اختلفت عن مثيلاتها الثنائية والمفردة (F<sub>1</sub> و O<sub>2</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>) وبمتوسطات بلغت (46.53 و 46.53 و 46.50 و 46.03 و 45.27 و 44.57) وحدة SPAD بالتتابع، ومن جدول (3) يلاحظ ان اعلى قيمة معنوية لصفة الكلوروفيل كانت عند التوليفة الثلاثية إضافة اللقاح البكتيري والفطري والمستوى الأول للمادة العضوية (كمبوست قش الحنطة) ويرمز لها (B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>O<sub>1</sub>) قياساً بمعاملة المقارنة اذ بلغ متوسطها (48.47) وحدة SPAD. ان زيادة مؤشر الكلوروفيل عند إضافة اللقاح البكتيري لقدرة بكتريا *Pseudomonas sp* على افراز مركبات تعمل على زيادة تنشيط نمو النبات المعامل بها كمتعدد السكريات والاحماض الامينية و IAA، ودورها في تحسين ظروف المنطقة المحيطة بالجذور وإنتاج Siderophores التي تعمل على جلب ومسك الحديد وزيادة توفره حيث يزيد امتصاصه من قبل الجذر بالتالي دورة الفاعل في بناء جزيئة الكلوروفيل من خلال صنع المركب Amino levulinic acid الذي يعتبر خطوة مهم لبناء جزيئة الكلوروفيل، ودورها في تثبيت النتروجين اذ ان نسبة 51% من محتوى النتروجين في الأوراق يدخل في بناء جزيئة الكلوروفيل (Martines-Hidalgo وآخرون، 2021 و Khoshfarman-Borji وآخرون، 2020 و

Bartholomew وآخرون، 2021). ان إضافة لقاح فطر *Trichoderma sp* عمل على زيادة معنوية في محتوى الكلوروفيل لنبات السلجم فلة القدرة على زيادة امتصاص المغذيات والماء من قبل النبات وإنتاج منظمات النمو و خالبات الحديد وانزيمات وحمضات تزيد جاهزية المغذيات منها الفسفور اذ يعد عنصر متحرك داخل النبات يدخل في الكثير من العمليات الايضية ويؤثر على جزئية الكلوروفيل وعملية التمثيل الضوئي اذ تلعب جزئية الكلوروفيل الدور الفاعل في البلاستيدات الخضراء لتحويل طاقة الضوء الى رابطة ذات فعل كيميائي في النبات (Lanzuise وآخرون، 2022 و Harman وآخرون، 2021). يعد السماد العضوي مصدر للعديد من المغذيات الكبرى والصغرى منها النتروجين والفسفور ووجد ان الفسفور يؤثر في عملية امتصاص النبات للمغنيسيوم فيعمل النتروجين مع مغذي المغنيسيوم في تكوين جزئية الكلوروفيل (Mojeremane وآخرون، 2015). وللتكافل العالي في التوليفة الثلاثية للقاحات البكتيرية والتسميد العضوي ينتج عنة مغذيات بكمية أكبر عن المفردة والثنائية مما يعكس ذلك على المادة الجافة للنبات وجزئية الكلوروفيل التي تؤثر على عملية البناء الضوئي (Meena وآخرون، 2017).

### قطر الساق (سم)

إشارة نتائج جدول (4) ان التلقيح الحيوي بالفطر المحمل على بذور الدخن والتسميد العضوي المنفرد لم يختلفا معنوياً فيما بينهما في حين التوليفة الثنائية ( $F_1O_2$ ) حقق فارق معنوي واضح على المقارنة ومثيلاتها. اذ أعطت اعلى متوسط لقطر الساق البالغ (2.98) سم. نبات<sup>1-</sup> قياساً بأقل قطر للساق عند معاملة المقارنة (2.40) سم. نبات<sup>1-</sup>، ويشير الجدول ايضاً الى تفوق التوليفة الثلاثية بالمستوى الثاني من السماد العضوي 30 ميكاغرام. هـ<sup>1-</sup> ( $B_1F_1O_2$ ) بفارق معنوي قياساً بمعاملة المقارنة وبمتوسط بلغ (2.89) سم. نبات<sup>1-</sup> ولم يظهر اختلافا معنوياً مع ( $B_1F_1O_1$  و  $B_1O_1$  و  $O_1$ ) بمتوسطات معاملات بلغت (2.88 و 2.86 و 2.85 و 2.80) سم. نبات<sup>1-</sup> بالتتابع. تمتاز صفة قطر الساق بكونها تمثل عدد الاوعية او الحزم الوعائية الناقلة للمغذيات والمحتوى الرطوبي فزيادة القطر تزداد عدد الحزم، ومن الملاحظ ان إضافة اللقاح البكتيري زادت من القطر هذه الزيادة ربما تعود لدور البكتريا بما تنتجه من ببتيدات دهنية فوسفاتية وجزينات ذات طبيعة بوليميرية وحمضات دهنية تخلق مواد خافضة للتوتر السطحي تساعد في تشجيع نمو النبات بطريقة مستدامة من خلال مشاركتها في امتصاص المغذيات والحماية من الاجهادات غير الحيوية وفي المقاومة الحيوية وكمواد خالبة وزيادة اعداد الاحياء، مما ينشط نمو النبات وزيادة انقسام واستطالة الخلايا افقياً (Mishra وآخرون، 2020). في حين الدور الفاعل لفطر *Trichoderma sp* في زيادة قطر الساق ربما يأتي من دورة في زيادة توفر مغذي النتروجين والفسفور وافرازها لأنزيمات وهرمونات تحفز النمو وحمضات عضوية تخفض درجة التفاعل فمع انخفاض درجة التفاعل يزداد تيسر المغذيات الكبرى والصغرى باستثناء الموليبدنم، وفي المكافحة الحيوية لتوفر جذر سليم مما يعكس على كفاءة امتصاص المغذيات ونمو النبات (Woo وآخرون، 2023). أبدت إضافة السماد العضوي فعل إيجابي في زيادة قطر الساق وزاد هذا التأثير عند إضافة اللقاحات معه يعود ذلك لما تجهزه المادة العضوية من حمضات دباليه كلهيومك والفولفك التي تساعد في تحسين صفات التربة الخصوبية والفيزيائية وزيادة تيسر وامتصاص المغذيات من قبل النبات، ان الاحماض الدبالية تؤثر بطريقة غير مباشرة عن طريقة تحسين الظروف الحيوية والكيميائية والفيزيائية بينما بصورة مباشرة في تحسين الاستجابة لهرمونات النمو وعلى جزئية الكلوروفيل (Swagat وآخرون، 2021 و Reza وآخرون، 2016). وان اللقاح الفطري سرع من تحلل السماد وزيادة توفر المغذيات بالإضافة الى زيادة الكثافة الفطرية وأدى ذلك الى زيادة كفاءة عمل الفطر (Kataoka و Asghar، 2021).

### عدد الفروع الثانوية (فرع. نبات<sup>1-</sup>)

وتعد صفة عدد الفروع الثانوية من الصفات المرغوبة لأنها ذات تأثير على زيادة الحاصل، ولكون نوع النورات عنقودية في السلجم بزيادتها تزداد عدد الفروع ثم الحاصل (Kondra و Campbell، 1978). تبين من جدول رقم (4) ان صفة عدد الفروع الثانوية (فرع. نبات<sup>1-</sup>) أعطت فارق معنوي عالي للإضافة المفردة للسماد العضوي بمستوى 15 ميكاغرام. هـ<sup>1-</sup> ( $O_1$ ) قياساً بمستوى المقارنة بمتوسط عدد فروع بلغ (70.22) فرع. نبات<sup>1-</sup> ومتوسط معاملة المقارنة (48.56) فرع. نبات<sup>1-</sup>، بنفس الوقت لم تختلف معنوياً عن التوليفة الثنائية للسماد العضوي وإضافة الفطر ( $F_1O_2$ ) بمتوسط عدد فروع (72.44) فرع. نبات<sup>1-</sup> وان الأخير حقق فرقا معنوياً قياساً بمستوى المقارنة واختلفت معنوياً عن المعاملات ( $F_1O_1$  و  $B_1O_1$  و  $B_1O_2$  و  $B_1F_1$  و  $F_1$  و  $O_2$  و  $B_1$ ) بمعدلاتها البالغة (65.67 و 62.17 و 58.17 و 57.55 و 56.17 و 54.78 و 49.22) فرع. نبات<sup>1-</sup> بالتتابع، ويلاحظ من بيانات الجدول (4) ان اعلى عدد للفروع كان عند التوليفة الثلاثية ( $B_1F_1O_1$ ) بفارق معنوي قياساً بالمقارنة ولم تختلف معنوياً عن التوليفة الثلاثية ( $B_1F_1O_2$ ) بمستوى سماد عضوي 30 طن. هـ<sup>1-</sup> (79.45 و 87.44).

فرع. نبات<sup>1</sup> بالنتابع قياساً بالمقارنة البالغة (48.56) فرع. نبات<sup>1</sup>. سجلت معاملات اضافة اللقاحات الفطرية والتسميد العضوي زيادة في عدد الفروع لنبات السلجم ويعزى ذلك الى الدور المهم للمادة العضوية في تحسين ظروف التربة من محتواها المائي والذي أثر في توفر الماء الجاهز للنبات عن طريق زيادة قابليتها في مسك الماء والاحتفاظ به ولكونها مصدر عالي للمغذيات التي يستفاد منها النبات في بناء خلاياه وأنسجته فإنها سوف تُجهز في محلول التربة بالإضافة الى زيادة الكمية الممتصة من قبل النبات مما ينعكس على نمو النبات بزيادة المجموع الخضري وعدد تفرعاته (Reza و اخرون، 2022). وفطر *Trichoderma sp* فعاليته تكون في افراز هرمونات وبعض الحوامض والانزيمات ذات الأثر في زيادة توفر وجاهزية المغذيات الكبرى والصغرى بالأخص النتروجين والفسفور ومغذي البوتاسيوم فيزيادة تيسرها في التربة ينعكس ذلك على الكمية الممتصة من المغذيات من قبل النبات وما توديه من دور في النبات في زيادة العمليات الايضية و ATP و ADP بالإضافة الى زيادة عدد الفروع (Barath و اخرون، 2023). بكتريا *Pseudomonas* تعد من البكتريا المنشطة لنمو النبات (Plant growth promoting rhizobacteria) PGPR بإنتاجها للهرمونات كالاوكسينات او تحفيزها للجينات المرتبطة بإنتاج الهرمون تزيد من قدرة الجذر على امتصاص المغذيات وانقسام الخلايا في النبات بتوفر المغذيات يزيد من عدد الفروع (Iqbal و اخرون، 2023 و Jimenes-Gomes و اخرون، 2020).

### جدول (3) تأثير دور اللقاحات الحيوية والتسميد العضوي في صفات ارتفاع النبات والمساحة الورقية و الكلوروفيل

الصفات						المعاملات	رقم المعاملة
الكلوروفيل SPAD	المساحة الورقية (سم <sup>2</sup> )	ارتفاع النبات (سم)					
f	43.30	e	373.68	c	290.66	control	1
bc	46.57	bc	447.83	ab	299.72	O <sub>1</sub>	2
bcd	46.53	cd	425.10	a	304.77	O <sub>2</sub>	3
bcd	46.50	cde	415.11	a	305.16	F <sub>1</sub>	4
ef	44.57	cd	421.26	c	291.50	F <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	5
a	48.30	a	507.83	a	304.94	F <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	6
cde	45.27	de	400.14	bc	293.22	B <sub>1</sub>	7
bcd	46.53	ab	472.27	ab	299.11	B <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	8
b	46.67	bc	446.78	bc	294.33	B <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	9
bcd	46.03	bc	452.75	c	291.44	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	10
a	48.47	ab	482.05	bc	295.55	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	11
de	45.23	bcd	439.06	bc	295.88	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	12

\* الاحرف المختلفة مقابل متوسط كل معاملة عند كل عمود تدل على وجود فروق معنوية بمستوى معنوية  $\geq 0.05$  باعتماد LSD

### الوزن الجاف (غم)

يمثل الوزن الجاف بالمادة الجافة للنبات من خلال تراكم نواتج التمثيل الكربوني في النبات خلال مراحل موسم النمو، فيكون قليل في بداية النمو ثم يزداد بعد ذلك ينخفض (عيسى، 1990). كذلك نلاحظ من جدول (4) ان نتائج الوزن الجاف للنبات اخذت نفس المستوى والسلوك لصفة الكلوروفيل اذ أعطت معاملة التوليفة الثنائية للتلقيح بفطر *T.harzanium* والتسميد العضوي بكمبوست قش الحنطة (F<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) اعلى وزن جاف للنبات عن مثيلاتها في التوليفات الثنائية قياساً بمعاملة المقارنة اذ حققت متوسط بلغ (215) غم. نبات<sup>1</sup> قياساً بالمقارنة بمتوسط (123.50) غم. نبات<sup>1</sup> وتلتها بالإضافة المفردة والثنائية للمعاملات (O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>F<sub>1</sub> و O<sub>2</sub> و F<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>2</sub> و B<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و F<sub>1</sub>O<sub>1</sub> و B<sub>1</sub>) وبمتوسطات معاملات بلغت (190.83) و

178.66 و 176.44 و 175.61 و 172.77 و 158.94 و 158.94 و 152) غم. نبات<sup>1</sup> بالتتابع بفارق معنوي قياسا بمعاملة المقارنة، بينما وجد ان التوليفة الثلاثية للإضافة المشتركة للفطري والبكتيري والسماذ العضوي (B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>O<sub>1</sub>)

حققت اعلى المتوسطات في الوزن الجاف للنبات والبالغة (215.77) غم. نبات<sup>1</sup> قياسا بمستوى المقارنة بمتوسطها (123.50) غم. نبات<sup>1</sup>، والتي لم تختلف معنويًا عن التوليفة الثنائية (F<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) وتلتها في اعلى المتوسطات (210) غم. نبات<sup>1</sup> لمعاملة التوليفة الثلاثية (B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>O<sub>2</sub>) بدون فارق معنوي. تعود الزيادة الحاصلة في المادة الجافة للنبات عند إضافة اللقاح البكتيري لدور بكتريا *Pseudomonas* في زيادة كثافة المجموع الجذري عن طريق انتاجها للمهرمونات النباتية التي تعمل على تنظيم النمو منها السايوتوكاينينات والجبرلينات بالإضافة لدورها في انتاج احماض تخفض درجة التفاعل ينتج عن ذلك زيادة توفر المغذيات وزيادة قابلية النبات على امتصاص الماء والعناصر المغذية من محلول التربة (Rajashy وآخرون، 2012). بينما تأثير فطر *Trichoderma sp* لدوره في زيادة ثباته تجمعات التربة من خلال دخول الخيوط الفطرية بين الدقائق وانتاجها لمادة (EPS) Exopolysaccharie وهي مواد طبيعية بوليمرية تعمل على تكوين جسور ذات طبيعة بروتينية بين الدقائق، بالإضافة الى انتاجها محفزات نمو تزيد من نمو ونشاط المجموع الجذري بالتالي تزيد من امتصاص المغذيات مما ينعكس على زيادة المادة الجافة (Poveda وآخرون، 2022 و Sushreeta وآخرون، 2024). ان إضافة المادة العضوية زادت من المحتوى الجاف للنبات وهذه الزيادة قد تعود لقابلية المادة العضوية في تحسين الخواص الفيزيائية والخصوبية والحيوية كل هذا ينعكس على نشاط ونمو الجذر بتغلغله في التربة ودورها في زيادة المحتوى الرطوبي في التربة من خلال قابليتها على الاحتفاظ به مما أثر إيجابيا في زيادة المادة الجافة في النبات (Nurhidayati وآخرون، 2018). للمادة العضوية الدور في خلق بيئة ملائمة لنمو ونشاط الاحياء وزيادة كثافتها العددية وللتوافق العالي بين بكتريا وفطر الدراسة أعطت اعلى نتائج إيجابية مع السماذ العضوي، هذا ما لوحظ في مادة النبات الجافة وصفات الدراسة الأخرى (Munazza وآخرون، 2019).

جدول (4) تأثير دور اللقاحات الحيوية والتسميد العضوي في صفات قطر الساق وعدد الفروع الثانوية والوزن الجاف

الصفات						المعاملات	رقم المعاملة
الوزن الجاف (غم)	عدد الفروع الثانوية (فرع.نبات <sup>1</sup> )	قطر الساق (سم)					
e	123.50	d	48.56	d	2.40	control	1
ab	190.83	abc	70.22	ab	2.80	O <sub>1</sub>	2
bcd	176.44	cd	54.78	bc	2.68	O <sub>2</sub>	3
bcd	175.61	cd	56.17	bc	2.70	F <sub>1</sub>	4
cd	158.94	bcd	65.67	cd	2.55	F <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	5
a	215.00	abc	72.44	a	2.98	F <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	6
d	152.00	d	49.22	d	2.41	B <sub>1</sub>	7
bcd	172.77	bcd	62.17	ab	2.85	B <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	8
cd	158.94	cd	58.17	bc	2.73	B <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	9
bc	178.66	cd	57.55	ab	2.88	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	10
a	215.77	a	87.44	ab	2.86	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	11
a	210.00	ab	79.45	ab	2.89	B <sub>1</sub> F <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	12

\* الاحرف المختلفة مقابل متوسط كل معاملة عند كل عمود تدل على وجود فروق معنوية بمستوى معنوية  $\geq 0.05$

باعتدال LSD

## الاستنتاجات:

نستنتج من الدراسة ان معاملة إضافة فطر *T. harzianum* بمقدار 5غم. جوره<sup>1</sup> (F1) حققت اعلى متوسط في صف ارتفاع النبات، كما حققت معاملة التوليفة الثنائية لإضافة الفطر والسماذ العضوي 30 ميكاغرام. هـ<sup>1</sup> (F1O2) اعلى المتوسطات لصفات المساحة الورقية وقطر الساق في حين أظهرت التوليفة الثلاثية للقاح البكتيري والفطري و 15 ميكاغرام. هـ<sup>1</sup> من السماذ العضوي (B1F1O1) اعلى المعدلات في صفة الكلوروفيل SPAD وعدد الفروع الثانوية وفي الوزن الجاف.

## المصادر:

- 1- AL-Doori, S. A. (2021). Field Performance of Three Rapeseed Genotypes (*Brassica napus* L.) Under Different Levels of Plant Density in Nineveh Governorate. College of
- 2- Mironenka, J.; Różalska, S.; Soboń, A. and Bernat, P. (2020). Lipids, proteins and extracellular metabolites of *Trichoderma harzianum* modifications caused by 2,4-dichlorophenoxyacetic acid as a plant growth stimulator. *Ecotoxicol Environ Saf*, 194:1-
- 3- Verma, J.P., J. Yadav, K. Tiwari, N., Lavakush. and Singh, V. (2010). Impact of plant growth promoting rhizobacteria on crop production. *Int. J. of Agric. Res.* 954-983.
- 4- Voltr, V., Menšík, L., Hlisnikovský, L., Hruška, M., Pokorný, E. and Pospíšilová, L. (2021). "The Soil Organic Matter in Connection with Soil Properties and Soil Inputs" *Agronomy* 11:779.
- 5- Wai NG. CH. W; Yan. W. H; Tsim. K. W. K; SO. P. S; Xia. Y. T. and TO. CH. T. (2022). Effects of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* as the soil amendment. *National Library of Medicine.* 11674 (11) 8.
- 6- Salim, H. A., Ali, A. F., Alsaady, M. H. M., Saleh, U. N., Jassim, N. H., Hamad, A. R., Attia, J. A., Darwish, J. J., and Hassan, A. F. (2020). Effect of plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) on growth of cauliflower (*brassica oleracea* l. var. botrytis). *Plant Archives*, 20(1), 782–786.
- 7- Kapusta-Duch, J., Szelağ-Sikora, A., Sikora, J., Niemiec, M., Gródek- Szostak, Z., Kuboń, M. and Borczak, B. (2019). Health-promoting properties of fresh and processed purple cauliflower. *Sustainability*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/su11154008>.
- 8- Koocheki, A., Roohi, A., and Nurbakhsh, R. (2015). The effect of biological fertilizers on yield, yield components and seed oil contents of three cultivars of canola (*Brassica napus* L.). *Journal Of Agroecology*, 7(2), 168-178. doi: 10.22067/jag.v7i2.50226.
- 9- Rashtbari, M., Hossein Ali, A. and Ghorchiani, M. (2020). Effect of Vermicompost and Municipal Solid Waste Compost on Growth and Yield of Canola under Drought Stress Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(17), 2215–2222. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1820023>.
- 10- Esmaili, A., Khoram, M. R., Gholami M. and Eslami, H. (2020). Pistachio waste management using combined composting-vermicomposting technique: physico-chemical changes and worm growth analysis. *Journal of Cleaner Production.* 242: 118523.
- 11- Anil, Thadani., Vijay, B., Samir, E., Topno, Joy Dawson and Thomas, T. (2019). Effect of organic fertilizers and bio-fertilizers on growth, yield and quality of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis). *Indian Horticulture* 2: 44-52.

- 12- Basnet, M., Shakya, S. and Baral, B. (2017). Response of organic manures on post-harvest and soil nutrient restoration on cauliflower production. *Journal of Agriculture and Environment*; 18:67-72.
- 13- Chen, D., Hou, Q., Jia, L. and Sun, K. (2021). Combined use of two *Trichoderma* Strains to promote growth of pakchoi (*Brassica chinensis*L.). *Agronomy*, 11, 726. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040726>
- 14- Nicolás, C., Calvo-Polanco, M., Poveda, J., Alonso-Ramírez, A., Ascaso, J., Arbona, V. and Hermosa, R. (2024). The Presence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Rhizosphere of Transgenic Rapeseed Overexpressing a *Trichoderma* Thkell Gene Improves Plant Development and Yield. *Agriculture*, 14, 851. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060851>.
- 15- Jiménez, J.A., Novinscak, A. and Filion, M. (2020). *Pseudomonas fluorescens* LBUM677 differentially increases plant biomass, total oil content and lipid composition in three oilseed crops, *Journal of Applied Microbiology*, Volume 128, Issue 4, 1 April 2020, Pages 1119–1127, <https://doi.org/10.1111/jam.14536>.
- 16- Asghar, W., Kataoka, R. (2021). Effect of co-application of *Trichoderma spp.* with organic composts on plant growth enhancement, soil enzymes and fungal community in soil. *Arch Microbiol* 203, 4281–4291. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02413-4>.
- 17- Martínez-Hidalgo, P., Flores-Félix, J.D., Sánchez-Juanes, F., Rivas, R., Mateos, P.F., Santa Regina, I., Peix, Á., Martínez-Molina, E., Igual, J.M. and Velázquez, E. (2021). Identification of Canola Roots Endophytic Bacteria and Analysis of Their Potential as Biofertilizers for Canola Crops with Special Emphasis on Sporulating Bacteria. *Agronomy* 2021, 11, 1796. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091796>.
- 18- Khoshfarman-Borji, H., Pahlavan Yali, M., and Bozorg-Amirkalaei, M. (2020). Induction of resistance against *Brevicoryne brassicae* by *Pseudomonas putida* and salicylic acid in canola. *Bulletin of Entomological Research*, 110(5), 597–610. doi:10.1017/S0007485320000097.
- 19- Bartholomew, S., Adeleke, O., Oluranti B. and Bernard, R. G. (2021). Plant growth-promoting root-colonizing bacterial endophytes, *Rhizosphere*, Volume 20, 2021, 100433, ISSN 2452-2198, <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100433>.
- 20- Lanzuise, S., Manganiello, G., Guastaferrò, V. M., Vincenzo, C., Vitaglione, P., Ferracane, R., Vecchi, A., Vinale, F., Kamau, S., Lorito, M., and Woo, S. L. (2022). Combined Biostimulant Applications of *Trichoderma spp.* with Fatty Acid Mixtures Improve Biocontrol Activity, Horticultural Crop Yield and Nutritional Quality. *Agronomy*, 12(2), 1–22. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020275>.
- 21- Harman, G. E., Doni, F., Khadka, R. B. and Uphoff, N. (2021). Endophytic strains of *Trichoderma* increase plants' photosynthetic capability, *Journal of Applied Microbiology*, Volume 130, Issue 2, 1 February, Pages 529–546, <https://doi.org/10.1111/jam.14368>
- 22- Mojeremane, W., Motladi, M., Mathowa, Th. and Mbona, M. (2015). Effect of different application rates of organic fertilizer on growth, development and yield of rape (*Brassica napus* L.) *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* 4 (12), 11680-11688, 2015.

- 23- Meena, K., Ram, R. B., Meena, ML., Meena, JK. and Meena DC. (2017). Effect of Organic Manures and Bio-Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica Plenck.) cv. KTS-1. Chem. Sci. Rev. Lett. 6(24): 2153-2158.
- 24- Mishra, I., Fatima, T., Egamberdieva, D. and Arora, N.K. (2020). Novel Bioformulations Developed from *Pseudomonas putida* BSP9 and Its Biosurfactant for Growth Promotion of (*Brassica juncea* L.). Plants, 9, 1349. <https://doi.org/10.3390/plants9101349>.
- 25- Woo, S. L., Hermosa, R., Lorito, M., and Monte, E. (2023). Trichoderma: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. Nature reviews. Microbiology, 21(5), 312–326. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00819-5>.
- 26- Swagat, K. M., Jyotirmayee, B. and Gyanranjan, M. (2021). Use of organic fertilizer and the potential influence on *Brassica rapa* L. and soil nutrient composition Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences 10 (9), 29-35, 2021.
- 27- Reza, S., Islam, S., Rahman, A., Miah, Y., Akhter, S. and Rahman, M. (2016). Impact of organic fertilizers on yield and nutrient uptake of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) Journal of Science, Technology and Environment Informatics 3 (02), 231-244.
- 28- Reza, S., Akter, B., Rahman, M., Ali, I. and Ahmed, B. (2022). Impact of Organic and Inorganic Fertilizers on Yield and Yield Contributing Characters of Mustard (*Brassica napus* L.). Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 8 (1). pp. 27-34. ISSN 2456-9682.
- 29- Barath B., Ann Rose, J. and Zacharia, S. (2023). Effect of Bio-Agents and Elicitors on *Alternaria brassicae* of Mustard (*Brassica juncea* L.). International Journal of Environment and Climate Change, 13 (10). 3724-3731. 2581-8627.
- 30- Iqbal, M., Naveed, M. and Sanaullah, M. (2023). Plant microbe mediated enhancement in growth and yield of canola (*Brassica napus* L.) plant through auxin production and increased nutrient acquisition. J Soils Sediments 23, 1233–1249 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03386-7>.
- 31- Jiménez-Gómez, A., Saati-Santamaría, Z., Kostovcik, M., Rivas, R., Velázquez, E., Mateos, P.F., Menéndez, E. and García-Fraile, P. (2020). Selection of the Root Endophyte *Pseudomonas brassicacearum* CDVBN10 as Plant Growth Promoter for *Brassica napus* L. Crops. Agronomy 2020, 10, 1788. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111788>.
- 32- Rajashy, P., Russell, K. H., Brij, V. and Louise M. N. (2012). Phytohormone production and colonization of canola (*Brassica napus* L.) roots by *Pseudomonas fluorescens* 6-8 under gnotobiotic conditions. Canadian Journal of Microbiology. <https://doi.org/10.1139/w11-120>.
- 33- Poveda, J., Díaz-González, S., Díaz-Urbano, M., Velasco, P., and Sacristán, S. (2022). Fungal endophytes of Brassicaceae: Molecular interactions and crop benefits. Frontiers in plant science, 13, 932288. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.932288>.
- 34- Sushreeta, P., Sk, S. P., Anusree, G. and Avishek, B. (2024). Exopolysaccharides from agriculturally important microorganisms: Conferring soil nutrient status and plant health, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 262, Part 2, 2024, 129954, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.129954>.
- 35- Nurhidayati, N., Machfudz, M. and Murwani, I. (2018). Direct and residual effect of various vermicompost on soil nutrient and nutrient uptake dynamics and productivity of

- four mustard Pak-Coi (*Brassica rapa* L.) sequences in organic farming system. Int J Recycl Org Waste Agricult 7, 173–181. <https://doi.org/10.1007/s40093-018-0203-0>
- 36- Munazza, T. Z., Aftab, A., Saeed, A. A., Tariq, S., Tauseef T. and Muhammad, A.(2019). Vermicompost augmented with plant growth promoting rhizobacteria improved soil fertility and growth of *Brassica rapa*. International Journal of Agriculture and Biology, 22,:6: 1645-1654.