# Study of the effect of fosetyl aluminum fungicide in tomato vascular wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in vitro and in vivo

**Dr. Mohamed Tawil[*]**
**Dr. Sabah Al-Maghribi[**]**
**Mais Alkbaily[***]**

**(Received 27 / 1 / 2019. Accepted 16 / 6 /2019 )**

## □ ABSTRACT □

The aim of this research was to study of the effect of fosetyl aluminum fungicide in the mycelial growth and conidia spores germination for five isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in vitro in Tishreen University, Agriculture faculty, pesticides laboratory during 2017 and 2018 years. The fungicide was used with different concentrations from 1 to 2000 parts per million (ppm) (active ingredient) within the nutrient culture (PDA). It also was studied the fungicide effect in reducing the incidence of vascular wilt disease in vivo in Jablah during 2018 spring. The fungicide had applied curatively by Irrigation. It was studied its role in inducing of some resistance indicators**.**

The effect of the fungicide observed only at 2000 ppm, where it inhibited the growth by 17.9 and 42.3% and spores germination by 14.5 to 20.4%. The fungicide efficacy was 65.34% after 60 days of treatment in vivo. The fungicide had an important role in inducing the peroxidase activity and polyphenol oxidase during 15 and 30 days of treatment**.** Peroxidase activity increased by 2.54 and 2.07 times compared with the non-infected control after 15 and 30 days, respectively. Polyphenol oxidase increased by 2 and 1.4 times compared with the non-infected control after 15 and 30 days, respectively. The fungicide also contributed to increasing total phenol content in tomato plants by 25.5 and 72.6% compared with the non-infected control after 30 to 60 days of treatment, respectively.

**Keywords:** fosetyl aluminum – *Fusarium oxysporum* – peroxidase - Polyphenol oxidase - total phenol content

[*] **Professor. Plant Protection Department. Faculty of Agriculture. Tishreen University. Latakia. Syria.**
[**] **Professor. Plant Protection Department. Faculty of Agriculture. Tishreen University. Latakia. Syria.**
[***] **Postgraduate Student (Ph.d). Faculty of Agriculture. Tishreen University. Latakia. Syria, mais.alkbaily@hotmail.com.**

# دراسة أثر مبيد فوستيل الألمنيوم في مسبب مرض الذبول الوعائي على البندورة *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* مخبرياً وأعراض الإصابة حقلياً

**د. محمد طويل***

**د. صباح المغربي****

**ميس القبيلي*****

**(تاريخ الإيداع 27 / 1 / 2019. قبل للنشر في 16 / 6 / 2019)**

## □ ملخّص □

هدف هذ البحث لدراسة تأثير مبيد فوستيل الألمنيوم في نمو المشيجة الفطرية وإنتاش الأبواغ الكونيدية لخمس عزلات من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* مخبرياً في جامعة تشرين، كلية الزراعة، مخبر المبيدات خلال عامي 2017 و2018م، حيث استخدم المبيد بتراكيز مختلفة تراوحت بين 1 و2000 جزء بالمليون مادة فعالة ضمن المستنبت الغذائي. كما درس تأثير المبيد في الحد من الإصابة بمرض الذبول الوعائي نصف حقلياً في بيت محمي في منطقة جبلة خلال ربيع عام 2018، حيث طبق المبيد بشكل علاجي عن طريق الري، ودرس دوره في تحفيز بعض مؤشرات المقاومة.

ظهر تأثير المبيد مخبرياً فقط عند التركيز 2000 جزء بالمليون، حيث ثبط النمو بنسب تراوحت بين 17.9 و42.3% وثبط إنتاش الأبواغ بنسب تراوحت بين 14.5 و20.4%. وبلغت فاعلية المبيد نصف حقلياً 65.34% بعد 60 يوماً من المعاملة. لقد كان للمبيد دوراً مهماً في تحفيز نشاط أنزيمي البيروكسيداز وبولي فينول أوكسيداز خلال 15 و30 يوماً من المعاملة، حيث زاد نشاط أنزيم البيروكسيداز بمعدل 2.54 و2.07 مرة بالمقارنة مع الشاهد السليم على التوالي بعد 15 و30 يوماً، وزاد نشاط أنزيم بولي فينول أوكسيداز بمعدل 2 و1.4 مرة بالمقارنة مع الشاهد السليم على التوالي بعد 15 و30 يوماً. كما ساهم في زيادة محتوى الفينول الكلي في نباتات البندورة بنسبة 25.5 و72.6% بالمقارنة مع الشاهد السليم على التوالي بعد 30 60 يوماً من المعاملة.

**الكلمات المفتاحية:** فوستيل الألمنيوم –*oxysporum* Fusarium – البيروكسيداز – بولي فينول أوكسيداز – محتوى الفينول الكلي.

* أستاذ – قسم وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

** أستاذ – قسم وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

*** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية، mais.alkbaily@hotmail.com.

## مقدمة:

تعتبر البندورة (*Lycopersicon esculentum* Mill.) أحد محاصيل الخضار المزروعة والهامة اقتصادياً في العالم (Kapasiya *et al*., 2015). كما تعتبر حساسة للعديد من الأمراض ومنها تساقط البادرات، اللفحة المبكرة، الذبول الفيوزرايومي، الذبول الفيرتيسليومي، الذبول البكتيري وفيروس موزاييك البندورة وغيرها، من بين هذه الأمراض يعد مرض الذبول الفيوزرايومي المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H. N. Hansen أحد أهم الأمراض الهامة اقتصادياً لمحصول البندورة عالمياً (Hanaa *et al*., 2011) ، والذي يسبب خسائر اقتصادية تتراوح بين 10 –50% من المحصول حول العالم (Lukyanenko, 1991).

يتبع الفطر *Fusarium oxysporum* تصنيفياً إلى شعبة Ascomycota صف Sordariomycetes رتبة Hypocreales وفصيلةNectriaceae وهو عالمي الانتشار، يصيب العديد ن المحاصيل الزراعية المهمة مسبباً لها أمراض الذبول الوعائي (Moretti, 2009). ينتج هذا الفطر ثلاثة أنواع من الأبواغ اللاجنسية وهي الأبواغ الكونيدية الصغيرة التي تتكون من خلية أو خليتين، والأبواغ الكونيدية الكبيرة وهي الأبواغ الممثلة للفطر وتتكون من 3–5 خلايا، والأبواغ الكلاميدية وهي أبواغ دائرية تتكون من خلية أو خليتين ذات جدار سميك وهي تتشكل ضمن أو على الميسيليوم القديم (Agrios, 2004).

يسبب هذا المرض في البداية اصفرار وذبول الأوراق السفلية للنباتات المصابة، ثمَ تمتد هذه الأعراض لأعلى النبات حيث ينتقل الفطر ضمن عائله. وغالباً تجف الأوراق المصفرة والذابلة ثم تتساقط قبل الأوان، كما يمكن أن يعم الذبول كامل النبات ويموت مبكراً، منتجاً القليل من الثمار. تظهر على النباتات المصابة تلون الأوعية الخشبية والذي يعتبر دليلاً في تشخيص المرض، وعند إجراء قطع في الساق الرئيسة (وخاصةً فوق سطح التربة) يلاحظ تلون بني للأوعية، يمتد التلون من الجذور إلى الساق وأحياناً باتجاه الأفرع ثم إلى أعناق الأوراق (Sikora and Gazaway, 2009).

استخدمت وسائل مكافحة عديدة لإدارة هذا المرض منها وسائل زراعية، كيميائية، حيوية بالإضافة إلى استخدام الأصناف المقاومة. تتضمن الوسائل الزراعية التعقيم الشمسي والدورة الزراعية وغيرها، والتي من شأنها ان تقلل احتمال حدوث المرض لكنها لا تكافح المرض بشكل كامل. وبالنسبة للطريقة البديلة والتي هي المكافحة الحيوية مثل استخدام الفطور *Trichoderma harzianum*، *Trichoderma viride*، .*Penicillium* spp، أو البكتريا.*Bacillus* spp، والتي تبقى أيضاً بمفردها غير قادرة على مكافحة المرض بشكل كامل بسبب تقلب درجات الحرارة، pH التربة والرطوبة والتي تؤثر بشكل كبير في الكائن الحيوي. كما يعتبر استخدام الأصناف المقاومة وسيلة أخرى فعالة بالإضافة إلى أنها موثوقة ورخيصة، ولكن بسبب تطور سلالات مقاومة جديدة من الممرض تصبح الأصناف المقاومة له سابقاً حساسة للإصابة، لذلك تعتبر المبيدات الفطرية الوسيلة المسيطرة في إدارة هذا المرض. (Chowdary and Biswas, 2018).

يتجه معظم المزارعين لاستخدام مجموعات مختلفة من المبيدات الفطرية بسبب سهولة استخدامها وفعاليتها (Dias, 2012). وعلى الرغم من التأثير السلبي للمبيدات الفطرية في الزراعة والبيئة إلا أن بعض الباحثين يعتقدون أن المبيدات الفطرية تثبط نمو الفطور المستهدفة وتحسن نمو النبات والإنتاج من خلال تحفيز الأنظمة الدفاعية للنبات (Ivic, 2010). يعتبر أنزيمي البيروكسيداز وبولي فينول أوكسيداز ومحتوى الفينول الكلي أحد هذه الأنظمة، حيث يحفز أنزيم البيروكسيداز من تشكل اللجنين وأنزيم phenylalanine ammonia–lyase اللذين يدخلان في تركيب المركبات الفينولية والفيتوالكسين (Ramamoorthy *et al*., 2002). كما وجد حديثاً ارتباط بين تواجد الفينولات ومقاومة النبات للممرضات في محاصيل عديدة منها البندورة، وإن تراكم وتأكسد مركبات الفينول يمكن أن يكون مرتبط

بأليات الدفاع في النبات والتي تزداد خصوصاً أثناء الإصابة الفطرية، إذ ثبت قدرة هذه الفينولات على تشكيل معقدات غير ذائبة والتي تتأكسد بدورها إلى عناصر سامة تؤثر بشكل كبير على الكائن الممرض (Anjum *et al*., 2012).

يعتبر المبيد الفطري فوستيل الألمنيوم (fosetyl-Al) فعال في مكافحة العديد من أمراض النبات المتسببة عن الفطور البيضية، حيث من المحتمل أن الفوسفيت ينتج عن تفكك فوستيل الألمنيوم في النبات وهو الشكل الفعال لهذا المركب (Fenn and Coffey, 1984). في الأوساط منخفضة الفوسفات يجب أن يتواجد فوستيل الألمنيوم أو الفوسفيت بتراكيز ميللي مولارية حتى تساهم في خفض نمو الممرضات تحت ظروف الاختبار مخبرياً (Coffey and Bower, 1984). ويمكن تفسير هذا التركيز المنخفض بأن فوستيل الألمنيوم أو الفوسفيت يحفز استجابة سريعة اتجاه الممرضات المهاجمة للنبات من خلال نظام الدفاع الديناميكي للنبات، حيث تمّ إثبات ذلك من خلال تسارع زيادة الفيتوالكسينات في النباتات المعاملة بفوستيل الألمنيوم او الفوسفيت (Guest, 1984).

وجد Mannai وآخرون (2018) أن فاعلية فوستيل الألمنيوم منخفضة مخبرياً عند 10، 25، 50، 100 جزء بالمليون في تثبيط نمو الفطر *Fusarium oxysporum*، بينما منع التركيز 2000 جزء بالمليون (المنصوح به) النمو بشكل كامل تقريباً (94.59%)، وبالتالي يمكن القول إن هذا المبيد فعال فقط عند التراكيز المرتفعة (2000 جزء بالمليون). في حين خفض المبيد بشكل واضح تلون الجذور باللون البني (62.55%) حقلياً، وساهم في زيادة وزن الجذور.

## أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من الأهمية الغذائية والاقتصادية لمحصول البندورة، إذ يعتبر من المحاصيل الاستراتيجية في القطر العربي السوري، بالإضافة إلى خطورة مرض الذبول الفيوزاريومي الذي يصيب محصول البندورة سواء في البيوت المحمية أو الزراعة الحقلية حيث يسبب أضرار اقتصادية خطيرة. ويهدف البحث إلى:

1- دراسة تأثير مبيد فوستيل الألمنيوم في نمو المشيجة الفطرية وإنتاش الأبواغ الكونيدية لبعض عزلات الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* المستحصل عليها.

2- دراسة تأثير مبيد فوستيل الألمنيوم في الحد من إصابة نباتات البندورة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

3- دور مبيد فوستيل الألمنيوم في تحفيز المقاومة الجهازية من خلال دراسة نشاط أنزيمي البيروكسيداز وبولي فينول أوكسيداز وتقدير المحتوى الكلي للفينول.

## طرائق البحث ومواده:

### ❖ الفطر الممرض:

تم استخدام خمس عزلات من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* تمّ عزلها من جذور وسوق نباتات بندورة تبدي أعراض الذبول والاصفرار من المنطقة الساحلية (جبلة –بانياس) خلال عامي 2016 و2017م، تميزت هذه العزلات باختلاف مواصفاتها على مستنبت بطاطا دكستروز آجار حسب الجدول (1)، كما اختلفت بقدرتها الإمراضية عند العدوى الاصطناعية لنباتات البندورة من الهجين إرجوان (القبيلي وآخرون، 2017).

**جدول (1): الصفات العامة للمستعمرات الفطرية ومعدل نموها لخمس عزلات من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (القبيلي وآخرون، 2017).**

| العزلة | شكل ولون المستعمرة | | معدل نمو العزلة (مم/يوم) | القدرة الإمراضية (%) |
|---|---|---|---|---|
| | السطح العلوي | السطح السفلي | | |
| F25 | أبيض مشوب بالوردي في المركز | كريمي غامق مشوب بالوردي في المركز | 8.44 | 60 ab |
| F20 | أبيض مشوب بالبنفسجي | بنفسجي غامق | 8.35 | 40 bc |
| F5 | نمو أبيض شعاعي | كريمي فاتح | 8.02 | 30 c |
| F1 | أبيض سطحي | كريمي فاتح مع حلقة بنفسجية في المركز | 9.00 | 70 a |
| F18 | | | 8.43 | 80 a |
| L.S.D 5% | | | | 5.8 |

❖ **المبيد الفطري** المستخدم هو الألبيت، المادة الفعالة فوستيل الألمنيوم (fosetyl-Al) ونسبتها 80% بشكل حبيبات قابلة للتشتت، يتبع لمجموعة الفوسفانات وهو مبيد جهازي (عبوة المستحضر التجاري للمبيد).

❖ **اختبار تأثير المبيد فوستيل الألمنيوم في نمو المشيجة الفطرية:**

يحضر المستنبت الغذائي PDA (Potato Dextros Agar) ثم يعقم على درجة حرارة 110°س لمدة 45 دقيقة، ثم تحضر محاليل المبيد بحيث يصبح تركيز المبيد في البيئة النهائية بعد إضافة محلول المبيد 1 -10 -100 – 1000 – 2000 جزء بالمليون مادة فعالة، ثم تضاف محاليل المبيد وفق التراكيز المطلوبة إلى المستنبت الغذائي، يصب المستنبت الغذائي النهائي (PDA+ مضاد حيوي أمبيسلين $2*10^5$ وحدة دولية في اللتر+ محلول مبيد) في 4 أطباق بتري معقمة تمثل 4 مكررات لكل تركيز، في حين يحضر الشاهد بإضافة الماء المقطر المعقم فقط بدون مبيد (Tawil,1985). بعد تبريد المستنبت وتصلبه يتم زرع قرص بقطر 5 مم مأخوذ من محيط مستعمرة فطرية بعمر 9-10 أيام ممثلة لإحدى عزلات الفطر المستحصل عليها على سطح المستنبت بشكل مقلوب في مركز الطبق، تحضن الأطباق عند حرارة 25 ± 1°س (تكرر نفس العملية على باقي العزلات الأخرى)، ثم يسجل قطر المستعمرة الفطرية في كل مكرر كل يومين حتى وصول قطر المستعمرة الفطرية في معاملة الشاهد إلى حواف الطبق. تمَّ حساب متوسط الزيادة في قطر المستعمرة الفطرية، وبعد ذلك حُسبت النسبة المئوية لنمو المشيجة الفطرية المصححة بالمقارنة مع الشاهد حسب (Sundar *et al.,* 1995) من المعادلة التالية:

% تثبيط= (متوسط قطر المستعمرة في الشاهد – متوسط قطر المستعمرة في المعاملة) x 100 /متوسط قطر المستعمرة في معاملة الشاهد

❖ **اختبار تأثير المبيد فوستيل الألمنيوم في إنتاش الأبواغ الكونيدية:**

يحضر مستنبت البطاطا السائلة والمعلق البوغي لكل عزلة على حدا ومحاليل المبيد، ثم يضاف المضاد الحيوي أمبيسلين ($2*10^5$ وحدة دولية في اللتر) ومحلول المبيد ومعلق الأبواغ للمستنبت الغذائي السائل بحيث تصبح كثافة الأبواغ في المستنبت النهائي 5000 بوغة/مل وتركيز المبيد 1 – 10 -100 -1000 – 2000 جزء بالمليون مادة فعالة، يؤخذ عدة قطرات من كل مزيج لتوضع في إحدى حجر الشريحة المقعرة، حيث أن استخدام هذه الشرائح في

اختبار تأثير المبيد في إنتاش الأبواغ يؤمن تماساً مباشراً ومستمراً بين المستنبت والمبيد والأبواغ (Tawil,1985). توضع هذه الشرائح بعد ملئ حجراتها ضمن أطباق بتري قطر 9 سم مع قطعة من القطن المعقم والمشبعة بالماء لتأمين الرطوبة ضمن الأطباق وتفادي تبخر مستنبت ضمن الشريحة المقعرة، يحضر لكل تركيز ثلاثة مكررات، توضع الأطباق في الحاضنة على درجة حرارة 25 ± 1°س، تفحص الشرائح مجهرياً بعد 24 ساعة. ومن ثم حُسبت النسبة المئوية لمنع الإنتاش لكل مبيد في كل تركيز وبعد ذلك حُسبت نسبة منع الإنتاش المصححة بالمقارنة مع الشاهد لاستبعاد تأثير العوامل الطبيعية في الإنتاش وذلك بتطبيق معادلة Abbott (1925):

$$\% \text{ منع الانتاش} = \frac{\% \text{ منع انتاش المعاملة بالمبيد} - \% \text{ منع انتاش الشاهد}}{100 - \% \text{ منع انتاش الشاهد}} \times 100$$

❖ **دراسة تأثير مبيد فوستيل الألمنيوم في الحد من إصابة نباتات البندورة:**

زرعت بذور البندورة (الهجين أرجوان F1) في صواني بلاستيكية تحتوي على تورب معقم بتاريخ 10-2018/3، ثم نقلت الشتول بعمر شهر إلى أكياس بلاستيكية سعة 10 كغ تحوي خليطاً من التورب والتربة (1:1) المعقمين بتاريخ 2018/4/13. وضعت الأكياس في بيت بلاستيكي بحيث يحتوي كل كيس على شتلة واحدة. ونفذت العدوى الاصطناعية بعزلة واحدة (F1)، حيث تمّ إعداء التربة بـ 5غ من بذور القمح المنمى عليها الفطر (أي ما يعادل معلق بوغي بكثافة $10^6$ بوغة/مل). أضيف المبيد فوستيل الألمنيوم بالتركيز المنصوح به (2غ/ل) رياً إلى التربة بمعدل 0.5 لتر محلول مبيد لكل شتلة ولمرة واحدة فقط بعد ظهور الأعراض النموذجية للفطر على النباتات (شهر تقريباً). أخذت القراءات بعد 15 و30 و60 يوماً من المعاملة بالمبيد، وقدرت نسبة الإصابة كنسبة مئوية إجمالية للشتول التي تبدي أعراض الذبول الوعائي، حيث يعتمد لتقدير نسبة الإصابة وشدتها على السلم التالي (De Cal *et al.*, 1995)، بالإضافة إلى الكشف عن الفطر في التربة والنبات والتأكد من وجوده:

| الدرجة | أعراض الإصابة |
|---|---|
| 1 | 0-24%، نباتات سليمة، جميع الأوراق خضراء. |
| 2 | 25-49%، اصفرار الأوراق السفلية. |
| 3 | 50-74%، موت الأوراق السفلية واصفرار الأوراق التي تعلوها. |
| 4 | 75-99%، موت الأوراق السفلية وذبول الأوراق التي تعلوها. |
| 5 | موت النبات بالكامل. |

وحسبت شدة الإصابة من المعادلة التالية (Mckinney, 1923): شدة الإصابة (%)= $\frac{\sum(a*b)100}{N*K}$

حيث: a: عدد نباتات كل درجة، b: قيمة الدرجة، N: عدد النباتات الكلي، K: أعلى درجة في سلم الإصابة وتساوي (5).

وحسبت الفاعلية من خلال معادلة (Henderson and Tilton, 1955):

$$\text{الفاعلية (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{شدة الإصابة بعد المعاملة}}{\text{شدة الإصابة قبل المعاملة}} \times \frac{\text{شدة إصابة الشاهد قبل المعاملة}}{\text{شدة إصابة الشاهد بعد المعاملة}} 100\right)$$

❖ **دراسة نشاط أنزيمي البيروكسيداز وبولي فينول أوكسيداز وتقدير المحتوى الكلي للفينول:**

قدر نشاط أنزيمي البيروكسيداز وبولي فينول أوكسيداز بعد 15 و30 و60 يوماً من المعاملة بالمبيد، وذلك من خلال طحن 1غ من أوراق نباتات البندورة الطازجة مع 3 مل من محلول فوسفات البوتاسيوم المُبّرد (0.1M, pH=7)، ومن ثم تعريض العينات للطرد المركزي (10000 دورة/دقيقة) لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 4°س. بالنسبة لأنزيم البيروكسيداز أخذ3.5 مل من محلول فوسفات البوتاسيوم السابق و200 ميكروليتر من مستخلص العينة وأضيف لها 200 ميكروليتر من الجواياكول guaiacol و200 ميكروليتر من الماء الأوكسجينيPeroxide Hydrogen (0.1mM) وقياس نشاط الأنزيم باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي عند طول موجة 430 نانومتر(Hammerschmidt *et al.,*1982). وقُدر نشاط أنزيم البيروكسيداز وفق المعادلة:

نشاط أنزيم البيروكسيداز = (عامل التمديد x كمية الماء الأوكسجيني) / (حجم العينة x الزمن)

وبالنسبة لأنزيم بولي فينول أوكسيداز أخذ 1.95 مل من محلول فوسفات البوتاسيوم السابق و1 مل من محلول الكاتيكول catechol و50 ميكروليتر من مستخلص العينة وقياس نشاط الأنزيم عند طول موجة 410 نانومتر (Arnnok *et al.*, 2010; Soliva *et al.*, 2001). وقدر المحتوى الكلي للفينول من خلال طحن 2غ من أوراق نباتات البندورة في 10 مل إيثانول (80%) ومن ثم الطرد المركزي (10000 دورة/دقيقة) لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 25°س، وثم تحضير مزيج مكون من 40 ميكروليتر من مستخلص العينة و200 ميكروليتر من كاشف فولن (Folin–Ciocalteu's reagent) و3.16 مل من الماء المقطر و600 ميكروليتر من كربونات الصوديوم (20%) وحفظها بالظلام لمدة ساعة ونص ومن ثم تقدير محتوى الفينول عند طول موجة 650 نانو متر، لكن في بحثنا تم تعديل طول الموجة من خلال تحديد طول الموجة الذي يعطي أفضل امتصاصية وكانت 720 نانومتر (Singleton and Rossi ,1965).

❖ **التحليل الإحصائي:**

تمّ التحليل الإحصائي بواسطة برنامج Genstate–12 بمقارنة قيمة LSD عند المستوى 1% للتجارب المخبرية و5% للتجارب نصف الحقلية، واستخدم اختبار دانكان لتحديد الفروق المعنوية بين المعاملات.

**النتائج والمناقشة:**

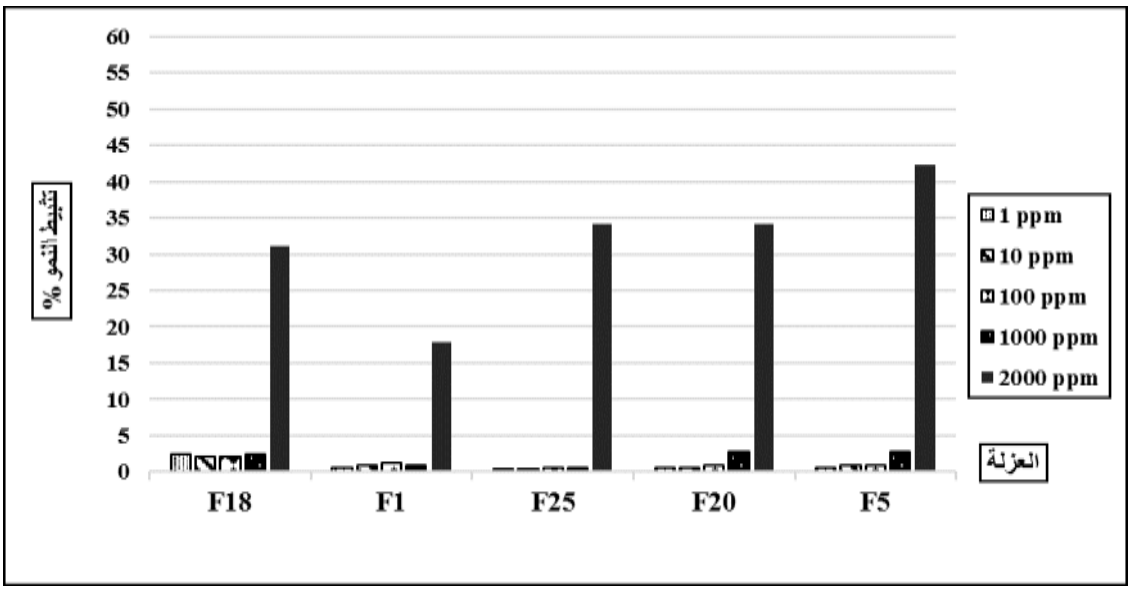
**أولاً: تأثير مبيد فوستيل الألمنيوم في نمو المشيجة الفطرية:**

يتبين من الجدول (2) متوسط قطر المستعمرة الفطرية للعزلات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* تحت تأثير تراكيز مختلفة من المبيد فوستيل الألمنيوم على مستنبت PDA بعد 9 أيام من المعاملة. ويتبين من الشكل (1) نسبة تثبيط المبيد فوستيل الألمنيوم لنمو العزلات المدروسة من الفطر بالمقارنة مع الشاهد بعد 9 أيام من المعاملة.

**جدول (2): متوسط قطر النمو (مم) للعزلات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* تحت تأثير تراكيز مختلفة من المبيد فوستيل الألمنيوم.**

| العزلة | التركيز (جزء في المليون) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | 1 | 10 | 100 | 1000 | 2000 | LSD 1% |
| F18 | 85 a | 83.3 a | 83.3 a | 83 a | 83 a | 58.5 b | 3.41 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.63 | 67.5 b | 81.3a | 81.5 a | 81.5 a | 81.8 a | 82.3 a | F1 |
| 3.33 | 54 b | 81.5 a | 81.5 a | 81.8 a | 81.8 a | 81.3 a | F25 |
| 3.43 | 54.5 b | 80.5 a | 82 a | 82.3 a | 82.3 a | 82.8 a | F20 |
| 5.35 | 47.5 b | 83 a | 83 a | 83.3 a | 83.3 a | 85 a | F5 |




**الشكل (1): نسبة تثبيط المبيد فوستيل الألمنيوم لنمو العزلات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* بعد 9 أيام من المعاملة**

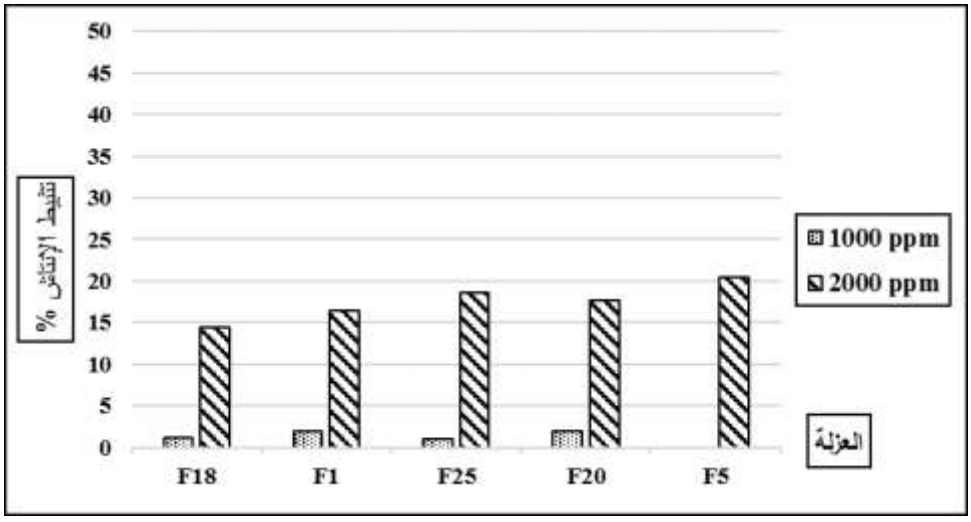
يلاحظ من الجدول (2) والشكل (1) أنه ليس للمبيد فوستيل الألمنيوم أي تأثير في منع نمو العزلات المدروسة طيلة فترة التجربة حتى عند التركيز المرتفع 1000 جزء بالمليون، في حين كان للتركيز 2000 جزء بالمليون تأثيراً في نمو الفطر حيث تراوحت نسب التثبيط بين 17.9 – 42.3% لجميع العزلات. كما بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين معاملة الشاهد والتراكيز (1 و10 و100 و1000 جزء بالمليون)، بينما لوحظ وجود فرق معنوي بين هذه المعاملات والتركيز 2000 جزء بالمليون وذلك لجميع العزلات. وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Mannai وآخرون (2018) أن فاعلية فوستيل الألمنيوم منخفضة مخبرياً عند 10، 25، 50، 100 جزء بالمليون في تثبيط نمو الفطر *Fusarium oxysporum*، بينما منع التركيز 2000 جزء بالمليون النمو بشكل كامل تقريباً (94.59%)، وبالتالي يمكن تفسير ذلك بأن المبيد فوستيل الألمنيوم فعال فقط عند التركيز المرتفع (2000 جزء بالمليون).

**ثانياً: تأثير مبيد فوستيل الألمنيوم في إنتاش الأبواغ الكونيدية:**

يتبين من الجدول (3) نسبة إنتاش الأبواغ الكونيدية الصغيرة للعزلات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* تحت تأثير تراكيز مختلفة من المبيد فوستيل الألمنيوم بعد 24 ساعة من المعاملة. ويتبين من الشكل (2) نسبة تثبيط مبيد فوستيل الألمنيوم لإنتاش أبواغ العزلات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* بالمقارنة مع الشاهد بعد 24 ساعة من المعاملة.

**جدول (3): نسبة إنتاش الأبواغ الكونيدية الصغيرة للعزلات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* تحت تأثير تراكيز مختلفة من فوستيل الألمنيوم بعد 24 ساعة.**

| العزلة | التركيز (جزء في المليون) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | 1 | 10 | 100 | 1000 | 2000 | LSD 1% |
| F18 | 92.1 a | 92.5 a | 92 a | 92.7 a | 91.9 a | 79.5 b | 6.26 |
| F1 | 91.6 a | 91.3 a | 91.8 a | 91.3 a | 89.5 a | 76.3 b | 4.07 |
| F25 | 90 a | 90.2 a | 91.9 a | 89.3 a | 91 a | 74.9 b | 5.9 |
| F20 | 92 a | 91.4 a | 90.2 a | 91.4 a | 90.6 a | 76.1 b | 5.36 |
| F5 | 100 a | 99.5 a | 98.8 a | 99.1 a | 97.6 a | 73.8 b | 4.84 |




**الشكل (2): نسبة تثبيط مبيد فوستيل الألمنيوم لإنتاش أبواغ العزلات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* بعد 24 ساعة من المعاملة**

يلاحظ من الجدول 3 والشكل 2 أنه ليس للمبيد فوستيل الألمنيوم تأثيراً واضحاً بشكل معنوي في منع إنتاش الأبواغ الكونيدية الصغيرة العزلات المدروسة حتى عند التركيز المرتفع 1000 جزء بالمليون، وكان للمبيد تأثير ضعيف في منع الإنتاش عند التركيز 2000 جزء بالمليون حيث تراوحت نسبة التثبيط بين 14.5 – 20.4% وبشكل معنوي مع الشاهد والتراكيز الأخرى وذلك لجميع العزلات المدروسة.

**ثالثاً: دراسة تأثير مبيد فوستيل الألمنيوم في الحد من إصابة نباتات البندورة:**

ظهرت الأعراض الأولية على النباتات المعداة بعد 35 يوماً من إجراء العدوى الاصطناعية، وكانت الأعراض الأولى عبارة عن شحوب الأوراق السفلية حيث ظهرت الأعراض تقريباً على 80% من نباتات التجربة، ومن ثم تمت المعاملة بالمبيد رياً لمرة واحدة فقط. ومع تقدم التجربة تطور المرض فقط على نباتات الشاهد المعدى باصفرار الأوراق المتوسطة، واصفرار كامل النبات في الحالات الشديدة وموت أكثر من نصف نباتاته (60%)، بالإضافة إلى أن التجربة تضمنت شاهداً سليماً لم يعامل بالفطر أو المبيد (الجدول 4).

**جدول (4): شدة الإصابة (%) في نباتات البندورة المعداة بالعزلة F1 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* والمعاملة بمبيد فوستيل الألمنيوم خلال مرحلة التجربة.**

| المعاملة | قبل المعاملة | بعد 15 يوماً | بعد 30 يوماً | بعد 60 يوماً |
|---|---|---|---|---|
| الشاهد السليم | 0.0 b | 0.0 c | 0.0 c | 0.0 c |
| الشاهد المعدى | 30.0 a | 46.7 a | 56.7 a | 78.3 a |
| فوستيل الألمنيوم | 35.0 a | 33.3 b | 30.0 b | 33.3 b |
| L.S.D 5% | 12.4 | 13.2 | 18.9 | 12.4 |

يلاحظ من الجدول (4) عدم وجود فروق معنوية لقيم شدة الإصابة قبل البدء بالمعاملة بين نباتات الشاهد المعدى والنباتات المعدة للمعاملة بالمبيد، ومع تقدم التجربة لوحظ تطور المرض على نباتات الشاهد المعدى حيث بلغت شدة الإصابة 46.7 و56.7 و78.3% للشاهد المعدى على التوالي بعد 15 و30 و60 يوماً وتعادل شدة الإصابة للشاهد المعدى الدرجة 2، 2، 3، و4 على التوالي قبل المعاملة وبعد 15 و30 و60 يوماً من المعاملة، وبلغت شدة الإصابة 33.3 و30 و33.3% لمعاملة مبيد فوستيل الألمنيوم بعد 15 و30 و60 يوماً من المعاملة به وتعادل هذه الشدة الدرجة 2 من سلم تقييم الإصابة طيلة فترة التجربة. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين الشاهد المعدى والمبيد فوستيل الألمنيوم بعد 15 و30 و60 يوماً مع ملاحظة تفوق معاملة المبيد على الشاهد علماً بأنه لم تظهر أية أعراض على نباتات الشاهد غير المعدى.

يتبين من الجدول (5) فاعلية المبيد فوستيل الألمنيوم في الحد من الإصابة من مرض الذبول الوعائي المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* خلال مرحلة التجربة، حيث كانت 38.8% بعد 15 يوماً وارتفعت إلى 54.6% بعد 30 يوماً، وبلغت عند نهاية التجربة (بعد 60 يوماً) 65.3%. واتفقت هذه النتائج مع Mannai وآخرون (2018) حيث خفض المبيد بشكل واضح تلون الجذور باللون البني بنسبة (62.55%).

**جدول (5): فاعلية مبيد فوستيل الألمنيوم في الحد من الإصابة من مرض الذبول الوعائي المتسبب عن فطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* خلال مراحل التجربة.**

| المعاملة | الفاعلية (%) | | |
|---|---|---|---|
| | بعد 15 يوم | بعد 30 يوم | بعد 60 يوم |
| فوستيل الألمنيوم | 38.8 | 54.6 | 65.3 |

**رابعاً: دراسة نشاط أنزيمي البيروكسيداز وبولي فينول أوكسيداز وتقدير المحتوى الكلي للفينول:**

يتبين من الجدول (6) تأثير الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* والمعاملة بمبيد فوستيل الألمنيوم في نشاط أنزيم البيروكسيداز خلال مراحل التجربة.

**جدول (6): تأثير المعاملة بمبيد فوستيل الألمنيوم في نشاط أنزيم البيروكسيداز (نانومول) خلال مراحل التجربة.**

| المعاملة | بعد 15 يوم | بعد 30 يوم | بعد 60 يوم |
|---|---|---|---|
| الشاهد السليم | 0.011 c | 0.014 c | 0.013 b |
| الشاهد المعدى | 0.018 b | 0.018 b | 0.023 a |
| فوستيل الألمنيوم | 0.028 a | 0.029 a | 0.013 b |
| L.S.D 5% | 0.002 | 0.003 | 0.007 |

يلاحظ من الجدول (6) أن للمبيد فوستيل الألمنيوم دوراً في تحريض المقاومة الجهازية المكتسبة من خلال تحفيز نشاط أنزيم البيروكسيداز خلال مراحل التجربة، حيث كانت قيمة نشاط الأنزيم بعد 15 يوماً من المعاملة بـ 0.011 نانومول للشاهد السليم و0.018 نانومول للشاهد المعدى و0.028 نانومول لمعاملة مبيد فوستيل الألمنيوم. لم تتغير بشكل واضح قيم نشاط الأنزيم بعد 30 يوماً فقد بلغت 0.014 و0.018 و0.029 نانومول على التوالي. في نهاية التجربة لم يعد للمبيد فوستيل الألمنيوم أي تأثير في نشاط الأنزيم حيث قدر ب 0.013 نانومول ويمكن تفسير ذلك من خلال انخفاض شدة الإصابة بالمرض وبالتالي لم يعد يشعر النبات بوجود الخطر، في حين استمر نشاط الأنزيم في معاملة الشاهد المعدى وبلغت 0.023 نانومول ويفسر ذلك باستمرار وجود الممرض الذي يحرض النبات على إبداء مقاومة اتجاه الممرض (Verhagen *et al.*, 2006).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين الشاهد السليم والشاهد المعدى ومبيد فوستيل الألمنيوم بعد 15 و30 يوماً مع تفوق معاملة المبيد على الشاهدين، ولم يوجد فرق معنوي بين الشاهد السليم ومعاملة المبيد بعد 60 يوماً مع تفوق الشاهد المعدى عليهما.

لقد كان للمبيد فوستيل الألمنيوم دوراً في تحفيز نشاط أنزيم البيروكسيداز، حيث زاد نشاط هذا الأنزيم بمقدار 2.54 مرة بعد 15 يوماً وبمعدل 2.07 مرة بعد 30 يوماً بالمقارنة مع الشاهد السليم، وهذا ما أكده Shoaib وآخرون (2014) عندما لاحظوا أقصى زيادة في نشاط أنزيم البيروكسيداز بمعدل 2.4 مرة بالمقارنة مع الشاهد السليم عند المعاملة بالمبيد فوستيل الألمنيوم والعدوى بالفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* بعد 25 يوماً. وذكر Cui و Wang (2006) أن أنزيم البيروكسيداز يدخل في العديد من العمليات الخليوية مثل النمو والتطور والتمايز واستقلاب الأوكسينات وتكوين اللجنين، مما يجعل الزيادة في نشاط أنزيم البيروكسيداز مؤشراً أولياً لتفعيل آلية الدفاع في النباتات.

كما يتبين من الجدول (7) تأثير الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* والمعاملة بمبيد فوستيل الألمنيوم في نشاط أنزيم بولي فينول أوكسيداز خلال مراحل التجربة.

**دول (7): تأثير المعاملة بمبيد فوستيل الألمنيوم في نشاط أنزيم بولي فينول أوكسيداز (وحدة امتصاصية/دقيقة) خلال مراحل التجربة.**

| المعاملة | بعد 15 يوماً | بعد 30 يوماً | بعد 60 يوماً |
|---|---|---|---|
| الشاهد السليم | 0.025 b | 0.024 c | 0.021 c |
| الشاهد المصاب | 0.028 b | 0.030 b | 0.065 a |
| فوستيل الألمنيوم | 0.050 a | 0.034 a | 0.035 b |
| L.S.D 5% | 0.02 | 0.004 | 0.002 |

يلاحظ من الجدول (7) أن للمبيد فوستيل الألمنيوم دوراً أيضاً في تحفيز أنزيم بولي فينول أوكسيداز خلال المرحلة الأولى من التجربة، حيث قدر نشاط الأنزيم بعد 15 يوماً من المعاملة بـ 0.025 و0.028 و0.050 (وحدة امتصاصية/دقيقة) على التوالي للشاهد السليم والشاهد المعدى ومعاملة المبيد، انخفض نشاط الأنزيم بعد 30 يوما من المعاملة حيث بلغ نشاط الأنزيم 0.024 و0.030 و0.034 على التوالي للشاهد السليم والشاهد المعدى ومعاملة المبيد. أما بعد 60 يوما من المعاملة حافظ الأنزيم على نشاطه في معاملتي الشاهد السليم والمبيد 0.021 و0.035 على التوالي، في حين زاد نشاطه في معاملة الشاهد المعدى، ويفسر ذلك أيضاً باستمرار وجود الممرض الذي يحرض النبات على إبداء مقاومة اتجاه الممرض (Verhagen *et al*., 2006).

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فرق معنوي بين معاملة الشاهد السليم والمعدى بعد 15 يوماً مع تفوق معاملة المبيد عليهما، كما وجد فروق معنوي بين الشاهد السليم والمعدى والمبيد بعد 30 يوماً مع تفوق معاملة المبيد عليهما أيضاً. وكذلك وجدت فروق معنوية بين المعاملات الثلاث بعد 60 يوماً مع تفوق معاملة الشاهد المعدى هذه المرة.

وكما يتبين من الجدول (8) تأثير الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* والمعاملة بمبيد فوستيل الألمنيوم في المحتوى الكلي للفينول خلال مراحل التجربة.

**جدول (8): تأثير المعاملة بمبيد فوستيل الألمنيوم في المحتوى الكلي للفينول (مغ/غ) خلال مراحل التجربة.**

| المعاملة | بعد 15 يوماً | بعد 30 يوماً | بعد 60 يوماً |
|---|---|---|---|
| الشاهد السليم | 1.111 a | 1.171 b | 1.195 c |
| الشاهد المصاب | 1.292 a | 1.282 b | 1.550 b |
| فوستيل الألمنيوم | 1.423 a | 1.470 a | 2.062 a |
| L.S.D 5% | 0.4 | 0.17 | 0.33 |

يلاحظ من الجدول (8) أن المبيد فوستيل الألمنيوم دوراً في زيادة محتوى الفينول الكلي، حيث بلغت قيمة الفينول بعد 15 يوماً من المعاملة 1.111 و1.292 و1.423 مغ/غ على التوالي للشاهد السليم والشاهد المعدى والمبيد بدون وجود فروق معنوية بينها، وبعد 30 يوماً ارتفعت نسبياً في الشاهد السليم إلى 1.171 مغ/غ وتناقصت بشكل طفيف في الشاهد المعدى إلى 1.282 مغ/غ، بينما ارتفعت في معاملة المبيد إلى 1.470 مغ/غ بوجود فرق معنوي بين الشاهد السليم والمعدى من جهة والمعاملة بالمبيد من جهة ثانية، وعدم وجود فروق معنوية بين الشاهد السليم والمعدى. كما ارتفع محتوى الفينول لجميع المعاملات بعد 60 يوماً حيث وصلت إلى 1.195 و1.550 و2.062 مغ/غ على التوالي للشاهد السليم والشاهد المعدى والمبيد، حيث تفوقت معاملة المبيد بعد 60 يوماً مع وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات.

ساهم مبيد فوستيل الألمنيوم في زيادة محتوى الفينول الكلي بنسبة 28.1، 25.5 و72.6% على التوالي بعد 15، 30 و60 يوماً من المعاملة بالمقارنة مع الشاهد السليم، وهذه النسبة تفوقت على ما لاحظه Shoaib وآخرون (2014) بأن المعاملة ببعض المبيدات زادت محتوى الفينول بنسبة 0 –10% ومنها مبيد فوستيل الألمنيوم.

## الاستنتاجات والتوصيات:

**الاستنتاجات:**

1- تبين أن المبيد فوستيل الألمنيوم غير فعالاً مخبرياً في نمو المشيجة الفطرية وإنتاش الأبواغ إلا عند التركيز المرتفع (2000 جزء بالمليون).

2- لوحظ أن مبيد فوستيل الألمنيوم له دور في الحد من تأثير الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* حقلياً، كما ساهم في خفض شدة الإصابة بمرض الذبول الوعائي.

3- لمبيد فوستيل الألمنيوم دوراً مهماً في تحفيز بعض مؤشرات المقاومة مثل نشاط أنزيمي البيروكسيداز وبولي فينول أوكسيداز ومحتوى الفينول الكلي.

**التوصيات:**

1- دراسة تأثير مبيدات فطرية جهازية أخرى من مجموعات كيميائية مختلفة في نمو المشيجة الفطرية وإنتاش الأبواغ الكونيدية للفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*، ودراسة تأثيرها في خفض شدة الإصابة بمرض الذبول الوعائي في البندورة وتحفيز بعض مؤشرات المقاومة.

## المراجع:

**المراجع العربية:**

1. القبيلي، ميس؛ طويل، محمد؛ والمغربي، صباح. *عزل الفطر Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici المسبب لمرض ذبول البندورة ودراسة تأثير بعض عزلاته في نمو نباتات البندورة*. مجلة جامعة البعث. 2017، المجلد 39.

**المراجع الأجنبية:**

1. ABBOTT, W.S. *Method computing the effectiveness of an insecticide*. In J. econ. Entomol. College Park. Vol. 18, 1925, 265 – 267.
2. AGRIOS, G. N. *Plant Pathology*. 5th Edition. Academic press, 2004, 948pp.
3. ANJUM, T; FATIMA, S. and AMJAD, S. *Physiological changes in wheat during development of loose smut*. Tropical Plant Pathology, Vol. 37, 2012, 102–107.
4. ARNNOK, P., RUANGVIRIYACHAI, C., MAHACHAI, R., TECHAWONGSTIEN, S. and CHANTHAI, S. *Optimization and determination of polyphenol oxidase and peroxidase activities in hot pepper (Capsicum annuum L.) pericarb*. International Food Research Journal. Vol. 17, 2010, 385-392.
5. CHOWDARY, V. T. and BISWAS, SK. *Rapid evaluation of different fungicides against Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici (Sacc.) Snyder and Hansen. Causing Fusarium wilt of Tomato*. International Journal of Chemical Studies. Vol. 6. N°5, 2018, 2635-2639.
6. COFFEY, M. D., and BOWER, L. A. *In vitro variability among isolates of eight Phytophthora species in response to phosphorous acid*. Phytopathology. Vol. 74, 1984, 738-742.
7. CUI, Y., and WANG, Q. *Physiological responses of maize to elemental sulphur and cadmium stress.* Plant Soil Environ. Vol. 11, 2006, 523–529.

8. DE CAL, A.; PASCUAL, S.; LARENA, I.; and MELGAREJO, P. *Biological control of Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*. Plant Pathology. Vol. 44, 1995, 909-917.
9. DIAS, MC. *Phytotoxicity: An Overview of the Physiological Responses of Plants Exposed to Fungicides*. J Bot doi. Vol. 2012, 2012, 1-4.
10. FENN, M. E., and COFFEY, M. D. *Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of fosetyl-Al and phosphorous acid*. Phytopathology. Vol. 74, 1984, 606-611.
11. GUEST, D. **1.** *Modification of defense responses in tobacco and Capsicum following treatment with fosetyl-Al [aluminium tris (o-ethyl 1phosphonate)]. Physiol*. Plant Pathology. Vol. 25, 1984, 125-134.
12. HAMMERSCHMIDT, R; NUCKLES, E.M. and KUC, J. *Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to Colletotrichum lagenarium. Physiol*. Plant Pathology. Vol. 20, 1982, 73-82.
13. HANAA, R.M.F., ABDOU, Z.A., SALAMA, D. A., IBRAHIM, M. A. R., and SROR, H.A.M. *Effect of neem and willow aqueous extracts on Fusarium wilt disease in tomato seedlings: induction of antioxidant defensive enzymes*. Ann. Agric. Sci. Vol. 56, 2011, 1-7.
14. HENDERSON, C.T. and TILTON, E.W. *Tests with acaricides against the brown wheat mite*. Journal of Economic Entomology. Vol. 48, 1955, 157-161.
15. IVIC, D. *Curative and eradicative effects of fungicides*. *In: Carisse O, editor. Fungicides. Shanghai* InTech. 2010, 3–22.
16. KAPSIYA J, GUNGULA DT, TAME VT, and BUKAR N. *Effects of storage chemicals and packaging systems on physicochemical characteristics of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruits*. AASCIT J Biosci. Vol. 1, 2015, 41-46.
17. LUKYANENKO A.N. *Disease resistance in tomato in genetic improvement of tomato (ed. Kallo, G.); Monographs on theoretical and applied genetics 14*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1991, 99-119.
18. MANNAI, S., HORRIGUE-RAOUANI, N., and BOUGHALLEB-M'HAMDI, N. *Effect of Six Fungicides against Fusarium oxysporum and F. solani associated with Peach Seedlings Decline in Tunisian Nurseries*. Annual Research & Review in Biology. Vol. 26. N°4, 2018, 1-11.
19. MCKINNEY, H.H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. Journal of Agricultural Research, v.26, 1923, 195-217. Sited in FERRAZ, h. G. M.; RESENDE, R. S.; SILVEIRA, P. R.; ANDRADE, C. C. L.; MILAGRES, E. A.; OLIVEIRA, J. R.; RODRIGUES, F. de A. *Rhizobacteria induces resistance against Fusarium wilt of tomato by increasing the activity of defense enzymes.* Bragantia, Campinas, V. 73, N. 3, 2014, 274-283.
20. MORETTI, A. N. *Taxonomy of Fusarium genus, a continuous fight between lumpers and splitters*. Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad, No 117, 2009, 7-13.
21. RAMAMOORTHY, V., RAGUCHANDER, T., and SAMIYAPPAN, R. *Induction of defense-related proteins in tomato roots treated with Pseudomonas fluorescens Pf1 and Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*. Plant and Soil. Vol. 239, 2002, 55-68.

22. SHOAIB, A., DLIFEROZE, A., KHAN, A., KHURSHID, S. and AKHTAR, S. *Effect of Fungicides on the Morphology, Physiology and Biochemistry of Tomato Seedlings Infected with Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*. The Philippine Agricultural Scientist. Vol. 97 No. 4, 2014, 416–421.
23. SIKORA, E. J., and GAZAWAY, W. S. *Wilt Diseases of Tomatoes*. The Alabama Cooperative extension system. 2009, 1-6. www.aces.edu
24. SINGLETON, V. L. and ROSSI, J .A. J.R. *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents*. Amer. J. Enol. Viticult. Vol. 16, 1965, 144-158.
25. SOLIVA, R.C., ELEZ, P., SEBASTIÁN, M and MARTÍN, O. *Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods*. Innovative Food Science and Emerging Technologies. Vol. 1, 2001, 261-268.
26. SUNDAR, A. R., DAS, N.D. and KRISHNAVENI, D. (). *In vitro Antagonism of Trichoderma spp. against two Fungal Pathogens of Castor*. Indian Journal Plant Protection, Vol. 23, 1995, 152-155.
27. TAWIL, M.Z. *Synthése et tests biologiques de composés heterocyclique susceptibles de presenter une activité anti-fongique*. Thése docteur ES Science. Université D´AIX-MARSEILLE. 1985, 312P (FRANCE).
28. VERHAGEN, B. W. M.; VAN LOON, L. C.; and PIETERSE, C. M. J. Induce Disease Resistance Signaling in Plants. Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology. Vol. 3, 2006, 334-343.