

تقصي انتشار مرض لفحة فيوزاريوم سنابل القمح ومسبباته، والتباين في قدراتها الإمراضية في سهل الغاب في سورية

صلاح الشعبي، صفية المصري، عدنان نحلاوي، ليلى المطرود وتيسير أبو الفضل

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دوما، ص.ب. 113، دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: salahshaabi@hotmail.com

الملخص

الشعبي، صلاح، صفية المصري عدنان نحلاوي، ليلى المطرود وتيسير أبو الفضل. 2018. تقصي انتشار مرض لفحة فيوزاريوم سنابل القمح ومسبباته في سهل الغاب في سورية، والتباين في قدراتها الإمراضية. مجلة وقاية النبات العربية، 36(2): 98-113.

بينت نتائج التقصي عن مرض لفحة سنابل القمح الفيوزاريومي (FHB) خلال ربيع ثلاثة مواسم (2008-2010)، بواقع عشرين حقلاً سنوياً، في مثلث سهل الغاب في سورية، تبايناً في نسب السنابل المصابة وشدة المرض ومؤشر الإصابة بالفيوزاريوم من موقع لآخر وموسم لآخر، وبلغت متوسطاتها 3.4، 4.96 و 4.44%، على التوالي. وبلغ معدل الحقول الموبوءة بالمرض سنوياً 56.5%، ومتوسط نسب الحبوب المتضررة بالفيوزاريوم 0.29%، بينما سجلت الإصابات الأعلى في المناطق الغربية الشمالية لسهل الغاب، والأدنى في المناطق الشرقية الجنوبية. عزلت 10 أنواع من فطر الفيوزاريوم وفقاً لنتائج فحص وتصنيف 240 عزلة وحيدة البوغ متحصل عليها من العصافات (114 عزلة) والحبوب (126 عزلة) شاركت في معقد المرض، ومثلت الحقول الموبوءة. وكان النوع *Fusarium culmorum* أكثرها تردداً (43.8%)، تلاه الأنواع: *F. equiseti* (23.3%)، *F. moniliforme* (14.6%)، *F. proliferatum* (7.1%)، *F. sambucinum* (2.9%)، *F. compactum* (2.1%)، *F. solani* (1.7%)، *F. crookwellense* (0.8%)، *F. avenaceum* (0.8%)، و *F. semitectum* (0.4%). وكانت قيم مؤشر الإصابة في المعاملات المعدة اصطناعياً بطريقة القطن المشبعة بالمعلق البوغي لأنواع فطر الفيوزاريوم الأكثر تردداً (*F. proliferatum*، *F. moniliforme*، *F. equiseti*، *F. culmorum*)، كل على حدة، أعلى معنوياً مقارنة بقيم المعاملات المرشوشة بالمعلق البوغي لأنواع ذاتها على سنابل كلا صنف القمح شام 3 وبحوث 6 خلال المدة نفسها. تباينت القدرة الإمراضية لأنواع فطر الفيوزاريوم (114 عزلة مثلت 10 أنواع) اعتماداً على معدل مؤشر الإصابة الخاص بعزلات كل نوع على حدة، وذلك عند اختبارها بطريقة القطن المشبعة بالمعلق البوغي لكل عزلة على حدة، على سنابل صنف القمح. وامتاز النوعان *F. moniliforme* و *F. culmorum* بقدرتهما الإمراضية العالية ($FII < 70$) إزاء سنابل كلا الصنفين، تلاهما النوعان *F. proliferatum* و *F. equiseti* بقدرتهما الإمراضية متوسطة ($FII \geq 70$ و < 40). وبلغت نسب عزلات النوع *F. culmorum* ذات القدرة الإمراضية العالية إزاء صنف القمح 75.0 و 78.1%، على التوالي. وأبدت معظم عزلات النوعين *F. proliferatum* و *F. culmorum* التي مصدرها العصافات، بينما كان الأمر معكوساً بالنسبة لعزلات النوع *F. equiseti*. وتساوت المصابة قدرة إمراضية أعلى إزاء سنابل صنف القمح مقارنة بالعزلات التي مصدرها العصافات، بينما كان الأمر معكوساً بالنسبة لعزلات النوع *F. equiseti*. وتساوت تقريباً نسبة العزلات ذات القدرة الإمراضية العالية التي مصدرها الحبوب مع تلك التي مصدرها العصافات عند النوع *F. moniliforme*.

كلمات مفتاحية: *T. turgidum*، *Triticum aestivum*، *Fusarium* spp.، لفحة السنابل/جرب السنابل، سورية.

المقدمة

Martinez-Espinoza et al., 2015؛ Tan et al., 2012؛ Zhang et al., 2012). ويعدّ هذا المرض مدمراً لزراعة القمح في العالم (Gilbert et al., 2008؛ Wegulo et al., 2015)، لا سيما في بعض أقاليم الصين (Zhang et al., 2012)، والبرازيل (Del Ponte et al., 2012)، والأرجنتين (Malbrán et al., 2014)، وفي بعض الولايات الكندية والأمريكية (Gilbert et al., 2008)؛ Martinez-Espinoza et al., 2015؛ Wegulo et al., 2015). يختلف حدوث المرض وشدته، كما تختلف أنواع فطر الفيوزاريوم المشاركة في حدوثه من منطقة جغرافية لأخرى (Gilbert et al., 2008)، اعتماداً على ظروف الطقس والنشاطات الزراعية المطبقة (Klix et al., 2008)؛

احتل القمح بنوعيه الصلب (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) والطري (*Triticum aestivum* L.) المرتبة الأولى في الأهمية بين المحاصيل النجيلية في سورية، حيث بلغ إجمالي إنتاجه في عام 2011 حوالي 3.858.331 طناً، وشكل القمح الصلب بأصنافه المختلفة نصف هذا الإنتاج (52.97%) تقريباً (Anonymous, 2012). توسعت مناطق انتشار مرض لفحة فيوزاريوم السنابل (FHB) *Fusarium head blight* (جرب السنابل Head scab) خلال العقود الماضية في القارات المختلفة (Fakhfakh et al., 2011؛ Lenc, 2011)؛

للسنابل المصابة X النسبة المئوية للسنبيلات المصابة/100 (Diaz de Ackermann & Kohli, 1997).

دراسة العلاقة ما بين أعراض مرض FHB وإصابة السنابل بفطر الفيوزاريوم - جمعت السنابل التي أبدت أعراض مرض FHB بصورة انتقائية من الحقول الموبوءة (11 موقعاً/حقل)، إضافة إلى سنابل سليمة ظاهرياً جمعت من بعض الحقول غير الموبوءة (4 مواقع/حقول)، في ربيع موسم 2008 في نهاية الطور العيني، أي في العشر الأخير من شهر أيار/مايو، بمعدل 100 سنبلة/حقل. زرعت العصافات (Glumes) والبرات (Kernels) في السنبيلات التي ظهرت عليها أعراض المرض (العصافات المتلونة بالأصفر أو التي تحمل بقعاً صفراء اللون أو بقعاً متماوتة والحبوب الضامرة المتكونة ضمنها)، كما زرعت الحبوب السليمة وعصافاتها المأخوذة من سنابل الحقول غير الموبوءة كشاهد مقارنة في مستنبت بطاطا دكستروز أغار (Potato dextrose agar) (PDA)، المدعم بالمضاد الحيوي سلفات الستربتومايسين (160 مغ/لتر)، والمضاد الحيوي كلوروتتراسيكلين (60 مغ/لتر)، ضمن أطباق بتري، بمعدل حبة واحدة إضافة إلى العصافة الخارجية المحيطة بها من السنبيلة المصابة لكل سنبلة، كل على حدة، ضمن طبق بتري قطره 9 سم، وذلك بعد تطهير الحبوب سطحياً بهيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) تركيز 0.5% لمدة

3 دقائق، والعصافات لمدة دقيقة واحدة فقط، ثم غسلت جميعاً بالماء المقطر المعقم ثلاث مرات متتالية، وجففت على ورق بلوتر معقم قبل زرعها. تم تحضين الأطباق الملقحة لمدة 4-7 أيام في حاضنة متحكم بها آلياً، عند درجات حرارة 23 ± 2 °س مع وجود إضاءة بيضاء مغلورة باردة قرب فوق بنفسجية ($nUV = 300-400$ nm) لمدة 16 ساعة يومياً. عدت السنبلة مصابة فعلاً بالمرض إذا ما اقترن عزل أي نوع من فطر الفيوزاريوم سواء من الحبوب أو العصافات أو من كليهما مع وجود أعراض المرض، ثم حسبت النسب المئوية لسنابل القمح المصابة بالمرض في كل حقل على حدة، وكذلك النسب المئوية للسنابل التي عزل منها أحد فطور الفيوزاريوم، ولم تبد أعراض المرض، وجمعت من الحقول غير الموبوءة.

تقدير نسبة الحبوب المتضررة بالفيوزاريوم - نفذ الفحص العيني المخبري للحبوب المأخوذة من 100 سنبلة جمعت عشوائياً أثناء طور النضج التام وفقاً لمقياس Zadoks من كل موقع/حقل على حدة، خضع سابقاً للمسح الحقل لتقويم الإصابة بلفحة الفيوزاريوم في موسم 2008 (المجموع 20 حقل)، بحثاً عن الحبوب الرفيعة والضامرة والبيضاء اللون/الطباشيرية. تم تقدير عدد البرات المتضررة بالفيوزاريوم

(Windels, 2000). ويعدّ النوعان *Fusarium graminearum* Schw. و *F. culmorum* (طوره الكامل *Gibberella zae* (Schw.) Petch)، و *Hypocreales* (Wm. G. Sm.) Sacc. عائلة Nectriaceae، ورتبة Hypocreales، وصف (Sordariomycetes) من أكثر فطور الفيوزاريوم تردداً وأهمية من الناحية الاقتصادية إضافة إلى كونها منتجة لسموم Trichothecenes (Tóth et al., 2005). بينت نتائج الدراسات المرجعية وجود تباين في القدرة الإراضية لعزلات/أنواع فطر الفيوزاريوم المسببة لمرض FHB (Golinski et al., 2008)، ولا سيما النوعان *F. culmorum* و *F. graminearum* (Fernandez & Chen, 2005)؛ إضافة إلى النوع *F. pseudograminearum* (Xu et al., 2009). سببت إصابة سنابل القمح والشعير بمرض FHB خفصاً معنوياً في كمية الإنتاج ونوعيته (Osborne & Stein, 2007؛ Madden & Paul, 2009)، وقد ضرر المرض على المستوى العالمي بأكثر من بليون دولار أمريكي سنوياً (Wegulo et al., 2015).

هدف هذا البحث إلى التقصي عن انتشار مرض لفحة فيوزاريوم سنابل القمح في سهل الغاب في سورية، وتحديد مسبباته وقدراتها الإراضية.

مواد البحث وطرائقه

التقصي عن انتشار مرض لفحة فيوزاريوم سنابل وحبوب القمح على سنابل القمح في سهل الغاب

نفذ المسح الحقل خلال ربيع 3 مواسم (2008-2010) في فترة النضج المائي لحبوب القمح، في نهاية النصف الأول من شهر أيار/مايو، وهي الفترة المناسبة لظهور أعراض المرض بوضوح على السنابل وفقاً للظروف المحلية السائدة في سهل الغاب (سهل منبسّط خصب يقع في محافظة حماة في المنطقة الوسطى من سورية بين جبال اللاذقية غرباً وجبل الزاوية شرقاً، ومدينتي جسر الشغور شمالاً ومصيف جنوباً، يبلغ طوله 80 كم، وعرضه 10-15 كم). غطى المسح 20 موقعاً/حقل في كل موسم، مثلت المناطق المختلفة. جمعت عينات السنابل بصورة عشوائية من كل موقع/حقل على حدة، على هيئة حرف X، بمعدل 100 سنبلة/حقل. ثم حسبت النسب المئوية للسنابل المصابة ظاهرياً وفقاً للأعراض (FHB disease incidence)، وشدة المرض (Disease severity): وهي النسبة المئوية للسنبيلات التي تبدو عليها أعراض المرض في السنبلة " المساحة الملونة " وتتراوح ما بين 0-100% وفقاً لمقياس Stack و McMullen (Stack & Mc Mullen, 1994)، ومؤشر الإصابة بالفيوزاريوم $Fusarium$ infection index = (النسبة المئوية

فطريات الفيوزاريوم على مستنبت PDA في البراد عند حرارة 4-6 °س لحين استخدامها، مع تجديد زراعتها مرة كل 4 أشهر.

تقويم القدرة الإراضية لبعض عزلات وأنواع فطر الفيوزاريوم

تحضير مادة اللقاح - نقلت خمسة أقراص قطر 5 مم، من مزارع نقية بعمر 5 أيام من كل عزلة على حدة (مستحصلة من استنبتات بوغ مفرد على مستنبت PDA)، إلى دورق زجاجي يحتوي 100 مل من مستنبت غذائي سائل مكون من مستخلص البطاطا والدكستروز (200، 20 غ، على التوالي/ليتر ماء مقطر)، تم وضعه على هزاز مستمر الحركة (125 دورة/دقيقة) لمدة 5 أيام عند درجة حرارة 25 °س. رشح المعلق البوغي لكل عزلة على حدة باستعمال 3 طبقات من الشاش الطبي المعقم، وأخضع الناتج للترييب بواسطة الطرد المركزي (2000 دورة/دقيقة) لمدة 10 دقائق. تم توحيد تركيز المعلق البوغي لكافة العزلات ($10^5 \times 1$ بوغ/مل) بتمديده بالماء المقطر المعقم واستخدام شريحة العد Thoma. بلغ العدد الكلي للعزلات المحضر لقاحها 120 عزلة من أصل 240 عزلة سبق تنقيتها وتصنيفها (باستثناء 6 عزلات لم تصنف ضمن الإمكانات المتاحة)، مثلت الأنواع والمواقع الموبوءة المختلفة في سهل الغاب.

تقويم أداء بعض طرائق العدوى الاصطناعية في استحداث مرض FHB

على سنابل القمح في ظروف البيت البلاستيكي - اختبرت القدرة الإراضية لأربعة أنواع مختلفة من جنس *Fusarium*، كانت الأكثر تردداً بين مسببات لفحة السنابل المعزولة من سهل الغاب في سورية؛ ومثلت العزلة F4S9-S5 النوع *F. culmorum*، والعزلة F5S1-5 النوع *F. moniliforme* Sacc. (Co.) *F. equiseti*، والعزلة FIS7-1 النوع *G. fujikuroi* (Sawada) Wollenw.، والعزلة FIS95-5 النوع *F. proliferatum* (Mat.) Nir. أحدثت العدوى الاصطناعية لسنابل القمح من كلا الصنفين: شام 3 (صلب) وبحوث 6 (طري) أثناء طور التأبير بتاريخ 16-19 نيسان/أبريل من موسم 2009 بطريقتين مختلفتين: تم إعداء سنابل القمح في الطريقة الأولى بواسطة القطن المشبعة بالمعلق البوغي للمرض، لكل عزلة/نوع على حدة وبمعدل 40 مايكروليتر، تم وضعها في السنبيلة الوسطى تقريباً لكل سنبلة (بلغ حجم قطعة القطن حوالي 1/3-2/1 حجم العصافه، تم وضعها في النورة بالتماس مع المآبر وميسم المدقة)، بينما استخدمت القطن المشبعة بالماء المقطر فقط في معاملة الشاهد. تم تغطية سنابل مكرر كل معاملة/عزلة/نوع بما في ذلك سنابل مكرر الشاهد السليم، كل على حدة، في كيس شفاف من البولي ايثيلين لمدة 7 أيام مع وجود قطعة قطن مرطبة بالماء داخل كل كيس لتوفير الظروف المناسبة لتحقيق الإصابة

Fusarium-damaged kernels (FDK)، ونسب تردها في حبوب سنابل كل عينة/حقل على حدة، بعد التأكد من إصابتها بالمرض، بفحص ثيات كل حبة على حدة، باستخدام المكبرة العادية (تكبير 20 مرة) بحثاً عن وجود آثار لعفن وردي أو أبيض اللون أو نمو هيفي. ولم تعد الحبوب متضررة بالفيوزاريوم ما لم يعثر على آثار العفن أو النمو الفطري في ثيات الحبوب المفحوصة.

عزل مسببات مرض لفحة فيوزاريوم السنابل وتصنيفها

تمت دراسة الخصائص المزرعية لـ 240 عزلة فطرية (126 عزلة مصدرها الحبوب المصابة و114 عزلة مصدرها العصافات المتلونة)، استنبتت من مزارع وحيدة البوغ، بعد فصلها عشوائياً من مجموع عزلات الفيوزاريوم (328 عزلة فطرية نتجت من زرع 220 حبة مصابة و220 عصابة متلونه جمعت من السنبيلات التي أبدت أعراض المرض) المتحصل عليها من 11 موقعاً/حقلًا كانت موبوءة في سهل الغاب في موسم 2008، بمعدل 15 سنبلة لكل موقع/حقل، ويوجد في كل منها سنبيلة واحدة مصابة أو سنبيلتين منفصلتين. استخدمت الطريقة والمستنبت الغذائي ذاته المستخدم سابقاً في عزل فطور الفيوزاريوم من العصافات والحبوب للسنابل التي تحمل بؤرة إصابة واحدة، بينما زرعت عصافتان وحبتان مصابتان من كل سنبلة احتوت على بؤرتي إصابة، بمعدل حبة واحدة وعصافة واحدة من كل سنبيلة مصابة ضمن طبق بتري واحد. تم لاحقاً استنبتات كل عزلة على حدة على مستنبت (PDA)؛ وقياس سرعة النمو بعد 3 و5 أيام من التحضين في الظلام عند درجة حرارة 25 °س (Booth, 1977)، كما تم تحديد طبيعة نمو الميسليوم، ولون السطح العلوي والسفلي للمزرعة بعد 10 و14 يوماً من التحضين تحت إضاءة وحرارة متناوبة (نهاراً: 12 ساعة إضاءة أشعة فوق بنفسجية UV عند 25 °س، ليلاً: 12 ساعة ظلام عند 20 °س) (Booth, 1977؛ Nelson et al., 1983). كذلك سجل تشكل الكويمات البوغية (Sporodochia) وتوضعها ولونها، والخصائص الشكلية للأبواغ الكونيدية (الكبيرة Macroconidia والصغيرة Microconidia) وأبعادها، وحواملها (Conidiophores)، وتم تقصي تشكل الأبواغ الكلايميدية (Clamydospores) وشكلها وتوضعها عند العزلات المختلفة، بعد تحضين تلك المزارع على مستنبت قطع أوراق القرنفل أغار Carnation leaf piece agar (CLA) لمدة 14 يوماً عند 25 °س وإضاءة متناوبة بالأشعة قرب فوق البنفسجية (nUV) في الأسبوع الثاني (12 ساعة إضاءة/12 ساعة ظلام) (Booth, 1977؛ Burgess et al., 1991؛ Fisher et al., 1982؛ Leslie & Summerell, 2006). وُحُدَّت أنواع فطر الفيوزاريوم باستخدام المفاتيح التصنيفية المعتمدة (Burgess et al., 1991؛ Summerell et al., 2003). تم حفظ عزلات

عزلة على حدة، بالتركيز والمعدل المذكورين سابقاً، تم وضعها في السنبلة الوسطى لكل سنبل، بينما تركت سنابل الشاهد (10 سنابل في كيس آخر مستقل) دون إعداد مع استخدام القطنه المبللة بالماء المقطر المعقم في السنبلة الوسطى لكل سنبل منها. وعدت السنابل العشر المعدة وغير المعدة مكرراً للمعاملة ولشاهد المعاملة، كل على حدة. ثم غطيت السنابل المعدة وسنابل الشاهد السليم، كل على حدة، بكيس شفاف من البولي ايثيلين لمدة 7 أيام مع وجود قطعة من القطن المبللة بالماء ضمن الكيس لضمان الترطيب، وحضنت النباتات في دفيئة بلاستيكية مظلة ومفتوحة من الجانبين، تراوحت حرارتها اليومية ما بين 14 (ليلاً) و31 °س (نهاراً). رويت النباتات بالماء وفقاً للضرورة، وسجلت القراءات المرضية بعد أسبوع وأُسبوعين من إحداث العدوى، وتم حساب عدد السنابل المصابة ونسبتها في مكرر كل معاملة، وعدد السنبيلات المصابة في كل سنبل ونسبتها في سنابل مكرر كل معاملة على حدة (شدة المرض)، ثم حسب مؤشر الإصابة في مكرر كل معاملة ولكل عزلة على حدة باستخدام المعادلة السابقة (Diaz de Ackermann & Kohli, 1997). تم ترتيب عزلات الفيوزاريوم من الأنواع المختلفة في ثلاث مجموعات وفقاً لقيم مؤشر إصابة السنابل بالفيوزاريوم (FII): عزلات عالية القدرة الإراضية عندما كانت قيم $FII < 70$ ؛ عزلات معتدلة القدرة الإراضية عندما تراوحت قيم $FII \geq 70$ و < 40 ؛ وعزلات ضعيفة القدرة الإراضية عندما كانت قيم $FII \geq 40$. نفذت التجربة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية عام 2010.

النتائج والمناقشة

تقصي انتشار مرض لفحة الفيوزاريوم على سنابل القمح في سهل الغاب

موسم 2008 - أظهرت نتائج تقصي مرض FHB في ربيع موسم 2008 في سهل الغاب انتشاره على السنابل في حقول القمح بنسب متفاوتة (جدول 1). وقد بلغ عدد الحقول الموبوءة بالمرض (الفحص العيني) 11 حقلاً/موقعاً من أصل 20 حقلاً تم مسحها، ومثلت سهل الغاب. وتراوحت نسب السنابل المصابة بالمرض في الحقول المشمولة بالمسح بين 0.0 و 16.0%، وبمتوسط 3.2%، وبشدة مرض على السنابل بين 0.0 و 21.6%، وبمتوسط 5.12%، بينما تراوح مؤشر الإصابة بالفيوزاريوم بين 0.0 و 3.46، وكان متوسطه 0.43. سجلت أعلى قيمة لمؤشر المرض في موقع جسر شطحة، تلاه في الأهمية موقعي الحويز وجسر مرداش. وقد تراوحت النسب المئوية للسنابل المصابة بلفحة الفيوزاريوم بناءً على نتائج العزل المخبري للمرض من الحبوب والعصافات بين 94 و 100%، وبمتوسط 97.3%، بينما كانت

وتطورها، وهذا هو الشيء الجديد المطور عن الطريقة التقليدية وفقاً ل (Grausgruber *et al.*, 1995). تم إعداد السنابل في الطريقة الثانية بالرش الرذاذي للسنابل بمعلق لقاح الفطر الممرض لكل عزلة/نوع على حدة، بالتركيز نفسه كما في الطريقة الأولى، وبمعدل 5 مل من معلق اللقاح لسنابل مكرر المعاملة الواحدة. تم تنفيذ العدوى الاصطناعية لسنابل مكررات المعاملة الواحدة ضمن حيز مغلق منعاً للتلوث، بينما رشت سنابل نباتات الشاهد بالماء المقطر فقط. تم تكرار كل معاملة أربع مرات ويواقع أربع معاملات لكل صنف، ومثلها بالنسبة للشاهد السليم، واحتوى كل مكرر على 10 سنابل. زرعت حبوب القمح الخاصة بكل صنف في أكياس بلاستيكية سوداء اللون (أبعادها 30×30×60 سم)، احتوت على خلطة متجانسة مكونة من التراب وروث الماعز المخمر والرمل الناعم بمعدل الثلث لكل منها، وبمعدل 10 حبوب في كل كيس/مكرر. حضنت نباتات القمح الخاصة بكل طريقة في دفيئة بلاستيكية مظلة ومستقلة بعد وصولها لطور الحبل، تراوحت حرارته اليومية ما بين 15 و 30 °س مع الترطيب المتكرر بين الفينة والأخرى (مرة واحدة كل ساعة وباستمرارية دقيقة واحدة في كل مرة) في حالة الطريقة الثانية فقط، وباستخدام مرشحات ضبابية فُعلت بعد ساعتين من احداث العدوى الاصطناعية. سجلت القراءات المرضية بعد 3، 7، 10، و14 يوماً بدءاً من فترة إحداث العدوى، وتم حساب عدد السنابل والسنبيلات المصابة ونسبتها في كل سنبل وفي سنابل مكرر كل معاملة على حدة (شدة المرض)، ثم حسب مؤشر الإصابة بالفيوزاريوم لكل عزلة/نوع على حدة باستخدام المعادلة السابقة (Diaz de Ackermann & Kohli, 1997). نفذت التجربة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال موسم 2009، باستخدام تصميم القطع تحت المنشقة في تحليل النتائج؛ فمثل صنفا القمح القطع الرئيسية، ومثلت عزلات الفطر الأربع القطع المنشقة، وطريقة الإعداد القطع تحت المنشقة، بينما مثلت المعاملات المعدة وغير المعدة (الشاهد) بالنسبة لكل صنف وعزلة/نوع وطريقة إعداد القطع تحت المنشقة.

اختبار القدرة الإراضية لبعض عزلات وأنواع فطر الفيوزاريوم - اختبرت القدرة الإراضية ل 120 عزلة تابعة للجنس *Fusarium* (114 عزلة مثلت 10 أنواع تم تصنيفها، و6 عزلات غير مصنفة) مصدرها العصافات والحبوب المتضررة بالفيوزاريوم (FDK) باستخدام صنف القمح شام 3 وبيحوث 6. تم تكرار كل معاملة أربع مرات. زرعت حبوب كل صنف في أكياس بلاستيكية سوداء اللون، احتوت على الخلطة المذكورة سابقاً نفسها وبمعدل البذار ذاته. أحدثت العدوى الاصطناعية ل 10 سنابل من كل كيس عندما كانت سنابل النباتات في طور التأبير (19-24 نيسان/أبريل، موسم 2010) بطريقة القطنه المشبعة بالمعلق البوغي لكل

المصابة بالمرض وفقاً للأعراض المرئية بين 0.0-18.0% في موسم 2009، وبين 0.0-12.0% في موسم 2010، وبلغ متوسطهما 4.3 و2.7%، على التوالي. وتراوح شدة المرض في الحقول المشمولة بالمسح بين 0.0 و22.3% في الموسم الأول، وبين 0.0-17.5% في الموسم الثاني، وبمتوسط 5.77 و3.98%، على التوالي، بينما تراوح مؤشر إصابة السنابل خلال الموسمين السابقين بين 0.0-4.3 و-0.0-2.1، وكان متوسطهما 59.0 و0.29، على التوالي. سجلت أعلى قيمة لمؤشر المرض في موقع جسر شطحة أيضاً، تلاه في موقعي الحويز وجسر مرداش (جدول 2).

النسبة المئوية للسنابل السليمة ظاهرياً والتي عزلت منها فطور الفيوزاريوم (من العصافات حصراً) ما بين 0 و4%، وبمتوسط 1.5%. كما لوحظ عدم تكون الحبوب في بعض السنييلات المصابة ولا سيما القمية منها، بينما احتوت النسبة العظمى من السنييلات الجانبية المصابة على حبوب ضامرة. وتباينت نسب الحبوب المتضررة بالفيوزاريوم في الموسم ذاته من حقل/موقع لآخر، وتراوحت بين 0.0 و1.2%، وبمتوسط 0.29%.

موسمي 2009 و2010 - بلغ عدد الحقول الموبوءة بمرض 13FHB و10 حقول على التوالي من مجموع 20 حقلاً/موقعاً شملها المسح الربيعي في سهل الغاب سنوياً، ومثلت مناطق مختلفة. وتراوحت نسب السنابل

جدول 1. التقصي عن مرض لفحة فيوزاريوم السنابل في حقول القمح في سهل الغاب، 15-16 أيار/مايو، 2008.

Table 1. A survey of *Fusarium* head blight (FHB) in wheat fields of Al-Ghab plain, 15-16 May, 2008.

الحويز المتضررة بالفيوزاريوم (%)	النسبة المئوية (%) للسنابل المصابة بلفحة الفيوزاريوم اعتماداً على نتائج عزل الممرض مخبرياً	حدوث لفحة فيوزاريوم السنابل وشدتها وفقاً للأعراض			الموقع/الحقل
		FHB incidence and its severity according to the symptoms	مؤشر إصابة الفيوزاريوم	شدة المرض (%)	
<i>Fusarium</i> damaged kernels (%)	Percentage (%) of infected spikes with FHB based on pathogen isolation in the laboratory	<i>Fusarium</i> infection index	Disease severity (%)	Infected spikes (%)	Site/field
0.80	100	1.03	11.40	9.0	Karkur
1.20	98	3.46	21.60	16.0	Jesr-Shatha
0.90	97	1.98	16.50	12.0	Al-huwez
0.60	100	0.72	14.30	5.0	Jesr Merdash
0.70	95	0.61	10.10	6.0	Al-zeara
0.50	98	0.22	5.50	4.0	Al-Shareha
0.40	99	0.09	4.70	2.0	Al-gaied
0.30	98	0.43	7.20	6.0	Al-Raseef
0.10	97	0.08	4.10	2.0	Al-Kraiem
0.00	-	0.00	0.00	0.0	Qastoon
0.20	94	0.03	3.40	1.0	Al-enkawy
0.00	-	0.00	0.00	0.0	Al-hawejeh
0.00	0	0.00	0.00	0.0	Kalat Al-Madeeq
0.00	4	0.00	0.00	0.0	Al-huwash
0.10	94	0.03	2.70	1.0	Al-Asharneh
0.00	-	0.00	0.00	0.0	Al-Skalbeih
0.00	-	0.00	0.00	0.0	Tal Sekein
0.00	2	0.00	0.00	0.0	Al-Jurneih
0.00	0	0.00	0.00	0.0	Amoreen
0.00	-	0.00	0.00	0.0	Salhab
0.29	-	0.43	5.12	3.2	Mean

جدول 2. التقصي عن انتشار مرض لفحة فيوزاريوم السنابل في حقول القمح في سهل الغاب، 15-20 أيار/مايو، 2009 و2010
Table 2. A survey of FHB in wheat fields of Al-ghab plain, 15-20 May, 2009 and 2010

حدوث لفحة فيوزاريوم السنابل وشدهتها وفقاً للأعراض، 2010 FHB incidence and its severity based on symptoms, 2010			حدوث لفحة فيوزاريوم السنابل وشدهتها وفقاً للأعراض، 2009 FHB incidence and its severity based on symptoms, 2009			الموقع/الحقل
مؤشر إصابة الفيوزاريوم <i>Fusarium</i> infection index	شدة المرض (%) Disease severity (%)	السنابل المصابة (%) Infected spikes (%)	مؤشر إصابة الفيوزاريوم <i>Fusarium</i> infection index	شدة المرض (%) Disease severity (%)	السنابل المصابة (%) Infected spikes (%)	
0.62	8.90	7.0	1.39	12.60	11.0	Karkur
2.10	17.50	12.0	4.01	22.30	18.0	Jesr-Shatha
1.36	12.40	11.0	2.85	17.80	16.0	Al-huwez
0.66	13.10	5.0	1.25	15.60	8.0	Jesr Merdash
0.29	7.20	4.0	0.80	11.40	7.0	Al-zeara
0.19	4.80	4.0	0.37	6.20	6.0	Al-Shareha
0.14	4.50	3.0	0.23	5.80	4.0	Al-gaied
0.24	5.90	4.0	0.52	7.40	7.0	Al-Raseef
0.08	3.90	2.0	0.19	4.80	4.0	Al-Kraiem
0.01	1.40	1.0	0.03	2.70	1.0	Qastoon
0.00	0.00	0.0	0.07	3.40	2.0	Al-enkawy
0.00	0.00	0.0	0.03	2.70	1.0	Al-hawejeh
0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	Kalat Al-Madeeq
0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	Al-huwash
0.00	0.00	0.0	0.03	2.70	1.0	Al-Asharneh
0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	Al-Skalbeih
0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	Tal Sekein
0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	Al-Jurneih
0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	Amoreen
0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	Salhab
0.29	3.98	2.7	0.59	5.77	4.3	Mean

ظهرت أعراض مرض لفحة الفيوزاريوم على السنابل الخضراء اللون على هيئة اصفرار (لفحة) أصاب سنبلية واحدة في الغالب، أو سنبلتين منفصلتين أو متجاورتين أو أكثر ضمن السنبلية الواحدة، توزعت ما بين سنبلية وسطى أو قمية، متناوبة أو مجتمعة، ونادراً ما أصابت اللفحة كامل سنبلات السنبلية. وقد رافق ذلك تماوت داكن اللون (جرب) على عصابات بعض السنبلات المصابة (شكل 1).

وترافقت الإصابة بلفحة الفيوزاريوم في معظم الحالات بضمور الحبوب في السنبلات المصابة، ونادراً ما كان المرض في الظروف المحلية لسهل الغاب سبباً في حدوث ظاهرة السنابل البيضاء، الفارغة من الحبوب، والشائعة الحدوث في المنطقة. ظهرت نموات فطرية بيضاء أو زهرية أو برتقالية اللون بكثافة على حواف عصابات السنبلات المتلونة وما بينها من الجهة الداخلية لا سيما على سنابل النباتات الكثيفة المضجعة/الراقدة والنامية قرب قنوات صرف المياه. توافقت هذه المظاهر المرضية المسجلة في البحث مع تلك المذكورة في نتائج دراسات سابقة

بلغت المساحة المزروعة بالقمح في سهل الغاب في موسم 2010 حوالي 40 ألف هكتار (معظمها من الأصناف الصلبة)، قدر إنتاجها بحوالي 117 ألف طن، وشكلت ما نسبته 3.8% من مجموع الإنتاج الكلي للقمح في سورية خلال الموسم ذاته (Anonymous, 2010).
 ظهرت أعراض مرض لفحة الفيوزاريوم بصورة واضحة على السنابل في الحقول الموبوءة خلال طور النضج المائي للحبوب وحتى نهاية الطور العجيني، على هيئة نباتات فردية في بؤر صغيرة منفصلة في معظم الحالات، توضع في جانب واحد أو أكثر من الحقل، لا سيما في الأراضي المنخفضة. ولوحظ انتشار أكبر للمرض في حقول القمح ذات الكثافة النباتية المرتفعة في وحدة المساحة، وعلى سنابل النباتات التي تعرضت سوقها للضجعان/للرقاد بعد هطل أمطار غزيرة. كما سجلت إصابات أعلى على نباتات القمح النامية بصورة محاذية لقنوات الصرف وبخاصة على الصفات الشرقية المواجهة للرياح الغربية الأتية مباشر من خلالها، لا سيما في المناطق الغربية والغربية الشمالية من سهل الغاب.

وقد ظهر ذلك جلياً في ربيع موسم 2001، حيث بلغ متوسط نسب السنابل المصابة بالمرض في أربعة حقول موبوءة في سهل الغاب 29.0%، وشدة المرض 27.0%، بينما بلغ مؤشر الإصابة بالفيوزاريوم 8.6 (معلومات غير منشورة). وأسهم التكرار الملائم نسبياً لهطل الأمطار أيضاً (55.1 مم) في سهل الغاب (محطة السقيلية) في ربيع موسم 2009 في فترة التزهير التي كانت فيها نباتات القمح أكثر قابلية للإصابة (منتصف شهر نيسان/أبريل)، وحتى الطور الحليبي (نهاية النصف الأول من شهر أيار/مايو) في انتشار المرض وتطوره بصورة ملحوظة نسبياً مقارنة مع تطوره في موسمي 2008 و2010، حيث بلغت كميات الأمطار المتساقطة خلال المدة المذكورة في الموسمين الأخيرين: 36.3 و19.8 مم، على التوالي (Anonymous, 2010). ووفقاً لبعض الدراسات المرجعية (Martinez-Espinoza et al., 2015)، يعدّ طور التأبير (Anthesis) وما بعده بخمسة أيام فترة مثالية لحدوث الإصابة بلفحة السنابل، شريطة أن تكون الظروف المناخية مناسبة، مع توافر مادة لقاح الفطر الممرض، والصنف القابل للإصابة. وقد تمتد فترة حدوث الإصابة حتى الطور العجيني وبداية تصلب محتويات الحبوب، وتكون السنابل عندها أقل قابلية للإصابة (Martinez-Espinoza et al., 2015). تؤكد نتائج البحث، الخاصة الوبائية العرّضية (Sporadic) لحدوث المرض في سهل الغاب في سورية والمرتبطة بصورة مباشرة مع كمية وتوزع الأمطار المتساقطة خلال شهري نيسان/أبريل وأيار/مايو، وهذا يتوافق واستنتاجات دراسات سابقة في دول أخرى (Windels, 2000). تعدّ فطور الفيوزاريوم مسؤولة مباشرة عن أعراض اللفحة المرصودة على سنابل القمح في سهل الغاب وفق نتائج البحث (97.3% من السنابل التي ظهرت عليها أعراض مرض لفة الفيوزاريوم تم عزل فطور الفيوزاريوم من حبوبها وعصافاتها أو من احداهما). يعزى عزل بعض فطور الفيوزاريوم من عصافات السنابل السليمة ظاهرياً (النسبة الوسطية 1.5%) وفقاً لنتائج هذا البحث، ربما إلى وجود إصابات بفطور فيوزاريوم أخرى لم تبد على السنابل أعراضاً مرئية (Symptomless)، وهذا ما أكدته نتائج دراسات سابقة إزاء النوعين *F. tricinctum* (Corda) Sacc. و *F. poae* (Peck) Wollenw. (Lenc, 2011) (*G. tricincta* El-Gholl). وكان متوسط نسب الحبوب المتضررة بلفحة الفيوزاريوم (FDK) وفقاً لنتائج هذا البحث ضئيلاً جداً (0.29%) مقارنة بنتائج بحوث عالمية أخرى (Del Ponte et al., 2012؛ Lenc, 2011؛ Oerke et al., 2010).

التقصي عن مسببات مرض لفة فيوزاريوم سنابل القمح: أمكن عزل وتصنيف 10 أنواع من فطر الفيوزاريوم شاركت في تكوين معقد الأمراض المسببة للفة السنابل على مستوى سهل الغاب وفقاً لنتائج

(Kang et al., 2005؛ Bushnell, 2001). يعزى انتشار ظاهرة ابيضاض السنابل، وتكون السنابل الفارغة في بعض حقول القمح في سهل الغاب، إلى مجموعة من العوامل الأحيائية الشائعة، مثل: إصابة نباتات القمح بتعفن الجذور والتاج (الشعبي وآخرون، 2015)، وإلى تطفل بعض الحشرات، مثل دبور الحنطة المنشاري (*Cephus cinctus* Norton)، وحشرة السونة بدرجة طفيفة (*Eurygaster integriceps* Puton)، أو إلى تأثير عوامل لا أحيائية أخرى كالصقيع أو موجات الحر والجفاف التي تصيب الأقماع في طور امتلاء الحبوب، وهو أمر يتكرر حدوثه من سنة لأخرى. ولم يسجل خلال سنوات الدراسة وما قبلها إن كانت لفة فيوزاريوم السنابل سبباً في حدوث هذه الظاهرة في الحقل في سهل الغاب، كما أشارت إلى ذلك بعض الدراسات المرجعية في دول أخرى (Martinez-Espinoza et al., 2015). وكانت متوسطات قيم مؤشر المرض في الحقول الموبوءة محلياً أقل بدرجة كبيرة من القيم ذاتها المسجلة في دول أخرى كالبرازيل وبولندا والولايات المتحدة وكندا، حيث ينتشر فيها المرض وبائياً (Gilbert et al., 2008؛ Lenc, 2011؛ Martinez-Espinoza et al., 2015). أضف إلى ذلك أن 35-50% من الحقول المشمولة محلياً بالبحث في سهل الغاب كانت خالية من المرض. يسود في سهل الغاب في سورية خلال شهري نيسان/أبريل وأيار/مايو مناخ معتدل (متوسط درجة الحرارة الصغرى 11.5 °س، ومتوسط درجة الحرارة العظمى 26.0 °س)، وأمطار ربيعية قد تكون غزيرة في بعض السنوات وموزعة بصورة تلائم تطور المرض وانتشاره وفقاً لمعلومات الرصد المناخي المسجلة في مركز البحوث العلمية الزراعية في الغاب. وهي الظروف المناسبة لحدوث المرض وتطوره وفقاً لدراسات سابقة (Xu et al., 2008؛ Sadowski et al., 2011).

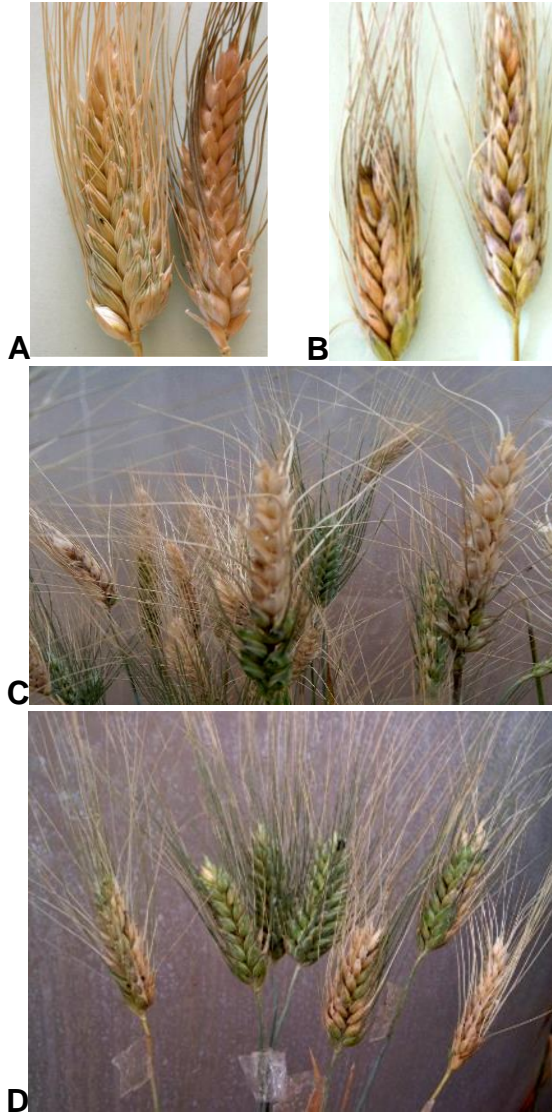


شكل 1. أعراض لفة الفيوزاريوم على سنابل القمح (تلون عصافات بعض السنبيلات ويقع ممتاوتة داكنة اللون " جرب" على بعضها الأخر) تحت ظروف العدوى الطبيعية، 2008-2010.

Figure 1. *Fusarium* blight syndrome on wheat heads (bleaching symptoms on glumes of few spikelets and darkened necrotic lesions " Scab " on others) under natural infection conditions, 2008-2010.

للظروف المناخية، وللتراكيب الوراثية لمجتمع العوائل النباتية المزروعة، وللظروف البيئية والزراعية السائدة (Stępień & Chełkowski, 2010). ويعزى سيادة الأنواع *F. culmorum*، *F. equiseti*، *F. moniliforme* و *F. proliferatum* في معقد فطور الفيوزاريوم المسببة للمرض في سهل الغاب إلى طبيعة الدورة الزراعية السائدة (غالباً قمح صلب بعد البور، وأحياناً القمح بعد البطاطا/البطاطس أو القمح بعد الشوندر السكري/البنجر أو البقول)، أضف إلى ذلك قدرة البقاء والتكاثر لهذه الممرضات على بقايا حصاد القمح، وإلى وفرة النباتات النجيلية البرية وأيضاً الناتجة عن المتساقطات في المناطق المحيطة بحقول القمح وعلى ضفاف قنوات الري والصرف، علماً أن الفطر *F. culmorum* كان المسبب الرئيس لحدوث مرض تعفن الجذور والتاج على نباتات القمح (بلغت نسبة تردد عزله 74.5%) وفقاً لنتائج دراسة سابقة جرت أيضاً في المنطقة ذاتها (الشعبي وآخرون، 2015)، وهو ممرض لمحاصيل زراعية مختلفة تدخل في الدورة الزراعية إلى جانب الحبوب، مثل البطاطا/البطاطس والجزر (Anonymous, 2016). وأكدت نتائج هذا البحث مع الدراسات السابقة أن معظم أنواع الفيوزاريوم المعزولة من السنابل المصابة بلفحة الفيوزاريوم هي ذاتها تقريباً التي عزلت من العقد تحت التاجية وجذور نباتات القمح مع اختلاف تردددها (الشعبي وآخرون، 2015). وأثبتت نتائج دراسات أخرى وجود علاقة ارتباط قوية بين شيوع أي من الفطور المسببة للفة السنابل في منطقة ما والمحصول السابق لزراعة القمح في الدورة الزراعية (Zhang et al., 2012). كما أثرت الظروف البيئية بصورة متباينة في الإصابة بمرض FHB وتطوره، وفي القدرة التنافسية ما بين أنواع فطور الفيوزاريوم الموجودة في منطقة ما، حيث يتطلب نشاط الفطرين: *F. culmorum* و *F. avenaceum* ظرفاً بارداً ورطوبة جوية وأرضية مرتفعة، بينما يتطلب الفطر *F. graminearum* ظرفاً دافئاً ورطباً، وجافاً نسبياً وحراراً بالنسبة للفطر *F. poae* (Xu et al., 2008). كما يعزى غياب النوع *F. graminearum* في معقد فطور الفيوزاريوم المسببة لمرض لفة السنابل في سهل الغاب إلى عدم زراعة محصول الذرة في منطقة الغاب بصورة عامة، وبالتالي غياب بقايا المحصول المذكور في التربة، واللازمة لحفظ الفطر السابق وإكثاره (Shah & Bergstrom, 2001)، علماً أن الفطر *F. graminearum* هو الأكثر تردداً بين الأنواع الأخرى المسببة لمرض FHB على القمح والشعير في العالم (Gilbert & Tekauz, 2011؛ Malbrán et al., 2014؛ Zhang et al., 2012). ويعتمد وصول أبواغ فطور الفيوزاريوم إلى السنابل بصورة رئيسة على رذاذ المطر المتناثر بصورة مباشرة وعلى شدة الرياح (Paul et al., 2004)، وهي ظروف تحدث في سهل الغاب في فصل الربيع في معظم السنوات. ويعزى عدم التمكن من عزل أكثر من فطر واحد من السنييلة المصابة (100% من

فحص وتصنيف 240 عزلة مختارة عشوائياً، من عصابات وحبوب سنابل القمح التي أبدت أعراض المرض، ومثلت الحقول الموبوءة، بينما شاركت 5 - 7 أنواع من فطر الفيوزاريوم في المعقد الممرض على مستوى الحقل/الموقع. وكان النوع *F. culmorum* من أكثرها شيوعاً، وبلغت نسبة تردده 43.8%، وجاء النوع *F. equiseti* في المرتبة الثانية (23.3%)، تلاهما في الأهمية الأنواع: *F. moniliforme* (14.6%)، *F. proliferatum* (7.1%)، *F. sambucinum* Fuckel. (2.9%)، *F. compactum* (Wollenw) Gor. (2.1%) و *F. solani* (Mart.) Sacc (1.7%)، بينما كان تردد الأنواع الأخرى: *F. semitectum* Berk et Rav. و *F. crookwellense* Burgess. و *G. avenacea* R.J. (طوره الكامل *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. و Cook)، 0.8، 0.4 و 0.8%، على التوالي. ولم تصنف ست عزلات من فطر الفيوزاريوم المختبرة، بلغ تكرار عزلها 2.5%. شكلت أنواع الفيوزاريوم: *F. culmorum* و *F. equiseti* و *F. moniliforme* و *F. proliferatum* طيف الممرضات الرئيسية المسببة للمرض في كل/معظم الحقول/المواقع الموبوءة في سهل الغاب. فقد سجل انتشار النوعين الأولين على سنابل القمح في كل الحقول الموبوءة، تلاهما النوع الثالث في عشرة حقول، والنوع الرابع في تسعة حقول من أصل أحد عشر حقلاً موبوءاً، وهذا يتوافق ونتائج دراسات سابقة (Xu et al., 2009). وسجل النوعين *F. sambucinum* و *F. solani* في أربعة حقول، والأنواع *F. compactum*، *F. crookwellense* و *F. avenaceum* في حقلين، بينما سجل النوع *F. semitectum* في حقل واحد فقط. أكدت نتائج دراسات سابقة مشاركة 5 إلى 18 نوعاً من فطر الفيوزاريوم في حدوث مرض FHB على الصعيد العالمي (Audenaert et al., 2009؛ Lenc, 2011؛ Martinez-Espinoza et al., 2015؛ Xu et al., 2008). وتوافق تموضع النوع *F. culmorum* في المرتبة الأولى من حيث التردد مقارنة بالأنواع الأخرى المشاركة في المعقد المرضي في سهل الغاب مع تموضعه في نتائج دراسات مرجعية سابقة تمت في بريطانيا وألمانيا (Wegulo et al., 2015)، وبولندا (Lenc, 2015)، ولاتفيا على أصناف القمح الربيعية (Treikale et al., 2010). كما كان النوع *F. culmorum* الأكثر شيوعاً (بلغت نسبة تردده 39.3%) على أصناف القمح الصلب في تونس من بين 7 أنواع شاركت في إحداث المرض (Fakhfakh et al., 2011). وتوافقت نسبياً مرتبة تردد النوع *F. equiseti* على أصناف القمح الصلب في سهل الغاب بسورية (المرتبة الثانية) مع مرتبته في تونس (المرتبة الثالثة)، بينما كان الوضع معكوساً بالنسبة لمرتبة تردد النوع *F. avenaceum* (Fakhfakh et al., 2011). وقد عزي تباين هذا التنوع في مسببات المرض من منطقة لأخرى ومن عام لآخر إلى متطلباتها المختلفة



شكل 2. مظاهر الإصابة بلفحة فيوزاريوم سنابل القمح تحت ظروف العدوى الاصطناعية، 2009. (A) نمو غزل الفطر الممرض على بعض السنبيلات والسفا بعد 7 أيام من الإعداد بطريقة القطن المشبعة بالمعلق البوغي، (B) جفاف السنبال كلياً بعد 12 يوماً من تاريخ الإعداد بالطريقة السابقة، (C) تشوه السفا المترافق مع لفة فيوزاريوم على السنبال المعدة رشاً بالمعلق البوغي للفطر الممرض، (D) تباين شدة المرض على السنبال المعدة رشاً بالمعلق البوغي للفطر الممرض من بؤر الإصابة المختلفة.

Figure 2. Syndrome of FHB infection on wheat heads under artificial inoculation conditions, 2009. (A) Mycelial growth of the pathogenic fungus on some spikelets and awns, 7 days after inoculation with cotton ball saturated with conidial suspension, (B) Completely dry ears, 12 days after inoculation by using the above mentioned method, (C) Awn deformation associated with *Fusarium* blight on ears sprayed with conidial suspension of the pathogenic fungus, and (D) Variation in disease severity on the ears sprayed with conidial suspension of the pathogenic fungus, from different infection foci.

الحالات قد تم فيها عزل الفطر الممرض ذاته من الحبوب المتضررة بالفوزاريوم والعصافات المحيطة بها) إلى ظاهرة التنافس على المكان ما بين أنواع فطور الفيوزاريوم المسببة للمرض، وهذا ما أكدته نتائج دراسات سابقة (Xu et al., 2007؛ Siou et al., 2015). كما يعزى عزل نوعين مختلفين من فطور الفيوزاريوم من السنبلة المصابة الواحدة (17-18% من الحالات/السنبال الحاملة ليؤرتي إصابة منفصلتين وفقاً لنتائج هذا البحث كانت مصابة بأحد التراكيب: *F. culmorum* و *F. equiseti* و *F. moniliforme* و *F. equiseti* و *F. moniliforme*)، إلى انتفاء تنافس فطور الفيوزاريوم على المكان نتيجة تباعد بؤر الإصابة عن بعضها البعض في المراحل الأولى للمرض، وعدم اتصالها مع بعضها البعض في وقت لاحق في معظم الحالات لتشكل ظاهرة السنبال البيضاء بسبب الظروف البيئية غير الملائمة (طقس جاف وحرارة مرتفعة نسبياً) السائدة في سهل الغاب. ويعزى انخفاض نسبة عزل فطور الفيوزاريوم من العصافات "51.8%" (114 عزلة من أصل 220 عصابة متلونة) مقارنة بنسبة عزلها من الحبوب المصابة "97%" (214 عزلة من أصل 220 حبة ضامرة) إلى خلو بعض العصافات المتلونة من الفطر الممرض أو إلى فقدان حيوية الفطر الممرض في العصافات المصابة تحت تأثير المطهر (هيبوكلوريت الصوديوم) وفقاً للطريقة المتبعة في هذا البحث، وهي الطريقة ذاتها المعتمدة أيضاً في بحوث أخرى (Fernandez & Chen, 2005).

تقويم طرائق عدوى اصطناعية مختلفة في استحداث مرض FHB على

سنابل القمح

بدأت أعراض الإصابة بلفحة الفيوزاريوم بالظهور على سنابل المعاملات المختلفة لكلا الصنفين (شام 3 وبحوث 6) بعد أربعة أيام من التحضين في حالة العدوى بطريقة القطن المشبعة بالمعلق البوغي للفطر الممرض، على هيئة غزل فطري أبيض اللون كثيف انتشر في السنبلة المعدة ومحيطها بدرجات متباينة تبعاً لنوع الممرض، تلا ذلك اصفرار عصافات السنبيلات المصابة خلال مدة 2 إلى 3 أيام، ثم اصفرار السنبال وجفافها بصورة تامة، واكتسبت أعراض النضج المبكر بعد 10-12 يوماً من إحداث العدوى، ولم تتطور الحبوب في السنبال المصابة (سنابل فارغة)، مقارنة بسنبال الشواهد السليمة الخضراء (شكل 2).

العائدة للفطر *F. culmorum* مع صنف القمح الطري (بحوث 6) في طريقة الإعداء بالقطنة المشبعة بالمعلق البوغي، مقارنة بقيم تقايل العزلتين: *FIS7-1* (تعود للنوع *F. moniliforme*) و *FIS5-5* (تعود للنوع *F. proliferatum*) مع صنف القمح الصلب والطري ضمن نطاق طريقة الإعداء ذاتها، فكانت الفروقات معنوية. وعلى الرغم من القابلية الأكبر لسنايل صنف القمح الطري للإصابة بالفطرين *F. culmorum* و *F. equiseti*، وبكلتا طريقتي الإعداء، مقارنة بسنايل صنف القمح الصلب، فقد كانت هذه الفروقات غير معنوية ما بين الصنفين المختبرين في نطاق طريقة الإعداء الواحدة.

اعتمدت الدراسات المرجعية طرائق مختلفة لتنفيذ العدوى الاصطناعية بمرض FHB في تقويم المصادر الوراثية النباتية بهدف إختيار المقاوم منها (Thompson, Grausgruber et al., 1995)، وكانت طريقة القطنة المطورة في هذا البحث والمرفقة بتغطية السنايل المعدة بكيس شفاف من البولي إيثيلين ضمن حيز رطب لمدة أسبوع، أكثر كفاءة من ناحية اختصار الوقت اللازم للوصول إلى النتائج (مدة أسبوع واحد) مقارنة بطريقة قطعة القطن التقليدية التي تطلبت 18-22 يوماً من تاريخ الإعداء (Grausgruber et al., 1995)، بينما تطلبت طريقة الرش المتبعة في هذا البحث أسبوعين. وتوافقت الأعراض المحدثة على السنايل في هذا البحث، ولا سيما إبيضاض السنايل، وعدم تكون الحبوب، وتشكل مساحات متماوتة داكنة اللون على بعض العصافات، وتشوه السفا وانحناؤه، مع تلك الأعراض الموصوفة في نتائج دراسات سابقة (Goswami & Kistler, 2004).

تقويم القدرة الإراضية لعزلات فطور الفيوزاريوم: أظهرت نتائج إختيار 120 عزلة لأنواع مختلفة من فطر الفيوزاريوم بطريقة القطنة المشبعة بالمعلق البوغي لكل عزلة على حدة على سنايل صنف القمح شام 3 وبحوث 6 تبايناً في القدرة الإراضية للأنواع المختبرة اعتماداً على المتوسط العام لمؤشر المرض. وكان النوعان *F. culmorum* و *F. moniliforme* أكثرها إراضية (عالية القدرة الإراضية $FII < 70$) إزاء سنايل صنف القمح. واتسمت الأنواع *F. compactum*، *F. equiseti*، *F. proliferatum*، *F. semitectum* (عزلة وحيدة) و *F. avenaceum*، إضافة إلى العزلات غير المصنفة: *FIS5-4*، *FIS6-2*، *F2S1S4* و *F3S8-S2* بقدرة إراضية معتدلة ($FII \geq 70$) و < 40) تجاه الصنفين المختبرين، كما اتسم النوع *F. solani* بقدرة إراضية معتدلة إزاء صنف القمح الصلب فقط، بينما كان النوع *F. crookwellense* والعزلة *FIS4-1* معتدلاً القدرة الإراضية تجاه صنف القمح الطري فقط. وكان النوع *F. sambucinum* والعزلة *FIS1-4* ضعيفاً القدرة الإراضية ($FII \geq 40$) إزاء صنف القمح، بينما

بدأت أعراض المرض بالظهور على سنايل صنف القمح الطري (بحوث 6) المعدة بالفطر *F. moniliforme* بعد سبعة أيام من رشها بمعلق البوغ الفطري، على هيئة اصفرار مبرقش على بعض العصافات مع تباعد السفا عن محور السنبله وتجده، ثم تلونه باللون الأصفر المحمر، بينما ظهرت أعراض المرض على سنايل صنف القمح الصلب (شام 3) بعد 10 أيام من العدوى، على هيئة اصفرار بعض العصافات على سنبله واحدة أو أكثر ولا سيما السنبله القمية، ثم موت أنسجة العصافات وتلونها باللون البني المحمر مع بقاء عصافات بعض السنبيلات الأخرى على السنبله ذاتها خضراء اللون سليمة. كما ظهرت أعراض الإصابة بالمرض على كامل سنبيلات السنبله وحاملها خلال المدة ذاتها في الحالات التي كان فيها توزع بؤر الإصابة متجانساً. ولم يظهر نمو هيفي للفطر الممرض بوضوح على الأعضاء المصابة في حالة إعداء السنايل رشاً بالمعلق البوغي مقارنة بطريقة القطنة المشبعة والتحصين في حيز رطب. سجلت الأعراض الأولية للمرض على سنايل صنف القمح الطري المعدة رشاً بالمعلق البوغي للفطر *F. proliferatum* بعد 10 أيام من إحدات العدوى، على هيئة اصفرار داكن اللون على العصافات والسفا في بعض السنبيلات، بينما تأخر ظهور أعراض المرض على سنايل صنف القمح الصلب ليوم آخر. وتطلب ظهور الأعراض الأولية لمرض FHB على سنايل صنف القمح الطري المعدة بالفطر *F. culmorum* إلى 12 يوماً بدءاً من لحظة رشها بمعلق بوغ الفطر الممرض، وكانت على هيئة تلطخ أصفر اللون ظهر بصورة متفرقة على عصافات بعض السنبيلات، بينما تطلب ظهور الاصفرار على عصافات بعض السنبيلات في صنف القمح الصلب 13 يوماً، ورافق ذلك تماوت قواعد بعض هذه العصافات التي اكتسبت لوناً بنياً محمراً، مع بقاء عصافات سنبيلات عديدة أخرى خضراء اللون دون تبدل. تم التوصل إلى نتائج مماثلة بالنسبة لعزلة الفطر *F. equiseti*. استمرت ظاهرة تلون/إبيضاض عصافات السنبيلات بالتزايد مع تطور الإصابة على السنايل في المعاملات المختلفة، رافقه تباعد السفا وتشوّه، ثم انحناؤه. وأعطت السنايل مؤشرات النضج المبكر "إبيضاض السنايل" بعد 25 يوماً من إحدات العدوى في المعاملات المختلفة، بينما كان لون العصافات في سنايل الشواهد السليمة أخضر طبيعي دون تغيير. تباينت قيم شدة إصابة السنايل، ومؤشر الإصابة، وسرعة تطور المرض ووضوح أعراضه بدرجة كبيرة بين الإعداء باستخدام قطعة القطن المبللة بالمعلق البوغي ورش السنايل بالمعلق البوغي، لصالح الطريقة الأولى. وتشير نتائج الجدول 3 إلى أن الفروقات ما بين قيم مؤشر الإصابة بالفيوزاريوم الخاصة بكل فطر بكلتا طريقتي الإعداء كانت معنوية. ولم تكن الفروقات معنوية ما بين قيم المعاملات المعدة بالفطور المختبر، كل على حدة، في نطاق طريقة الإعداء الواحدة، باستثناء قيمة تقايل العزلة *F4S9-S5*

15.6 و 18.8% بالنسبة للنوع *F. culmorum* إزاء سنابل صنف القمح الطري والصلب، على التوالي، بينما لم تسجل عزلات معتدلة القدرة الإمراضية للنوع *F. crookwellense*. وسجلت أعلى نسبة للعزلات الضعيفة في قدرتها الإمراضية تجاه سنابل الصنف الطري عند النوع *F. solani* (75%)، تلاه عزلات النوع *F. sambucinum* بنسبة 57.1% في سنابل كلا الصنفين. وامتلكت 50% من عزلات النوعين *F. crookwellense* و *F. avenaceum* قدرة إمراضية ضعيفة إزاء سنابل شام 3، و 20% من عزلات النوع *F. compactum* إزاء سنابل بحوث 6، بينما تراوحت نسب العزلات الضعيفة في قدرتها الإمراضية إزاء سنابل كلا الصنفين بين 5.0-16.1% بالنسبة لأنواع *F. solani*، *F. equiseti* و *F. moniliforme*. ولم تسجل عزلات ضعيفة القدرة الإمراضية عند النوعين *F. proliferatum* و *F. semitectum* إزاء صنف القمح. وبلغ متوسط نسب عزلات فطر الفيوزاريوم من الأنواع المختلفة التي أظهرت قدرة إمراضية عالية ومعتدلة وضعيفة إزاء الصنفين شام 3 وبحوث 6 40.8 و 43.30، 46.7 و 42.5، 12.5 و 14.2%، على التوالي. عموماً، كان صنف القمح شام 3 (صلب) وبحوث 6 (طري) المختبرين إزاء لفحة الفيوزاريوم تحت ظروف العدوى الاصطناعية متقاربين في درجة قابليتهما للإصابة بالمرض بناء على متوسطي نتائج قراءات مؤشر المرض التي بلغت 51.8 و 54.7%، على التوالي (جدول 4).

كانت العزلة F15S4-1 ضعيفة القدرة الإمراضية إزاء سنابل صنف القمح الصلب فقط (جدول 4). اتسمت معظم عزلات النوع *F. culmorum* بقدرة إمراضية عالية إزاء صنف القمح الصلب والطري، وبلغت نسبتها 75.0 و 78.1%، على التوالي. واحتلت عزلات النوعين *F. moniliforme* و *F. crookwellense* المرتبة الثانية في الأهمية، وبلغت نسبة العزلات عالية القدرة الإمراضية 50% تجاه سنابل صنف القمح الصلب، وبين 50-55% إزاء سنابل صنف القمح الطري. وجاءت عزلات النوع *F. compactum* في المرتبة الثالثة، وبلغت نسبة عزلاته ذات القدرة الإمراضية العالية 40% إزاء صنف القمح الصلب والطري. وامتاز حوالي 32.3 و 35.5% من عزلات الفطر *F. equiseti* بقدرة إمراضية عالية تجاه سنابل صنف القمح الصلب والطري، على التوالي، بينما بلغت 20% بالنسبة لعزلات النوع *F. proliferatum*. ولم تسجل عزلات عالية القدرة الإمراضية في الأنواع *F. sambucinum* و *F. solani* و *F. avenaceum* إزاء صنف القمح الصلب والطري. وسجلت أعلى نسبة للعزلات المعتدلة (100%) في هذا البحث عند الأنواع *F. solani*، *F. avenaceum* و *F. semitectum* (عزلة وحيدة) إزاء سنابل القمح للصنفين الصلب والطري، وإزاء سنابل كلا الصنفين معاً، على التوالي، واتصف 80% من عزلات النوع *F. proliferatum* بقدرة إمراضية معتدلة إزاء كلا الصنفين. وتراوحت نسب عزلات الأنواع *F. compactum*، *F. equiseti*، *F. sambucinum* و *F. moniliforme* ذات القدرة الإمراضية المعتدلة تجاه سنابل صنف القمح بين 40-60%، وبلغت

جدول 3. كفاءة بعض طرائق العدوى الاصطناعية في استحداث مرض لفحة الفيوزاريوم على سنابل القمح الصلب والطري تحت ظروف الدفيئة البلاستيكية، 2009.

Table 3. Efficiency of some artificial inoculation methods in inducing *Fusarium* blight disease on durum and bread wheat heads under plastic house conditions, 2009.

مؤشر إصابة الفيوزاريوم <i>Fusarium</i> infection index		مؤشر إصابة الفيوزاريوم					
العدوى برش المعلق البوغي		العدوى بقطعة قطن مشبعة بالمعلق البوغي		صنف القمح		الممرض (العزلة)	
Inoculation by spraying conidial suspension		Inoculation using cotton swab soaked with conidial suspension		Wheat cultivar		Pathogen (isolate)	
المدى Range	المتوسط بعد 14 يوماً من أحداث العدوى Average, 14 days after inoculation	المدى Range	المتوسط، بعد 7 أيام من أحداث العدوى Average, 7 days after inoculation				
17.2-06.0	12.9 cd	90.0-53.5	71.3 ab	Cham 3	شام 3	<i>F. culmorum</i>	
24.1-17.4	19.2 c	81.8-76.0	78.1 a	Bohouth 6	بحوث 6	(F4S9-S5)	
16.5-10.2	13.7 cd	90.0-50.7	67.1 ab	Cham 3	شام 3	<i>F. equiseti</i>	
28.3-06.1	15.1 cd	95.3-20.5	72.1 ab	Bohouth 6	بحوث 6	(F5S1-5)	
17.6-10.8	14.9 cd	67.1-42.6	56.5 b	Cham 3	شام 3	<i>F. moniliforme</i>	
22.7-08.6	14.4 cd	78.0-42.6	59.2 b	Bohouth 6	بحوث 6	(F1S7-1)	
10.4-03.7	7.2 cd	66.6-40.7	56.4 b	Cham 3	شام 3	<i>F. proliferatum</i>	
11.3-03.3	7.3 cd	68.8-51.4	56.9 b	Bohouth 6	بحوث 6	(F1S5-5)	
00.0-00.0	0.0 d	00.0-00.0	0.0 d	Cham 3	شام 3	شاهد	
00.0-00.0	0.0 d	00.0-00.0	0.0 d	Bohouth 6	بحوث 6	Check	

LSD value at P=0.05 was 15.84
Coefficient of variation=35.81%

أقل فرق معنوي موثوق عند مستوى احتمال 0.05 = 15.84
معامل التشتت = 35.81%

جدول 4. القدرة الإمراضية لعزلات بعض أنواع الفيوزاريوم المختبرة إزاء سنابل صنف القمح شام 3 وبحوث 6 تحت ظروف العدوى الاصطناعية في الدفيئة البلاستيكية، 2010.

Table 4. Pathogenicity of some *Fusarium* spp. isolates against spikes of wheat cultivars Cham 3 and Bohouth 6 under artificial inoculation conditions in the plastichouse, 2010.

Bohouth 6 بحوث 6			Cham 3 شام 3			المتوسط العام لمؤشر إصابة الفيوزاريوم بعد 7 أيام من احداث العدوى	المتوسط العام لمؤشر إصابة الفيوزاريوم بعد 7 أيام من احداث العدوى	العدد الكلي للعزلات المختبرة Total number of tested isolates	نوع الفطر الممرض Pathogenic fungus species
الضعيفة Low	المعتدلة Moderate	العالية High	الضعيفة Low	المعتدلة Moderate	العالية High				
2	5	25	2	6	24	84.5	85.6	32	<i>F. culmorum</i>
5	15	11	3	18	10	57.2	61.6	31	<i>F. equiseti</i>
1	8	11	2	8	10	78.1	71.2	20	<i>F. moniliforme</i>
0	8	2	0	8	2	57.7	57.8	10	<i>F. proliferatum</i>
4	3	0	4	3	0	38.5	30.0	7	<i>F. sambucinum</i>
1	2	2	0	3	2	62.6	69.8	5	<i>F. compactum</i>
3	1	0	0	4	0	36.2	49.7	4	<i>F. solani</i>
0	1	1	1	0	1	68.6	38.0	2	<i>F. crookwellense</i>
0	1	0	0	1	0	54.9	44.0	1	<i>F. semitectum</i>
0	2	0	1	1	0	53.9	42.7	2	<i>F. avenaceum</i>
0	1	0	1	0	0	44.1	36.0	1	F15S4-1
0	1	0	0	1	0	57.0	54.5	1	F1S5-4
0	1	0	0	1	0	60.0	59.0	1	F1S6-2
0	1	0	0	1	0	50.4	56.3	1	F2S1S4
0	1	0	0	1	0	45.2	42.7	1	F3S8-S2
1	0	0	1	0	0	36.5	38.4	1	F16S1-4
17	51	52	15	56	49	54.7	51.8	120	Total المجموع

الإمراضية إزاء سنابل كلا الصنفين الصلب والطرقي أكبر عندما كان مصدرها العصافات مقارنة بالحبوب المتضررة بالفيوزاريوم. ولم تسجل عزلات مصدرها العصافات أو الحبوب المتضررة بالفيوزاريوم ذات قدره إمراضية عالية في حالة النوعين *F. sambucinum* و *F. solani* تجاه سنابل كلا الصنفين. وتوافقت هذه النتائج من حيث المبدأ مع نتائج بحوث سابقة، أكدت القدرة الإمراضية العالية لبعض أنواع الفيوزاريوم (*F. pseudograminearum* و *F. granimearum*، *F. culmorum*) إزاء سنابل القمح، وضعف القدرة الإمراضية لأنواع أخرى، مثل: *F. poae* و *F. nivale*، *Microdochium* sp. (Fakhfakh et al., 2011)؛ Xu et al., 2009؛ Siou et al., 2015؛ Fernandez & Chen, 2005). وامتاز النوع *F. equiseti* بقدرة إمراضية معتدلة تجاه صنف القمح في هذا البحث، في حين كانت عدائيته ضعيفة في بحوث سابقة (Fernandez & Chen, 2005). كما بينت نتائج البحث وجود اختلاف واضح في القدرة الإمراضية ما بين عزلات الفيوزاريوم التابعة للنوع ذاته، وهذا ما أثبتته نتائج دراسات سابقة أيضاً عند النوعين *F. culmorum*

أظهر 84.2% من عزلات النوع *F. culmorum* التي مصدرها الحبوب المصابة بلفحة الفيوزاريوم قدرة إمراضية عالية إزاء سنابل صنف القمح الصلب، وبلغت 89.5% إزاء سنابل صنف القمح الطرقي، بينما بلغت نسبة عزلات النوع ذاته التي مصدرها العصافات الملونة والتي أبدت قدرة إمراضية عالية 61.5% تجاه سنابل كلا الصنفين. نتائج مشابهة تم التوصل إليها بالنسبة لعزلات النوعين *F. compactum* و *F. proliferatum*، فكانت نسب العزلات التي امتازت بقدرة إمراضية عالية إزاء سنابل صنف القمح المختبرين أكبر في حالة كون الحبوب مصدرها للعزلات مقارنة بالعزلات التي مصدرها العصافات. وقد تماثلت نسب العزلات ذات القدرة الإمراضية العالية والتي مصدرها الحبوب مع تلك التي مصدرها العصافات في حالة النوع *F. moniliforme* إزاء سنابل صنف القمح الصلب، في حين كانت نسبة العزلات ذات القدرة الإمراضية العالية أكبر في حالة العزلات التي مصدرها العصافات (57.1%) مقارنة مع تلك التي مصدرها الحبوب (50.0%) إزاء سنابل صنف القمح الطرقي. وكانت نسبة عزلات النوع *F. equiseti* العالية في قدرتها

مستويات عالية من إصابة الحبوب (Fernandez & Chen, 2005). كما لم يؤثر اختلاف مصادر عزلات النوعين *F. culmorum* و *F. equiseti*، كل على حدة (من العصابات أو من العقد تحت التاجية لنباتات القمح) بصورة معنوية في نسبة السنابل المصابة بمرض FHB (Fernandez & Chen, 2005). ويقترح الاستمرار في إجراء المسوحات الحقلية السنوية لتقصي المرض في سهل الغاب في سورية على الرغم من حدوثه العرّضي، وانتشاره الضعيف، وضرره المحدود جداً. ونرى ضرورة تطبيق دورة زراعية مناسبة في سهل الغاب لإزالة مصادر العدوى ما أمكن ذلك، خاصة وأن معظم أنواع فطور الفيوزاريوم المعزولة في هذا البحث (لا سيما النوع *F. culmorum*) أسهمت في حدوث مرض تعفن جذور وتاج نباتات القمح في المنطقة ذاتها، ونقترح اعتماد تقانة القطن المشبعة بمعلق الفطر الممرض المطورة في هذا البحث في إحداث العدوى الاصطناعية للسنابل، كما نؤكد على ضرورة اعتماد التقانات الجزيئية الحديثة إلى جانب التقليدية لتصنيف العزلات والأنواع التي شاركت في تكوين معقد المرض، لا سيما من الناحية الوراثية ودرجة القرابة فيما بينها.

شكر وتقدير

يتقدم الباحثون بالشكر والتقدير للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية لتوفيرها الظروف المادية والمعنوية لاتمام هذا البحث، كما يتقدمون بالشكر والتقدير للسيد المهندس عبدو الترشيني من الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب لمشاركته العملية في تنفيذ الجولات الحقلية.

و *F. graminearum* (Siou et al., 2015). وتقاربت نسب العزلات التي امتلكت قدرة إمرضية عالية عند النوع *F. culmorum* إزاء صنف القمح في هذا البحث مع نتائج دراسات سابقة إزاء عزلات النوع ذاته (Klechkovskaya et al., 1997). ويعزى التباين في القدرة الإمرضية للعزلات التابعة للنوع الواحد من فطور الفيوزاريوم في هذا البحث، ربما إلى وجود طرز أو سلالات مختلفة وراثياً ضمن النوع الواحد. وكان Gargouri et al. (2003) قد أثبتوا وجود تنوع وراثي واسع بين عزلات الفطر *F. culmorum*. كما ثبت وجود معقدات في الطبيعة لبعض أنواع الفيوزاريوم ضم كل منها أنواعاً مميزة وراثياً ومرتبطة بشجرة قرابة واحدة، مثل: *Fusarium fujikuroi* species complex (FFSC) الذي ضم 45 نوعاً مختلفاً وراثياً، ومنها: *F. moniliforme* و *F. proliferatum*، اللذان قيمت قدرتهما الإمرضية في هذا البحث (Proctor et al., 2013)، بينما ضم معقد النوع الثاني (FGSC) *F. graminearum* species complex ما يقارب من 16 نوعاً مميزاً وراثياً، ومنها: *F. graminearum* و *F. asiaticum*، المسببان لمرض FHB أيضاً (Sarver et al., 2011). أكدت نتائج هذا البحث أيضاً تأثير مصادر عزلات بعض أنواع فطر الفيوزاريوم المشاركة في إحداث مرض FHB (من العصابات أو من الحبوب المتضررة بالفيوزاريوم) في تباين قدرتها الإمرضية، وهذا يتوافق ونتائج بعض الدراسات المرجعية التي أكدت بصورة عامة ضعف القدرة الإمرضية لعزلات الفطر *F. equiseti* التي مصدرها الحبوب (Fakhfakh et al., 2011)، بينما تعارضت مع نتائج دراسات مرجعية أخرى كان الفطر الممرض ذاته معزولاً من العصابات ولم يحدث

Abstract

Al-Chaabi, S., S. Al-Masri, A. Nehlawi, L. Al-Matroud and T. Abu-Fadel. 2018. Monitoring of *Fusarium* wheat head blight distribution, its causal agents, and pathogenicity variation in Al-Ghab plain, Syria. Arab Journal of Plant Protection, 36(2): 98-113.

A survey of *Fusarium* head blight (FHB) on wheat was conducted in 20 locations/fields annually in Al-Ghab plain, Syria during spring of three seasons (2008-2010). Results showed variation in the infection rate of ears, disease severity and *Fusarium* infection index (FII) among locations and years, and averaged 3.4%, 4.96% and 0.44, respectively. The annual infected fields' rate with the disease reached 56.5%, and the average of *Fusarium* diseased kernels was 0.29%, with highest infection rates recorded in the northwestern regions of Al-Ghab plain and the lowest in the southeastern regions. Ten *Fusarium* species were associated with the disease complex based on the examination and classification of 240 single spore isolates obtained from glumes (114 isolates) and kernels (126 isolates), which represented infected fields. *Fusarium culmorum* was the most frequent (43.8%), followed by *F. equiseti* (23.3%), *F. moniliforme* (14.6%), *F. proliferatum* (7.1%), *F. sambucinum* (2.9%), *F. compactum* (2.1%), *F. solani* (1.7%), *F. crookwellense* (0.8%), *F. avenaceum* (0.8%), and *F. semitectum* (0.4%). Saturated cotton ball with conidial suspension of the most frequent *Fusarium* species (*F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme* and *F. proliferatum*) was used for artificial inoculation of the spikes of wheat cultivars, Cham 3 and Bohouth 6. The FII values were significantly higher than the FII values of the separately sprayed treatments with the same species, during the same period. The pathogenicity of the *Fusarium* species (114 isolates, represented 10 species) varied, depending on the specific infection index rate of isolates of each species, separately, on the spikes of both wheat cultivars, and using cotton ball saturated separately with conidial suspension of each isolate. *F. culmorum* and *F. moniliforme* were characterized by high aggressiveness (FII > 70) on spikes of both cultivars, followed by *F. equiseti* and *F. proliferatum*, whose aggressiveness was moderate (FII ≤ 70 and > 40). The aggressiveness *F. culmorum* isolates on Cham 3 and Bohouth 6 were 75.0 and 78.1%, respectively. Majority of *F. culmorum* and *F. proliferatum* isolates originated from infected kernels had higher aggressiveness on the ears of both wheat cultivars compared to isolates originated from glumes, and the reverse was observed for the *F. equiseti* isolates. However, in the case of *F. moniliforme* isolates originated from kernels or from glumes were equally highly aggressive.

Keywords: *Fusarium* spp., Head blight/head scab, Syria, *Triticum aestivum*, *T. turgidum*

Corresponding author: Salah Al-Chaabi, General Commission for Agricultural Scientific Research, Damascus, P.O. Box 12573, Syria, Email: salahshaabi@hotmail.com

References

- Fernandez, M.R. and Y. Chen.** 2005. Pathogenicity of *Fusarium* species on different plant parts of spring wheat under controlled conditions. *Plant Disease*, 89: 164-169. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0164>
- Fisher, N.L., L.W. Burgess, T.A. Toussoun and R.E. Nelson.** 1982. Carnation leaves as a substrate and for preserving cultures of *Fusarium* species. *Phytopathology*, 72: 151-153.
- Gargouri, S., L. Bernier, M.R. Hajlaoui and M. Marrakchi.** 2003. Genetic variability and population structure of the wheat foot rot fungus, *Fusarium culmorum*, in Tunisia. *European Journal of Plant Pathology*, 109: 807-815. <https://doi.org/10.1023/A:1026137817723>
- Gilbert, J. and A. Tekauz.** 2011. Strategies for management of *Fusarium* head blight (FHB) in cereals. *Insects and Diseases. Prairie Soils and Crops Journal*, 4: 97-104.
- Gilbert, J., A. Tekauz, R. Kaethler, K. Slusarenko, J. Hamilton, T. Unrau, E. Mueller, M. Stulzer and M. Beyene.** 2008. 2007 survey of *Fusarium* head blight of spring wheat in Manitoba. *Canadian Plant Disease Survey*, 88: 85-86.
- Golinski, P., Z. Kaczmarek, I. Kiecana, H. Wisniewska, P. Kaptur, M. Kostecki and J. Chelkowski.** 2008. *Fusarium* head blight of common Polish winter wheat cultivars - comparison of effects of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium culmorum* on yield components. *Journal of Phytopathology*, 150: 135-141. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00723.x>
- Goswami, R.S. and H.C. Kistler.** 2004. Heading for disaster: *Fusarium graminearum* on cereal crops. *Molecular Plant Pathology*, 5: 515-525. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2004.00252.x>
- Grausgruber, H., M. Lemmens, H. Burstmayr and P. Ruckenbauer.** 1995. Evaluation of inoculation methods for testing *Fusarium* head blight resistance of winter wheat on single plant basis. *Aus dem institut für pflanzenbau und pflanzenzüchtung der universität für Bodenkultur*, 46: 39-49.
- Kang, Z., I. Zingen-Sell and H. Buchenauer.** 2005. Infection of wheat spikes by *Fusarium avenaceum* and alterations of cell wall components in the infected tissue. *European Journal of Plant Pathology*, 111: 19-28. <https://doi.org/10.1007/s10658-004-1983-9>
- Klechkovskaya, H.A., V.G. Adamovskaya, N.A. Litvinenko, S.A. Ignatova, M.L. Makhnovskaya, A.N. Khokhlov, Y.N. Karpuk and G.A. Wolf.** 1997. Control of *Fusarium* scab: Biochemical, genetic and ecological mechanisms. Pages 106-114. In: *Fusarium* head scab, global status and future prospects. H.H. Dubin, L. Gilchrist, J. Reeves and A. Mc Nab (eds.). Mexico, D. F. CIMMYT: 130 pp.
- الشعبي، صلاح، صفية المصري، عدنان النحلاوي ولينا المطرود.** 2015. مسببات تعفن الجذور والتاج على القمح في سورية، قدرتها الإمراضية، وأداء بعض أصناف القمح وطرز ه البرية إزاء المرض. *مجلة وقاية النبات العربية*, 33: 116-129.
- Anonymous.** 2016. *Fusarium culmorum*. From wikipedia, the free encyclopedia. List of potato diseases. (*Fusarium* dry rot): List of carrot diseases (Root rot): https://en.wikipedia.org/wiki/Fusarium_dry_rot
- Anonymous.** 2010. Rainfall according to rain stations during 2001-2010. In: The annual agricultural statistical abstract. Syrian Arab Republic, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Department of planning and statistics. Tables 1 and 10.
- Anonymous.** 2012. Total area, production and yield of wheat. In: The annual agricultural statistical abstract. Syrian Arab Republic, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Department of planning and statistics: Tables 11 and 12.
- Audenaert, K., R. Van Broeck, B. Bekaert, F. De Witte, B. Heremans, K. Messens, M. Höfte and G. Haesaert.** 2009. *Fusarium* head blight (FHB) in Flanders: population diversity, inter-species associations and DON contamination in commercial winter wheat varieties. *European Journal of Plant Pathology*, 125: 445-458. <https://doi.org/10.1007/s10658-009-9494-3>
- Booth, C.** 1977. *Fusarium*. Laboratory guide to identification of the major species. Commonwealth mycology institute, Kew, Surrey, England: 57 pp.
- Burgess, L.W., B.A. Summerell and P.E. Nelson.** 1991. An evaluation of several media for use in identification of some *Fusarium* species. *Australasian Plant Pathology*, 20: 86-88. <https://doi.org/10.1071/APP9910086>
- Bushnell, W.R.** 2001. What is known about infection pathways in *Fusarium* head blight?. Page 105. In: Proceeding of National *Fusarium* head blight forum, Epidemiology and disease management. S.M. Canty, J. Lewis, L. Silver and R.W. Ward (eds.). Erlanger, NY: US Wheat & Barley Scan Initiative.
- Del Ponte, E.M., J. Garda-Bufferon and E. Badiale-Furlong.** 2012. Deoxynivalenol and nivalenol in commercial wheat grain related to *Fusarium* head blight epidemics in southern Brazil. *Food Chemistry*, 132: 1087-1091. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.108>
- Diaz de Ackermann, M. and M.M. Kohli.** 1997. Research on *Fusarium* head blight of wheat in Uruguay. Pages 13-18. In: *Fusarium* head scab, global status and future prospects. H.J. Dubin, L. Gilchrist, J. Reeves and A. Mc Nab, (eds). Mexico, D. F. CIMMYT. 130 pp.
- Fakhfakh, M.M., A. Yahyaoui, S. Rezgui, E.M. Elias and A. Daaloul.** 2011. Identification and pathogenicity assessment of *Fusarium* spp. sampled from durum wheat fields in Tunisia. *African Journal of Biotechnology*, 10: 6529-6539.

- Sadowski, Cz., L. Lenc and D. Wyczling.** 2011. Effect of the forecrop and fungicidal protection on the occurrence of *Fusarium* head blight (*Fusarium* spp.). *Journal of Plant Protection Research*, 51: 44-49. <https://doi.org/10.2478/v10045-011-0008-x>
- Sarver, B.A.J., T.J. Ward, L.R. Gale, K. Broz, H.C. Kistler, T. Aoki, P. Nicholson, J. Carter and K. O'Donnell.** 2011. Novel *Fusarium* head blight pathogens from Nepal and Louisiana revealed by multilocus genealogical concordance. *Fungal Genetics and Biology*, 48: 1096-1107. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2011.09.002>
- Shah, D. and G. Bergstrom.** 2001. Spatial patterns of *Fusarium* head blight in New York wheat fields in 2000 and 2001. Pages 154-155. In: National *Fusarium* head blight forum Proceedings. S.M. Canty, J. Lewis, L. Siler and R.W. Ward (eds.). Michigan State University, Okemos, MI, USA.
- Siou, D., S. Gelisse, V. Laval, F. Suffert and C. Lannou.** 2015. Mutual exclusion between fungal species of the *Fusarium* head blight complex in a wheat spike. *Applied and Environmental Microbiology*, 81: 46820-4689. <https://doi.org/10.1128/AEM.00525-15>
- Stack, R.W. and M.P. Mc Mullen.** 1994. A visual scale to estimate severity of *Fusarium* Head Blight in Wheat. NDSU Extension Service: 1095.
- Stępień, L. and J. Chelkowski.** 2010. *Fusarium* head blight of wheat: pathogenic species and their mycotoxins. *World Mycotoxin Journal*, 3: 107-119. <https://doi.org/10.3920/WMJ2009.1193>
- Summerell, B.A., B. Salleh and J.F. Leslie.** 2003. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. *Plant Disease*, 87: 117-128. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.2.117>
- Tan, D.C., G.R. Flematti, E.L. Ghisalberti, K. Sivasithamparam, S. Chakraborty, F. Obanor, K. Jayasena and M.J. Barbeti.** 2012. Mycotoxins produced by *Fusarium* spp. associated with *Fusarium* head blight of wheat in Western Australia. *Mycotoxin Research*, 28: 89-96. <https://doi.org/10.1007/s12550-011-0122-7>
- Thompson, C.J.** 2010. Evaluation of an inoculation method and quantitative trait loci for *Fusarium* head blight resistance in wheat. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in crop sciences in the graduate college of the University of Illinois at Urbana-Champaign: 108 pp.
- Tóth, B., A. Mesterházy, Z. Horváth, T. Bartók, M. Varga and J. Varga.** 2005. Genetic variability of central European isolates of the *Fusarium graminearum* species complex. *European Journal of Plant Pathology*, 113: 35-45. <https://doi.org/10.1007/s10658-005-0296-y>
- Treikale, O., I. Priekule, B. Javoisha and L. Lazareva.** 2010. *Fusarium* head blight: distribution in wheat in Latvia. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 75: 627-634.
- Klix, M.B, M. Beyer and J.A. Verreet.** 2008. Effects of cultivar, agronomic practices, geographic location, and meteorological conditions on the composition of selected *Fusarium* species on wheat heads. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 30: 46-57. <https://doi.org/10.1080/07060660809507495>
- Lenc, L.** 2011. *Fusarium* head blight and *Fusarium* spp. occurring on grain of spring wheat in an organic farming system. *Phytopathologia*, 62: 31-39
- Lenc, L.** 2015. *Fusarium* head blight (FHB) and *Fusarium* populations in grain of winter wheat grown in different cultivation systems. *Journal of Plant Protection Research*, 55: 94-109.
- Leslie, J.F. and S.B. Summerell.** 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. ISBN, Wiley-Blackwell: 388 pages.
- Madden, L.V. and P.A. Paul.** 2009. Assessing heterogeneity in the relationship between wheat yield and *Fusarium* head blight intensity using random coefficient mixed models. *Phytopathology*, 99: 850-860. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-99-7-0850>
- Malbrán, I., C.A. Mourellos, J.R. Girotti, P.A. Balatti and G.A. Lori.** 2014. Toxigenic capacity and trichothecene production by *Fusarium graminearum* isolates from Argentina and their relationship with aggressiveness and fungal expansion in the wheat spike. *Phytopathology*, 104: 357-364. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-13-0172-R>
- Martinez-Espinoza, A., R. Ethredge, J. Youmans, B. Vermeer and J. Buck.** 2015. Identification and control of *Fusarium* head blight (Scab) of wheat in Georgia. University of Georgia Cooperative Extension, Circular 1066. 7 pp. <http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=C1066>
- Nelson, E.P., T.A. Tousson and W.F.O. Marasas.** 1983. *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. The Pennsylvania state university Press, University Park, Pennsylvania: 192 pp.
- Oerke, E.-C., A. Meier, H.-W. Dehne, M. Sulyok, R. Krska and U. Steiner.** 2010. Spatial variability of *Fusarium* head blight pathogens and associated mycotoxins in wheat crops. *Plant Pathology*, 59: 671-682. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02286.x>
- Osborne, L.E. and J.M. Stein.** 2007. Epidemiology of *Fusarium* head blight on small-grain cereals. *International Journal of Food Microbiology*, 119: 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.032>
- Paul, P.A., S.M. El-Allaf, P.E. Lipps and L.V. Madden.** 2004. Rain splash dispersal of *Gibberella zeae* within wheat canopies in Ohio. *Phytopathology*, 94: 1342-1349. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.12.1342>
- Proctor, R.H., F. van Hove, A. Susca, G. Stea, M. Busman, T.J. Ward, T.A.J. van der Lee, C. Waalwijk and A. Moretti.** 2013. Birth, death and horizontal transfer of the fumonisin biosynthetic gene cluster during the evolutionary diversification of *Fusarium*. *Molecular Microbiology*, 90: 290-306. <https://doi.org/10.1111/mmi.12362>

- Xu, X. and P. Nicholson.** 2009. Community ecology of fungal pathogens causing wheat head blight. *Annual Review of Phytopathology*, 47: 83-103.
<https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080508-081737>
- Xu, X.-M., W. Monger, A. Ritieni and P. Nicholson.** 2007. Effect of temperature and duration of wetness during initial infection periods on disease development, fungal biomass and mycotoxin concentrations on wheat inoculated with single, or combinations of *Fusarium* species. *Plant Pathology*, 56: 943-956.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01650.x>
- Zhang, H., T. van der Lee, C. Waalwijk, W. Chen, J. Xu, J. Xu, Y. Zhang and J. Feng.** 2012. Population analysis of the *Fusarium graminearum* species complex from wheat in China show a shift to more aggressive isolates. *PLoS ONE*, 7(2): e31722.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031722>
- Wegulo, S.N., P.S. Baenziger, J.H. Nopsa, W.W. Bockus and H. Hallen-Adams.** 2015. Management of *Fusarium* head blight of wheat and barley. *Crop Protection*, 73: 100-107.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.025>
- Windels, C.E.** 2000. Economic and social impacts of *Fusarium* Head Blight: Changing farms and rural communities in the Northern Great Plains. *Phytopathology*, 90: 17-22.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.1.17>
- Xu, X., D.W. Parry, P. Nicholson, M.A. Thomsett, D. Simpson, S.G. Edwards, B.M. Cooke, F.M. Doohan, S. Monaghan, A. Moretti, G. Tocco, G. Mule, L. Hornok, E. Beki, J. Tatnell and A. Ritieni.** 2008. Within-field variability of *Fusarium* head blight pathogens and their associated mycotoxins. *European Journal of Plant Pathology*, 120: 21-34.
<https://doi.org/10.1007/s10658-007-9189-6>

Received: January 4, 2017; Accepted: March 22, 2018

تاريخ الاستلام: 2017/1/4؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2018/3/22