

الفصل الثاني عشر

الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب (قمح، شعير، شوفان)

خالد محي الدين مكوك¹، صفاء غسان قمري¹، نبيل عزيز²، وداد غلام¹ ونوران عطار¹
(1) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، حلب، سورية؛
(2) كلية الزراعة، جامعة الموصل، العراق.

المحتويات

1. المقدمة
2. أهم الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية
 - 1.2. فيروسات اصفرار وتقزم الشعير
 - 2.2. فيروس إصفرار وموزايك الشعير المخطط
 - 3.2. فيروس الموزايك الثريطي للشعير
 - 4.2. فيروس الموزايك المخطط للقمح
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

1. المقدمة

تعد محاصيل الحبوب النجيلية [الشعير (*Hordeum vulgare* L.)، القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)، القمح القاسي (*Triticum turgidum* L. var *durum*) والشوفان (*Avena sativa* L.)] من أهم وأرخص مصادر الحريات والبروتين النباتي لنسبة عالية من السكان في جميع أنحاء العالم بما فيه البلدان العربية، هذا بالإضافة إلى أهميتها كعلف للحيوانات. يلخص الجدول 1 المساحة والانتاجية لمحاصيل القمح والشعير والشوفان لأغلب البلدان العربية والعالم خلال عام 2006.

من المعروف أن انتاجية هذه المحاصيل تتأثر سلباً بالإصابة بالآفات المختلفة ومنها الفيروسات. أجريت دراسات كثيرة لتحديد الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية، وأضرارها ونسب انتشارها. ويلخص الجدول 2 أهم الفيروسات المسجلة على محاصيل الحبوب في المنطقة العربية.

جدول 1. المساحات المزروعة والإنتاجية الكلية ومعدل إنتاجية الهكتار الواحد من القمح والشعير والشوفان لأغلب الدول العربية خلال عام 2006 بناء لإحصائيات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو).

البلد	المساحة المحصودة (1000 هكتار)			الإنتاجية الكلية (1000 طن)		
	القمح	الشعير	الشوفان	القمح	الشعير	الشوفان
الجزائر	1783.83	812.28	75.04	2687.93	1235.88	89.00
مصر	1287.00	92.00	*-	8308.00	167.00	*-
العراق	*-	1000.00	*-	*-	600.00	*-
الأردن	26.92	36.03	*-	22.93	18.44	*-
الكويت	0.29	1.26	*-	0.51	2.52	*-
لبنان	49.50	14.50	0.29	143.70	29.00	0.31
ليبيا	132.00	204.08	*-	100.00	100.00	*-
المغرب	3107.00	2189.00	26.30	6300.00	2500.00	30.00
سلطنة عمان	0.28	1.13	*-	0.78	3.22	*-
المملكة العربية السعودية	462.00	20.00	*-	2400.00	138.00	*-
السودان	250.00	*-	*-	642.00	*-	*-
سورية	1903.83	1200.00	0.06	4668.75	700.00	0.09
تونس	837.00	431.00	6.15	1251.00	354.00	0.67
اليمن	110.71	36.99	*-	149.17	27.75	*-
مجموع الدول العربية	9950.35	6038.27	107.84	26674.77	5875.81	120.08
العالم	216100.02	55517.00	11284.05	605945.83	138642.56	23101.13
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	4.60	10.88	0.96	4.40	4.24	0.52

*- لا يوجد بيانات

جدول 2. الفيروسات المسجلة على محاصيل الحبوب (القمح، الشعير والشوفان) طبيعياً في البلدان العربية.

الاسم العربي	الاسم العلمي	المختصر الاسم	الجنس	الفصيلة/العائلة
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-PAV	Barley yellow dwarf virus-PAV	BYDV-PAV	Luteovirus	Luteoviridae
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-MAV	Barley yellow dwarf virus-MAV	BYDV-MAV	Luteovirus	Luteoviridae
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-RMV	Barley yellow dwarf virus-RMV	BYDV-RMV	غير محدد	Luteoviridae
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-SGV	Barley yellow dwarf virus-SGV	BYDV-SGV	غير محدد	Luteoviridae
فيروس اصفرار وتقزم الحبوب-RPV	Cereal yellow dwarf virus-RPV	CYDV-RPV	Polerovirus	Luteoviridae
فيروس اصفرار وموزايك الشعير المخطط	Barley yellow striate mosaic virus	BYSMV	Cytorhabdovirus	Rhabdoviridae
فيروس الموزايك الشريطي للشعير	Barley stripe mosaic virus	BSMV	Hordeivirus	غير محددة
فيروس الموزايك المخطط للقمح	Wheat streak mosaic virus	WSMV	Tritimovirus	Potyviridae

2. أهم الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية

1.2. فيروسات اصفرار وتقرم الشعير

(Luteoviridae، عائلة BYDVs) Barley yellow dwarf viruses

الصفات العامة - وصف فيروس اصفرار وتقرم الشعير (BYDV) لأول مرة من قبل Oswald و Houston في عام 1951، إلا أن هذا الإسم هو في الوقت الحاضر تسمية لثمانية فيروسات متباينة في صفاتها المصلية/السيرولوجية والحيوية، والمتقاربة في صفات مرضية هامة كارتباطها بمكان تواجدها بنسيج اللحاء في العائل النباتي وانتقالها بحشرات المنّ واحداثها لأعراض متشابهة على النبات العائل (Rochow, 1963؛ Plumb, 1974).

وبناء للتصنيف الذي اعتمدته لجنة التصنيف الدولية للفيروسات (ICTV) في تقريرها الثامن (Fauquet *et al.*, 2005)، فقد تم وضع جميع فيروسات اصفرار وتقرم الشعير في عائلة Luteoviridae، ثلاثة من هذه الفيروسات وضعت في جنس *Luteovirus* وهي: BYDV-MAV، BYDV-PAS و BYDV-PAV؛ وفيروسان وضعوا في جنس *Polerovirus* تحت اسم فيروس اصفرار وتقرم الحبوب (*Cereal yellow dwarf virus, CYDV*) وهما CYDV-RPS و CYDV-RPV، في حين لم يحدد الجنس بعد إلى ثلاثة فيروسات أخرى وهي: BYDV-GPV، BYDV-RMV، BYDV-SGV. تتسم جسيمات هذه الفيروسات بكونها متساوية الأبعاد قطرها 24-28 نانومتراً. الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني 23.5-24.4×10³ دالتون، والحمض النووي الريبسي احادي السلسلة وزنه الجزيئي 1.85-2.0×10⁶ (Waterhouse *et al.*, 1988).

عند دراسة تتالي القواعد الأزوتية لمورث الغلاف البروتيني لسلالة مصرية من فيروس BYDV-PAV، وجد بأنها متشابهة بنسبة 99% مع سلالة مغربية لهذا الفيروس (Waziri *et al.*, 2002).

الأعراض والمدى العائلي - تؤدي الإصابة بهذه الفيروسات إلى تقزم النباتات المصابة وتلون أوراقها بألوان مختلفة حسب المحصول، حيث تصبح صفراء براقية في الشعير، وحمراء أو بنفسجية في الشوفان (شكل 1) وبعض أصناف القمح القاسي، وفي معظم الحالات تبدأ التغيرات اللونية من قمة الورقة إلى قاعدتها ومن حواف الورقة بإتجاه العرق الوسطي. كما تؤدي الإصابة بهذا الفيروس إلى قلة عدد الإسطوانات، وضعف المجموع الجذري (شكل 1).

من دراسات سابقة في المغرب ومصر وسورية، تبين أن الأنواع البرية التالية يمكن أن تلعب دور العائل لفيروسات الإصفرار وتقرم الشعير: *Avena sterilis* L.، *A. sativa* L.، *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.، *Arundo donax* L.، *A. fatua* L.، *Cynodon dactylon* (L.)، *B. mollis* L.، *B. inermis* Leyss.، *Bromus madritensis* L.

Eleusine indica ، *Diplachne malabarica* (L.) Merr. ، *Dactylis glomerata* L. ، Pers. ، *L. perenne* L. ، *Lolium italicum* A.Br. ، *Festuca arundinacea* Schreb. ، (L.) Gaertn ، *Polypogon monspeliensis* L. Desf ، *Poa pratensis* L. ، *Phleum pratense* L. ، *Hordeum murinum* L. ، *Panicum crus-galli* (L.) Beauv. ، *Paspalum distichum* L. ، *Ae. Ovata* L. ، *Aegilops triuncialis* L. ، *Zea mays* L. ، *Setaria viridis* (L.)P.Beauv. ، *Ae. triaristata* Willd. ، *Ae. speltoides* Tausch ، *Ae. Squarrosa* L. ، *Ae. Biuncialis* Vis. ، *Ae. caudate* L. ، *Ae. caudate* L. ، *Ae. columnaris* Zhuk. ، *Ae. umbellulata* Zhuk. ، *Ae. mutica* ، *Ae. sharonensis* Eig. ، *Ae. cylindrical* Host. ، *Ae. ventricosa* Tausch. ، *Ae. comosa* Sibth. & Smith ، *Ae. longissima* Schweinf. & Muschl ، Boiss. ، *Hordeum spontaneum* K. Koch و *Agropyron elongatum* (Host). Beauv. ؛ El-Yamani, 1992 ؛ Aboul-Ata *et al.*, 1992 ؛ Aboul-Ata & Thouvenel, 1991) ؛ Makkouk & Ghulam, 1989 ؛ El-Yamani *et al.*, 1992 ؛ El-Yamani & Hill, 1990a ؛ (Shafik *et al.*, 1989).

طرائق الانتقال - تنتقل فيروسات اصفرار وتقرم الشعير (BYDVs و CYDVs) بواسطة حشرات المنّ وبالطريقة المثابرة/الباقية، وقد حدد A'Brook (1968) أكثر من عشرين نوعاً من حشرات المنّ قادرة على نقل هذه الفيروسات ومن أهمها: *Ropalosiphum maidis* (Fitch) ، *Sitobion (Macrosiphum) Schizaphis graminum* (Rondani) ، *Ropalosiphum Padi* L. ، *avenae* (Fabricius). لا تنتقل هذه الفيروسات بواسطة البذور أو بالأعداء الميكانيكي شأنه في ذلك شأن معظم الفيروسات التي تنتقل بحشرات المنّ بالطريقة المثابرة/الباقية.

تعتبر الأطور المجنحة من حشرات المنّ أكثر خطورة في نشر الفيروس من تلك غير المجنحة (Eastop, 1983 ؛ Plumb, 1983 ؛ Rochow, 1963)، كما أن حيوية حشرات المنّ وتحولها إلى الطور المجنح عند تغذيتها على نباتات مصابة بهذه الفيروسات يساهم في زيادة انتشارها (Markkula & Laurema, 1964).

تتميز العلاقة بين هذه الفيروسات ونواقلها من حشرات المنّ بتخصص عال، وتبعاً لهذا التخصص، يمكن التمييز بينها (Rochow, 1970)، واشتق الاسم الرمزي (المختصر) لكل منها من الاسم العلمي لنوع المنّ الذي ينقله تخصصياً كما يلي:

- الفيروس BYDV-PAV ينتقل لا تخصصياً بأنواع حشرات منّ مختلفة وبخاصة النوعين *Sitobion (Macrosiphum) avenae* و *Rhopalosiphum padi*
- الفيروس BYDV-MAV ينتقل تخصصياً بنوع المنّ *S. (Macrosiphum) avenae*
- الفيروس CYDV-RPV ينتقل تخصصياً بنوع المنّ *R. padi*

- الفيروس BYDV-RMV ينتقل تخصصياً بنوع المَنّ *R. maidis*

- الفيروس BYDV-SGV ينتقل تخصصياً بنوع المَنّ *Schizaphis graminum*

في سورية، تم نقل ثلاث عزلات من فيروس BYDV-PAV بأربع أنواع من حشرات المَنّ، حيث بلغت نسبة كفاءة النقل 72.4، 52.9، و44.7، و31.3% للأنواع *R. padi*، *S. avenae*، *S. graminum* و *R. maidis*، على التوالي (سكاف وآخرون، 1988). كما أنه عند دراسة كفاءة النقل الحشري لنفس الفيروس جمعت من منطقة سوس ماسة في المغرب، تبين أن أربعة أنواع من حشرات المَنّ كانت قادرة على نقله بكفاءة عالية (El-Yamani *et al.*, 1992)، وفي دراسة أخرى لعزلة للفيروس نفسه من منطقة غربي وسط المغرب تبين امكانية نقله بكفاءة عالية بواسطة سبعة أنواع من حشرات المَنّ (El-Yamani & Hill, 1991). وفي دراسة ثالثة من المغرب، بلغت كفاءة النقل 88-42% للنوع *R. padi* و 62-29% للنوع *S. avenae* (Bencharki *et al.*, 1997). إن الانتشار الوبائي لهذا الفيروس يعتمد على وجود مصدر للعدوى وكذلك على أعداد وحركة حشرات المَنّ الناقلة وأنواعها (Talhouk & Makkouk, 2000).

التوزيع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية - تنتشر فيروسات اصفرار وتقرم الشعير في جميع أنحاء العالم (Lister & Ranieri, 1995)، حيث تصيب عدداً كبيراً من محاصيل الحبوب في معظم الأماكن التي تزرعها، وتتسبب في خسائر إقتصادية فادحة.

سجل وجود فيروس BYDV لأول مرة في سورية بناءً على الأعراض الظاهرية للمرض عام 1982، واعتبر آنذاك مرضاً ثانوي الأهمية، حيث سجل في 7.6% من الحقول الممسوحة، وبنسبة إصابة 0.1-5.5% في الحقل الواحد (Mamluk & van Leur, 1984)، وخلال الفترة 1985-1986 تراوحت نسبة الإصابة ما بين 5-22% (Makkouk, 1987) حسب المنطقة. في عام 1987 كشف عن الفيروس في سورية بناءً للاختبارات السيرولوجية، في جميع الحقول الممسوحة من القمح والشعير (Makkouk & Skaf, 1989). وتراوحت نسبة الإصابة بالفيروس في العينات المجموعة خلال عامي 1985 و 1986 من حقول القمح، الشعير والشوفان في مصر، الجزائر، الأردن، لبنان وليبيا ما بين 0-5%، وسجل الفيروس لاحقاً في المغرب وتونس (Makkouk *et al.*, 1990). وفي الجزائر، بلغت نسبة إصابة محصول الشعير بهذا الفيروس حوالي 35% بناءً على الأعراض الظاهرية (Benbelkacem, 1991). وفي مسح شامل اجري في تونس على حقول الشعير والقمح القاسي والطري، كانت نسبة الإصابة بالفيروس في 84% من الحقول المفحوصة أقل من 1%، أما باقي الحقول فكانت نسبة الإصابة فيها ما بين 5-15% (Najar *et al.*, 2000)، وبلغت نسبة وجود فيروس BYDV-PAV في حقول القمح حوالي 1% في العينات المجموعة عشوائياً (El-Muadhidi *et al.*, 2001). كما سجل الفيروس في اليمن على محصولي الذرة والشعير (Kamal & Agbari, 1980, 1985؛ Walkey, 1992). وبلغت

نسبة الإصابة بالفيروس في حقول القمح في مصر الوسطى (الفيوم، الجيزة، بني سويف، المنيا وأسيوط) ومصر السفلى (القليوبية، المنوفية، الغربية، البحريّة، كفر الشيخ، الإسماعيلية والشرقية) خلال الأعوام 1996، 1997، 1998 و 2001 بحدود 5.4، 13.6، 11.6 و 11.6%، على التوالي، وكان قليل جداً في العام 2002 وبنسبة 0.4% (Aboul-Ata, 2002).

أما بالنسبة لفيروسات BYDV المختلفة، أشارت التقارير بأنه في أغلب دول المنطقة كان الفيروس BYDV-PAV أكثرها انتشاراً تلاه الفيروس BYDV-MAV ثم CYDV-RPV، وفي سورية بلغت نسبة الفيروسات الثلاثة السابقة 38.1، 11.9 و 27.4%، على التوالي في العينات المفحوصة والتي كانت تبدي أعراض الإصابة بالفيروس (Makkouk & Skaf, 1989). أما في الجزائر والمغرب وتونس والأردن وسورية خلال المسح الحقلّي لحقول القمح، الشعير والشوفان الذي أجري خلال عامي 1986 و 1987، كان الفيروس BYDV-PAV الأكثر إنتشاراً، تلاه الفيروسين BYDV-RPV و BYDV-MAV (Makkouk *et al.*, 1989a). وفي دراسة أخرى في الأردن، تم الكشف عن أربع فيروسات (BYDV-MAV، BYDV-PAV، CYDV-RPV و BYDV-RMV) سواء منفردة أو مختلطة، وبنسبة إصابة 22، 35، 59 و 65% في كل من القمح، الشعير، الذرة البيضاء والذرة الصفراء، على التوالي (El-Zoubi *et al.*, 1992). وفي غرب وسط المغرب، بلغت نسبة إصابة محصول القمح بالفيروسات BYDV-PAV، BYDV-MAV و CYDV-RPV حوالي 56، 35 و 9%، على التوالي (El-Yamani, 1992). وعند دراسة انتشار الفيروسين BYDV-MAV و BYDV-PAV في ثلاثة مناطق مختلفة في شمال غرب تونس (بيجا)، الفيروان (الوسط) ومورناك (شمال-شرق)، تراوحت نسبة الإصابة ما بين 0-35% في حقول الشعير، ووجد أن الفيروس BYDV-PAV أكثر تواجداً من الفيروس BYDV-MAV في منطقتي الفيروان ومورناك، في حين كانت الصورة معاكسة في منطقة بيجا (Zouba *et al.*, 1989). وفي مسح حقلّي شمل سبعة مناطق رئيسية (بيجا، بيزرت، كابون، جندوبا، الكاف، سليانا، وزغوان) لزراعة الشعير والقمح القاسي والطري، ولعينات تحمل أعراض الإصابة بالفيروس، كان الفيروس BYDV-PAV هو الأكثر انتشاراً وبنسبة 22.8%، تلاه الفيروس BYDV-SGV وبنسبة 17.2% أما الفيروسات BYDV-RMV، BYDV-MAV و CYDV-RPV فكانت نسبة وجودها 5.5، 1.1 و 0.7%، على التوالي، وكان وجود هذه الفيروسات أعلى في الشعير منه في القمح (Makkouk *et al.*, 2001a). وفي مسح حقلّي أجري في اليمن شمل كافة المناطق، وجد أن الفيروس BYDV-PAV هو أيضاً الأكثر إنتشاراً حيث بلغت نسبتة 7% في الشعير و 4.3% في القمح (Kumari *et al.*, 2006). كذلك في مصر، كان الفيروس BYDV-PAV هو الأكثر انتشاراً على محاصيل الشعير، القمح الطري والقاسي، الشوفان والذرة البيضاء، تلاه BYDV-MAV على محاصيل القمح الطري والشعير وبنسبة 6%، أما CYDV-RPV فوجد على الذرة الصفراء فقط،

بينما الفيروس BYDV-SGV كان نادراً ونسبة وجوده في العينات المفحوصة كانت أقل من 1% (Lister *et al.*, 1994).

ترواحت نسبة النقص بإنتاج القمح حوالي 11-12% نتيجة الإصابة الطبيعية بفيروسات BYDVs تحت الظروف الطبيعية في المغرب (El-Yamani & Hill, 1990a). في حين بلغت الخسارة في إنتاجية صنف القمح الطري "Nesma 149" في المغرب 44 و 30% عند إعداء النباتات بمرحلة مبكرة (الطور 1-2) ومرحلة متأخرة (الطور 5-6) من عمر النبات، على التوالي (El-Yamani, 1990).

وفي دراسة إجريت في سورية تحت ظروف الإعداء الإصطناعي بحشرات المنّ الحاملة لفيروس BYDV-PAV تراوحت معدلات الخسارة في الغلة للشعير من 0-90% للموسمين الزراعيين 2001/2000 و 2002/2001 حسب حساسية الصنف المزروع للإصابة (Makkouk & Ghulam, 2002)، كما أن الإصابة بالفيروس تؤثر على حجم وشكل البذور (شكل 1).

طرائق الكشف - بالإضافة للأعراض الظاهرية التي تسببها فيروسات BYDVs، والمدى العوائلي وطريقة الانتقال بحشرات المنّ والتي يمكن أن تدل على وجود الفيروس بشكل مبديئي، فإن هناك طرائق أخرى أكثر دقة للكشف عنه. فقد نجح اختبار اليزا بالاحتواء الثنائي للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) (Makkouk & Kumari, 1993)، واختبار اليزا بالاحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة (TAS-ELISA) (Makkouk *et al.*, 1989b) واختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) في الكشف عنه (Makkouk & Comeau, 1994). واستخدم اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي لتقويم حساسية الطرز الوراثية للقمح والشعير لفيروس اصفرار وتقزم الشعير (Makkouk *et al.*, 1994a).

تم عزل فيروس BYDV-PAV وإنتاج مصل مضاد متعدد الكلون ذو فعالية عالية في سورية (Makkouk & Kumari, 1993)، كما أجري نفس الشيء لعزلة سورية أخرى لفيروس CYDV-RPV (قمري وآخرون، معلومات غير منشورة). وكذلك تم إنتاج مصل مضاد متعدد الكلون لعزلة تونسية من الفيروس BYDV-PAV (نجار وقمري، معلومات غير منشورة). وفي المغرب تم استخلاص وتثقية فيروس BYDV-PAV من نبات الشوفان صنف "Clintland 64" وإنتاج مصل مضاد له متعدد الكلون (El-Yamani & Hill, 1990b).

هناك علاقة سيروولوجية بين فيروسات BYDV عند استخدام الأجسام المضادة عديدة الكلون، ولهذا لا بد من استخدام الأجسام المضادة وحيدة الكلون المتخصصة لتحديد هذه الفيروسات بشكل افرادي. تم إنتاج العديد من الأجسام وحيدة الكلون على المستوى العالمي تكشف

عن هذه الفيروسات (Pead & Torrance, 1988؛ Hsu *et al.*, 1984؛ D'Arcy *et al.*, 1990)؛ (Torrance *et al.*, 1986).

وباستعمال بادئات خاصة للفيروس BYDV-PAV أمكن التفريق بين مجموعتين من العزلات المغربية باستخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Bencharki *et al.*, 1999, 2002).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره - تعتبر التربية وغرلة المدخلات الوراثية لإيجاد أصناف مقاومة لفيروسات BYDV هي إحدى أهم الطرق المباشرة والعملية لمكافحة هذه الفيروسات (Skaf & Makkouk, 1988). وتستند عملية الغرلة إلى دليل أعراض المرض بعد إعداء النباتات بالفيروس، وعلى مؤشرات أخرى مثل المحتوى الفيروسي والوزن الحبي، والكتلة الحيوية، ودليل الحصاد (Lister *et al.*, 1984). وفي المغرب وجد أن الصنف C76227 هو الأكثر مقاومة (Amri, 1992)؛ (El-Yamani *et al.*, 1994). وفي السنوات الأخيرة تم تقييم وإيجاد مدخلات وراثية جيدة من الشعير، متحملة أو مقاومة لفيروس BYDV-PAV ليعتمدها مربو النبات في عمليات التهجين.

هناك علاقة قوية بين وجود مورثة المقاومة (*Yd2*) لفيروس BYDV-PAV في الشعير وحركة الفيروس داخل النبات وتكاثره، حيث وجد أن حركة الفيروس تكون أسرع داخل النبات الحساس الذي لا يحتوي مورثة المقاومة (Makkouk & Ghulam, 1992). ويمكن الكشف عن وجود هذه المورثة في أصناف الشعير بواسطة التفاعل المتسلسل للبوليمراز وباستخدام بادئات متخصصة (Makkouk *et al.*, 2002). إن العديد من النباتات البرية والتي لها قرابة مع نبات القمح وأظهرت مقاومة لفيروسات BYDV يمكن استخدامها في عمليات التربية. عند تقييم 310 مدخلاً وراثياً تابعة للجنس *Aegilops* و39 مدخلاً وراثياً تابعة للجنس *Triticum* لدراسة مدى حساسيتها للإصابة بفيروس BYDV-PAV في سورية، أبدت 26 و8 مدخلاً على التوالي مقاومة للفيروس (Makkouk & Ghulam, 1989, 1991)، وفي دراسة أخرى في سورية أيضاً، وجد أن 39 مدخلاً من أصل 1097 مدخلاً من *Aegilops* كانت مقاومة للفيروس، 7 من هذه المدخلات أظهرت مقاومة لعزلة كندية من نفس الفيروس (Makkouk *et al.*, 1994b). وتم إنتاج هجن بين نوعين من *Agroticum* مع القمح الطري تعتبر مصدر مقاوم للفيروس (Comeau *et al.*, 1994).

في مصر وجدت 5 أصناف من الشعير مقاومة لفيروس BYDV-PAV وهذه الأصناف هي: 24 Giza، Borg El-Arabk، Marsa Matrouh، 52 Bahtim و 16 Baladi (Ghobrial *et al.*, 1984a, 1984b, 1992؛ Abdel-Hak & Ghobrial, 1984).

عدد اعداء 981 مدخلاً من القمح تحت الظروف المصرية والعدوى الطبيعية، وجد أن 130 مدخلاً لم تبد أعراض الإصابة و149 مدخلاً ظهرت عليها أعراض خفيفة، كما لم تتأثر إنتاجية الصنف 69 Sakha بالإصابة (El-Daoudi et al., 1991).

2.2. فيروس إصفرار وموزايك الشعير المخطط

فصيلة (Cytorhabdovirus، جنس BYSMV) Barley yellow striate mosaic virus (Rhabdoviridae)

الصفات العامة - وصف هذا الفيروس من قبل Conti (1969)، جسيمات هذا الفيروس شكلها عصوي مغلفة أبعادها 55×330 نانومتراً، والحمض النووي ربيبي حجمه حوالي 13 ألف قاعدة أزوتية (Bassi et al., 1980). درجة الحرارة المثبتة 50-60 °س، ودرجة التخفيف النهائية 10⁻²-10⁻³ ويمكن المحافظة على حيوية الفيروس لمدة 2-4 أيام عند درجة حرارة 5 °س أو 1-2 يوماً عند درجة حرارة 22 °س (Conti, 1980).

الأعراض والمدى العائلي - تتراوح أعراض الإصابة بالفيروس من إصفرار وتخطيط أوراق إلى تبرقش أو موزايك وقد يؤدي الى تقزم النبات على المحاصيل النجيلية المزروعة (القمح والشعير). كما يصيب هذا الفيروس 26 نوع من النجيليات يؤدي الى تقزمها مع تبرقش للأوراق، شحوب وتخطيط، إصفرار وضيق في نصل الورقة (شكل 1).

يصيب فيروس BYSMV المحاصيل النجيلية والأعشاب النجيلية المعمرة بصورة متفاوتة، ودلت الإختبارات أن القمح الطري هو أكثر أنواع القمح حساسية للإصابة بهذا الفيروس، ولا يعد له أهمية إقتصادية حيث كانت نسبة الإصابة في القمح الشتوي 5-8% (Milne & Conti, 1986)، وفي المغرب وجد على الذرة الصفراء على شكل تخطيط وإصفرار (Lockhart & El-Yamani, 1983)، ولم يلحظ حتى الآن على محصول الشعير في المنطقة العربية.

ومن العوائل الدالة على وجود الفيروس نبات الشوفان صنف "Alba" حيث يظهر عليه تخطيط وإصفرار متبرقش مع تقزم وإحمرار في الأوراق القاعدية، وكذلك الشعير الصنف "Delisa" حيث يظهر عليه تخطيط شاحب وموزايك، وإصفرار في الأوراق القاعدية، والنبات *Phalaris canariensis* L. حيث يظهر عليه تقزم وإصفرار في الأوراق القمية (Conti, 1980).

طرائق الانتقال - لا ينتقل الفيروس بالطريقة الميكانيكية، بل ينتقل الى النبات بواسطة النطاطات وبالطريقة المثابرة (Conti, 1972). من أهم النطاطات التي تنقل هذا الفيروس بكفاءة عالية النوع

(Hemiptera: Delphacidae) *Laodelpha striatella* (Fallen)، وبكفاءة عالية. هناك فترة كمون للفيروس داخل الحشرة مدتها 6-17 يوماً.

التوزيع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية - سجلت إصابة القمح بفيروس BYSMV في المغرب (Lockhart, 1986؛ Lockhart *et al.*, 1986)، تونس (Najar *et al.*, 2000a, 2000b)، لبنان (Makkouk *et al.*, 2001b) وسورية (Makkouk *et al.*, 2004).

طرائق الكشف - بالإضافة للاعراض الظاهرية التي يسببها فيروس BYSMV، والمدى العوائل وطريقة الانتقال بحشرات نطاطات الاوراق والتي يمكن أن تدل على وجود الفيروس بشكل مبدئي، فان هناك طرائق أخرى أكثر دقة للكشف عنه. يمكن استخدام اختبار اليزا واختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) في الكشف عن الفيروس. وقد تم تنقية عزلة محلية من الفيروس وانتج مصل مضاد له في كل من المغرب (Greber, 1982؛ Lockhart *et al.*, 1986) وسورية (Makkouk *et al.*, 2001b).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره - تعتبر المقاومة الوراثية، بصورة عامة، إحدى أكثر الطرق المؤدية إلى التقليل من الخسائر التي يحدثها الفيروس.

3.2. فيروس الموزاييك الشريطي للشعير

Barley stripe mosaic virus (BSMV، جنس *Hordeivirus*)

الصفات العامة - وصف فيروس BSMV لأول مرة من قبل McKinney (1951). شكل الجسيمات الفيروسية أنبوبية عسوية قطرها 20 نانومتراً وطولها 100-150 نانومتراً، والوزن الجزيئي للجسيمة الطويلة حوالي 26 مليون دالتون، ويتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبوي وحيد السلسلة (Atabekov & Novikov, 1989). الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني 21 كيلو دالتون. درجة الحرارة المثبتة له حوالي 70 °س، ويمكن تخزينه بالأوراق الجافة لأكثر من 12 عاماً. ودرجة التخفيف لهذا الفيروس في العصارة النباتية $10 \times 5 - 2$ (4).

الأعراض والمدى العوائل - يصيب هذا الفيروس طبيعياً عدد من الأنواع النجيلية وبعض أجناس الفصيلة الباذنجانية (Solanaceae) والفصيلة السرمقية/المرامية (Chenopodiaceae) من خلال العدوى الإصطناعية. يبدي هذا الفيروس أعراضاً على شكل خطوط موزاييك جهازية على محصول

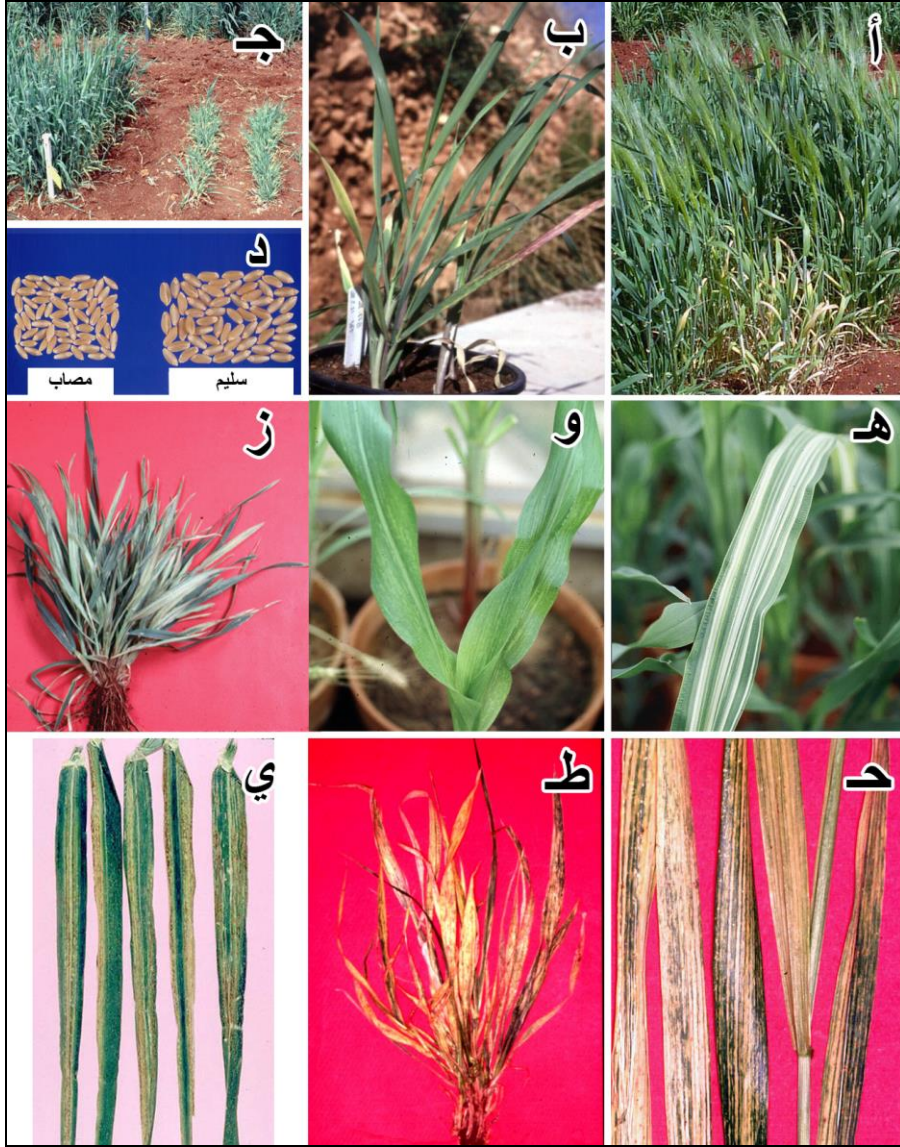
القمح والشعير والشيلم (شكل 1)، في حين يظهر على شكل بقع نيكرولية صفراء كبيرة على بعض أنواع *C. amaranticolor* Coste & Reyn، *Chenopodium album* L. و *C. quinoa* Wild. من الفصيلة الرمرامية، وقد يبدو على شكل بقع صفراء موضعية وليست جهازية على الشوندر السكري/البنجر، في حين تعطي بعض السلالات اصابات جهازية على الذرة أو موزاييك على السبانخ وبقع خضراء موضعية على نبات التبغ (Milne & Conti, 1986).

طرائق الانتقال - ينتقل هذا الفيروس بواسطة البذور وينسب عالية قد تصل إلى 90% (McKinney, 1953) أو حتى 100% (Gold *et al.*, 1954) كما أنه ينتقل عبر حبوب الطلع (Gold *et al.*, 1954؛ Gardner, 1967)، وبالطريقة الميكانيكية عن طريق مستخلص العصارة المعدية. والجدير بالذكر أن هذا الفيروس لا ينتقل بأي نوع من الحشرات.

التوزيع الجغرافي والاهمية الاقتصادية في المنطقة العربية - يعتبر هذا الفيروس من الفيروسات المهمة التي تصيب محاصيل الحبوب بما فيها الشعير، فقد سجل وجوده في عدد من دول العالم كالولايات المتحدة الأمريكية وكندا وبعض دول آسيا كاليابان والصين. أما في المنطقة العربية فقد سُجل في تونس بنسبة 2% (Najar *et al.*, 2000a, 2000b) وفي اليمن بنسبة أقل من 1% (Kumari *et al.*, 2006)، وفي سورية (مكوك وآخرون، 1992)، وفي لبنان والأردن (Makkouk & Jarikji, 1983؛ Nienhaus & Saad, 1967). سبب هذا الفيروس خسارة في غلة الشعير في سورية قدرت بحوالي 8.66% (مكوك وآخرون، 1992).

طرائق الكشف - يمكن الكشف عن فيروس BSMV بطرق متعددة، منها تجمع اللاتكس (Lundsgaard, 1976)، الانتشار المزدوج في الآجار (Carroll *et al.*, 1979a)، واختبار اليزا (Makkouk & Kumari, 1993؛ Lister *et al.*, 1985).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره - إن أفضل السبل للتقليل من انتشار الفيروس هو استخدام بذار خالية من الفيروس، سواء عن طريق انتاجها من نويات إكثار سليمة أو باتباع أساليب أخرى مثل المعالجة الحرارية، فقد أشار مكوك وعطار (2001) أن المعالجة الحرارية للحبوب المصابة بالفيروس عند درجة حرارة 80°س ولفترات مختلفة أدت إلى خفض نسبة وجود الفيروس، ولكن دون التخلص منه كلياً. وقد أمكن في العديد من الدول التخلص كلياً من هذا الفيروس عن طريق توزيع تقاوي/بذار سليمة خالية من الإصابة به (Carroll, 1980). وهناك مورثة في الشعير تمنع انتشاره في البذور (Carroll *et al.*, 1979b).



شكل 1. أعراض اصفرار وتقزم على نباتات الشعير (أ) واحمرار على الشوفان (ب) الناتجة عن الإصابة بفيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYDV)؛ صنف شعير حساس للإصابة بفيروس BYDV (اليمن) مقارنة بصنف مقاوم للإصابة (اليسار) (ج)؛ حبوب قمح صغيرة الحجم ناتجة من نباتات مصابة بفيروس BYDV (اليسار) مقارنة بحبوب مليئة ناتجة من نباتات سليمة (اليمن) (د)؛ أعراض تخطط على أوراق الذرة (هـ، و) وتقزم واصفرار القمح (ز) الناتجة عن الإصابة بفيروس الموزايك المخطط للقمح (WSMV)؛ أعراض اصفرار وتخطط أوراق الشعير (ح) وتقزم نبات الشعير (ط) الناتجة عن الإصابة بفيروس اصفرار وموزايك الشعير المخطط (BYSMV)؛ أعراض موزايك وتخطط على أوراق الشعير الناتجة عن الإصابة بفيروس الموزايك الشريطي للشعير (BSMV) (ي).

4.2. فيروس الموزايك المخطط للقمح

(*Potyviridae*، فصيلة *Tritimovirus*، جنس *WSMV*) *Wheat streak mosaic virus*

الصفات العامة - وصف فيروس WSMV لأول مرة من قبل McKinney (1937). شكل جسيمات الفيروس خيطية مرنة، أبعادها 700×15 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبوي أحادي السلسلة طوله حوالي 9384 نيوكليوتيدة (Gotez & Maiss, 1995). أمكن الحصول على مادة نقية من الفيروس (Uyemoto & Ferguson, 1980).

الأعراض والمدى العائلي - بشكل عام يسبب هذا الفيروس موزايك مخطط على عوائله من النجيليات، إلا أن الأعراض تتباين من موزايك مخطط ضعيف إلى تبقع أصفر وتبرقش الأوراق إلى درجات مختلفة قد تصل إلى موت الأنسجة وتقزم النبات (Brakke, 1971) (الأشكال 1-هـ، 1-و، 1-ز).

التوزيع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية - يصيب هذا الفيروس محصول القمح في الولايات المتحدة، كندا، شرق أوروبا، وروسيا. في المنطقة العربية، سجلت إصابة القمح بهذا الفيروس في كل من لبنان (Nienhaus & Saad, 1967)، الأردن (Slykhuis, 1962)، سورية (Makkouk & Kumari, 1997) والجزائر (Boubetra et al., 1999).

طرائق الكشف - بالإضافة للأعراض الظاهرية التي يسببها فيروس WSMV، وطريقة انتشاره بواسطة الحلم بالطريقة المتأثرة/الباقية، يمكن الكشف عنه بواسطة اختبار اليزا (Makkouk & Kumari, 1997).

طرائق الانتقال - ينتقل هذا الفيروس ميكانيكياً وبواسطة الحلم *Aceria tosichella* (French & Stenger, 2002). جميع الأعمار اليرقية للحلم وكذلك البالغات يمكنها نقل الفيروس، إلا أن اليرقات فقط يمكنها اكتساب الفيروس من النبات المصاب. ينتقل الفيروس أيضاً بواسطة البذور في القمح ولكن بنسبة منخفضة (Jones et al., 2005). في المنطقة العربية تبين بأن WSMV يمكن أن ينتقل في بذور القمح في سورية (قمري وعطار، أبحاث غير منشورة). ليس هناك ناقل حشري لهذا الفيروس.

الوقاية من هذا الفيروس والحد من انتشاره - إن نسبة الإصابة المتدنية بفيروس WSMV في المناطق العربية التي وجد فيها حتى الآن توحى بأنه لا داعي لاستخدام وسائل محددة للحد من

انتشاره. إلا أن احتمال انتقاله بواسطة البذور يستدعي الانتباه واستخدام بذور خالية من الإصابة هو الطريق الأمثل للحد من الخسارة التي يمكن أن يسببها في المناطق التي يوجد بها الحلم الناقل بأعداد كبيرة.

3. استنتاجات عامة

بينت الأبحاث المنشورة بأن هناك عدد من الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية، إلا أن نسبة انتشار أغلبها في الحقول متدني مما لا يستوجب من المزارعين مجهوداً خاصاً لمكافحةها. يستثنى من ذلك فيروسات التقزم الأصفر للشعير والتي يمكن أن تنتشر بشكل وبائي في بعض السنين في كل من تونس والجزائر والمغرب، مما يتطلب استخدام أصناف من الحبوب مقاومة لهذه الفيروسات.

كما أنه لا بد من الإشارة إلى أن هناك فيروسين من فيروسات الحبوب (WSMV، BSMV) ينتقلان بواسطة بذور القمح والشعير، واستخدام بذور خالية من هذه الفيروسات في الزراعة هي الطريقة المثلى للحد من الخسائر التي يمكن أن تنتج عن الإصابة بهما.

4. المراجع

- سكاف، جهاد، خالد مكوك، فواز العظمة، ووجيه قسيس. 1988. فيروس تقزم واصفرار الشعير، انتقاله بحشرات المن وانتشاره على محاصيل الحبوب النجيلية في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 6: 105-97.
- مكوك، خالد محي الدين ونوران عطار. 2001. تأثير التخزين والمعاملة الحرارية في حيوية فيروس الموزاييك المخطط للشعير. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 52-54.
- مكوك، خالد محي الدين، وليد رضوان وأمين حاج قاسم. 1992. حصر للفيروسات الموجودة في بذور الشعير والعدس والفول في سورية. مجلة وقاية النبات العربية. 10: 3-8.
- A'Brook, J. 1968. The effect of plant spacing on the numbers of aphids trapped over the groundnut crop. *Annals of Applied biology*, 61: 289-294.
- Abdel-Hak, T.M. and E. Ghobrial. 1984. Present status of virus disease of wheat and barley in Egypt and the Near East region. Page 193. In: *Barley Yellow Dwarf: Proceedings of the Workshop*. December 6-11, 1983, CIMMYT, Mexico.
- Aboul-Ata, A.E. 2002. Barley yellow dwarf virus in Egypt: Current situation and prospects. Pages 115-116. In: *Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium*, El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.
- Aboul-Ata, A.E. and J.C. Thouvenel. 1991. Recent situation of cereal virus diseases in Egypt. 2nd report of NARP Coordination meeting, September 19-22, 1991, Cairo, Egypt.
- Aboul-Ata, A.E., J.-C. Thouvenel, K.M. Makkouk and M.M. Satour. 1992. Barley yellow dwarf virus in Egypt: natural incidence, transmission, and wild hosts. *Arab Journal of Plant Protection*, 10: 226-231.
- Amri, A. 1992. Estimated barley yield losses attributable to barley yellow dwarf virus in Morocco. Pages 81-86. In: *Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop*, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). Aleppo, Syria, ICARDA. 239 pp.

- Atabekov, J.G. and V.K. Novikov. 1989. Barley stripe mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 344, 6 pp. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biologists.
- Bassi, M., N. Barbieri, A. Appiano, M. Conti, G. D'Agostino and P. Caciagli. 1980. Cytochemical and autoradiographic studies on the genome and site(s) of replication of Barley yellow striate mosaic virus in barley plants. *Journal of Submicroscopic Cytology*, 12: 201-208.
- Benbelkacem, A. 1991. The BYDV situation in Algeria. *Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico*, 4: 1-2.
- Bencharki, B., J. Mutterer, M. El-Yamani, V. Zieegler-Graff, D. Zaoui and G. Jonard. 1999. Severity of infection of Moroccan barley yellow dwarf virus PAV isolates correlates with variability in their coat protein sequences. *Annals of Applied Biology*, 134: 89-99.
- Bencharki, B., M. El-Yamani and D. Zaoui. 1997. Transmission of barley yellow dwarf virus-PAV isolates by two aphid species collected in Morocco. *Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico*, 6: 22.
- Bencharki, B., M. El-Yamani, J. Mutterer, V. Ziegler- Graff and G. Jonard 2002. Assessment of biological and Molecular variability of Moroccan BYDV-PAV isolates. Pages 9-12. In: *Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002*. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.
- Boubetra, S., F. Mohammedi, A. Ait Yahia, M. Aitouada and M. Louanchi. 1999. Identification sérologique et biologique de quelques virus de cereales dans la region centre de l'Algerie. Pages 205-211. In: *Proceedings of the 2nd Regional Symposium for Cereal and Legume Diseases, November 10-12, 1999, Nabeul, Tunisia*.
- Brakke, M.K. 1971. Wheat streak mosaic virus. CMT/AAB, Description of Plant Viruses CAB, Kew, UK, No. 48.
- Carroll, T.W. 1980. Barley stripe mosaic virus: its economic importance and control in Montana. *Plant Disease*, 64: 136-140.
- Carroll, T.W., P.L. Gossel and D.L. Batchelor. 1979a. Use of sodium dodecyl sulfate in serodiagnosis of barley stripe mosaic virus in embryos and leaves. *Phytopathology*, 69: 12-14.
- Carroll, T.W., P.L. Gossel and E.A. Hockett. 1979b. Inheritance of resistance to seed transmission of barley stripe mosaic virus in barley. *Phytopathology*, 69: 431-433.
- Comeau, A., K.M. Makkouk, F. Ahmad and C.A. Saint- Pierre. 1994. Bread wheat x *Agroticum* crosses as a source of immunity and resistance to the PAV strain of barley yellow dwarf luteovirus. *Agronomie. Elsevir/INRA*. 2: 152- 160.
- Conti, M. 1969. Investigations on a bullet-shaped virus of cereals isolated in Italy from planthoppers. *Phytopathologische Zeitschrift*, 66: 275-279.
- Conti, M. 1972. Barley yellow striate mosaic virus isolated from plants in the field. *Phytopathologische Zeitschrift*, 95: 39-45.
- Conti, M. 1980. Vector relationships and other characteristics of barley yellow striate mosaic virus (BYSMV). *Annals of Applied Biology*, 95: 83-92.
- D'Arcy, C.J., J.F. Murphy and S.D. Miklasz. 1990. Murine monoclonal antibodies produced against two Illinois strains of barley yellow dwarf virus: production and use for virus detection. *Phytopathology*, 80: 377-381.
- Eastop, V.F. 1983. The biology of the principal aphids virus vectors. Pages 115-133. In: *Plant Virus Epidemiology. The Spread and Control of Insect-born Viruses*. Blackwell Scientific Publications.
- El-Daoudi, Y.H., A.M. Abde, S. Ali, and S.R.S. Sabry. 1991. Screening of wheat and triticale germplasm for BYDV effects on grain yield in Egypt. *Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico*, 4: 3-5.
- El-Muadhidi, M.A., K.M. Makkouk, S.G. Kumari, M. Jerjess, S.S. Murad, R.R. Mustafa and F. Tarik. 2001. Survey for legume and cereal viruses in Iraq. *Phytopathologia Mediterranea*, 40: 224-233.
- El-Yamani, M. 1990. Barley yellow dwarf in Morocco: Occurrence and crop loss assessment. Pages 387-390. In: *World Perspectives on barley yellow dwarf. Proceedings of the*

- international workshop. July 6-11, 1987. Udine, Italy. P.A. Burnett (ed.). Mexico, D.F., CIMMYT. 511 pp.
- El-Yamani, M. 1992. Epidemiology, host range and strain identification of barley yellow dwarf virus in West-Central Morocco. Pages 71-79. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). Aleppo, Syria, ICARDA. 239 pp.
- El-Yamani, M. A. Amri, A. Comeau, C.A. St-Pierre and B. Bencharki. 1994. Resistance of Barley yellow dwarf virus in Morocco. Pages 442-448. In: Conference Aridoculture: Acquis et Perspectives. M. El-Gharrous, M. Karrou and M. El-Mourid (eds.). Rabat, Morocco.
- El-Yamani, M. and J.H. Hill. 1990a. Identification and importance of barley yellow dwarf virus in Morocco. *Plant Disease*, 74: 291-294.
- El-Yamani, M. and J.H. Hill. 1990b. Purification and serology of a Moroccan isolate of barley yellow dwarf virus. *Arab Journal of Plant Protection*, 8: 41-44.
- El-Yamani, M. and J.H. Hill, 1991. Aphid vectors of barley yellow dwarf virus in West-central Morocco. *Journal of Phytopathology*, 133: 105-111.
- El-Yamani, M., K. Makkouk, B. Hafidi and K. El-Kassemi, 1992. Contribution to the study of barley yellow dwarf virus in the Souss-Massa region of Morocco. *Phytopathologia Mediterranea*, 31: 41-45.
- El-Zoubi, M., A. Al-Musa and M. Skaria. 1992. Studies on barley yellow dwarf virus in cereal crops in Jordan. Pages 91-101. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). ICARDA, Aleppo, Syria. 239pp.
- Fauquet, C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger and L.A. Ball. 2005. *Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses*. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press. 1259 pp.
- French, R. and D.C. Stenger. 2002. *Wheat streak mosaic virus*. AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 293.
- Gardner, W.S. 1967. Electron microscopy of barley stripe mosaic virus: comparative cytology of tissues infected during different stages of maturity. *Phytopathology*, 57: 1315-1326.
- Ghobrial, E., R.A. Rizk, E.E. Mostafa and N.Z. Azim. 1984a. Survey studies on barley viral diseases in Egypt. *Barley Newsletter*, 27: 122-125.
- Ghobrial, E., R.G. Timian, R.A. Rizk. and E.E. Mostafa. 1984b. Barley viral diseases in Egypt and the world collection of barley. *Barley Newsletter*, 27: 126-129.
- Ghobrial, E. Y. H. El-Daoudi and I. Shafik. 1992. The incidence of barley yellow dwarf virus in barley in Egypt. Pages 103-107. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). ICARDA, Aleppo, Syria. 239pp.
- Gold, A.H., C.A. Suneson, B.R. Houston and J.W. Oswald. 1954. Electron microscopy and seed and pollen transmission of rod-shaped particles associated with the false stripe 12 virus disease of barley. *Phytopathology*, 44: 115-117.
- Gotz, R. and E. Maiss. 1995. The complete nucleotide sequence and genome organization of the mite-transmitted brome streak mosaic rymovirus in comparison with those of potyviruses. *Journal of General Virology*, 76: 2035-2042.
- Greber, R.S. 1982. Maize sterile stunt –a delphcid transmitted rabdovirus disease affecting some maize genotypes in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 33: 13-23.
- Hsu, H.T., J. Aebig and W.F. Rochow. 1984. Differences among monoclonal antibodies to barley yellow dwarf viruses. *Phytopathology*, 74: 600-605.
- Jones, R.A.C., B.A. Coutts and A.E. Mackie. 2005. Seed transmission of *Wheat streak mosaic virus* shown unequivocally in wheat. *Plant Disease*, 89: 1048-1050.
- Kamal, M. and A.A. Agbari. 1980. Revised host list of plant diseases recorded in Yemen Arab Republic. *Tropical Pest Management*, 26: 188-193.
- Kamal, M. and A.A. Agbari. 1985. *Manual of plant diseases in the Yemen Arab Republic*. Agricultural Research Authority, London, YAR Precision Press.

- Kumari, S.G., I. Muharram, K.M. Makkouk, A. Al-Ansi, R. El-Pasha, W.A. Al-Motwkel, A. Haj Kassem. 2006. Identification of viral diseases affecting barley and bread wheat crops in Yemen. *Australasian Plant Pathology*, 35: 563-568.
- Lister, R.M. and R. Ranieri. 1995. Distribution and economic importance of barley yellow dwarf. Pages 29-53. In: *Barley Yellow Dwarf - 40 Years of Progress*. C.J. D'Arcy and P.A. Burnett (eds.). St. Paul, USA: APS Press.
- Lister, R.M., A.E. Aboul-Ata, Y.El- Dawoudi, D. Marshall, K. Makkouk, M.M. Satour and E. Ghanim. 1994. Serotyping of barley yellow dwarf virus isolates in Egypt. *Phytopathologia Mediterranea*, 33: 152-157.
- Lister, R.M., D. Clement and M. Skaria. 1984. Biological difference between barley yellow dwarf viruses in relation to their epidemiology and host reaction. Pages 16-25. In: *Barley Yellow Dwarf: Proceedings of the Workshop*. P. A. Burnett (ed.). December 6-11, 1983, CIMMYT, Mexico., D.F. Mexico. 209 pp.
- Lister, R.M., D. Clement, M. Skaria and J.A. McFatrige. 1985. Stability of ELISA activity of barley yellow dwarf virus in leaf samples and extracts. *Plant Disease*, 69: 854-857.
- Lockhart, B.E.L. 1986. Occurrence of cereal chlorotic mottle virus in Northern Africa. *Plant Disease*, 70: 912-915.
- Lockhart, B.E.L. and M. El-Yamani. 1983. Virus and virus-like diseases of maize in Morocco. Pages 127-129. In: *Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop*, August 2-6, 1982, Ohio Agricultural Research and Development Center. D.T. Gordon, J.K. Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (eds). Ohio State University, USA. 261 pp.
- Lockhart, B.F.L., M. El Maataoui, T.W. Lennon and S.K. Zaske. 1986. Identification of barley yellow striate mosaic virus in Morocco and its field detection by enzyme immunoassay. *Plant Disease*, 70: 1113-1117.
- Lundsgaard, T. 1976. Routine seed health testing for barley stripe mosaic virus in barley seeds using the latex-test. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 83: 278-283.
- Makkouk, K.M. 1987. Testing for barley yellow dwarf virus (BYDV) at ICARDA. *RACHIS Newsletter*, 6: 43.
- Makkouk, K.M and J. Skaf. 1989. A typical BYDV variant affecting cereals in Syria. *Barley Yellow Dwarf Newsletter*, CIMMYT, Mexico, 2: 17.
- Makkouk, K.M. and A. Comeau 1994. Evaluation of various methods for the detection of barley yellow dwarf virus by the tissue-blot immunoassay and its use for virus detection in cereals inoculated at different growth stages. *European Journal of Pathology*, 100: 71-80.
- Makkouk, K.M. and O.A. Jarikji. 1983. Detection of sap-transmissible viruses infecting cereals in Jordan, Lebanon and Syria. *Journal of Plant Disease and Protection*, 90: 12-17.
- Makkouk, K.M. and S.G. Kumari 1993. Production of antisera for sensitive detection of two cereal viruses by different ELISA variants. *RACHIS Newsletter*, 12: 24-27.
- Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1997. Natural occurrence of wheat streak mosaic virus on wheat in Syria. *RACHIS Newsletter*, 16: 74-76.
- Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 1989. Wheat wild relatives as possible sources of resistance to barley yellow dwarf virus. *RACHIS Newsletter*, 8: 36-37.
- Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 1991. Sources of BYDV resistance in wheat wild relatives. *Barley Yellow Dwarf Newsletter*, CIMMYT, Mexico, 4: 6.
- Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 1992. Resistance of barley genotypes with the yd2 gene to the movement of barley yellow dwarf virus. *RACHIS Newsletter*, 11: 81-83.
- Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 2002. Estimating yield losses in cereals infected with barley yellow dwarf virus. Pages 55-57. In: *Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies*. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.

- Makkouk K.M., O.F. Mamluk and W. Ghulam. 1989a. Barley yellow dwarf research at the international center for agricultural reearch in the dry areas (ICARDA). Pages 61-67. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). ICARDA, Aleppo, Syria. 239 pp.
- Makkouk, K.M., I. Barker and J. Skaf. 1989b. Stereotyping of barley yellow dwarf virus isolates on cereal crops in west Asia and North Africa. *Phytopathologia Mediterranea*, 28: 164-168.
- Makkouk, K.M., O.I. Azzam, J.S. Skaf, M. El-Yamani, C. Cherif and A. Zouba. 1990. Situation review of barley yellow dwarf virus in West Asia and North Africa. pages 61-65. In: World Perspectives on barley yellow dwarf. Proceedings of the International workshop, July 6-11, 1987, Udine, Italy. P.A. Burnett, (ed.). Mexico, D.F., CIMMYT. 511 pp.
- Makkouk, K.M., A. Comeau and C.A.St. Pierre. 1994a. Screening for barley yellow dwarf luteovirus resistance in barley on the basis of virus movement. *Journal of Phytopathology*, 141: 165-172.
- Makkouk, K.M., A. Comeau and W. Ghulam. 1994b. Resistance to barley yellow dwarf luteovirus in *Aegilops* species. *Canadian Journal of Plant Science*, 74:631-634.
- Makkouk, K.M., A. Najar and S.G. Kumari. 2001a. First record of barley yellow dwarf virus and cereal yellow dwarf virus in Tunisia. *Plant Pathology*, 50: 806.
- Makkouk, K.M., W. Ghulam and S.G. Kumari 2001b. First record of *barley yellow striate mosaic virus* infecting barley and wheat in Lebanon. *Plant Disease*, 85: 446.
- Makkouk, K.M., W. Ghulam, M. Baum, S. Ceccarelli and S. Grando. 2002. Use of PCR Markers to select barley yellow dwarf virus resistant plants. pages 123-126. In: Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp
- Makkouk, K.M., S.G. Kumari, W. Ghulam and N. Attar. 2004. First record of *barley yellow striate mosaic virus* (BYSMV) affecting wheat summer nurseries and its vector *Laodelphax striatella* (Fallen) in Syria. *Plant Disease*, 88: 83.
- Mamluk, O.F., and J.Van Leur. 1984. Situation report ICARDA region. Pages 194-195. In: Barley Yellow Dwarf - A Proceedings of the Workshop. December 6-11, 1983 CIMMYT, Mexico, D.F. Mexico. P. A. Burnett (ed.). 209 pp.
- Markkula, M. and S. Laurema. 1964. Changes in the concentration of free amino acids in plants induced by virus diseases and the reproduction of aphids. *Ann. Agriculture Fenn*, 3: 265-271.
- McKinney, H.H. 1937. Mosaic diseases of wheat and related cereals. U.S. Department of Agriculture, Circular 442, 23 pp.
- McKinney, H.H. 1951. A seed-borne virus causing false-stripe in barley. *Phytopathology*, 41: 563-564
- Mckinney, H.H. 1953. New evidence on virus diseases in barley, *Plant Disease Reporter*, 37: 292-295.
- Milne, R.G. and M. Conti. 1986. Barley yellow striate mosaic virus. AAB Descriptions of plant viruses No. 312. Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK. 5pp.
- Najar, A., K.M. Makkouk and S.G. Kumari 2000a. First record of *barley yellow striate mosaic virus*, *barley stripe mosaic virus* and *wheat dwarf virus* infecting cereal crops in Tunisia. *Plant Disease*, 84: 1045.
- Najar, A., K.M. Makkouk, H. Boudhir, S. Kumari, R. Zarouk, R. Bessai and F. Othman. 2000b. Viral diseases of cultivated legume and cereal crops in Tunisia. *Phytopathologia Mediterranea*, 39: 423-432.
- Nienhaus, F. and A.T. Saad. 1967. First report on plant virus disease in Lebanon, Jordan and Syria. *Zeitschrift für pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 74: 459-471.
- Oswald, J.W. and B.R. Houston. 1951. A new virus disease of cereals, transmissible by aphids. *Plant Disease Reporter*, 11:471-475.

- Pead, M.T. and L. Torrance, 1988. Some characteristics of monoclonal antibodies to a British MAV-like isolate of barley yellow dwarf virus. *Annals of Applied Biology*, 113: 639-644.
- Plumb, R.T. 1974. Properties and isolates of barley yellow dwarf virus. *Annals of Applied Biology*, 77: 87-91.
- Plumb, R.T. 1983. Barley yellow dwarf virus a global problem. Pages 183-199. In: *Plant Virus Epidemiology. The Spread and Control of Insect-born Viruses*. Blackwell Scientific Publications.
- Rochow, W.F. 1963. The Barley yellow dwarf virus disease of small grains. *Advances in Agronomy*, 13: 217-248.
- Rochow, W.F. 1970. Barley yellow dwarf virus. Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists. Description of plant viruses. No. 32. 4 Pages. Kew. Surrey. England.
- Shafik, I., E. Ghobrial, E.E. Mostafa, M.A. El Ghamry and M.M. Ragab. 1989. Survey studies and sources of resistance to barley yellow dwarf virus. *Assiut Journal of Agricultural Science*, 247-260.
- Skaf, J. and K.M. Makkouk. 1988. Resistance indicators to barley yellow dwarf virus in barley, durum wheat, and bread wheat. *RACHIS Newsletter*, 7: 53-54.
- Slykhuis, J.T. 1962. An international survey for virus disease of grasses. *FAO Plant Protection Bulletin*, 10: 1-16.
- Talhok, A.S. and K.M. Makkouk. 2000. Aphids as pests and vectors of virus diseases affecting agricultural crops in Lebanon and Syria. *Lebanese Science Journal*, 2: 123-137.
- Torrance, L., M.T. Pead, A.P. Larkins and G.W. Butcher. 1986. Characterization of monoclonal antibodies to a UK isolate of barley yellow dwarf virus. *Journal of General Virology*, 67: 549-556.
- Uyemoto, J.K. and M.W. Ferguson. 1980. Wheat streak mosaic virus: increased yields of purified virus from corn. *Plant Disease*, 64: 460-462.
- Walkey, D.G.A. 1992. Plant virus disease of Yemen and associated areas. Published by Overseas Development Administration, London, UK. 115pp.
- Waterhouse, P.M., F.E. Gildow and G.R. Johnstone. 1988. AAB Descriptions of Plant Viruses: Luteovirus Group, No. 339. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biology, 9 pp.
- Waziri, H.M., M. Abd El Gaffar, E. K. Allam and A.S. Gamal El Din 2002. Coat protein sequence of an Egyptian BYDV-PAV isolate. Pages 97-99. In: *Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies*. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.
- Zouba, A., R. Sghari and C. Cherif. 1989. The spread of barley yellow dwarf in Tunisia. *Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico*, 2: 14-16.