تأثير رطوبة حبوب الذّرة الصفراء المخزنة في العراء والمستودع وحرارتها في إفراز الأفلاتوكسين B_1 في سورية

عبدالواحد الطحلي[1] و جودة فضول[2] و ابتسام حمد[1]

[1] قسم البيولوجيـا النباتية ـ كلية العلوم ـ جامعة دمشق

[2] قسم وقاية النبات ـ كلية الزراعة ـ جامعة دمشق

تاريـخ الإيداع 2004/03/04

قبل للنشـر في 2004/06/17

الملخّص

هدف هذا البحث إلى دراسـة تأثير رطوبة وحرارة حبوب الذّرة الـصفراء المخزنـة فـي العـراء والمستودع في إفراز الأفلاتوكسين في سورية، وإلى قياس الأفلاتوكسين B1 وتقدير كميته.

استُخدم في التّجربة 200 طن من حبوب الذّرة الصفراء، وخُزن منها100 طن في العـراء و 100 طن في مستودع مغلق، وذلك وفق الطّريقة المتّبعة في تخزين الذّرة الصفراء في المؤسسة العامة للأعـلاف في سورية. أُخذت العينات لمدة 12 شهر باستخدام طريقة العينة العشوائية الطّبقية التّناسبية والمنتظمة.

أظهرت الدراسة أن إفراز الأفلاتوكسين داخل المخزن أعلى من إفرازه في العراء في ثـلاث فتـرات حرجة (منتصف حزيران، منتصف تموز، منتصف تشرين الأول)، وأن تأثير عامل الحـرارة فـي إفـراز الأفلاتوكسين أقوى من تأثير عامل الرطوبة والسبب في ذلك هو تجفيف الذّرة قبل تخزينهـا، وأن إفـراز الأفلاتوكسين يزداد في درجـات حرارة تراوحت بين 26 – 35°م، وأن فقد رطوبة الحبوب فـي العـراء أعلى منه في المخزن. كما دلّت النّـائج الإحصـائية على وجود فروق معنويـة عاليـة بـين تخـزين المستودع وتخزين العراء عند مسـتوى دلالة 5 % و1 %.

خلصت الدراسـة إلى أن التّخزين في العراء أفضل من التّخزين في المـستودع مـن حيـث إفـراز الأفلاتوكسين، والتّخزين في المستودع أفضل من التّخزين في العـراء من حيث فقـدان الرطوبـة تحـت ظروف التّخزين المحلية في سورية .

الكلمـات المفتاحيـة: الـذّرة الـصفراء، فطريـات المخـازن، أفلاتوكـسين B1، تخزين الذّرة الصفراء ، فقد ما بعد الحصاد .

The Effect of Moisture Content and Temperature of Corn Grain Stored in Where-houses and Out-doors for Production of Aflatoxin B_1 In Syria

Abdelwahid Al-Tahli[(1)], Jawdat Faddoul[(2)], and Ibtisam Hamad[(1)]

[(1)] **Department of Plant Biology - Faculty of Sciences - Damascus University .**
[(2)] **Department of Plant Protection - Faculty of Agriculture Sciences - Damascus University .**

Received 04/03/2004
Accepted 17/06/2004

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the effect of moisture content and temperature of corn stored in where-houses and out-doors for production and determination of Aflatoxin B1 in Syria.

200 tons of corn crops was used for our experiment, and was divided 100 tons each for storage out-doors and in-doors respectively according to General Company of Feed Stuff in Syria. Samples had been taken for 12 months by using stratified random sampling method.

Results showed that the production of Aflatoxin B1 in where-house was higher than that of out-doors storage in three periods (the middle of June , the middle of July, the middle of October). The temperature effect was stronger than moisture content and the Aflatoxin B1 was increased with higher temperature between 26– 35° C. degrees, whereas the decrease moisture content of corn in out-doors was higher than that of where-houses storage.

The statistical data (ANOVA 2) showed that there was significant deference between where-house and out-door storage with level probability of 5 % and 1 %.

According to above results, it was concluded that out-door storage was suitable for storing grain corn when compared to warehouse storage from the point of secretion of Aflatoxins. Whereas, the warehouse storage was better than out-door storage for moisture loses in storage conditions in Syria.

Key words: Corn grain, Storage Fungi, Aflatoxin B1, Corn Storage, Post-harvest losses.

المقـدمـة

تُشكل الحبوب بأنواعها المختلفة منذ أمد طويل المصدر الغذائي الأسـاسي للإنسـان والحيوان، والّتي تتعرض في مراحل نموها وحصادها وإعدادها وتخزينها واستهلاكها إلى عوامل عديدة من التّلف والفقد، لذلك فإن دراسة العوامل المؤثرة في المخزنات ومعرفـة التّقْنيات اللاّزمة للتخزين، وتحديد طرق الوقاية الملائمة، تُعد من الأشياء الملحة والمفيـدة من أجل توفير الغذاء وبقاء الملايين من البشر (الصالح، 1991).

تم إنشاء مراكز لتخزين الحبوب في العراء في مناطق الإنتاج فـي سـورية، حيـث يجري بعد ذلك شـحن هذه الحبوب إلى مراكز التخزين الدائم كالمستودعات الخاصـة أو الصوامع. وعلى الرغم من كلّ الاحتيـاطات الّتي يمكن اتّـخاذها في حالة التخزين فـي العراء فإن هذه الطريقة غير مناسبة لحفظ الحبوب حيث تتـضرر مواصـفات الحبـوب بسرعة كبيرة نتيجة تأثير عوامل الوسط المحيط الّتي تسرع من عمليات التّدهور المختلفة، لذلك يجب ألا يلجأ إليها إلا في حالات الضرورة القصوى ولأقصر فترة زمنيـة ممكنـة (عياش، 1998).

تتعرض الذّرة الصفراء إلى أضرار عديدة نتيجة إصابتها بالفطريـّات في أثناء نموها في الحقل، أو خلال تداولها، أو تخزينها، إذا لم يتم تجفيفها بعـد الحـصاد بـشكل جيـد (منصور وعرفة، 1998). ولتخزين الذّرة الصفراء لابد أن تقل رطوبة الحبوب عن 14-15 % وإلاّ تعرضت للتّعفن والاسـوداد خلال أيـّام معدودة وكلمـا كانـت الرطوبـة مرتفعة ازدادت سرعة تعفّنها (FAO, 1994) حيث إن قابلية الذّرة للتخـزين أقـلّ مـن الحبوب النّجيلية الأخرى بسبب ارتفاع محتواها من الدهون، وكذلك يحدث فيها إنتاج عالٍ من الأفلاتوكسينات بسبب ارتفاع محتواها من الكربوهيدرات وانخفاض النّتروجين (بلال، 1991).

تعد الفطريات الّتي تنشُـط على الحبوب في أثناء التّخزين من أكثر الكائنـات الحيـة المؤثّرة في خصائص الحبوب والّتي تسبب تغيرات غير مرغوب فيها، وتُـصاب جميـع أنواع الطّيور والحيوانات والإنسان بالأمراض الفطرية ومنها: مرض القلاع والرشاشيات الطّيري والعرف الأبيض وأمراض الأسبرجلوس وأمراض الجهـاز الهـضمي والكلـى والمثانة واضطرابات في الدورة الدموية وإجهاض الحوامل والتّـسمم الفطـري (نـوار والنّاطور، 1989)

تُنتِج الفطريات مركّبات كيميائية تسمى السموم الفطرية (Mycotoxins) وهي مؤذيـة للإنسان والحيوان، وتحدث اضطرابات عضوية إذا استهلكت بكميات معينة وتُقسم السموم الفطرية حسب المواقع التي تُحدِث فيها تأثيرها إلى ثمانية أقسام هي: سموم كبدية، وسموم كلوية وسموم عصبية، وسموم عضلية، وسموم قلبية، وسموم جلديـة، وسـموم تناسـلية

وسموم معدية ومعوية، وتُعد الأفلاتوكسينات إحدى مجموعات هذه السموم (2001 ,Damann).

والأفلاتوكسينات Aflatoxins من أوائل السموم الفطرية المكتشفة وأكثرها انتشاراً وهي نواتج الاستقلاب الثّانوية للفطريات تُفرز بشكل أساسي من قِبل سلالات عديدة، ومن أهم أنواع الفطريات التي تُفْرز الأفلاتوكسينات حسب (Sargeant, et al, 1961) نذكر ما يأتي:

Aspergillus flavus,Aspergillus parasiticus, Asp. niger, Asp. ruber , Asp. oetinus, Asp. oryzae, Asp. wenti, Asp. nonius, Penicillium frequentans , Penicillium puberulum, Penicillium variabile, Rhizopus species (Sargeant, et al ., 1961) .

يعد الفطر Aspergillus flavus والفطر Aspergillus parasiticus من أكثر الفطريات إفرازاً للأفلاتوكسينات وتوجد أنواع عديدة من الأفلاتوكسينات أهمها: B_1، B_2، G_1، G_2 ولكن أكثرها انتشاراً في العالم هو النّوع B_1 وفي فترة لاحقة اكتشفت أنواع أُخرى منها M_1 - M_2 - P_1 وهي أقلّ انتشاراً (Hartley et al., 1963).

تُسبب الأفلاتوكسينات خفض النّمو وضعف الاستقلاب وقلة الإنتاج والتّأثير في مكونات الدم وفاعليته الأنزيمية والنزيف الدموي، وإحداث الطّفرات والتّشوه والسرطان وإضعاف المناعة وترسب الدهون في الكبد وتضخّمه (FDA, 2002). وأثبتت بعض الدراسات أن الأفلاتوكسينات تُسبب أمراضاً خطيرة تؤدي إلى نفوق طيور البطّ الصغيرة والديك الرومي، إضافة إلى الوهن والضعف والإجهاض والإسهال والغثيان وفقد الشّهية وفقدان الشعر والكزاز وتدهور إنتاج البيض والتّهيؤ للإصابة بالأمراض والإصابة بالأنيميا واليرقان وموت جماعي (Damann,2001) . وتظهر الأفلاتوكسينات في بول الإنسان ولبن الأمهات وتنتقل إلى الأطفال الرضع ويتراكم معظمها في الكبد (محمد سعد، 1991).

أظهرت بعض الدراسات في جامعة شمال كارولينا أن 34% من عينات الذّرة الصفراء كانت ملوثة بالأفلاتوكسينات بتركيز أعلى من 20 جزءاً في البليون وهي النّسبة المسموح باستهلاكها وفقاً لمعايير هيئة الأغذية والعقاقير الأمريكية (Stoloff , 1980)، (FAO, 1996) وهيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية (رقم المواصفة 2680، 2002)، ولكن يجب أن يكون مستوى الأفلاتوكسينات معادلاً للصفر في الأغذية والحبوب المُعدة للاستهلاك البشري والحيواني وفقاً للقوانين الحالية (ميخائيل، 1993).

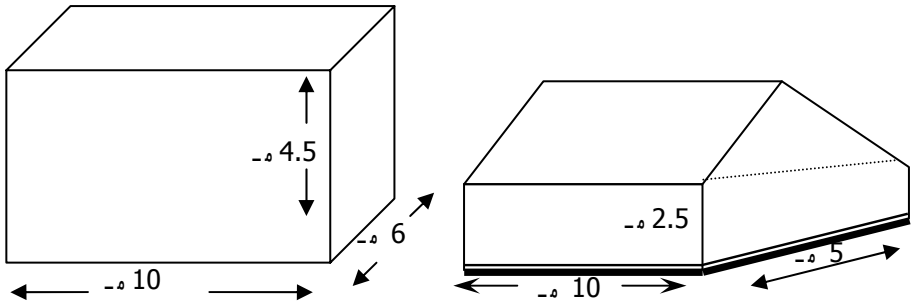
نظراً لعدم وجود دراسات علمية تتعلق بالأفلاتوكسينات وإنتاجها في حبوب الذّرة الصفراء Zea Mays في سورية، فقد أُجريت هذه الدراسة بالتّعاون بين وزارة الزراعة

(مديرية الإنتاج الحيواني/ المخبر المركزي للأعلاف، المؤسسة العامة للأعلاف) وبين كلية العلوم وكلية الزراعة بجامعة دمشق، وفق مخطط علمي للحصول على شهادة ماجستير منذ زهاء أربع سنوات. وقد هدفت هذه الدراسة إلى تحديد شروط تخزين الذّرة الصفراء في المخازن المغلقة وفي العراء حسب واقع التخزين في فروع المؤسسة العامة للأعلاف لتحديد شروط التخزين المثالية لها وقياس الأفلاتوكسين B_1 وتقدير كميّته لجميع العينات المأخوذة حسب الطّرائق العالمية المعروفة.

مواد البحث وطرائقه

1 ـ طريقة تخزين الذّرة الصفراء :

تم تأمين زهاء 200 طن من محصول الذرة الصفراء الناتج عام 2000، والمعبأ بأكياس قنب من مركز تجفيف الـ 7كم في دير الزور، وخزنت الأكياس في فرع ريف دمشق للأعلاف وخُزن 100 طن من محصول الذّرة الصفراء في العراء على مصطبة أسمنتية وغطّيت بشادر قماشي سميك، و100 طن في مستودع مغلق وعلى الأرض مباشرة، وذلك وفق الطّريقة المتّبعة في تخزين الذّرة الصفراء في المؤسسة العامة للأعلاف في القطر العربي السوري (الشكل 1).



الشكل (1) طريقة تخزين الذّرة الصفراء المعبأة بأكياس في المؤسسة العامة للأعلاف

2 ـ جمع العينات:

أُخذت عينات الذّرة بشكل عشوائي مركّب بطريقة العينة العشوائية الطّبقية التّناسبية والمنتظمة (حيدر، 1988؛ FAO، 1993)، وأُخذت العينات الأولية باستعمال مسبر خاص طوله ثلاثة أمتار يحتوي على خمس فتحات طول كلّ فتحة 15 سم وقطر المسبر 2.85 سم، ويمكن فتح الثّقوب وإغلاقها بإدارة مقبض في نهايته لأخذ العينات الثّانوية وتكوين العينة الشّاملة البالغة 25–30 كغ (الهندي، 1985)، خُلطت العينة الشّاملة وأُجري

لها تجزئة بواسطة جهاز مجزئ خلطي دوراني خـاص مـن نـوع Boerner Divider للحصول على عينات فرعية ممثّلة للعينة الأصلية ومن ثم ممثّلة للكمية الأصـلية بغيـة الحصول على عينة نهائية تُسمى العينة المخبرية وزنها 4 –5 كغ، بعد ذلكُ طحنت العينة المخبرية باستعمال مطحنة خاصة ذات منخل قطر فتحاته1 مم (Fritsch Puluerisette 14) ثم خُلطت لتصبح متجانسة وجزئ النّاتج للحصول علـى ثـلاث عينـات فرعيـة (مكررات) لإجراء التّحاليل (USDA-2001) .

3 ـ**الأجهزة المستخدمة لأخذ العينات وتحضيرها:**

I- مسبر خاص طوله ثلاثة أمتار يحتوي على خمس فتحات طول كلّ فتحة 15 سم وقطر المسبر 2.85 سم (28.5 مم)، لأخذ العينات الثّانوية وتكوين العينة الشّاملة البالغة 25– 30 كغ .

II- جهاز مجزئ خلطي دوراني خاص من نوع Boerner Divider صنع ألمانيا، لتجزئة العينات الشّاملة والمخبرية.

III- مطحنة خاصة ذات منخل قطر فتحاته1 مم (Fritsch Puluerisette 14) صنع ألمانيا لطحن العينات المخبرية الفرعية.

4 ـ**الأجهزة والكواشف المستخدمة لتحليل العينات:**

I- جهاز GAC 2000 (Dickey-john. 23965) صنع أميركا، لقياس حرارة الحبـوب ورطوبتها والوزن النّوعي لها، وهو جهاز معتَمد لتحليل رطوبة الحبوب وحرارتهـا في المؤسسة العامة للأعلاف.

II- جهاز كروماتوغرافيـا الطّبقة الرقيقـة (T.L.C) Thin-layer chromatography لتحليل الأفلاتوكسين B_1 . (AOAC، 1980) (هيئة المواصفات والمقـاييس العربيـة السورية، 1998).

5 ـ**المواد والكواشف المستخدمة لتقدير الأفلاتوكسين B_1 :**

1/ 1 أسـيتون نقي 99.5 % (MERCK Art.14)

1/ 2 كلوروفورم نقي (MERCK 2445)

1/ 3 سـلفات الصوديوم اللاّمائية (محببة) Na_2O_4S (MERCK1,06639,0500).

1/ 4 هكسان نقي n-Hexane 96 % Analytical grade (Scharlau HE 0235).

1/ 5 ايتر ثنائي الإيتيل اللاّمائي النقي والخالي من البيروكـسيدات (Riedel-deHaen 24004).

1/ 6 كحول ميتيلي (ميتانول نقي) Analytical reagent (PROLABO Madein CE.E MB 45053) .

1/ 7 هـلام الـسيليكا (كيـزل جـل 0) أقطـار حبيباتـه (0.063 – 0.2 مـم) (MERCK1,07734,1000) .

1/ 8 كيزل غور أو التّراب الدياتومي "سيليتا 545" قطر الحبيبـات 0.02 – 0.1 مـم (MERCK) .

1/ 9 محلول قياسي (ستاندر) للأفلاتوكسين B_1 مختبر ومذاب في الكلوروفورم وبنسب تمديد 10,8,6,4,2 ميكروليتر محلول قياسي.

1/ 10 ألواح كروماتـوغرافية زجاجية T.L.C (20×20 سم) مطلية بالكيزل جل بسماكة 0.25 مم ودون فلورة.

1/ 11 أنابيب كروماتوغرافيا زجاجية قطرها الداخلي 20 مم وطولها 30 سم لها صنبور مع خزان سعته 250 مل.

1/ 12 مبخّر دوراني تحت ضغط منخفض.

1/ 13 ورق ترشـيح عـادي S&S 185 mm (Schleicher & Schuell 595 Ref.No.311614 W-Germany) وقطن طبي خالٍ من الدهن.

1/ 14 دوارق كروية سعة 250 مل وماصات بانتفاخ وسلندر مدرج سـعة 250 مـل وأقماع ترشيح زجاجية قطرها 15سم .

1/ 15 أحواض تحميض بأخاديد أبعادها الداخلية 20×9×20 سم مع غطاء محكم .

1/ 16 لمبة أشعة فوق بنفسجية ضمن صندوق طول الموجة 366 نانومتراً .

1/ 17 خضاض آلي (خض أفقي) وسـاعة توقيت .

1/ 18 محاقن دقيقة مدرجة بين 0 – 100 ميكروليتـر وأنابيـب شَـعرية سـعتها 2 ميكروليتر .

6 ـ خلائط ارتحال وكشف الأفلاتوكسين B_1:

2/ 1 مزيج من الكلوروفورم والكحول الميتيلي بنسبة 97 / 3 (حجم/حجم).

2/ 2 مزيج التّحميـض الأول مؤلّفاً من ثنـائي إيتر الإيتيل والكحـول الميـتـيـلي والماء المقطّر بنسبة 94 : 4.5 : 1.5 (حجم/ حجم/ حجم).

2/ 3 مزيج التّحميض الثّاني مؤلّف من الكلوروفورم والأسيتون بنـسبة 9: 1 (حجـم/ حجم).

7 ـ طريقة تقدير الأفلاتوكسين في العينات :

قُدر الأفلاتوكسين B_1 باسـتخدام طريقة كروماتوغرافيـا الطّبقـة الرقيقـة (T.L.C) Thin layer chromatography (AOAC, 1980) (هيئة المواصفات والمقاييس السورية، 1998).

ويعتمد مبدأ هذه الطّريقة على معالجة العينة بالكلوروفورم لاستخلاص الأفلاتوكسين وترشيح الرشاحة وتنقيتها على عمود الكروماتوغرافيا الحاوي على هلام السيليكا (كيزل جل) وتبخير الراشح تحت ضغط منخفض حتّى الجفاف وإذابة بقايا التّجفيف في حجم معلوم من الكلوروفورم أو الأسيتونتريل، ويؤخذ مقدار منه لفحصه على ألواح الطّبقة الرقيقة بالمقارنة البصرية مع ألواح قياسية معروفة (stander) من الأفلاتوكسين، أو بواسطة مقياس الكثافة الفلورية Fluorodensitometer وذلك تحت الأشعة فوق البنفسجية.

8 ـ**التّحاليل الإحصائية:**

استُخدم اختبار فيشر Fisher بطريقة تصميم القطّاعات العشوائية الكاملة (Randomized Complete Blocks Design) (2×3×12) لتحليل التّباين وتحديد أقلّ فرق معنوي بمستوى دلالة 5 % و1 % (قاسم وخلف، 2001)، وفق البرنامج Microsoft Excel , ANOVA 2 .

النّتائج والمناقشة

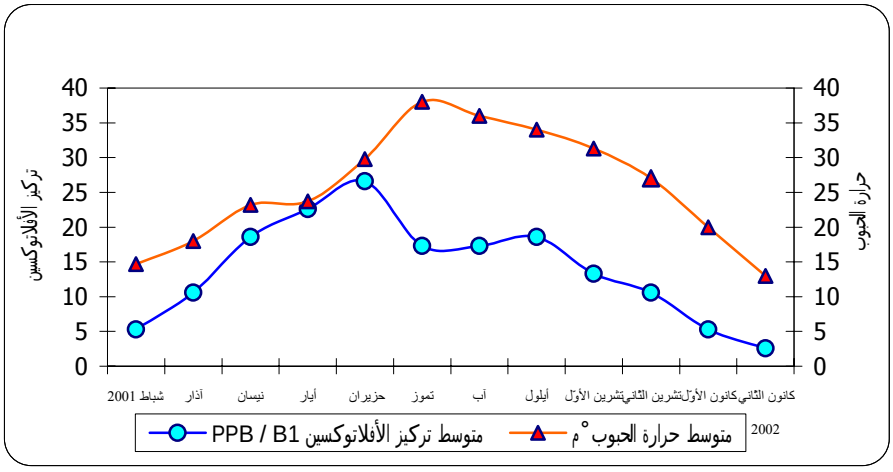
أولاً ـ نتائج العينات المأخوذة من العراء :

يوضح الشّكلان (2 و3) العلاقة بين التّغييرات الشّهرية لمتوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 ولمتوسط حرارة الحبوب ولمتوسط رطوبة الحبوب في عينات العراء.

ويظهر الجدول (1) متوسط قيم الأفلاتوكسينB_1 ، وحرارة الحبوب، ورطوبة الحبوب (± الانحراف المعياري) للعينات المأخوذة من العراء خلال فترة الدراسة .

تزداد قيم الأفلاتوكسين B_1 طرداً مع زيادة الحرارة وانخفاض الرطوبة حيث كان متوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 بقيمة قدرها 18.6 PPB في شهر نيسان 2001 ووصل إلى أعلى قيمة قدرها 26.6 PPB في شهر حزيران 2001 وهي أعلى من الحد المسموح به للاستهلاك البشري والحيواني في سورية الّذي يبلغ 20 PPB ويبلغ 10 PPB لأعلاف الماشية المنتجة للحليب والعجول الصغيرة (هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، 2002). يعزى ذلك إلى ارتفاع متوسط حرارة الحبوب من 23.2°م في شهر نيسان إلى 29.8°م في شهر حزيران وهي الحرارة المناسبة لإفراز الأفلاتوكسينات، وهذا يتناسب مع ما نشره Wilson (2001)، ثم انخفض هذا المتوسط في شهري آب وتموز إلى قيمة قدرها 17.3 PPB ويعود ذلك إلى ارتفاع متوسط حرارة الحبوب في هذه الأشهر إلى 36°م و38°م وانخفاض رطوبة الحبوب إلى 9.5 % و9.9 % على التّوالي وهي شروط غير مثلى لإفراز الأفلاتوكسينات وهذا يتناسب مع ما ذكره (Stuckey, et al., 1995)، ويعود ذلك إلى تراكم الحرارة الإضافية وتنفّس الحبوب

والحشرات والقوارض والكائنـات الحيّـة الدقيقة، حيث لوحظ في شهر تمـوز وجـود أعداد كبيرة من حشرات المخازن الحية معظمها من نوع خنفـساء الـدقيق المتـشابهة؛ والخنفساء المنشارية؛ وسوسة الرز؛ وسوسة القمح، وكذلك إلى عدم تهوية أكداس الحبوب وتبريدها، وهذا يؤكّد أن ناقلية الحبوب للحرارة ضعيفة (Wrather et al , 2002).



الشكل (2) العلاقة بين التغييرات الشهرية لمتوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 ولمتوسـط حـرارة الحبوب في عينات العراء

بعد ذلك ارتفع متوسـط تركيز الأفلاتوكسين B_1 قليلاً في شهر أيلول إلى قيمة قدرها 18.6 PPB مع انخفاض حرارة الحبوب إلى 34°م، ثـم انخفـض متوسـط تركيـز الأفلاتوكسين B_1 نتيجة لانخفاض الحرارة ووصل إلى حد أدنى قـدره 2.6 PPB فـي شهر كانون الثّاني (فصل الشّتاء) حيث كان متوسط حـرارة الحبـوب 13°م ومتوسـط رطوبة الحبوب 9.5 % وهذا ما أكده (Davis & Diener ,1970).

الجدول (1) متوسط قيم الأفلاتوكسين B_1، وحرارة الحبوب، ورطوبة الحبـوب (± الانحـراف المعياري) للعينات المأخوذة من العراء خلال فترة الدراسة .

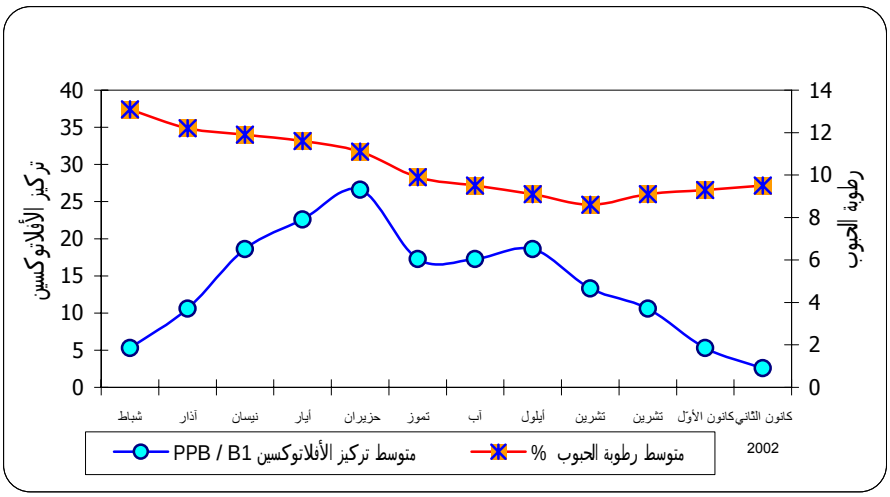
الأشهر	نتائج العينات المأخوذة من العراء					
	متوسط تركيز B_1 PPB	SD**	متوسط حرارة الحبوب °م	SD	متوسط رطوبة الحبوب %	SD
شباط 2001	5.3 *	4.61	14.7 *	0.20	13.1 *	0.26

0.26	12.2	0.17	18	4.61	10.6	**آذار**
0.26	11.9	0.30	23.2	4.61	18.6	**نيسان**
0.25	11.6	0.25	23.7	2.30	22.6	**أيار**
0.25	11.1	0.28	29.8	4.61	26.6	**حزيران**
0.17	9.9	0.10	38	2.30	17.3	**تموز**
0.20	9.5	0.10	36	2.30	17.3	**آب**
0.10	9.1	0.17	34	4.61	18.6	**أيلول**
0.26	8.6	0.26	31.3	4.61	13.3	**تشرين الأول**
0.15	9.1	0.26	27	4.61	10.6	**تشرين الثّاني**
0.20	9.3	0.26	20	4.61	5.3	**كانون الأول**
0.26	9.5	0.20	13	4.61	2.6	**كانون الثّاني** 2002

*متوسط مكررات n = 3

* * الانحراف المعياري (القياسي) Standard Deviation : SD

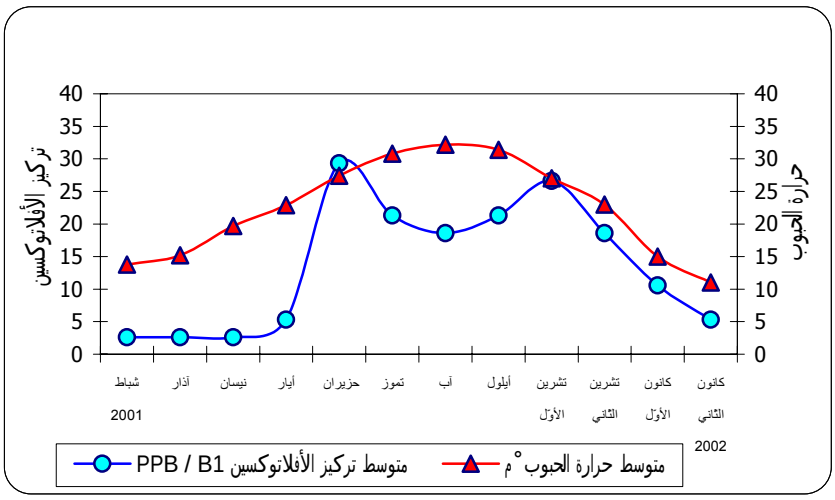
نلاحظ من الجدول (1) ترافق انخفاض رطوبة الحبوب مع ارتفاع في حرارتها والعكس صحيح، بينما كانت أعلى قيمة لحرارة الحبوب في شهر تمّوز 2001 حيث بلغت 38°م، كانت أدنى قيمة لحرارة الحبوب في شهر كانون الثّاني 2002 حيث بلغت 13°م (الشكل 2) وكانت رطوبة الحبوب في بداية الدراسة 13.1 % وبلغت في نهايتها نحو 9.5 %، أي أن فاقد الرطوبة في العراء قدر بـ 3.6 %، وكان أدنى محتوى رطوبي للحبوب في شهر تشرين الأول 2001 حيث بلغ متوسط رطوبة الحبوب 8.6 %، وقد ارتفعت رطوبة الحبوب في كانون الثّاني 2002 إلاّ أن ارتفاعها كان قليلاً وبلغ متوسطها 9.5 % (الشّكل 3)، بينما قدرت إحدى الدراسات في مصر هذا الفاقد بقرابة 5 % (السعدني، 1993)، إلا أن منظمة الأغذية والزراعة FAO قدرت نسبة التّالف من الحبوب في أثناء تخزينها بنحو 10% وهذه النّسبة ليست متساوية في جميع مناطق العالم فهي 2 % في الدول المتقدمة في حين ترتفع إلى قرابة 30% في الدول النّامية (FAO، 1984).



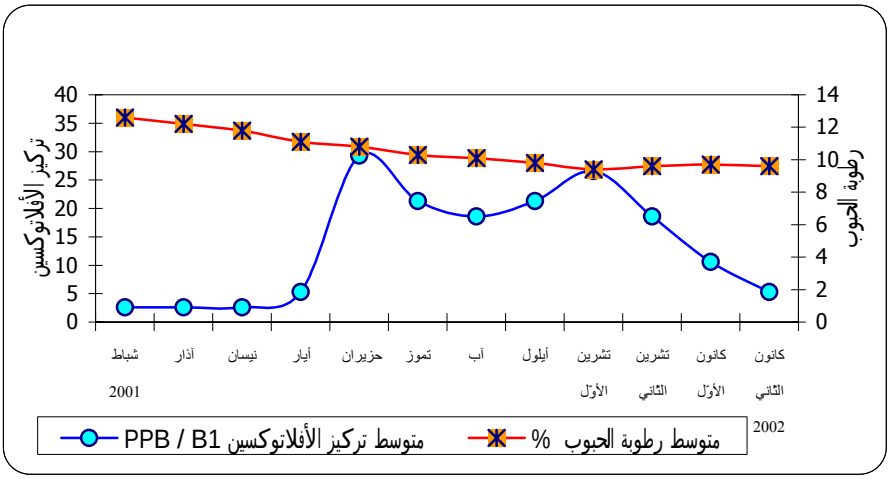
الشكل (3) العلاقة بين التغييرات الشهرية لمتوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 ولمتوسط رطوبة الحبوب في عينات العراء

ثانياً ـ نتائج العينات المأخوذة من المستودع :

يوضح الشّكلان (4 و5) العلاقة بين التّغييرات الشّهرية لمتوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 ولمتوسط حرارة الحبوب ولمتوسط رطوبة الحبوب في عينات المستودع.



الشكل (4) العلاقة بين التغييرات الشهرية لمتوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 ولمتوسط حرارة الحبوب في عينات المستودع



الشكل (5) العلاقة بين التغييرات الشهرية لمتوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 ولمتوسط رطوبة الحبوب في عينات المستودع

ويظهر الجدول (2) متوسط قيم الأفلاتوكسين B_1، وحرارة الحبوب، ورطوبة الحبوب (± الانحراف المعياري) للعينات المأخوذة من المستودع خلال فترة الدراسة.

والملاحظ أن قيم الأفلاتوكسين B_1 بقيت منخفضة وثابتة تقريباً حتّى شهر أيار ثم ارتفعت بشكل كبير في بداية فصل الصيف في شهر حزيران 2001 إلى أعلى قيمة وقدرها PPB 29.3 ويعود ذلك إلى ارتفاع متوسط حرارة الحبوب إلى درجة مثلى لإفراز الأفلاتوكسينات وقدرها 27.4°م في حين كان متوسط رطوبة الحبوب 10.8 %، وإلى وجود الظّلام في المستودع الّذي يشجع الفطريات على إنتاج الأفلاتوكسينات وهذا ما أثبته Qattan & Kuchari (2001)، وقيمة الأفلاتوكسين هذه أعلى من الحد المسموح به للاستهلاك البشري والحيواني في سورية (هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، 2002).

وصل متوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 في تموز وآب وأيلول إلى قيم قدرها 21.3، 18.6، 21.3 PPB على التّتالي، ويعود ذلك إلى ارتفاع متوسط حرارة الحبوب في هذه الأشهر إلى 30.8°م و32.2°م و31.4°م حيث كان متوسط رطوبة الحبوب 10.3 %، 10.1 %، 9.8 % على التّتالي، وذلك بسبب تراكم الحرارة الإضافية وتنفّس الحبوب والحشرات، حيث لوحظ في شهر تموز وجود أعداد أكبر من حشرات المخازن الحية عند مقارنتها مع الذّرة المخزنة في العراء، بالإضافة إلى عدم تهوية أكداس الحبوب. بعد

ذلك ارتفع متوسّط تركيز الأفلاتوكسين B_1 في شهر تشرين الأول إلى قيمة قدرها 26.6 PPB مع وصول حرارة الحبوب إلى درجة مثلى قدرها 27°م، واستمر متوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 بالانخفاض نتيجة انخفاض الحرارة حتّى وصل إلى 5.3 PPB في شهر كانون الثّاني 2002، حيث كان متوسط حرارة الحبوب 11°م ومتوسط رطوبة الحبوب 9.6 % وذلك يتناسب وما ذكره Proctor (1994) وcoker (1991) .

الجدول (2) متوسط قيم الأفلاتوكسين B_1 ، وحرارة الحبوب، ورطوبة الحبوب (± الانحراف المعياري) للعينات المأخوذة من المستودع خلال فترة الدراسة.

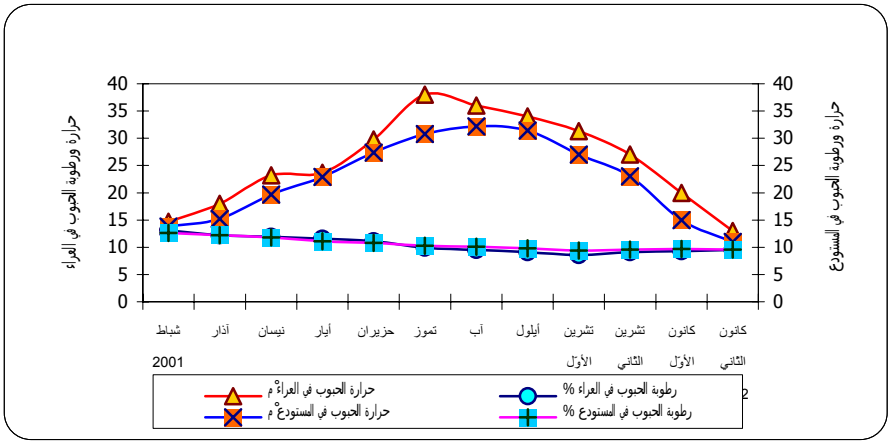
الأشهر	نتائج العينات المأخوذة من المستودع					
	متوسط تركيز B_1 PPB	SD**	متوسط حرارة الحبوب °م	SD	متوسط رطوبة الحبوب %	SD
شباط 2001	2.6 *	4.61	13.8 *	0.20	12.6 *	0.20
آذار	2.6	4.61	15.2	0.28	12.2	0.20
نيسان	2.6	4.61	19.7	0.20	11.8	0.20
أيار	5.3	4.61	22.9	0.26	11.1	0.25
حزيران	29.3	4.61	27.4	0.15	10.8	0.20
تموز	21.3	4.61	30.8	0.26	10.3	0.26
آب	18.6	2.30	32.2	0.26	10.1	0.26
أيلول	21.3	2.30	31.4	0.20	9.8	0.20
تشرين الأول	26.6	4.61	27	0.26	9.4	0.20
تشرين الثّاني	18.6	4.61	23	0.26	9.6	0.20
كانون الأول	10.6	4.61	15	0.17	9.7	0.23
كانون الثّاني 2002	5.3	4.61	11	0.25	9.6	0.25

*متوسط مكررات n = 3

* * SD : Standard Deviation . الانحراف المعياري (القياسي)

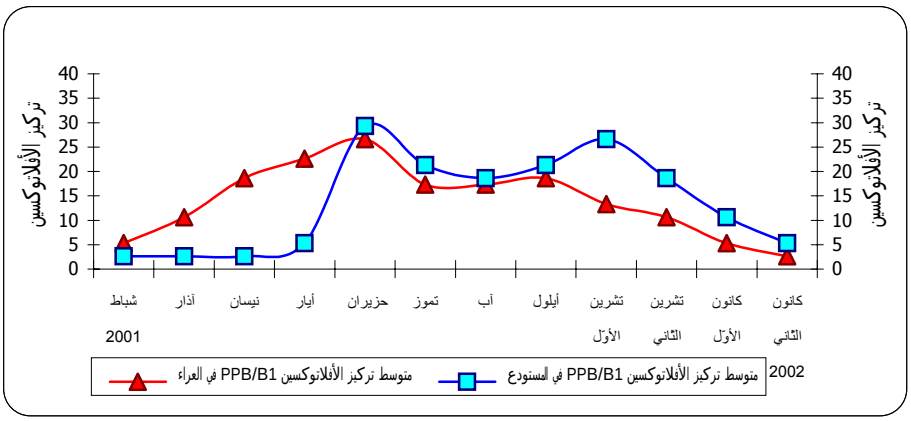
نلاحظ من الجدول (2) ترافق انخفاض رطوبة الحبوب مع ارتفاع في حرارتها والعكس صحيح، وكانت أعلى قيمة لحرارة الحبوب في شهر آب 2001 حيث بلغت 32.2°م، في حين كانت أدنى قيمة لحرارة الحبوب في شهر كانون الثّاني 2002 وبلغت 11°م (الشّكل 4)، وكانت رطوبة الحبوب في بداية الدراسة 12.6 % وبلغت في نهايتها نحو 9.6 %، أي أن فاقد الرطوبة في المستودع قُدر بـ 3.0 %، وكان أدنى محتوى رطوبي للحبوب في شهر تشرين الأول 2001 حيث بلغ متوسط رطوبة الحبوب 9.4 %، ثم ارتفع قليلاً في كانون الثّاني 2002 حيث بلغ 9.6 % (FAO، 1984).

يبين الشّكل (6) العلاقة بين التّغييرات الشّهرية لمتوسط حرارة ورطوبة الحبوب في العراء وفي المستودع، وبالمقارنة نلاحظ أن حرارة الحبوب في العراء متذبذبة وأعلى من حرارة الحبوب في المستودع خلال فترة التّخزين كاملة، ونلاحظ وجود فرق بين فاقد الرطوبة في العراء وبين فاقد الرطوبة في المستودع يعادل 0.6 % وهذا يدلّ على وجود خسارة كبيرة في الرطوبة ومن ثم خسارة في وزن الحبوب المخزونة في العراء وعلى أن التّخزين في المستودع أفضل من التّخزين في العراء بالنّسبة لفقدان الرطوبة .



الشكل (6) العلاقة بين التغييرات الشهرية لمتوسط حرارة ورطوبة الحبوب في العراء وفي المستودع

نلاحظ من الشّكل (7) أن متوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 في المستودع خلال الأشهر الثّلاثة الأولى كان ثابتاً بمقدار 2.6 PPB وهذا يعود إلى عدم توافر حرارة مناسبة لإفراز الأفلاتوكسين، بينما في عينات العراء كان إفراز الأفلاتوكسين بمعدل متزايد خلال الأشهر نفسها والسبب يعود إلى اكتساب الحبوب المخزنة في العراء حرارة أعلى من الحرارة الّتي اكتسبتها الحبوب المخزنة في المستودع ويتعلّق ذلك بالحالة البدائية ونوعية الحبوب المخزونة (الجدول 1، 2). إلاّ أن القيم المقيسة للأفلاتوكسين في المستودع كانت أعلى من القيم المقيسة في العراء ابتداء من شهر حزيران وحتّى شهر كانون الثاني 2002، ويعود هذا إلى توافر درجة حرارة مثلى لفرز هذا الرسم في المستودع بالإضافة إلى الاحتباس الحراري خلال بقية الأشهر الأخرى وإلى الظّلام الّذي يشجع الفطريات على إنتاج السموم على العكس من تعرضها للضوء وهذا يتوافق مع البحوث الّتي أجريت في هذا المجال، (Tanboon, 1999؛ Garcia, 1997؛ Proctor, 1994 Kuchari & Qattan, 2001).



الشكل (7) العلاقة بين التغييرات الشهرية لمتوسط تركيز الأفلاتوكسين B_1 في العراء وفي المستودع.

نستنتج مما سبق أن إفراز كميات أعلى من الأفلاتوكسين B_1 في المستودع مقارنة مع الكميات المفروزة في العراء يتعلّق بشكل كبير بحرارة الحبوب ويزداد إفرازه في درجات الحرارة العالية والمناسبة ما بين 26 – 35°م، وارتفاع هذه الحرارة أو انخفاضها عن الدرجة المثلى يؤثّر سلباً في إفراز الأفلاتوكسين (الجدول 1، 2).

ثالثاً ـ نتائج الدراسة الإحصائية:

يوضح الجدولان (3 و4) تحليل التّباين للعينات المدروسة ضمن قطّاعات عشوائية 2 × 3 × 12 وجود فروق معنوية بين تخزين المستودع وتخزين العراء عند مستوى دلالة 5 % و1% خلال فترة الدراسة بشكل عام، ووجود فروق غير معنوية عند مستوى دلالة 5 % و1% خلال تخزين حبوب الذّرة في العراء وفي المستودع خلال الأشهر الأربعة الأولى، أما في بقية شهور التّخزين فقد أظهرت الدراسة وجود فروق معنوية عالية بين التّخزين في المستودع والتّخزين في العراء عند مستوى دلالة 5% و1%.

الجدول (3) نتائج تحليل التّباين للعينات المأخوذة من العراء ومن المستودع عند مستوى دلالة 5%.

						ANOVA / P = % 5
F crit	P-value	F	MS	df	SS	Source of Variation
2.066606	2.14E-07	8.954135	137.0008	11	1507.008	Sample
3.259444	7.49E-14	78.48749	1200.88	2	2401.761	Columns
1.845105	0.000713	3.307414	50.60436	22	1113.296	Interaction
			15.30028	36	550.81	Within
				71	5572.875	Total

الجدول (4) نتائج تحليل التّباين للعينات المأخوذة من العراء ومن المستودع عند مستوى دلالة 1%.

						ANOVA / P = % 1
F crit	P-value	F	MS	df	SS	Source of Variation
2.785697	2.14E-07	8.954135	137.0008	11	1507.008	Sample
5.247898	7.49E-14	78.48749	1200.88	2	2401.761	Columns
2.384311	0.000713	3.307414	50.60436	22	1113.296	Interaction
			15.30028	36	550.81	Within
				71	5572.875	Total

الاستنتاج

1 ـ إفراز الأفلاتوكسين في المستودع أعلى من إفرازه في العراء في ثلاث فترات حرجة (منتصف حزيران، منتصف تموز، منتصف تشرين الأول).
2 ـ تأثير عامل الحرارة في إفراز الأفلاتوكسين أقوى من تأثير عامل الرطوبة فيه والسبب في ذلك هو تجفيف الذّرة قبل تخزينها .
3 ـ فاقد رطوبة الحبوب في العراء أعلى منه في المستودع.
4 ـ محافظة الحبوب في العراء على تسجيل درجات حرارة أعلى من الدرجات المسجلة في المستودع طوال فترة الدراسة.

التوصيات

مما تقدم نجد أن التّخزين في العراء أفضل من التّخزين في المستودع من حيث إفراز الأفلاتوكسين، والتّخزين في المستودع أفضل من التّخزين في العراء من حيث فقدان الرطوبة ضمن ظروف التّخزين المحلية في القطر. ونستنتج أن طرائق تخزين الذّرة الصفراء في سورية غير مناسبة وتحتاج إلى تعديل وتطوير. وتخزين الذّرة الصفراء في سورية ضمن مستودعات خاصة أفضل من تخزينها في العراء، بشرط توافر التّجهيزات الملائمة الّتي تسمح بتأمين الشّروط المناسبة لحماية الحبوب وغير المناسبة لنمو الفطريات وإفراز السموم وذلك بتأمين الأدوات والأجهزة الّتي تتحكّم بهذه الشّروط (مراوح مثلاً) لتخفيض درجة الحرارة في فصل الصيف في المستودع بشكل عام وبين الحبوب بشكل خاص فالتّهوية الحالية غير كافية لخفض الحرارة لذلك لابد من بناء مستودعات خاصة وحديثة أو بناء صوامع للتّخزين بهدف الحفاظ على الحبوب ومقاومة الفطريات ووقف إفراز الأفلاتوكسينات قدر الإمكان للحفاظ على صحة الحيوان والإنسان.

المراجـــع REFERENCES

1. السعدني، محمد حسام إبراهيم (1993). دراسة اقتصادية للفاقد التسويقي للذرة. ندوة فاقد المنتجـات الزراعية في الوطن العربي- بيروت، لبنان - المنظمة العربية للتنميـة الزراعيـة، جامعـة الـدول العربية.
2. الصالح، عبود علاوي (1991). تخزين الحبوب. كلية الزراعة، جامعة حلب ـ سورية .
3. الهندي، محمود صبحي (1985). تعليمات حول طرق أخذ العينات من المواد العلفية للتحليل الكيميائي والفيزيائي. المخبر المركزي للأعلاف، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي ـ سورية .
4. بلال، حمزة (1991). آفات المخازن، نظري - عملي. كلية الزراعة، جامعة دمشق ـ سورية.
5. حيدر، ناظم (1988). مبادئ الإحصاء. كلية الاقتصاد، جامعة دمشق ـ سورية.
6. عياش، علي أحمد (1998). تخزين الحبوب. كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية ـ سورية.
7. قاسم، عبدو وخلف، فيوليت (2001). تطبيقات عملية في الإحصاء وتـصميم التجـارب الزراعيـة. الطبعة الثالثة، كلية الزراعة، منشورات جامعة دمشق ـ سورية .
8. محمد سعد، مجدي محب الدين (1991). السموم الفطرية، مشكلة زراعية، بيئيـة، صـحية. الهيئـة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ـ مصر .
9. منصور، تيسير وعرفة، محمد زاهر (1998). دليل زراعة محصول الذرة الصفراء. وزارة الزراعـة والإصلاح الزراعي، مديرية الإرشاد الزراعي، قسم الإعلام، النشرة 428 ـ سورية.
10. ميخائيل، سمير (1993). أمراض البذور. كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، منشأة المعارف ـ مصر.
11. نوار، مصطفى والناطور، رشاد (1989). الميكوتوكسينات والتسمم الميكوتوكـسيني فـي الإنـسان والحيوان. الجزء الأول، الجامعة الأردنية ـ عمان.
12. هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية (2002). الحدود القصوى للسموم الفطرية المـسموح بها في الأغذية والأعلاف – الأفلاتوكسينات – مواصفة رقم 2680 قرار الاعتماد رقـم 362، وزارة الصناعة ـ سورية.
13. هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية (1998). تعيين محتوى الأفلاتوكسين B_1 فـي أعـلاف تغذية الحيوان. مواصفة رقم 1963 قرار الاعتماد رقم 133، وزارة الصناعة ـ سورية.
14. AOAC, (1980). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists . Vol.34 , No.4 – USA .
15. Coker,R.D. (1991). In Fungi and Mycotoxins in Stored products . ACIAR proceeding No.36-Australian center for international research , pp.115 – 122 .
16. Damann,K.E. (2001). Mycotoxins in Foods and Feed Grain . Minutes of Annual Meeting of Southern Regional Information Group-51, Annual Report 2001 - Atlanta .

17. **Davis,N.D.&Diener,U.L. (1970). Environmental factor affecting the production of aflatoxin. ed. Proceedings of the First US-Japan Conference on "Toxic Microorganisms" Washington:DC, US Govt Printing Office, 43-47 .**
18. **FAO, Food and Nutrition paper 64 (1996). World wide regulations for mycotoxins. A compendium. Forth SAC conference Edinburgh, Rome-Italy.**
19. **FAO, Agricultural services Bulletin 93 (1994). Agricultural engineering in development, post-harvest operations and management of food grains . By M.de Lucia and D.Assennoto FAO consultants, Rome - Italy.**
20. **FAO, Food and Nutrition paper 55 (1993). Sampling plans for aflatoxin analysis in peanuts and corn. Report of an FAO technical consultation R, 3-6 May 1993 - Italy.**
21. **FAO, Food and Nutrition paper 29 (1984). Post-harvest losses in quality of food grains . Rome - Italy.**
22. **FDA, (2002) . AFLATOXINS. US.Food&Drug Administration, Center for Food Safety&Applied Nutrition. Food borne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook .**
23. **Garcia,R.P. (1997). Storage fungi associated with rice and corn in the Philippines. Philippine-Phytopathology. V. 23 (1-2) P. 32 .**
24. **Hartley, R.D.; Nesbitt, B.F.O. & Kelly, J. (1963). Toxic metabolites of Aspergillus flavus . / Nature (Lond.), 198:1056 – 1058 .**
25. **Kuchari,M.G.A. & Qattan,A.T.M. (2001). Environmental Factors Affecting Growth and Aflatoxin Production by Locally Isolated Aspergillus Flavus and Aspergillus Parasiticus . ARAB UNIV. J. AGRIC. SCI., AIN SHAMS UNIV., CAIRO, 9 (2), 583-593, 2001 .**
26. **LUFA, Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs - UND forschungsans Talt-en- Germany. (AOAC 1980) .**
27. **Proctor,D.L.(1994). Grain storage techniques . Evolution and trends in developing countries. FAO,Agricultural services bulletin 109,GASGA,FAO PP25-40,Rome - Italy .**
28. **Sargeant,K.O.; Kelly,J.; Carnachan,R.B. & Allerroft,R. (1961). The assay of a toxic principal in certain groundnut meal . Vet. Rec. 73 : 1219-1223 .**
29. **Stoloff,I. (1980). Aflatoxin control: Past and present. J.Association of official analytical chemists (AOAC) 63 ,1067-1073 .**
30. **Stuckey, R.E. et. al. (1995). AFLATOXIN IN CORN. University of Kentucky, College of Agriculture , pp.7 - USA.**
31. **Tanboon-ek,P. (1999). Control of aflatoxin in maize [Zea Mays , produced in Thailand] . Tropical-Agriculture-Research-Series, Japan No. 22 P. 49-55.**
32. **Wilson,D.M. (2001). Mycotoxins in Foods and Feed Grain. Minutes of Annual Meeting of Southern Regional Information Group-51, Annual Report 2001 - Atlanta.**
33. **Wrather,J.A.; Francka,J.E.; Sweets,L.E. (2002). Aflatoxin in Corn. University of Missouri – Delta Center , Columbia – USA .**