جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الأنبار
كلية العلوم – قسم علوم الحياة

اختبار كفاءة أوساط زرعية مختلفة في نمو وإنتاج أربعة أنواع من الفطر المحاري *Pleurotus* وتقويم الفعالية الحيوية لثمار الأنواع المختبرة

أطروحة مقدمة إلى
مجلس كلية العلوم بجامعة الأنبار، وهي جزء من متطلبات نيل
شهادة الدكتوراه فلسفة في علوم حياة / الفطريات

من الطالب

مصطفى ناظم عويد حمد الهيتي

بكالوريوس علوم حياة ٢٠٠٣ (كلية العلوم – جامعة الأنبار)
ماجستير أحياء مجهرية ٢٠١٠ (كلية العلوم – جامعة الأنبار)

إشراف

أ.د. ادهام علي عبد العسافي
كلية الزراعة–جامعة الأنبار

أ.م.د ساجد صلاح الدين سليم السعيدي
كلية العلوم–جامعة الأنبار

محرم ١٤٣٥ هـ

تشرين الثاني ٢٠١٣ م

بسم الله الرحمن الرحيم

{أَفَرَأَيْتُم مَّا تَحْرُثُونَ (٦٣) أَأَنتُمْ تَزْرَعُونَهُ أَمْ نَحْنُ الزَّارِعُونَ (٦٤)}

صدق الله العظيم
سورة الواقعة
الآيتان : (٦٣-٦٤)

الإهداء

إلى الرسول الكريم محمد صلى الله عليه وسلم ...

إلى النبع الصافي المتدفق حناناً وتضحية ...

أمي ... وأبي ..

إلى من سقى الأرض بدمه ...

أخي الشهيد ...

إلى من شاركوني وشاركتهم هناء العيش وقساوته ...

أشقائي .. وشقيقتي

إلى من أخذت بيدي وشجعتني من جديد ...

زوجتي ..

إلى كل من أضاء فيّ نور المعرفة وأخذ بيدي ...

أساتذتي الأجلاء ..

إلى كل من حرص عليَّ وأرشدني إلى طريق الصواب ..

إلى أصدقاء الطفولة والصبا والشباب ..

إلى كل إنسان أحببته وأحبني بإخلاص ..

إلى كل السائرين في دروب العلم والمعرفة لخدمة وطنهم والإنسانية جمعاء ..

الباحث

شكر وتقدير

الحمد لله حمداً يليقُ بجلاله وقدرته، وأصلّي وأسلّم على خاتم أنبيائه وخير خلقه محمد صلى الله عليه، وعلى آله وصحبه أجمعين.

عرفاناً بالجميل، ووفاءً لأصحاب الفضل الذين قدموا لي كل العون والمساعدة، من أجل إنجاز هذا البحث المتواضع، أقدم لهم الشكر المقرون بالتقدير العالي والاحترام الفائق على سعيهم والأخذ بيدي للوصول إلى إنجاز هذه الأطروحة التي طالما حلمتُ طَوال أيام دراستي بتحقيقها. وأخص بالذكر أستاذَيّ الفاضلين المشرفين على أطروحتي وهما الأستاذ الدكتور**إدهام علي عبد العسافي** والأستاذ المساعد الدكتور **ساجد صلاح الدين سليم السعيدي** ، اللذان كانا لإرشاداتهما وتوجيهاتهما والتعاون الكبير الذي أبدوه لي دافعاً أساسياً على التعجيل في إنجاز البحث والحصول على نتائج قيّمة، والأستاذة الدكتورة **Vikineswary Sabaratnam** مشرفتي في البعثة البحثية في مركز أبحاث المشروم في جامعة ملايا الماليزية، والدكتور **Raman Jegadeesh** لمساعدتي على إكمال خطوات تحضير الجزيئات النانوية من مستخلصات الفطر المحاري، وأقدم شكري الكبير إلى أستاذي الدكتور **موفق مزبان مسلط** لما أبداه من مساعدة قيّمة.

كما أتقدم بوافر الشكر والتقدير إلى عمادة كلية العلوم وقسم علوم الحياة ورئيس القسم الدكتور ليث مصلح، والدكتور عز الدين عطية البيار، والدكتور محمد قيس العاني، والدكتور خالد فاروق الراوي، لمساعدتي في توفير بعض المواد والاحتياجات الأساسية اللازمة لإنجاز البحث، وأتقدم بالشكر أيضاً للسيد ياسين سليم، والسيد محمد جمعة، والدكتور ثائر شاكر محمود، الذين سهلوا لي جلب العزلات الفطرية من بريطانيا، وللدكتور أحمد سعدون جلعوط التدريسي في كلية طب الأسنان لتزويده إياي بعزلات الأحياء المجهرية المرضية القياسية، وللسيد خالد حمد عبد المجيد وولديه وليد وأبو بكر، والسيد محمد خليل وأخي محمد ناظم لتوفيرهم غرفة الإنتاج والمخلفات الزرعية في قرية بصائر– مدينة هيت، والدكتور عمر محمد، والدكتور ثائر الآلوسي التدريسيان في قسم علوم الحياة – كلية العلوم ، والدكتور أحمد مشعل، والدكتور إبراهيم جليل، والسيد صدام حسين، والسيد مناف جمعة، والسيدة مي فهمي التدريسيين في قسم الكيمياء – كلية العلوم، والسيد محمد وليد، والسيد أحمد صبحي لمساعدتهما في قياس العناصر الكيميائية، والسيد بشار محمد عواد، والدكتور حميد خالد علي التدريسيين في كلية التربية للعلوم الصرفة قسم الكيمياء لمساعدتهما في إجراء بعض التجارب، والدكتور وقاص محمود لتزويدنا بالصخر الفوسفاتي، والسيد أحمد لافي، والسيد ماهر أحمد لما أبدوه من مساعدة جلية في تسهيل بعض القياسات وتوفير بعض المواد الكيمياوية والمستلزمات الضرورية لإنجاز البحث. وثمة شكر كبير أخص به السيد أحمد نجاح، والسيد حاتم عبد الرزاق والسيد هيثم محمود وموظفي مختبرات مستشفى هيت العام لتوفيرهم بعض المستلزمات الضرورية في البحث، وأقدم شكري الجزيل إلى الاستاذ الفاضل عناد مخلف الهيتي الذي تفضل بالتدقيق اللغوي البدائي، وثمة شكر إلى طلبة الدراسات العليا في قسم علوم الحياة بكلية العلوم.

وأخيراً أتقدم بالشكر إلى كل من ساعدني وتحمل معي عناء البحث من أقاربي وأهلي وأخص بالذكر والدتي ووالدي اللذين أمداني بالعون في كل كبيرة وصغيرة فجزاهم الله جميعاً عني خير الجزاء.

الباحث

الخلاصـة

بدأ تنفيذ البحث بتاريخ 2012/2/1 في مختبر الأحياء المجهرية في قسم علوم الحياة في كلية العلوم بجامعة الأنبار، هدفت هذه الدراسة إلى محاولة إيجاد اوساط زرعية بديلة فضلاً عن قياس المحتوى الغذائي للثمار المنتجة وفعاليتها الحيوية ضد الأحياء المجهرية المرضية من خلال إنتاج الجزيئات النانوية.

توصلت الدراسة الحالية إلى النتائج الآتية:

1- بينت نتائج التجربة المختبرية أن أنواع الفطر المحاري الأربعة أعطت أفضل معدل نمو وكثافة غزل بعد 4 أيام من النمو 10.61 ملم يوم$^{-1}$ و 10.27 ملم يوم$^{-1}$ في الأوساط الصلبة لمستخلصات الخلطتان 2 (تبن الحنطة 70%، ونشارة الخشب 20%، وليف النخيل 10%) و 3 (تبن الحنطة 50%، ونشارة الخشب 30%، وليف النخيل 20%) على الترتيب.

2- أظهرت الخلطة 2 أعلى نسبة مئوية للفقد في الوزن بعد الجني بلغت 24.01%، وانضغطت الأوساط الزرعية بعد الجني بمعامل قدره 0.13 للخلطة 3 وانخفض إلى 0.10 لكل من الخلطتين 1 (تبن الحنطة 100%) و 2. في حين بلغت نسبة الكاربون إلى النتروجين C:N ratio بعد الجني أعلى نسبة 27.86 للخلطة 3 تلتها الخلطة 2 بنسبة 27.10، في حين سجلت الخلطة 1 أقل نسبة بلغت 25.23. ونتج أفضل طول ساق للفطرالمحاري الوردي 13.83 ملم على الخلطة 3 وبلغ أفضل سمك للقبعة 6.27 ملم لثمار الفطر المحاري الابيض المنتج على الخلطة 3 في حين بلغت أفضل نسبة قطر قبعة الى طول الساق 4.49 للفطر الوردي على الخلطة 1.

3- بيّن التحليل الكيميائي للخلطة 3 قبل الزراعة ارتفاع محتوى عناصر الكوبلت والحديد والنيكل والنحاس والخارصين والمنغنيز بمعدل 0.60 و 38.27 و 0.93 و 2.90 و 2.44 و

4.65 ملغم كغم$^{-1}$ وزن الجاف مقارنة بمحتوى الخلطة 1 (تبن الحنطة 100%) إلى 0.47 و 27.92 و 0.50 و 2.10 و 1.03 و 1.98 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب، في حين لم يتأثر محتوى الخلطات 1 و 2 و 3 من عنصري الرصاص والكادميوم وكان محتواهما في الخلطات بمعدل 0.22 و 0.14 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب.

4- بلغ أعلى عدد للأجسام الثمرية بمعدل 68.00 و 55.00 جسم كيس$^{-1}$ للفطر المحاري *P. cornucopiae* والفطر *P. salmoneostramineus* عند تنميتهما على الخلطة 3 على الترتيب، وتفوقت الخلطتان 2 و 3 معنوياً ($P> 0.05$) في زيادة الحاصل الكلي بوزن 187.6 و 176.7 غم 2كغم$^{-1}$ وسط رطب على الترتيب مقارنة بما سجلته الخلطة 1 من إنتاجية بلغت 154.1 غم 2كغم$^{-1}$. وتشير نتائج تداخل المعاملات إلى أن الخلطة 2 رفعت الكفاءة الحيوية لجميع أنواع الفطر المحاري مقارنة بالسيطرة (الخلطة 1) لكل نوع باستثناء *P. cornucopiae*، وتحققت أعلى كفاءة معنوية ($P> 0.05$) بنسبة 58.41% للفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* المنمى على الخلطة 2.

5- حقق الفطر *P. cornucopiae* أعلى محتوى بروتيني للأجسام الثمرية 37.41% عند تنميته على الخلطة 2 تلاه الفطر *P. salmoneostramineus* عند تنميته على الخلطة 1 و 3 بمعدل 31.17%، وسجل الفطر *P. salmoneostramineus* أقل محتوى للفينولات بمتوسطات بلغت 1.22 و 1.27 و 1.58 غم كغم$^{-1}$ على الخلطات 2 و 3 و 1 على الترتيب، وتحققت أعلى نسبة كاربوهيدرات 43.35% لثمار سلالة الفطر الرمادية *P. ostreatus* المنتجة على الخلطة 2. وتحققت أعلى نسبة ألياف 23.75% لثمار *P. salmoneostramineus*. وكانت ثمار أنواع الفطر المحاري المنتجة على الخلطتين 2 و 3 أغنى بالعناصر المعدنية بشكل عام من الثمار المنتجة على الخلطة 1.

6- أظهرت البكتريا المرضية المنماة في راشح غزل الفطر *P. salmoneostramineus* أقل امتصاصية مقارنة ببقية الأنواع، وأظهر أعلى تثبيط بمعدل 12.22% ضد البكتريا المرضية في الوسط الصلب، وأعطى راشحه في الوسط الصلب أعلى تثبيط ضد الفطر *Verticillium* sp. بلغ 12.33% . وتحققت أقل كتلة حيوية 90.00 ملغم 50مل$^{-1}$ للفطر *T. harzianum* بوجود راشح الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي في الأوساط السائلة.

7- سجل الفطر *P. cornucopiae* ذو اللون الأصفر أفضل جزيئات نانوية من مستخلص ثماره الطرية المحضرة بالماء البارد ومن مستخلص ثماره الجافة المحضرة بالماء الساخن بدرجة حرارة 60 مئوية. وسجلت جزيئات الفضة النانوية أقطار تراوحت بين (10-50) نانومتر، في حين سجلت جزيئات الذهب النانوية أقطار تراوحت بين (16-100) نانومتر.

8- وبخصوص الفعالية الحيوية للجزيئات النانوية المنتجة من مستخلصات ثمار الفطر المحاري الأصفر، فقد بلغ أكبر تثبيط بقطر 18 ملم و 17 ملم بفعل جزيئات نانو الفضة المحضرة من مستخلص ثمار الفطر المحاري *P. cornucopiae* الجافة بتركيز 40 و 60 مايكروغرام حفرة$^{-1}$ ضد خميرة *Candida krusei* ATCC6258 مقارنة بقطر تثبيطي 21 ملم بالمضاد الحيوي Nystatin بتركيز 1 مايكرو غرام حفرة$^{-1}$.

المحتويـــات

الفقرة	العنوان	الصفحة
1	**الفصل الأول : المقدمة**	1
2	**الفصل الثاني : استعراض المراجع**	4
1-2	نبذة عن الفطر المحاري *Pleurotus* spp.	4
2-2	تصنيف الفطر المحاري *Pleurotus* spp. ومواصفاته وأهم أنواعه	6
3-2	الأوساط الإنتاجية المستعملة في زراعة الفطر *Pleurotus* spp.	8
4-2	المتطلبات الأساسية لنمو الفطر المحاري *Pleurotus* spp.	10
1-4-2	المتطلبات الكيميائية	10
1-1-4-2	محتوى الكاربون	10
2-1-4-2	محتوى النتروجين	12
3-1-4-2	الرقم الهيدروجيني (pH) للوسط الزرعي	13
2-4-2	المتطلبات الفيزياوية	14
1-2-4-2	درجة الحرارة	14
2-2-4-2	الضوء	15
3-2-4-2	الرطوبة	15
4-2-4-2	التهوية	16
5-2	القيمة الغذائية والطبية للفطر المحاري *Pleurotus* spp.	17
6-2	الفعالية الحيوية للفطر المحاري *Pleurotus* spp.	20
7-2	الجزيئات النانوية للفطريات الغذائية	22
3	**الفصل الثالث : المواد وطرائق العمل**	25
1-3	الأجهزة والمواد	25
2-3	طرائق العمل	25
1-2-3	الأحياء المجهرية المستعملة في الدراسة	25
1-1-2-3	الفطريات الغذائية	25
2-1-2-3	البكتريا المرضية	25
3-1-2-3	الفطريات	26

4-1-2-3	الخمائر المرضية	26
2-2-3	التعقيم	27
1-2-2-3	التعقيم بالحرارة الرطبة مع الضغط	27
2-2-2-3	التعقيم بالحرارة الجافة	27
3-2-2-3	التعقيم بالمرشحات البكتيرية	27
4-2-2-3	التعقيم الكيمياوي	27
3-2-3	تحضير الأوساط الزرعية المختبرية	28
1-3-2-3	وسط أكار البطاطا والدكستروز Potato Dextrose Agar (PDA)	28
2-3-2-3	وسط مرق البطاطا والدكستروز Potato Dextrose Broth (PDB)	28
3-3-2-3	تحضير وسط المغذي الصلب Nutrient Agar	29
4-3-2-3	تحضير وسط المرق المغذي Nutrient Broth	29
5-3-2-3	تحضير وسط سابرود والدكستروز الصلب Sabouraud Dextrose Agar	29
6-3-2-3	تحضير وسط مرق سابرود والدكستروز Sabouraud Dextrose Broth	29
7-3-2-3	تحضير وسط ماكونكي الصلب MacConkey Agar	29
8-3-2-3	تحضير وسط أكار الدم Blood Agar	29
4-2-3	دراسة أثر مستخلصات المخلفات النباتية على سرعة نمو غزل الفطر المحاري *Pleurotus* spp. في الوسط الصلب	30
1- 4-2-3	تحضير الأوساط الصلبة لمستخلصات المخلفات النباتية	30
2- 4-2-3	قياس سرعة نمو الغزل الفطري على الوسط الصلب	30
5-2-3	إنتاج اللقاح الفطري (البزار) Spawn	31
6-2-3	التجربة الحقلية لإنتاج الفطر المحاري *Pleurotus* spp.	33
1-6-2-3	تهيئة الأوساط الزرعية لانتاج الأجسام الثمرية	33
2-6-2-3	بسترة الأوساط الزرعية	34
3-6-2-3	طريقة التلقيح لوسط الزراعة	34
4-6-2-3	الحضن والجني	35
3-3	القياسات	36
1-3-3	قياس قيمة الرقم الهيدروجيني والإيصالية الكهربائية للأوساط الزرعية	36
2-3-3	تقدير النسبة المئوية للوزن الجاف للأوساط الزرعية والأجسام الثمرية	36

3-3-3	تقدير النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي في الوسط الزرعي والأجسام الثمرية	36
4-3-3	تقدير النسبة المئوية للكاربون في الأوساط الزرعية والأجسام الثمرية	37
5-3-3	تقدير النسبة المئوية لمحتوى الرماد في الأوساط الزرعية والأجسام الثمرية	37
6-3-3	الانضغاط	37
7-3-3	قياس كمية الحاصل ومواصفاته	37
8-3-3	تقدير النسبة المئوية للكفاءة الحيوية	38
9-3-3	تقدير النسبة المئوية للنتروجين في وسط الزراعة والأجسام الثمرية ومخلفات مزرعة الفطر الغذائي	38
10-3-3	تقدير النسبة المئوية للبروتينات في الأجسام الثمرية	38
11-3-3	تقدير البروتينات في مستخلصات الأجسام الثمرية المجفدة	39
12-3-3	تقدير الفينولات الكلية في الأجسام الثمرية	39
13-3-3	تقدير الكاربوهيدرات الكلية في الأجسام الثمرية	39
14-3-3	تقدير نسبة الألياف الخام في أنسجة الأجسام الثمرية الجافة	40
15-3-3	قياس العناصر المعدنية في الأجسام الثمرية والأوساط الزرعية	40
4-3	الفعالية الحيوية	41
1-4-3	الفاعلية الحيوية للغزل الفطري	41
2-4-3	الفعالية الحيوية للمنتجات الأيضية	42
1-2-4-3	تحضير رواشح غزل الفطر المحاري في الوسط السائل	42
2-2-4-3	الفعالية الحيوية لراشح الفطر المحاري	43
1-2-2-4-3	فعالية المنتجات الأيضية ضد البكتريا المرضية وخميرة الكنديدا في الوسط السائل	43
1-2-2-4-3	فعالية المنتجات الأيضية ضد الفطريات في الوسط السائل والصلب	43
3-4-3	الفعالية الحيوية لمستخلصات الأجسام الثمرية وجزيئاتها النانوية	44
1-3-4-3	تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية	44
1-1-3-4-3	تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية الجافة بالماء الحار	44
2-1-3-4-3	تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية الطرية بالماء الحار	44
3-1-3-4-3	تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية الطرية بالماء البارد	45
2-3-4-3	تحضير الجزيئات النانوية	45
1-2-3-4-3	تحضير جزيئات النانوية للفضة	45

2-2-3-4-3	تحضير جزيئات النانوية للذهب	45
3-3-4-3	دراسة الصفات الفيزياوية لجزيئات الفضة والذهب النانوية	46
4-3-4-3	الفعالية الحيوية لجزيئات نانو الفضة المنتجة ضد الخمائر المرضية	46
1-4-3-4-3	اختبار الحساسية بطريقة الانتشار بالحفر	46
5-3	التحليل الإحصائي	47
4	**الفصل الرابع : النتائج والمناقشة**	48
1-4	تأثير مستخلصات الخلطات في نمو غزل الفطر المحاري على الأوساط الصلبة	48
2-4	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة	54
3-4	الخصائص الفيزياوية والكيميائية للأوساط الزرعية بعد الجني	55
1-3-4	الفقد في الوزن	55
2-3-4	الانضغاط	56
3-3-4	الرقم الهيدروجيني pH	57
4-3-4	الإيصالية الكهربائية EC	59
5-3-4	محتوى الرماد	60
4-4	التركيبة الكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة	61
5-4	التركيبة الكيميائية للأوساط الزرعية بعد الجني	62
1-5-4	محتوى الكاربون	62
2-5-4	محتوى النتروجين	63
3-5-4	نسبة الكاربون إلى النتروجين C:N Ratio	64
4-5-4	محتوى البروتينات	64
6-4	إنتاج البزار	66
7-4	الصفات الإنتاجية لأنواع الفطر *Pleurotus* spp.	67
1-7-4	عدد الجنيات لكل كيس	67
2-7-4	معدل وزن كل جنية	68
3-7-4	عدد الأجسام الثمرية	69
4-7-4	معدل وزن الجسم الثمري	70
5-7-4	الإنتاج الكلي	72
6-7-4	الكفاءة الحيوية	73

8-4	الصفات المظهرية للأجسام الثمرية لأنواع الفطر *Pleurotus* spp.	77
1-8-4	قطر ساق الجسم الثمري	77
2-8-4	طول ساق الجسم الثمري	78
3-8-4	قطر القبعة	79
4-8-4	سمك القبعة	80
5-8-4	نسبة قطر القبعة إلى طول الساق	81
9-4	التركيب الكيميائي للأجسام الثمرية للفطر المحاري *Pleurotus* spp.	83
1-9-4	المحتوى البروتيني	83
2-9-4	محتوى الفينولات الكلية	85
3-9-4	محتوى الكاربوهيدرات الكلية	86
4-9-4	النسبة المئوية لمحتوى الرماد	87
5-9-4	النسبة المئوية للألياف	89
6-9-4	النسبة المئوية للوزن الجاف والمحتوى الرطوبي للأجسام الثمرية الطرية للفطر المحاري	90
7-9-4	قيم الرقم الهيدروجيني للأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري	91
10-4	محتوى الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري من العناصر المعدنية	93
1-10-4	النتروجين الكلي في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري	93
2-10-4	الكوبلت Co	94
3-10-4	الرصاص Pb	95
4-10-4	الحديد Fe	96
5-10-4	النيكل Ni	97
6-10-4	النحاس Cu	98
7-10-4	الخارصين Zn	99
8-10-4	الكادميوم Cd	100
9-10-4	المنغنيز Mn	101
11-4	الفعالية الحيوية	104
1-11-4	الفعالية الحيوية لغزل الفطر المحاري	104
1-1-11-4	تداخل غزل الفطر المحاري مع غزل الفطريات الأخرى بطريقة ويلر	104
2-1-11-4	تغطية الطبق بغزل الفطر المحاري بوجود غزل الفطريات الأخرى	105

3-1-11-4	تداخل غزل الفطر المحاري مع خلايا البكتريا المرضية بطريقة ويلر	107
2-11-4	الفعالية الحيوية لراشح غزل الفطر المحاري	109
1-2-11-4	صفات غزل الفطر المحاري وراشحه	109
2-2-11-4	الفعالية الحيوية لراشح غزل الفطر المحاري ضد الفطريات الاخرى	110
1-2-2-11-4	تأثير راشح غزل الفطر المحاري في معدل نمو الفطريات الأخرى في الأوساط الصلبة	110
2-2-2-11-4	تأثير راشح غزل الفطر المحاري في الكتلة الحيوية الجافة لغزل الفطريات الأخرى في الأوساط السائلة	113
3-2-2-11-4	الفعالية الحيوية لراشح غزل الفطر المحاري في البكتريا المرضية وخميرة *Candida* بطريقة الامتصاص الضوئي	115
3-11-4	بناء الجزيئات النانوية للفضة والذهب	118
1-3-11-4	صفات الجزيئات النانوية للفضة	118
1-1-3-11-4	اللون	118
2-1-3-11-4	امتصاص جزيئات الفضة النانوية لطيف الاشعة الفوق بنفسجية المرئي	120
3-1-3-11-4	المجاميع الكيميائية في جزيئات الفضة النانوية	123
4-1-3-11-4	شكل جزيئات الفضة النانوية وحجمها	123
2-3-11-4	صفات الجزيئات النانوية للذهب	128
1-2-3-11-4	اللون	128
2-2-3-11-4	امتصاص جزيئات الذهب النانوية لطيف الاشعة الفوق بنفسجية المرئي	129
3-2-3-11-4	المجاميع الكيميائية في جزيئات الذهب النانوية	132
4-2-3-11-4	شكل جزيئات الذهب النانوية وحجمها	133
3-3-11-4	الفعالية الحيوية لمستخلص الفطر المحاري والجزيئات النانوية المنتجة	137
1-3-3-11-4	التركيب الكيميائي الغذائية لمستخلصات الأجسام الثمرية	137
2-3-3-11-4	الفعالية الحيوية لمستخلصات الفطر المحاري الأصفر وجزيئات الفضة النانوية المنتجة منها	139
	الاستنتاجات والتوصيات	147
	المصادر العربية والأجنبية	151
	الملاحق	164

الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1	الأحياء المجهرية المستعملة في البحث	26
2	مكونات ونسب المواد للأوساط الزرعية المستعملة في التجربة المختبرية والحقلية	31
3	المحتوى المعدني للصخر الفوسفاتي المستخدم في الدراسة	34
4	عدد الأيام اللازمة لبدء ظهور نمو غزل أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* spp. على الأوساط الصلبة لمستخلصات الأوساط الزرعية	48
5	معدل نمو غزل الفطر المحاري على مستخلصات الأوساط الزرعية في الوسط الصلب بعد 4 أيام (ملم يوم$^{-1}$)	50
6	عدد الأيام اللازمة لاكتساء الطبق بغزل الفطر المحاري *Pleurotus* spp. بوجود مستخلصات الأوساط الزرعية (الخلطات) في الوسط الصلب	51
7	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة	54
8	النسبة المئوية للفقد في وزن الأوساط الزرعية بعد الجني	55
9	معامل الانضغاط للأوساط الزرعية بعد الجني	57
10	قيم الرقم الهيدروجيني لمستخلصات الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني	58
11	قيم الإيصالية الكهربائية لمستخلصات الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني (ملي سيمنز سم$^{-1}$)	59
12	النسبة المئوية للرماد الناتج من حرق الأوساط الزرعية بعد الجني (باعتماد الوزن الجاف)	60
13	التركيبة الكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة	62
14	محتوى الكاربون في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني (غم كغم$^{-1}$)	63
15	محتوى النتروجين في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني (غم كغم$^{-1}$)	64
16	نسبة الكاربون إلى النتروجين في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني	65
17	النسبة المئوية للبروتينات في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني	65
18	عدد الأيام اللازمة لإنتاج بزار أنواع الفطر *Pleurotus* spp. على حبوب الدخن	66
19	عدد الجنيات لكل كيس لأنواع الفطر المحاري	67
20	معدل وزن الجنية الواحدة لكل كيس لأنواع الفطر المحاري (غم)	68
21	عدد الأجسام الثمرية لأنواع الفطر المحاري لكل كيس	69
22	معدل وزن الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (غم)	70

23	الإنتاج الكلي لكل كيس لأنواع الفطر المحاري (غم 2كغم$^{-1}$ وسط زرعي رطب)	73
24	النسبة المئوية للكفاءة الحيوية في إنتاج الفطر المحاري	74
25	قطر ساق الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)	77
26	طول ساق الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)	78
27	قطر قبعة الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)	79
28	سمك قبعة الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)	80
29	نسبة قطر القبعة إلى طول الساق لأنواع الفطر المحاري	81
30	النسبة المئوية للبروتينات الكلية في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري	83
31	محتوى الفينولات الكلية في الأجسام الثمرية الطرية للفطر المحاري (غم كغم$^{-1}$)	86
32	النسبة المئوية للكاربوهيدرات الكلية في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري	87
33	النسبة المئوية للرماد في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري	88
34	النسبة المئوية للألياف الكلية في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري	89
35	النسبة المئوية للوزن الجاف للأجسام الثمرية الطرية للفطر المحاري	90
36	النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي للأجسام الثمرية الطرية لأنواع الفطر المحاري	91
37	الرقم الهيدروجيني لمستخلص الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري	92
38	محتوى النتروجين في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (غم كغم$^{-1}$ جاف)	93
39	محتوى الكوبلت في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)	94
40	محتوى الرصاص في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)	95
41	محتوى الحديد في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)	96
42	محتوى النيكل في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)	97
43	محتوى النحاس في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)	98
44	محتوى الخارصين في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)	99
45	محتوى الكادميوم في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)	100
46	محتوى المنغنيز في الأجسام الثمرية لأنواع الفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)	101
47	النسبة المئوية لتثبيط الفطريات الأخرى بوساطة غزل الفطر المحاري على الوسط الصلب بعد 4 أيام بطريقة Weller Culture	104
48	عدد الأيام اللازمة لتغطية الأطباق بغزل الفطر المحاري بوجود الفطريات الأخرى	105
49	النسبة المئوية لتثبيط البكتريا المرضية بوساطة غزل الفطر المحاري على الوسط	108

	الصلب بعد 5 أيام بطريقة Weller Culture	
50	صفات راشح غزل الفطر والكتلة الحيوية المتكونة بعد 20 يوماً من الحضن	109
51	معدل نمو الفطريات الأخرى بعد 5 أيام على الأوساط الصلبة المحتوية على رواشح غزل أنواع الفطر المحاري (ملم يوم$^{-1}$)	111
52	النسبة المئوية لتثبيط الفطريات الأخرى بوساطة راشح غزل الفطر المحاري على الأوساط الصلبة بعد 5 أيام من النمو	111
53	معدل الكتلة الحيوية الجافة لغزل الفطريات الأخرى على الأوساط السائلة المحتوية على راشح غزل الفطر المحاري بعد 10 أيام من النمو (ملغم 50مل$^{-1}$ وسط سائل)	114
54	النسبة المئوية لتثبيط الفطرريات الأخرى بوساطة راشح غزل الفطر المحاري في الأوساط السائلة بعد 10 أيام من النمو	114
55	التركيب الكيميائي لمستخلصات ثمار الفطر المحاري الجافة والطرية	139
56	قطر التثبيط ضد الخمائر المرضية بفعل مستخلصات الفطر المحاري الأصفر وجزيئاتها النانوية (ملم)	142

الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
1	معدل نمو اليومي لغزل الفطريات الغذائية على مستخلصات الأوساط الزرعية	53
2	الكثافة الضوئية للبكتريا المرضية في راشح غزل الفطر المحاري	117
3	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الفضة بعد 7 أيام	121
4	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الفضة بعد 9 أيام	121
5	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الفضة بعد 5 أيام	122
6	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الفضة بعد 7 أيام	122

7	طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الفضة النانوية المتكونة في مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطرية	124
8	طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الفضة النانوية المتكونة في مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة	124
9	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الذهب بعد 24 ساعة	130
10	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الذهب بعد 48 ساعة	130
11	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الذهب بعد 24 ساعة	131
12	طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الذهب بعد 48 ساعة	131
13	طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الذهب النانوية المتكونة في مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطازجة	132
14	طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الذهب النانوية المتكونة في مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة	133

الصور

رقم الصورة	العنوان	الصفحة
1	تعبئة أكياس Polypropylene بحبوب الدخن قبل التعقيم	32
2	نمو الفطر المحاري *Pleurotus* spp. على حبوب الدخن	32
3	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* spp. المنتجة	82
4	تغطية الأطباق بغزل الفطر المحاري بوجود غزل الفطريات الأخرى بعد 7 أيام	105
5	تداخل غزل الفطر المحاري مع مستعمرات البكتريا المرضية بعد 5 أيام	108
6	طبيعة نمو الفطريات الأخرى على الأوساط الصلبة المحتوية على رواشح غزل أنواع الفطر المحاري بعد 5 أيام من النمو	112
7	تغير اللون لمستخلص الماء الحار للثمار الجافة للفطر الاصفر مع نترات الفضة بعد 7 أيام	118

8	تغير اللون لمستخلص الماء الحار للثمار الطازجة للفطر الاصفر مع نترات الفضة بعد 7 أيام	119
9	تغير اللون لمستخلص الماء البارد للثمار الطازجة للفطر الاصفر مع نترات الفضة بعد 7 أيام	119
10	جزيئات الفضة النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الطازج بالمجهر FE-SEM	125
11	جزيئات الفضة النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الجاف بالمجهر FE-SEM	125
12	جزيئات الفضة النانوية المحضرة من مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطرية بالمجهر TEM	126
13	جزيئات الفضة النانوية المحضرة من مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة بالمجهر TEM	127
14	مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطازجة مع أملاح الذهب	128
15	مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة مع أملاح الذهب	128
16	جزيئات الذهب النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الطازج بالمجهر FE-SEM	134
17	جزيئات الذهب النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الجاف بالمجهر FE-SEM	134
18	جزيئات الذهب النانوية المحضرة من مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطرية بالمجهر TEM	135
19	جزيئات الذهب النانوية المحضرة من مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة بالمجهر TEM	136
20	الفعالية الحيوية لجزيئات الفضة النانوية المنتجة من مستخلص الأجسام الثمرية الطرية ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة	143
21	الفعالية الحيوية لمستخلص الأجسام الثمرية الطرية ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة	144
22	الفعالية الحيوية لجزيئات الفضة النانوية المنتجة من مستخلص الأجسام الثمرية الجافة ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة	145
23	الفعالية الحيوية لمستخلص الأجسام الثمرية الجافة ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة	146

الملاحق

رقم الملحق	العنوان	الصفحة
1	الأجهزة المستعملة في البحث	164
2	المواد والأدوات المختبرية والحقلية المستعملة في البحث	165
3	المواد الكيمياوية والكواشف المستعملة في البحث	166
4	الأوساط الزرعية المستعملة في البحث	167

5	علاقات الارتباط بين بعض الصفات لنمو غزل الفطر المحاري في الأطباق المحتوية على مستخلص الأوساط الزرعية	168
6	عدد الأيام اللازمة لامتلاء الأطباق بغزل الفطر المحاري *Pleurotus* spp. على الأوساط الصلبة لمستخلصات الأوساط الزرعية (الخلطات)	168
7	علاقات الارتباط بين الصفات الإنتاجية والمظهرية للفطر المحاري	168
8	علاقات الارتباط بين الإنتاجية وبعض صفات الوسط الزرعي	169

المختصرات

ت	الرمز	اسم المختصر
1	ATCC	American Type Culture Collection
2	BE	Biological Efficiency
3	EC	Electrical Conductivity
4	FDA	U.S. Food and Drug Administration
5	FE-SEM	Field Emission Scanning Electron Microscopy
6	FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
7	HDL	High-Density Lipoprotein
8	HIV	Human Immunodeficiency Virus
9	LDL	Low-Density Lipoprotein
10	MRC-UM	Mushroom Research Centre-University of Malaya
11	NARSA	Network on Antimicrobial Resistance in *Staphylococcus aureus*
12	OD	Optical Density
13	PAAF	Public Authority of Agriculture Affairs & Fish Resources - Kuwait
14	PDA	Potato Dextrose Agar
15	PDB	Potato Dextrose Broth
16	pH	Hydrogen Ion Concentration
17	SDA	Sabouraud Dextrose Agar
18	SDB	Sabouraud Dextrose Broth
19	SMS	Spent Mushroom Substrate
20	TCA	Trichloroacetic Acid
21	TDS	Total Dissolved Salts
22	TEM	Transmission Electron Microscopy

الفصل الأول

1 : المقدمة

يعتمد انتاج الفطر المحاري على أوساط زرعية معروفة منها تبن الحنطة ونظراً لكون مصدر الكاربون من أهم العوامل المؤثرة في كمية الإنتاج، لذا يؤخذ بنظر الاعتبار نوع المصدر الكاربوني وكميته المتوافرة بيئياً، فضلاً عن أهمية تخليص البيئة من المخلفات العضوية في حال كونها أحد ملوثات البيئة. إن توافر مخلفات النخيل بكثرة أدى إلى التفكير بإدخالها في خلطات مع نشارة الخشب وتبن الحنطة؛ لكون الأخيرة مادة علفية للمجترات يؤدي استعمالها وحدها إلى ارتفاع أثمان الإنتاج كذلك لتوفير خلطات جديدة تضمن انتاج الفطر المحاري بمواصفات مرغوبة. ويمكن استعمال ثمار الفطر في انتاج عدد من المضادات الحيوية للاستغناء عن المضادات الصناعية التي تسبب الطفرات للأحياء المجهرية المرضية.

وتعود الفطريات إلى الأحياء المتباينة التغذية (Heterotrophic)، فهي لا تستطيع صنع غذائها بنفسها، بل تعتمد على مصادر خارجية منها الترمم على المواد العضوية والأنسجة غير الحية (ويبستر، 1980)، وينتمي الفطر المحاري *Pleurotus* spp. إلى الفطريات البازيدية التي تضم عدداً كبيراً من الفطريات الغذائية التي تؤكل، والتي تتسم بانتشارها العالمي وقدرتها على التكيّف، ومن أهم أنواعها *Pleurotus ostreatus* الذي عُرِفَ منذ زمنٍ بعيد غذاءً وعلاجاً، ويأخذ الفطر المحاري *Pleurotus* spp. مكاناً مهماً على المستوى التجاري للفطريات الصالحة للأكل (Chang و Miles، 2004). ويضم العديد من الأنواع ذات الألوان والأشكال المختلفة التي تنتشر في أماكن متعددة من العالم، ويمكن زراعته باعتماد تقنيات بسيطة وقليلة الثمن (يبرق وجماعته، 2009 ; Ahmed وجماعته، 2009).

يمتلك الفطر المحاري *P. ostreatus* القدرة على التحويل الحيوي للكنين في المخلفات النباتية وخفضه لمحتوى اللكنين (حسن وجماعته، 2008)، كما استخدِمت المخلفات الناتجة من زراعته (SMS) في إنتاج الفطر *Agaricus blazei* (Gern وجماعته، 2010).

لايمكن الاعتماد على البروتين الحيواني كمصدر بروتيني، لأثمانه الباهضة، وعدم مقدرة متوسطي الدخل من الحصول على احتياجاتهم البروتينية منها، وقد استعمل الفطر الغذائي في القرون الوسطى غذاءً بديلاً عن اللحم ؛ لمحتواه البروتيني المعتدل، ولاحتوائه على أغلب الأحماض الأمينية الأساسية والفيتامينات (أبو زيد وكليب، 2009)، ويعد الفطر *P. ostreatus* مصدراً مهماً للعناصر النزرة، فضلاً عن كونه مصدراً غذائياً منخفض السعرات الحرارية (Badu وجماعته، 2011)، وخالياً من النشأ، كما يعد مصدراً للألياف (Santos-Neves وجماعته، 2008)، لذا استخدم الطب الصيني التقليدي (Traditional Chinese Medicine) هذا النوع من الفطريات لمنع الإصابة بأمراض القلب (Khatun وجماعته، 2012).

تعد سلالات الفطر المحاري بألوانها المختلفة مثل السلالة الرمادية الداكنة اللون (*P. ostreatus*)، والسلالة ذات اللون الأصفر (*P. cornucopiae*)، والسلالة ذات اللون الوردي (*P. salmoneostramineus*) من الأغذية الفعالة والمضادة للأكسدة والسرطان (Kim وجماعته، 2009). استخدام الفطر الغذائي مصدراً بروتينياً وفي الكثير من الصناعات الدوائية العلاجية والوقائية ضد العديد من الأمراض (أبو زيد وكليب، 2009)، ويجري الآن إنتاج المستخلصات والجزيئات المتناهية الصغر (النانوية) من أنواع الفطر المحاري؛ لاستخدامها في التطبيقات العلاجية ضد السرطان والأحياء المجهرية المرضية؛ لذلك استخدمت في إنتاج العلاجات ضمن ما يسمى بعلم الجزيئات المتناهية الصغر (Moghimi وجماعته، 2005).

وهذا مما يوجب البحث عن بدائل تمتلك صفات مشابهة؛ لاحتياجات الفطر المحاري إلى ما يتوافر محلياً، لذلك هدفت هذه الدراسة إلى:

1. إعداد أوساط غذائية (زرعية) مؤلفة من تبن الحنطة وألياف النخيل ونشارة الخشب وتدعيمها بالصخر الفوسفاتي، ومن ثمَّ تقليل عمليات التلوث بمخلفات النخيل.
2. دراسة الصفات الإنتاجية والمظهرية ومعرفة التركيبة الكيميائية لثمار أنواع الفطر المحاري المنماة على أوساط زرعية مختلفة.
3. تقييم تقنية تحضير الجزيئات المتناهية الصغر (النانوية) بهدف التقليل من استخدام المضادات الحيوية الصناعية، واختبار الفعالية الحيوية لأنواع الفطر المحاري المنتج ضد عدد من أنواع البكتريا والفطريات والخمائر الممرضة.

الفصل الثاني

2 : استعراض المراجع

2-1 : نبذة عن الفطر المحاري *Pleurotus* spp.

تعد الفطريات البازيدية (Basidiomycetes) من أرقى المجاميع الفطرية وأكثرها تعقيداً، إذ تكون أغلبها فطريات كبيرة الحجم، وتمتاز بكونها متطفلة المعيشة أو مترممة في التربة الغنية بالمواد العضوية وعلى بقايا جذوع الأشجار، وكتل الأخشاب المتساقطة في الغابات، وتضم قُرابة 20000-25000 نوعاً موزعة ضمن أكثر من 550 جنساً، والفطريات البازيدية التي تؤكل منتشرة عالمياً ومعروفة منذ القدم، وبدأت زراعتها تجارياً في باليابان ودول أوربا والولايات المتحدة (السهيلي وجماعته، 1993).

ينمو الفطر المحاري *P. ostreatus* على بقايا الخشب والمخلفات النباتية فصل الربيع والخريف بصورة مترممة (Stamets و Chilton، 1983)، كما ينمو الفطر المحاري طبيعياً في أثناء فصل الشتاء في المناطق المعتدلة أو المناطق شبه الاستوائية على جذور الأشجار المختلفة (Chang و Miles، 2004).

سجلت أول زراعة للفطر المحاري *Pleurotus ostreatus* سنة 1871م في ألمانيا (Kummer، 1871)، في حين أُنتج أول فطر غذائي سنة 1600م وذلك بزراعة الفطر الغذائي الأبيض *Agaricus bisporus* في فرنسا، وكان أول إنتاج تجاري للفطر المحاري سنة 1900م للنوع *P. ostreatus* ثم في سنة 1958م زُرِعَ النوعان *P. ferulae* و *P. florida* تلاهما زراعة النوع الوردي *P. flabellatus* ونوع أذن البحر (Abalone) *P. cystidiosus* سنة 1962 و 1969 بحسب الترتيب، وفي سنة 1974م زُرِع نوع ذيل طير العنقاء *P. sajor-caju* والنوع *P. citrinopileatus*، في حين كان آخر الأنواع زراعةً النوع *P. sapidus* سنة 1983

(Chang و Miles، 2004) وفي تسعينيات القرن العشرين زرع النوع ذو اللون الوردي *P. salmonicolor* (Vilgalys و Sun، 1994)، ويعد الفطر *Pleurotus* spp. واحداً من ضمن 24 جنساً تكثر في الغابات، وتُنمى في المزارع وتُباع تجارياً على مستوى العالم (Thomas و Schumann، 1993).

إن الفطر المحاري أحد أكثر الفطريات الصالحة للأكل شعبيةً، ويأتي عالمياً بالمرتبة الثالثة بعد الفطر الزراعي الأبيض (White Button) *Agaricus bisporus* و الفطر شيتاكي (Shiitake) *Lentinula edodes* (MushWorld، 2004)، وبالمرتبة الثانية بعد الفطر الزراعي الأبيض على مستوى الوطن العربي والعراق (PAAF، 2004)، بدأت زراعة الفطر المحاري عام 1900 بأمريكيا، وبدأت زراعته في ألمانيا منذ الحرب العالمية الأولى (Chang و Miles، 2004). وأول زراعة بطرائق حديثة للفطر المحاري *P. ostreatus* كانت على يد الألماني Falck سنة 1917 (Hofrichter، 2010)، وأول زراعة للفطر المحاري في العراق عام 1996 إذ استزرعت عدة انواع منه *P. ostreatus* الأبيض والرمادي والفطر *P. sajor-caju* على أوساط مخلفات زراعية مختلفة (Hassan, 1996) كما زُرِعَ الفطر المحاري *P. ostreatus* في العراق في عدد قليل من المزارع الفردية الصغيرة ولاسيما في شمال العراق سنة 2010، بحسب ما جاء به تقرير الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية في العراق، في حين بدأت زراعة الفطر الزراعي الأبيض *Agaricus bisporus* عام 1984 في مزرعة الحميدية في محافظة الأنبار (USAID-Inma، 2011).

زاد الاهتمام بالفطر المحاري *Pleurotus* spp. في عام 1986 إذ شكلت زراعته بأنواعه المختلفة مايقرب 7.7% من الإنتاج العالمي للفطريات الغذائية، وارتفعت نسبة الإنتاج لتصل إلى أكثر من 14% في عام 1997، وقد تصدرت الصين قائمة الدول المنتجة لهذا الفطر عام 1997

منتجة 760675.184 ألف طن أي ما نسبته 86.8% من الإنتاج العالمي من هذا الفطر البالغ 876377.992 ألف طن (Chang و Miles، 2004)، وفي أمريكا تزايد إنتاج الفطر المحاري بنسبة 338% في المدة من 1986 حتى 2006 (يبرق وجماعته، 2009).

لقد زاد إنتاج الفطر المحاري (Oyster Mushroom) بسرعة ولاسيما في بلدان أوربا مثل إيطاليا وألمانيا وهولندا، وكذلك في آسيا كما في أندونيسا، وكذلك بدأت زراعته بأفريقيا في بلدان مثل نايجيريا وتنزانيا وزامبيا، وبأمريكا كما في المكسيك والبرازيل وكولومبيا وكندا والولايات المتحدة وملاوي؛ لسهولة زراعته وإنتاجه العالي والقيمة الغذائية والطبية له، ويمتلك مكاناً مهماً في حل مشكلة الفضلات العضوية بإعادة تدويرها، والاستفادة منها، إذ أُنتج الفطر المحاري بعد تنميته على وسط تبن الحنطة وتبن الرز وعدد واسع من المواد اللكنوسليلوزية (Chang و Miles، 2004 ; Gregori وجماعته، 2007).

2-2 : تصنيف الفطر المحاري *Pleurotus* spp. ومواصفاته وأهم أنواعه

يعود الفطر المحاري (Oyster Mushroom) جنس *Pleurotus* إلى شعبة الفطريات البازيدية Phyllum:Basidiomycota صف Class:Agaricomycetes وتحت صنف Sub-Class:Agaricomycetidae ورتبة Order:Agaricales (Vilgalys و Sun، 1994)، وعائلة Family:Pleurotaceae بحسب آخر تصنيف لمملكة الفطريات (Hibbett وجماعته، 2007)، في حين كان ينتمي إلى عائلة Tricholomataceae (Chang و Miles، 2004).

يعد الفطر المحاري من الفطريات الواسعة الانتشار، ويتميز بامتلاكه أربعة أبواغ Spores بازيدية أحادية المجموعة الكروموسومية، والخيوط الفطرية تحوي اتصالات كلابية Clamp

Connection، ومن الصعوبة التفريق بين أنواعه؛ للتشابه المظهري الكبير من جهة، والتأثيرات البيئية في شكله من جهة أخرى (Mitchel و Smith، 1978)، وفي عام 1996 سُجل قُرابة 70 نوعاً منه عالمياً (MushWorld، 2004). وأكثر أنواع الفطر المحاري شيوعاً ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* والأنواع ذات اللون الذهبي *P. citrinopileatus* و *P. ostreatoroseus* و *P. pulmonarius* و *P. eryngii* والنوع ذو اللون الأبيض *P. florida* (Stamets و Chilton، 1983)، ومن أهم الأنواع التجارية للفطر *P. ostreatus* (Jacq:Fr.) Kummer و *P. florida* و *P. eryngii* و *P. sajor-caju* و (*P. abalonus*) *P. cystidiosus* و *P. citrinopileatus* (*P. coruncopiae*) (MushWorld، 2004)، وقد استخدم العالم الألماني Paul Kummer الفطر *P. ostreatus* (Jacq:Fr.) Kummer منذ عام 1871 غذاءً وعلاجاً، ويعد هذا العالم صاحب التسمية الثنائية لهذا الفطر (Kummer، 1871). وتعد هذه السلالة الآن من أهم السلالات في المجال التجاري للفطريات الغذائية الصالحة للأكل؛ لأنها واسعة التكيّف للظروف البيئية وتحليل المخلفات السليلوزية، لذا تعد هذه السلالة أفضل سلالة معروفة من ضمن أنواع الفطر المحاري (Chang و Miles، 2004).

ويضم الفطر المحاري ذو اللون الوردي أنواع أُخر *P. ostreatoroseus* و *P. eous* و *P. flabellatus* و *P. djamor* و *P. salmoneostramineus* (Junior وجماعته، 2010). وقد زادت عمليات التضريب الوراثي من أصنافه الهجينة بإنتاج سلالات ذوات إنتاجية عالية (Kumara و Edirimanna، 2009).

سمي الفطر المحاري Oyster Mushroom بهذا الاسم؛ لأن قبعة Pileus جسمه الثمري تشبة صدفة المحار Oyster، إذ تكون منحنية للأسفل وتتصل بها ساق Stipe جانبية الموقع، ويختلف طولها بحسب مكان النمو وظروفه، والثمرة رقيقة وحافتها مستوية ومجعدة واسعة

وذات لون متغير بحسب سلالة الفطر، لون الخياشيم Gills والأبواغ Spores بيضاء أو صفراء أو وردية أو سوداء أو بحسب سلالة الفطر المحاري (Stamets و Chilton، 1983 ; Chang و Miles، 2004)، كما يسمي: بفطر البلوروتس نسبةً إلى الاسم العلمي لاسم الجنس أو يسمى: أويستر نسبةً إلى اسمه الإنكليزي الشائع Oyster (PAAF، 2004)، أو الصدفي نسبة إلى مظهره المشابه لصدفة المحار (يبرق وجماعته، 2009)، ينمو في عناقيد من القبعات المتتالية فوق بعضها، وقطر القبعة بين 5–15 سم، والقبعات لماعة ملساء منحنية ناحية الساق (أبو زيد وكليب، 2009).

3-2 : الأوساط الإنتاجية المستعملة في زراعة الفطر *Pleurotus* spp.

يعيش الفطر المحاري بصورة مترممة على المواد العضوية الميتة والمتحللة أو المتطفلة على كائنات حية أخرى (البهادلي والزهرون، 1991 ; Thomas و Schumann، 1993). ويستطيع الفطر المحاري النمو واستهلاك أنواع مختلفة من المخلفات، وهذه نقطة تميزه عن باقي أنواع الفطريات الغذائية (Cohen وجماعته، 2002)، وعلى الرغم من أن الانتاج التجاري للفطر المحاري يعتمد على تبن الحنطة بشكل أساسي، إلا أن العديد من الدراسات اختبرت استعمال مخلفات زراعية وصناعية مختلفة، كنشارة الخشب وتبن المحاصيل الزراعية بوصفها أوساطاً زرعية إنتاجية (Badu وجماعته، 2011). وبسبب قدرة الفطر المحاري على تحليل المخلفات السليلوزية الملكننة الزراعية فقد نجح إنتاجه على مخلفات سليلوزية، مثل: تبن الحنطة والشعير وتبن الرز وبقايا البقوليات والقصب والبردي ومخلفات الذرة والقطن وبذوره ونشارة الخشب وأوراق الموز والقهوة وورق الكتابة والورق المقوّى (الكارتون) والحشائش بعد تدعيمها بمدعمات مختلفة، مثل: نخالة الحنطة وفول الصويا والشوفان ونخالة الرز والصخر الفوسفاتي؛ لزيادة الإنتاجية (Pandey، 2008 ; Ahmed وجماعته، 2009 ; العيساوي، 2011 ; Kulshreshtha وجماعته، 2013).

نجحت مخلفات النخيل (كرب وليف وسعف) لإنتاج الفطر المحاري *P. ostreatus* في العراق حديثاً (حسن، 2011)، نتيجة زيادة المخلفات الناتجة من الإهمال الشديد للنخيل، إذ قلّ عدد النخيل في العراق لقرابة 8 ملايين نخلة بحسب تقرير الجهاز المركزي للإحصاء (Ismail وجماعته، 2010)، كما استعملت مخلفات النخيل في إيران بشكل خليط مع تبن الحنطة في تنمية غزل النوعين *P. ostreatus* و *P. florida* في المختبر (Kabirifard وجماعته، 2012).

وتُعتمد التخمرات الصلبة في تحليل اللكنين لإنتاج الفطر الغذائي والأعلاف الحيوانية والأنزيمات (Gregori وجماعته، 2007)، ويشكل السليلوز 40–50% من تركيب الجدار الخلوي في خلايا النباتات الناضجة، مما يشكل مصدراً مهماً ومتوافراً للفطريات البازيدية خاصة، لقدرتها على تحليل السليلوز واللكنين بأنزيمات خارجية (ديكن، 1983)، ويعد اللكنين من أكثر المركبات الحلقية وفرةً على سطح الأرض بعد السليلوز، وتعمل الفطريات والفطر المحاري خاصة على تحليله وتكوين الكتلة الحيوية (Crawford، 1981 ; Alam وجماعته، 2004). ويتجزأ اللكنين بعملية الأكسدة الأنزيمية بأنزيمات Oxygenase التي هي عملية تحلل مائي بوجود مواد أساسية كالسليلوز Cellulose والسلوبايوز Cellobiose (ديكن، 1983)، إذ يُنتج الفطر المحاري *P. ostreatus* عدداً من الأنزيمات خلال عملية تحليل المخلفات الزراعية، منها للأكسدة، Oxidative وتشمل Laccase و Manganase Peroxidase و Lignin Peroxidase ومنها أنزيمات التحلل المائي Hydrolytic وتشمل أنزيمات Cellulases و Xylanases و Tanases (Luz وجماعته، 2012).

يُزرع الفطر المحاري في اليابان على خليط نشارة الخشب والنخالة بنسبة 1:4 ومحتوى رطوبي 65% (Bao وجماعته، 2004b)، ولايحتاج إلى طبقة تغطية كما هو الحال في زراعة الفطر الغذائي الأبيض *A. bisporus*، لذا زراعته سهلة وغير مكلفة ولاتحتاج إلى ظروف صعبة

(Stamets و Chilton، 1983)، ودَرس حميدان وجماعته (2009) تأثير سبعة أوساط زراعية في التركيب الكيميائي للفطر المحاري *P. ostreatus*، وهي تبن الحنطة وكوالح الذرة ومخلفات القطن ونشارة الخشب. ونجح Futty (2003) في زراعة عدد من السلالات المتحملة للحرارة ولظروف الجفاف باستخدام مصادر كاربون متوافرة محلياً من حشائش وأوراق الموز ومخلفات قصب السكر. في حين استعمل Junior وجماعته (2010) الفحم (Charcoal)، ونخالة الرز في تدعيم إنتاج الفطر المحاري *P. ostreatus* و *P. djamor*، واستعمل العيساوي (2011) التدعيم بالصخر الفوسفاتي بنسبة 55 و10% من الوزن الجاف للوسط الزرعي؛ لتحسين وسط الإنتاج المحتوي على مخلفات الورق لإنتاج الفطر المحاري، كما استعمل Moda وجماعته (2005) مغذيات معدنية لتدعيم وإنتاج الفطر المحاري *P. sajor-caju* مع مخلفات القصب فأدى إلى ارتفاع الكفاءة الحيوية بنسبة 30.03% مقارنة مع 26.63% بغياب هذه المدعمات. واستعمل Royse (2002) تبن الحنطة وبذور القطن وحجر الكلس في إنتاجه، واستعمل Leon (2003) تبن الحنطة وتبن القهوة وأكواز الذرة في الإنتاج. في حين لم يكن لفضلات عصر ثمار الزيتون أي تأثير في زيادة الإنتاج (Gregori وجماعته، 2007).

4-2 : المتطلبات الأساسية لنمو الفطر المحاري *Pleurotus* spp.

1-4-2 : المتطلبات الكيميائية

1-1-4-2 : محتوى الكاربون

يعد اللكنين ثاني مصادر الكاربون انتشاراً بعد السليلوز، الذي هو من أكثر مكونات المخلفات العضوية المتراكمة في البيئة، وتعمل الأحياء المجهرية على تحليله واستعماله، بوصفه مصدراً مهماً للطاقة (Crawford، 1981 ; Alam وجماعته، 2004)، ومنها الفطر المحاري

بأنواعـه المختلفـة إذ يكـون محلـلاً أوليـاً للكنـين Lignin، واللكنـو سـليلوز Lignocellulose كالخشب والسليلوز Cellulose كتبن الحنطة، وتصلح المخلفات الناتجة من زراعة الفطر المحاري وسطاً مهماً لزراعة الفطر الغذائي الأبيض *A. bisporus* بوصف الأخير محللاً ثانوياً (ديكن، Leon ; 1983، Badu ; 2003 وجماعته، 2011).

تُستخدم مصادر الكاربون العضوية، مثل مخلفات المحاصيل الزراعية بحسب الأنواع المتوافرة محلياً في البلد الذي يُنتج فيه الفطر المحاري وبقية الفطريات الغذائية الأخرى (Futty، 2003)، إذ استُخدم الفحم Charcoal كمدعم لإنتاج *P. ostreatus* و *P. djamor* (Junior وجماعته، 2010). وأُجريت العديد من الدراسات لاختبار قدرة عدد كبير من المخلفات الزراعية والصناعية المختلفة كمصادر كاربون رئيسة في الإنتاج (Badu وجماعته، 2011).

تحصل معظم الأحياء المجهرية على الكاربون (الذي يشكل 50% من وزن خلاياها) من المادة العضوية التي تقوم بتحليلها، وعادة يتم تمثيل 20–40% من كاربون المادة العضوية المستهلكة تحت الظروف الهوائية بفعل الاحياء المجهرية، أما الباقي فينطلق بشكل غاز CO_2، أو يتراكم بصورة مخلفات أو يدخل في ضمن نواتج التمثيل الغذائي، وتكون الفطريات أكثر الأحياء المجهرية كفاءةً في عمليات التمثيل الغذائي، إذ إن كمية CO_2 التي تطلقها من وحدة الكاربون المحوّل تحت الظروف الهوائية تقل عن مثيلاتها الناتجة بفعل الأحياء المجهرية الأخرى، فعندما تقوم الفطريات بتحليل المادة العضوية، فإن 30–40% من كاربون المادة العضوية يتم تمثيله واستعماله في إنتاج غزل جديد للفطر (مسلط ومصلح، 2012)، وتكون مصادر الكاربون مهمة عند زيادة توافر الكاربوهيدرات لزيادة إنتاج الأنزيمات المحللة للكنين، مما يُسهم في نمو الفطريات وزيادة الكتلة الحيوية (Mikiashvili وجماعته، 2006). إن الكلوكوز المستخدم مختبرياً (*In Vitro*) هو أفضل مصدر كاربوني للفطر المحاري *P. ostreatus* (Nwokoye وجماعته،

2010). وأكّد Vamanu وجماعته (2011b)، أن أعلى كتلة حيوية تكوّنت للفطر المحاري *P. ostreatus* في الأوساط المختبرية السائلة والصلبة باعتماد مصادر كاربون كاللاكتوز والسكروز والكلوكوز بنسبة 2%.

2-1-4-2 : محتوى النتروجين

يستهلك الفطر المحاري *P. ostreatus* بعض الأحماض الأمينية منها الأسبارجين Asparagine في المزارع السائلة؛ لقدرته على استهلاك نتروجين الأحماض الأمينية، ويكوّن وزناً جافاً عالياً مقارنة بتنميته على مصدر نتروجيني كالنترات، إذ لايمكنه أن يستهلك النتروجين بصورة النترات، مثل نترات البوتاسيوم (Hacskaylo وجماعته، 1954)، وفي هذا الشأن أشار Royse (2008) إلى وجود علاقة طردية بين محتوى النتروجين لوسط الزراعة وكمية الحاصل، وذكر أن نمو الغزل الفطري يكون أسرع على الوسط الزرعي ذي المحتوى النتروجيني الواطىء.

لا تستطيع الفطريات البازيدية استغلال النترات بوصفها مصدراً للنتروجين؛ لعدم احتوائها على أنزيمات اختزال النترات (ديكن، 1983)، ويمكن زيادة محتوى النتروجين في وسط الزراعة بإضافة المدعمات النتروجينية كالأسمدة الصناعية (Beyer، 2003a) أو بوساطة المدعمات الحيوية كالبكتريا المثبتة للنتروجين *Azotobacter* spp. (حمد، 2005). ووجد Alam وجماعته (2010) أن أفضل مصدر نتروجيني للفطر *P. ostreatus* في الأوساط الصلبة، هو Ammonium Acetate والحامض الأميني Glycine. ويعتمد نمو الفطر المحاري بوجود المواد اللكنوسليلوزية على نسبة C:N وإن إضافة النتروجين إلى الأوساط الفقيرة يساعد على تحسين الإنتاج، وتصل هذه النسبة في تبن الحنطة إلى 84.32 (Dundar وجماعته، 2009).

3-1-4-2 : الرقم الهيدروجيني (pH) للوسط الزرعي

يعد الرقم الهيدروجيني عاملاً مهماً للإنتاج الجيد للفطر المحاري (Khan وجماعته، 2013)، وفي هذا الخصوص أشار Kashangura (2008) إلى أن مدى الرقم الهيدروجيني لعدة أنواع من الفطر المحاري كان أكثر من 2 وأقل من 12، إذ ينمو عدد قليل من الأنواع بقيمة 12. وإن الدرجة المثلى لقيمة الرقم الهيدروجيني هي 7 (PAAF، 2004)، ويُضاف الكلس $CaCO_3$ لوسط الزراعة لتعديل قيمة الرقم الهيدروجيني لتصبح بحدود 8.0-7.5 (Shandilya، 1986)، ووُجد أن الرقم الهيدروجيني للوسط الزرعي المتكوّن من نشارة الخشب ونخالة الحنطة أو لوسط تبن الحنطة بين 6.8–7.0 (Stamets و Chilton، 1983)، وقد حصل نمو للقاح الفطري (البزار) في وسط قيمة الرقم الهيدروجيني له 8.2-6.5 (Royse، 2008)، في حين أضاف مسلط (2002) كاربونات الكاسيوم وكبريتات الكالسيوم الى الحبوب عند انتاجه لبزار الفطر المحاري.

وجد Alam وجماعته (2010) أن أفضل معدل لنمو الفطر المحاري *P. ostreatus* بلغ أكثر من 85 ملم على الأوساط الصناعية الصلبة ذات الرقم الهيدروجيني 7، في حين انخفض معدل النمو كلما ارتفع الرقم الهيدروجيني أو انخفض عن هذا المستوى. وأشار Khan وجماعته (2013) إلى أن أفضل نمو لغزل الفطر المحاري وأفضل إنتاج كان عند الرقم الهيدروجيني 7.8 الذي حُصِلَ عليه بعد إضافة 2% من $CaCO_3$ إلى الوسط الزرعي. كما جرى تنمية غزل الفطر *P. ostreatus* في وسط سائل ذي رقم هيدروجيني 4.5–4.8 يحتوي على Asparagine (Hacskaylo وجماعته، 1954). ووجد Neelam وجماعته (2013) أن أسرع نمو للفطر المحاري *P. ostreatus* و *P. florida* في وسط PDB كان ضمن رقم هيدروجيني 5.5، وعدّت القيمة بين 6.5–8.5 معتدلة النمو في حين لم يحدث نمو في ضمن القيمة 2.5 و 9.5.

2-4-2 : المتطلبات الفيزياوية

1-2-4-2 : درجة الحرارة

إن متطلبات نمو الفطر المحاري من الحرارة مرنة نسبياً، فمن خلال التجربة وجد إمكانية زراعته في درجات حرارة بين 15 و30 مئوية (يبرق وجماعته، 2009) مما يُشجّع زراعته في أوقات مختلفة من السنة وفي مناطق مختلفة من العالم (Ahmed وجماعته، 2009)، ويمتلك هذا الفطر أكبر عدد من الأنواع التي تنمو في المناطق المعتدلة (Santos-Neves وجماعته، 2008). وتعد درجة الحرارة 25 مئوية المثلى لنمو خيوط الفطر المحاري *P. ostreatus* ، و 25–30 مئوية للنوع *P. cornucopiae*، أما الحرارة اللازمة لظهور الدبابيس Primordia فهي 10–15 و 20–25 مئوية بحسب الترتيب، ولتطوير نمو الدبابيس وتكوين الأجسام الثمرية تحتاج إلى حرارة 10–17 و 20–30 مئوية بحسب الترتيب (MushWorld، 2004)، وأظهرت التجارب أن التنمية ضمن حرارة بين 25-29 مئوية تعطي أسرع نمو للخيوط الفطرية وإن درجة حرارة 40 مئوية لمدة 48 ساعة تؤدي إلى قتل لقاح الفطر "البزار" Spawn (Stamets و Chilton، 1983).

إن الحرارة اللازمة لتكوين بادئات الأجسام الثمرية Primordia التي تتراوح بين 12–15 مئوية تدعى بصدمة البرودة Cold Shock ومن دونها تتأخر أو لاتتكوّن الأجسام الثمرية في بعض الأنواع وذلك بمساعدة الضوء والتهوية (Stamets و Chilton، 1983 ; MushWorld، 2004). في حين أشار Kashangura (2008) إلى أن نمو الفطر المحاري يتوقف في درجة 37 مئوية.

2-2-4-2 : الضوء

تنمو معظم الفطريات الغذائية بصورة جيدة في الظلام (الشكري، 1991)، إذ إن الفطر الغذائي *A. bisporus* لايستخدم طاقة ضوء الشمس كما هو الحال في النباتات لعدم احتوائه على اليخضور (رضوان، 2002)؛ وينمو على المادة العضوية المتحللة (Stephens، 2003)، في حين يحتاج الفطر المحاري *Pleurotus* spp. إلى الضوء بشكل صناعي (مصابيح فلورسنت) في مرحلة تكوين الأجسام الثمرية وبغيره لا تتكون الأجسام الثمرية (Beyer، 2003b).

يمكن استخدام ضوء بشدة 200 شمعة Lux بوساطة مصابيح فلورسنت (Bao وجماعته، 2004a) أو بوساطة مصابيح فلورسنت مسيطر عليها ذات ضوء أبيض بشدة إضاءة 50–300 شمعة (Royse، 2002) أو 50–500 شمعة (MushWorld، 2004)، ويحتاج الفطر المحاري إلى إضاءة لمدة 12 ساعة يوم$^{-1}$ في مرحلتي الدبابيس والإثمار، في حين لايحتاج إنتاج البزار إلى الضوء نهائياً، وقد يتغير لون الفطر *P. ostreatus* اعتماداً على شدة الإضاءة المتوافرة (Stamets و Chilton، 1983). وتكمن أهمية الإضاءة من خلال تبديلها وتطويرها لبعض المسارات الكيموحيوية، فمن المحتمل إسهام نظام استقبال الضوء ومسارات نقل الإشارة في تطوير هذه العملية عن طريق تحفيز إنتاج بعض المواد الكيموحيوية لتشارك في التفاعلات التي تقود إلى تكوين الأجسام الثمرية، وإن حامض الأسكوربيك Ascorbic Acid مهم جداً في تحفيز التخليق الضوئي في *P. ostreatus* وإجراء تغييرات فسلجية فيه (Lee وجماعته، 2011).

2-2-4-3 : الرطوبة

إن الفطريات قليلة الاعتماد على وجود الماء بشكل حر مقارنة بالبكتريا؛ وذلك لقدرة الخيوط الفطرية Hypha على الامتداد إلى بيئات جديدة، وينحصر نمو خيوط الفطر في البيئات

الرطبة؛ لأن الماء ضروري لنفوذ الأنزيمات والمواد المغذية (ديكن، 1983)، ويحتاج الفطر المحاري إلى رش الماء مرة أو مرتين يومياً في مرحلة الدبابيس حتى وصول الأجسام الثمرية إلى 30%–40% من حجمها، ثم تكون الحاجة إلى الماء من أجل منع تشقق قبعات الثمار، وتكون الرطوبة النسبية لنمو البزار 90%–100%، ولتكوين الدبابيس 95%، وبين 85%–92% عند الجني، أما رطوبة الوسط الزرعي فتكون بمقدار 75% لتبن الحنطة (Stamets و Chilton، 1983)، أو 65% لخليط نشارة الخشب مع نخالة الحنطة أو نخالة الرز (Bao وجماعته، 2004b)، علماً أن المحتوى الرطوبي للأجسام الثمرية للفطر المحاري قد يصل إلى نحو 91% (Stamets و Chilton، 1983).

4-2-4-2 : التهوية

إن إنتاج بزار الفطر المحاري *Pleurotus* spp. قد لايحتاج إلى تغيير الهواء، وإن وجود ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 بنسبة 20% من حجم الهواء أو يكون بتركيز 20000–28000 مللتر لتر$^{-1}$ يعمل على تحفيز نمو البزار (Stamets و Chilton، 1983)، كما لوحظ تكوّن غاز CO_2 بتركيز 40% في الحاويات المخصصة لنمو غزل الفطر المحاري، وإن تركيز 28% من هذا الغاز يُحفز نمو غزل الفطر *P. ostreatus* (MushWorld، 2004)، لذا تكون غرف التنمية قبل تكوّن الأجسام الثمرية من غير تهوية (Hayes و Shandilya، 1977).

وتبرز في مرحلة تكوين الأجسام الثمرية الحاجة إلى أنظمة تهوية كفوءة لضمان نجاح تنمية الفطر الغذائي بشكل تجاري (Beyer، 2003a)، في هذه الحالة يُستحسن استخدام مفرغات الهواء في الأماكن المغلقة (PAAF، 2004)، وتبرز أهمية التهوية في التخلص من المستويات المرتفعة من غاز CO_2 الذي يؤدي إلى تكوّن ثمار طويلة الساق وذات قبعات صغيرة القطر،

ولغرض الحصول على ثمار ذات ساق قصيرة وقبعة عريضة (MushWorld، 2004)، يمرر هواء نقي لخفض مستويات غاز CO_2 إلى أقل من 700 مللتر لتر$^{-1}$ (Royse، 2002)، ويحتاج الفطر المحاري إلى تركيز غاز CO_2 أقل من 600 مللتر لتر$^{-1}$ عند تكوّن الدبابيس عن طريق إبدال الهواء كل 4 ساعات، ويستمر في مرحلة الجني (Stamets و Chilton، 1983)، وتقدّر احتياجات الفطر *P. ostreatus* و *P. cornucopiae* من غاز CO_2 إلى أقل من 1000 مللتر لتر$^{-1}$ (PAAF، 2004).

2-5: القيمة الغذائية والطبية للفطر المحاري *Pleurotus* spp.

استخدمت الفطريات الغذائية كمنتجات غذائية وطبية منذ العصور القديمة، وإن العالم هيبو قراطس (400 ق.م.) هو أول من ذكر الأهمية الطبية للفطر الغذائي، وفي سنة 1652م استُخدم عصير الفطريات الغذائية لعلاج الدمامل والبثور (أبو زيد وكليب، 2009)، وإن إضافة الفطر المحاري *Pleurotus* spp. الجاف بنسبة 4% إلى أي وجبة غذائية عالية الكولستيرول يقلّل من تجمّع الكولستيرول في مصل الدم وتراكمه في كبد الفئران المختبرية، ويمتلك الفطر المحاري *P. ostreatus* تأثيراً مخفضاً للكولستيرول في الفئران. وأشار Gregori وجماعته (2007) إلى أن مسحوق الفطر المحاري *P. ostreatus* مهم في علاج ارتفاع الكولستيرول، وأن مستخلصات الأجسام الثمرية للنوع *P. citrinopileatus* تمتلك تأثيرات مخفضة للدهون الثلاثية (Triglyceride) ومستويات الكولستيرول الكلية في مصل دم الفئران المختبرية في حين تزداد البروتينات الدهنية عالية الكثافة High-density lipoprotein (HDL) معنوياً، في حين لاحظ أن راشح مزرعة الفطر المحاري *P. citrinopileatus* مهم لمعالجة الفئران المصابة بمرض السكري. وللأغراض العلاجية فليس من الضروري استخدام الفطريات الغذائية بشكلها الكامل بل

تستخدم المسحوق الجاف لأجسامها الثمرية أو مستخلصاتها مع الأغذية أو مع الأعشاب (Smith وجماعته، 2002). فاقترح Khatun وجماعته (2012) أن يكون الفطر المحاري مادة غذائية طبيعية مخفضة للكولستيرول مع غذاء الانسان.

يحتوى الفطر ذو اللون الأصفر *P. coruncopiae* على مادتي Lovastatin المضادة للكولستيرول و Lectin المضادة للتراص الدموي Hemagglutination (Cohen وجماعته، 2002)، في حين أقرت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية Food and Drug Administration (FDA) اعتماد Lovastatin ونظائرها مادة صيدلانية (Gregori وجماعته، 2007)، ولاحظ Bao وجماعته (2004b) أن سلالة النوع الوردي *P. salmoneostramineus* غنية بالبروتينات والأحماض الأمينية الأساسية والألياف والكاربوهيدرات والفيتامينات.

أُنجزت العديد من الدراسات الخاصة بفعاليتها ضد الأورام باعتماد الأجسام الثمرية للفطر الغذائي أو منتجاته الأيضية في الأوساط السائلة، ويمتلك الفطر الغذائي فعّاليةً مهمة ضد الأورام والشيخوخة لذلك يتم البحث عن سلالات جديدة مضادة للأورام (Vamanu وجماعته، 2011a ; Iwalokun وجماعته، 2007). كما وُجِد أن المنتجات الأيضية للفطر الغذائي تُحفّز المناعة فضلاً عن كونها مضادة للأورام (Vamanu وجماعته، 2011a)، بفعل السكريات المتعددة (Polysaccharides) والتربينات (Terpens) واللكتينات (Lectins) التي تحويها (David وجماعته، 2012).

اهتم الباحثون في مجال الطب البديل بدراسة أنواع عديدة من الفطريات الغذائية، ووُجِد أن المستخلص المائي للفطر المحاري *P. citrinopileatus* محفز جيد للمناعة من خلال زيادة عدد خلايا البلعمة Phagocytes داخل المختبر (في الأنبوبة) (*In Vitro*) بفعل السكريات المتعددة Polysaccharides الموجودة فيه (Gregori وجماعته، 2007). ووجد أن لها فاعلية ضد

طفيلي البلازموديوم بتحفيزه للمناعة وإنتاج المضادات الحيوية (David وجماعته، 2012)، إن الفطر *P. ostreatus* فعّال ضد فايروس نقص المناعة (HIV) بإنتاج بروتين يشبه Ubiquitin (Wang و Ng، 2000)، يكون تأثير السكريات المتعددة بشكل غير مباشرة من خلال تحسين استجابة الجهاز المناعي للمضيف من خلال زيادة نشاط وفعّالية خلايا البلعمة في التهام البكتريا المرضية والفايروسات (David وجماعته، 2012).

إن الفطريات الغذائية تكوّن السكريات المتعددة التي تثبط نمو عدد من أنواع الخلايا السرطانية، وإن العديد من السكريات المتعددة والبروتينات المعزولة من غزول وأجسام الفطر المحاري أعطت فعلاً إيجابياً في اختزال السرطانات المختلفة داخل أجسام الحيوانات المختبرية (*In Vivo*) أوخارجها (*In Vitro*) (Gregori وجماعته، 2007)، وأعطى المستخلص الميثانولي لغزل الفطر *P. ostreatus* EVFB1 فاعلية ضد الأكسدة بلغت نسبتها 89%، في حين أعطى المستخلص الإيثانولي لغزل السلالة EVFB4 فاعلية بلغت نسبتها 94.54%، وقد أبدت الأخيرة فاعلية ضد ميكروبية عالية تجاه البكتريا السالبة والموجبة لملون كرام بالمقارنة بالمستخلص الميثانولي للسلالة ذاتها (Vamanu وجماعته، 2011b).

وجد Lin و Wang (1998) أن النوع ذا اللون الوردي *P. salmoneostramineus* فعّال ضد الأكسدة أكثر من الفطر الغذائي *Agrocybe aegerita*. وقد أشار Kim وجماعته (2009) إلى أن كلاً من الفطرين المحاريين ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* وذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* أعطيا فعّالية جيدة في تثبيط خلايا سرطان قولون الانسان HT-29 بنسبة تثبيط 39.9% و 40.70% بحسب الترتيب، في حين وجدوا أن الفطر المحاري ذا اللون الأصفر *P. coruncopiae* فعّال ضد الجذور الحرة Free Radical للمركبات وفي تقليل السعرات الحرارية وأنه ذو محتوى عالي من الفينولات الكلية. كما وُجِد أن المستخلص الميثانولي

والاسيتوني للفطر المحاري الوردي *P. salmoneostramineus* يمتلك قدرة طبيعية ضد الأكسدة وأنه ذو محتوى من الفينولات الكلية أكثر مما في مستخلصه في الماء الحار (Alam وجماعته، 2011)، وقد أشار Gregori وجماعته (2007) إلى أن لمادتي Pleuran و β-Glucan المعزولة من *P. ostreatus* فاعلية ضد الأكسدة وقلّلت من ضرر سرطان القولون في الفأر. ويُنتج الفطر المحاري *P. ostreatus* عدد من الفيتامينات مثل: B1 و B2 و B5 و B6 و Pyridoxine و B7 (Solomko و Eliseeva، 1988)، وإن ثمار الفطر *P. ostreatus* الأبيض والرمادي والفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. salmoneostramineus*، تحوي مادة Ergothioneine المضادة للأكسدة (Chen وجماعته، 2012).

6-2: الفعالية الحيوية للفطر المحاري *Pleurotus* spp.

إزداد الاهتمام بالفطريات الغذائية الطبية في السنوات الأخيرة للتخلص من مشاكل استعمال المضادات الحيوية التي تُظهر سلالات مقاومة من البكتريا، بمزج مستخلص الفطر مع المضاد للتقليل من هذه التأثيرات العكسية، ولم تعطِ الفطريات الغذائية المستعملة في العلاج أي آثار جانبية سلبية على نمو المضيف؛ لعدم اظهارها اي تحفيز للبكتريا المقاومة كما تعمله بعض المضادات الحيوية؛ لأنها لاتُحدث طفرات كما تحدثه المضادات الحيوية (Iftekhar وجماعته، 2011).

تعد الفطريات مصدراً مهماً لبعض المواد الكيميائية كالأنزيمات والمضادات الحيوية (السهيلي وجماعته، 1993)، وللسكريات المتعددة المستخلصة من الفطريات الغذائية أثر كبير في زيادة مناعة المضيف مما يساعد في مقاومته الإصابة بالبكتريا والفايروسات والفطريات والابتدائيات (Smith وجماعته، 2002)، إذ تمتاز الفطريات الغذائية بقدرتها على بناء كميات كبيرة من مواد الأيض الثانوي الفعّالة ضد الأورام والفايروسات والالتهابات المتسببة عن البكتريا المرضية (Carvalho وجماعته، 2007).

تمتلك مختلف أنواع الفطريات الغذائية ومستخلصاتها المائية أو الكحولية أو كليهما مركبات متنوعة وبتراكيز مختلفة ذات فعّالية واسعة الطيف Broad Spectrum ضد الأحياء المجهرية المرضية، إذ وجد أن المواد الأيضية للفطر المحاري *P. eryngii* var. *ferulae* فعّالة حيوياً ضد بعض أجناس البكتريا مثل *Bacillus* و *Staphylococcus* و *Escherichia* و وبعض الفطريات مثل *Candida* و *Epidermophyton* (Akyuz وجماعته، 2010). وتمتلك أنواع *Pleurotus* spp. فعّالية متغيرة ضد البكتريا السالبة لملون كرام في حين تكون مثبطة بقوة لنمو البكتريا الموجبة لملون كرام *Bacillus subtilis* و *Micrococcus luteus* (Khatun وجماعته، 2012)، وتعد الدهون المستخلصة من الفطر *P. tuberregium* أحد المصادر المهمة للمضادات الحيوية للبكتريا (David وجماعته، 2012)، وبشكل عام فإن العديد من الدراسات وجدت فعالية متباينة لأنواع مختلفة من مستخلصات الفطريات الغذائية ضد أنواع مختلفة من البكتريا المرضية (Iftekhar وجماعته، 2011 ; Vamanu وجماعته، 2011a ; David وجماعته، 2012).

ووُجِد أن المستخلص الميثانولي للفطر *P. eryngii* var. *ferulae* ثبط نمو بكتريا *Staphylococcus aureus* COWAN1 و *E. coli* ATCC 25922 و *Candida albicans* FMC17 على الترتيب، في حين لم تثبط نمو أنواع أخرى من البكتريا (Akyuz و Kirbag، 2009). ووجد Iftekhar وجماعته (2011) أن هنالك تأثيراً مثبطاً للمستخلص الإيثانولي للفطر *P. florida* بتركيز 500 ملغم مل$^{-1}$ ضد بكتريا *Staphylococcus aureus* ATCC 22923. في الشأن نفسه أمكن استعمال كل من المستخلصين الايثانولي والميثانولي لغزل الفطر المحاري *P. ostreatus* المتكوّن في الأوساط السائلة المدعمة بمختلف أنواع السكريات (Vamanu وجماعته، 2011a).

وقد عُزِلَ البروتين السكري Indolone من المستخلص المائي للفطر المحاري الوردي *P. salmoneostramineus* ووجد أن له أثراً كبيراً في تحرير الأوكسجين من الماء (Liu، 2004). في حين اختبر Al-Fatimi وجماعته (2006) فعّالية مستخلص الفطر الغذائي *Podaxis pistillaris* ضد بكتريا *Staphylococcus aureus* و *E. coli*. ودُرِسَتْ فعّالية Glucosylceramide المعزول من المستخلص الميثانولي للفطر *P. coruncopiae* ضد كل من *E. coli* و *Staphylococcus aureus* (Meng وجماعته، 2012).

إن مستخلص الخياشيم النقي للفطر *P. ostreatus* ثبط نمو الفطر *F. oxysporum* بمعدل قطر 17 ملم (جهاز، 2005). وعلى الرغم من عد *T. harzianum* عاملاً للسيطرة الحيوية على بعض أمراض النباتات (Abdel-Fattah وجماعته، 2007)، إلا أن الفطر الملوث *T. harzianum* المعزول من مزارع إنتاج الفطر المحاري يسبب خسارة في زراعة وإنتاج الفطر، في حين تسبب بعض أنواعه الأخرى تلوث لبزار الفطر وأوساط الزراعة (Castle وجماعته، 1998 ; Angelini وجماعته، 2008)، لكن مع ارتفاع درجات الحرارة يتمكن الفطر المحاري *P. tuberregium* من النمو ومقاومة هذا الفطر (Badalyan وجماعته، 2008).

2-7: الجزيئات النانوية للفطريات الغذائية

تتضمن تقنية النانو البحث عن أنواع المواد وتطويرها بقطر يتراوح من 1–100 نانومتر، وأصل كلمة نانو مشتق من الكلمة الإغريقية Dwarf أي القزم، ويساوي النانو 10^{-9} من المتر، ويعود أساس الإشارة إلى هذه التقنية عندما ألقى Richard Feynman محاضرته في المقابلة السنوية لجمعية الفيزيائيين الأمريكية في المعهد التقني في كاليفورنيا سنة 1959 (Vo-Dinh، 2005). يعد استعمال الفطريات في بناء الجزيئات النانوية من التطبيقات الحديثة

في هذا المجال لإنتاجها كميات كبيرة من الأنزيمات والمواد الأيضية الأخرى، فضلاً عن سهولة اجراء التجارب عليها في المختبر مقارنة بالبكتريا، إلا أن تحديد هوية هذه المواد المتناهية الصغر يكون أصعب مما في بدائية النواة (Mandal وجماعته، 2006). وتستخدم تقنية النانو في المجال الزراعي والصحي (Gade وجماعته، 2010)، وازدادت التطبيقات الطبية والعناية بالصحة لجزيئات الفضة النانوية عالمياً (Lem وجماعته، 2012).

أنتجت جزيئات نانو صديقة للبيئة بطريقة إضافة أملاح الفضة (Faramarzi و Forootanfar، 2011) والذهب لراشح غزل الفطر *P. sapidus* Quel باعتباره عاملاً مختزلاً ومثبتاً وبحجم بلغ 15–55 نانومتراً (Sarkar وجماعته، 2013)، ويعتمد حجم جزيئات الذهب النانوية وشكلها على درجة الحرارة التي حُضر بها مستخلص الفطر الغذائي (Philip، 2009)، وفي الهند حُضرت الجزيئات النانوية باستعمال نترات الفضة $AgNO_3$ بوجود الضوء على النوع *P. florida* (بوصف الفطر عاملاً مختزلاً) وأظهرت فاعليتها ضد الإصابات البكتيرية بتغطيتها أسطح خلايا المضيف (Bhat وجماعته، 2011). كما أُنتجت جزيئات الذهب النانوية باختزال حامض الكلورايوريك Chloraauric Acid مع الكلوكان Glucan المعزول من *P. florida* بوصف الكلوكان عاملاً مثبتاً ومختزلاً (Sen وجماعته، 2013). وذكر Gade وجماعته (2010) أن الفطريات كفوءة في إنتاج جزيئات النانو المعدنية خارج الخلايا وداخلها بقطر يصل إلى 2 نانومتر وتكون بتماس وثبوتية جيدة.

واستطاع Philip (2009) تحضير جزيئات الفضة النانوية كروية الشكل من الفطر الغذائي *Volvariella volvacea* بقطر 15 نانومتراً تقريباً، وجزيئات الذهب النانوية بقطر يتراوح بين 20–150 نانومتراً ذات أشكال موشورية ثلاثية الأبعاد وأشكال كروية تقريباً وأشكال سداسية. إن المواد المستخدمة في تحضير الجزيئات النانوية يجب أن تكون غير سامة من أجل إمكان

استخدامها في التطبيقات الدوائية (Shih وجماعته، 2009). لقد أمكن تحضير الجزيئات النانوية من بعض الفطريات الكيسية باستعمال أملاح الذهب والفضة (Faramarzi و Forootanfar، 2011).

إن أهمية الجزيئات النانوية تكمن في كونها تستهدف الخلايا السرطانية لذلك استُخدمت في إنتاج العلاجات ضمن ما يسمى بعلم Nanomedicine و Nanoscience (Moghimi وجماعته، 2005). وبينت التجارب الكيميائية والأحيائية أن التفاعل بين أيون الفضة ومجموعة الثايول (Thiol) له أثر مهم في تثبيط البكتريا (Dhanasekaran وجماعته، 2011). ومن الطرائق البايولوجية المتبعة لبناء جزيئات النانو هي البروتينات والأنزيمات والأحماض الأمينية والسكريات المتعددة والفيتامينات (Sharma وجماعته، 2009). وفي السنوات الأخيرة استُعملت الفضة في التطبيقات الدوائية؛ لأن الفضة ذات خصائص مضادة للأحياء المجهرية إذ إن تركيز واطىء من جزيئات الفضة النانوية يثبط بكتريا *E. coli* و *Staphylococcus aureus* وبعض الخمائر المرضية، كما منعت جزيئاتها النانوية من ارتباط فايروس الأيدز (HIV) مع خلايا المضيف، (Elechiguerra وجماعته، 2005).

ولفهم ميكانيكية عمل الجزيئات النانوية وضّح Sharma وجماعته (2009) أن التأثير القاتل للبكتريا الذي تمتلكه الفضة وجزيئاتها النانوية من البروتين تبقى بحاجة الى المزيد من الدراسات، وأن العديد من الدراسات تُفَسّر السبب إلى ارتباطها بسطح الغشاء البلازمي للجراثيم الذي يخلخل نفاذية التنفس للخلية ووظائفها، وأن الجزيئات النانوية الصغرى توفر مساحة سطحية أكبر للتداخل معطيةً تأثيراً قاتلاً أكبر من الجزيئات النانوية كبيرة الحجم، أو من الممكن أن تدخل الجزيئات النانوية للفضة إلى داخل خلية البكتريا ومن ثُمَّ يزداد فعلها القاتل للأحياء المجهرية المرضية.

الفصل الثالث

3 : المواد وطرائق العمل

3-1:الأجهزة والمواد

استخدمت الأجهزة المختبرية (ملحق 1) والمواد والأدوات الحقلية والمختبرية (ملحق 2) والمواد الكيميائية والكواشف (ملحق 3) والأوساط الزرعية (ملحق 4) في اكمال هذه الدراسة.

3-2: طرائق العمل

3-2-1: الأحياء المجهرية المستعملة في الدراسة

3-2-1-1: الفطريات الغذائية : استعملت في الإنتاج أربع أنواع من الفطر المحاري ***Pleurotus* spp.** (جدول 1، أ) جُلِبت بشكل بزار من شركة Mushroom Box البريطانية بتاريخ 2011/10/1، كثّرت مختبرياً على حبوب الدخن *Pennisetum americanum*.

3-2-1-2: البكتريا المرضية : جُلبت أربعة أنواع بكتيرية، اثنتان سالبة لملون كرام هما *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa* واثنتان موجبة لملون كرام هما *Staphylococcus aureus* و *Enterococcus faecalis* ونوع واحد من الخمائر هي *Candida parapsilosis*، حُصِلَ عليها من شركة BioMerieux التركية (جدول 1، ب)، استخدمت في اختبار تداخلها مع غزل الفطر المحاري في الوسط السائل.

3-1-2-3: الفطريات: استعمل جنسين ونوع واحد من الفطريات (جدول 1، ج)، جُلبت من مختبر الفطريات وأمراض النبات في كلية العلوم بجامعة الأنبار، في اختبار التداخل مع غزل الفطر المحاري واختبار الفعالية الحيوية للمواد الأيضية المنتجة في الوسط الصلب والسائل.

3-1-2-4: الخمائر المرضية : جلبت خمس خمائر مرضية من جامعة ملايا الماليزية واستُعملت في اختبار الفعالية الحيوية للجزيئات النانوية المنتجة من مستخلص الفطر المحاري الأصفر (جدول 1، د).

جدول (1) الأحياء المجهرية المستخدمة في البحث

أ	الفطر المحاري	السلالة	المصدر
1	*Pleurotus ostreatus*	Blue/Grey Oyster (G)	MushroomBox (UK)
2	*Pleurotus ostreatus*	White Oyster (W)	MushroomBox (UK)
3	*Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*	Bright Yellow Oyster (YE)	MushroomBox (UK)
4	*Pleurotus salmoneostramineus*	Pink Oyster (PK)	MushroomBox (UK)
ب	**البكتريا والخمائر الممرضة للإنسان**	**السلالة**	**المصدر**
1	*Escherichia coli*	ATCC 25922	ATCC (USA)
2	*Pseudomonas aeruginosa*	ATCC 27853	ATCC (USA)
3	*Staphylococcus aureus*	HIP10267	NARSA (USA)
4	*Enterococcus faecalis*	ATCC 29212	ATCC (USA)
5	*Candida parapsilosis*	ATCC 22019	ATCC (USA)
ج	**الفطريات**	**الرمز**	**المصدر**
1	*Trichoderma harzianum*	T	كلية العلوم – جامعة الانبار
2	*Pythium* sp.	P	كلية العلوم – جامعة الانبار
3	*Verticillium* sp.	V	كلية العلوم – جامعة الانبار
د	**الخمائر الممرضة للإنسان**	**السلالة**	**المصدر**
1	*Candida albicans*	ATCC90028	ATCC (USA)
2	*Candida glabrata*	CBS138	كلية العلوم – جامعة ملايا
3	*Candida glabrata*	ATCC90300	ATCC (USA)
4	*Candida krusei*	ATCC6258	ATCC (USA)
5	*Candida pseudotropicalis*	-	كلية العلوم – جامعة ملايا

2-2-3: التعقيم

1-2-2-3: التعقيم بالحرارة الرطبة مع الضغط

عقمت جميع الأوساط الزرعية المختبرية Culture Media وحبوب الدخن المستخدمة في تحميل الغزل الفطري لإنتاج البزار بوساطة الموصدة بدرجة حرارة 121 مئوية وتحت ضغط 1.5 جو سم^{2} لمدة 20 دقيقة و 30 دقيقة بحسب الترتيب (Stamets و Chilton، 1983).

2-2-2-3: التعقيم بالحرارة الجافة

استُعمل الفرن الكهربائي لتعقيم الزجاجيات بدرجة حرارة بلغت 180 مئوية لمدة ساعتين (الزيدي وجماعته، 1987).

3-2-2-3: التعقيم بالمرشحات البكتيرية

استُعمل مرشحات بكتيرية ذات ثقوب 0.2 مايكرون لتعقيم مستخلصات الفطر المحاري والمحاليل النانوية المحضرة منه (الزيدي وجماعته، 1987).

4-2-2-3: التعقيم الكيمياوي

عقمت غرفة الزراعة برش الفورمالين المحضر بتخفيف 40 مل لتر$^{-1}$ من الفورمالين التجاري بالتركيز 38% وأغلقت غرفة الزراعة لمدة 48 ساعة، ثم جرت عملية التهوية للتخلص من أي أثر لرائحة الفورمالين (الزيدي وجماعته، 1987).

3-2-3: تحضير الأوساط الزرعية المختبرية

1-3-2-3: وسط أكار البطاطا والدكستروز Potato Dextrose Agar (PDA)

حُضِرَ الوسط باستخدام 250 غم من البطاطا و 15 غم من الأكار و 10 غم من الدكستروز لكل لتر واحد من الماء المقطر، وعقمت بالموصدة بحسب الفقرة (3-2-2-1) ثم الصب في الأطباق (Jodon و Royse، 1985)، واستخدم الوسط للأغراض الآتية:

1. تحضير مزارع العزلات الفطرية

لغرض الاستخدام اليومي للعزلات لقحت أطباق محتوية على وسط PDA بقرص من الغزل الفطري للمزرعة الأم، ثم حضنت في درجة حرارة 25 مئوية لمدة 7 أيام، ثم حفظت في الثلاجة بدرجة حرارة 4 مئوية لحين الاستعمال (Stamets و Chilton، 1983).

2. تحضير مزارع مختزنة

لقح وسط PDA المائل بهايفات من الغزل الفطري للمزرعة الأم لغرض حفظ العزلات، حضنت في درجة حرارة 25 مئوية لمدة أسبوع، حفظت بعدها بدرجة حرارة 4 مئوية في الثلاجة لحين الاستعمال، وتمت إدامة هذه العزلات بإعادة زرعها Sub Culturing في الوسط نفسه بعد ثلاثة أشهر (الزيدي وجماعته، 1987)، أو ستة أشهر (ناصر، 2010).

2-3-2-3: وسط مرق البطاطا والدكستروز Potato Dextrose Broth (PDB)

اتبعت في تحضير هذا الوسط الخطوات نفسها المذكورة في الفقرة (3-2-3-1) من غير إضافة الأكار، واستُعمل في دراسة تأثير رواشح الغزل الفطري في البكتريا المرضية بطريقة قياس الكثافة الضوئية.

3-3-2-3: تحضير وسط المغذي الصلب Nutrient Agar

حُضر بإذابة 28 غم منه في 1000 مل من الماء المقطر، وعقم كما في الفقرة (3-2-2-1)، واستخدم لتنشيط الخميرة (الزيدي وجماعته، 1987).

3-3-2-4: تحضير وسط المرق المغذي Nutrient Broth

حُضر بإذابة 8 غم في 1000 مل من الماء المقطر، وعقم كما في الفقرة (3-2-2-1)، واستخدم لتنمية البكتريا المرضية.

3-3-2-5: تحضير وسط سابرود والدكستروز الصلب Sabouraud Dextrose Agar

حُضر بإذابة 65 غم في 1000 مل من الماء المقطر، وعقم كما في الفقرة (3-2-2-1)، واستخدم في اختبارات الحساسية للمستخلصات وجزيئاتها النانوية بطريقة الحفر.

3-3-2-6: تحضير وسط مرق سابرود والدكستروز Sabouraud Dextrose Broth

حُضر بإذابة 30 غم في 1000 مل من الماء المقطر، وعقم كما في الفقرة (3-2-2-1)، واستخدم لتحضير تراكيز من الخمائر المرضية.

3-3-2-7: تحضير وسط ماكونكي الصلب MacConkey Agar

حُضر بحسب تعليمات الشركة المصنعة بإذابة 50 غم منه في 1000 مل من الماء المقطر، وعقم كما في الفقرة (3-2-2-1)، واستخدم لتنشيط البكتريا السالبة لملون كرام.

3-3-2-8: تحضير وسط أكار الدم Blood Agar

حُضر بإذابة 40 غم منه في 1000 مل من الماء المقطر، وعقم كما في الفقرة (3-2-2-1)، وبعد تعقيم الوسط بُرد لدرجة 45 مئوية ثم أُضيف إليه 5 مل من الدم البشري، وخُلط جيداً ثم صُبّ في أطباق بتري، واستخدم لتنشيط البكتريا الموجبة لملون كرام (الزيدي وجماعته، 1987).

3-2-4: دراسة أثر مستخلصات المخلفات النباتية في سرعة نمو غزل الفطر المحاري *Pleurotus* spp. في الوسط الصلب

3-2-4-1: تحضير الأوساط الصلبة لمستخلصات المخلفات النباتية

حُضرت أوساط صلبة من مستخلصات المخلفات النباتية اشتملت على تبن الحنطة ونشارة خشب معامل النجارة وألياف النخيل، وذلك بهدف تحديد إمكانية إدخالها بنسب معينة في أوساط إنتاج الفطر المحاري ومعرفة قدرة الفطر من النمو عليها واستهلاكها وقياس سرعة نمو الغزل الفطري على الأوساط الصلبة المحضرة من مستخلصات المخلفات النباتية، طُحِنت جميع المواد على انفراد باستعمال المطحنة المنزلية Grinder، ثم حُضِرت منها الخلائط بحسب نسبها المبينة في جدول 2، واستُخدمت بواقع ثلاث مكررات لكل معاملة في تنمية أربعة أنواع من الفطر المحاري *Pleurotus* spp.، وصممت هذه التجربة على وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD) Completely Randomized Design (الراوي وخلف الله، 1980).

وضع 7 غم من كل نموذج في دوارق زجاجية سعة 500 مل وأضيف إليها 250 مل من الماء المقطر، ثم سُخّنت حتى الغليان لمدة 20 دقيقة، رُشِحت خلال قطعة من الشاش، ثم أُكمل الحجم إلى 350 مل بالماء المقطر وأضيف إليها 1.5% من مادة الأكار Agar، وعُقمت بوساطة الموصدة بحرارة 121 مئوية وضغط 1.5 جو سم^2 لمدة 20 دقيقة، ثم صُب في أطباق بتري 90 ملم بواقع 20 مل لكل طبق، أما معاملة السيطرة فتمثلت بزراعة الفطريات على وسط PDA فقط.

3-2-4-2: قياس سرعة نمو الغزل الفطري على الوسط الصلب

لقحت الأطباق الصلبة المحضرة في فقرة (3-2-4-1) بقطعة قطرها 5 ملم من الغزل الفطري وبعمر 10 أيام في وسط الطبق وحضنت بدرجة حرارة 25±1 مئوية. أخذ قياس قطر المستعمرة

يومياً حتى وصول الغزل الفطري إلى حافة الطبق، حسبت عدد الأيام اللازمة لبدء النمو، وحسبت عدد الأيام اللازمة لملىء الغزل الفطري لأطباق بتري بشكل كامل، ومعدل سرعة نمو غزل الفطر المحاري اليومي (حمد، 2005).

جدول (2) مكونات ونسب المواد للأوساط الزرعية المستعملة في التجربة المختبرية والحقلية

الخلطات(كغم)	خلطة S1 تبن الحنطة	خلطة S2 وسط الخليط 1	خلطة S3 وسط الخليط 2	خلطة S4 نشارة الخشب	خلطة S5 ليف النخيل
تبن الحنطة	%100	%70	%50	-	-
نشارة الخشب	-	%20	%30	%100	-
ألياف النخيل	-	%10	%20	-	%100
رطوبة الوسط	%77.04	%76.08	%73.70	-	-

3-2-5: إنتاج اللقاح الفطري (البزار)

حُضر البزار (Spawn) بتنمية الغزل الفطري على حبوب نبات الدخن *Pennisetum americanum* مصدرها السوق المحلية، وضعت في اناء معدني وغسلت جيداً بالماء ثم غمرت بكمية اضافية من الماء وسخنت حتى درجة الغليان لمدة 15 دقيقة، ثم أزيل الماء الزائد من الحبوب ووضعت في إناء واسع اعتماداً على الوزن الجاف للحبوب، ثم خلطت مع كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) بنسبة 1% من الوزن الجاف (لضبط الرقم الهيدروجيني من 6.5 إلى 6.7) وكبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$) بنسبة 4% (لامتصاص الرطوبة الفائضة ومن ثم منع التصاق الحبوب بعضها ببعض) (Stoller، 1963)،وتُركت حتى أصبحت الرطوبة في الحبوب 50% استناداً إلى الفرق بالوزن، إذ يجب أن لا تزيد على 55%؛ لأنها تُعد ظروفاً مثلى للتخمر البكتيري (Stamets و Chilton، 1983). وزعت الحبوب في أكياس مقاومة للحرارة (Polypropylene) سعة 500 غم وبأبعاد 50×30 سم بواقع 450 غم رطب حبوب كيس$^{-1}$، وأُغلقـــت فتحة الكيس

صورة (1) تعبئة أكياس Polypropylene بحبوب الدخن قبل التعقيم

صورة (2) نمو الفطر المحاري *Pleurotus* spp. على حبوب الدخن

بسدادات قطنية وغُلفت برقائق الألمنيوم (منعاً للتلوث بعد التعقيم لتنقل إلى غرفة التلقيح بأمان)

(الصورة 1)، وعُقمت الأكياس وما تحوي من حبوب الدخن بالموصدة لمدة نصف ساعة بدرجة

حرارة 121 مئوية، وضغط 1.5 جو ثم تركت لتبرد، بعدها أجريت عملية التلقيح بقطعة من الغزل

الفطري مساحتها 2 سم^2، أخذت من مزرعة نقية عمرها 7 أيام، بوضع قطعة الغزل الفطري داخل الكيس وخلطت مع حبوب الدخن، ثم أُعيد غلقها بالسدادات القطنية، ووضعت في الحاضنة بدرجة حرارة 2±24 مئوية، قلّبت الحبوب بعد يومين من أجل ضمان انتشار الغزل الفطري إلى بقية حبوب الدخن، وحضنت الأكياس حتى اكتمال نمو الغزل الفطري، وبعد 8-11 يوماً من التلقيح انتشر الغزل الفطري بلونه الأبيض في كافة أجزاء الحبوب بشكل كامل (الصورة 2)، حفظت في الثلاجة بدرجة حرارة 4 مئوية لحين الاستعمال إذ يمكن حفظها لمدة ثلاثة أشهر (Stamets و Chilton، 1983).

3-2-6: التجربة الحقلية لإنتاج الفطر المحاري *Pleurotus* spp.:

3-2-6-1: تهيئة الأوساط الزرعية لانتاج الأجسام الثمرية:

صممت هذه التجربة لاختبار استعمال الخلطات 1 و 2 و 3 (جدول 2) في انتاج أجسام الفطر المحاري، جُمِعت المخلفات النباتية من ضواحي مدينة هيت، واشتملت على تبن الحنطة مقطّع بطول 1×5 سم، ونشارة الخشب من معامل النجارة، وقطع ألياف النخيل مقطعة بأبعاد 5×5 سم، حُضرت الخلطات بالنسب المبينة في جدول (2)، مع إضافة الصخر الفوسفاتي (Phosphate Rock) (جدول 3) بنسبة 5% على أساس الوزن الجاف للوسط الزرعي كمصدر للفسفور، وبديلاً عن كبريتات الكالسيوم، فضلاً عن قياس محتوى بعض العناصر المعدنية فيه (العيساوي، 2011).

غمرت المخلفات النباتية بماء الحنفية وتركت مدة 24 ساعة إلى أن تشبعت بالماء، مع إضافة محلول الفورمالين بتركيز 500 ملغم لتر$^{-1}$ لغرض التعقيم، بعد التخلص من الماء الزائد أضيف إليها الصخر الفوسفاتي وخلطت جيداً، وللتأكد من أن الأوساط أصبحت ملائمة وجاهزة

للزراعة، ضُغطت كمية من الوسط بقبضة اليد، فإذا تركت رطوبة على اليد دون نزول الماء فإن رطوبته هي المطلوبة، أما إذا سال الماء من بين الأصابع فإن رطوبته زائدة، ويجب التخلص منها، وكانت الخلطات بحسب المعاملات S1 و S2 و S3 جدول 2، وأصبحت جاهزة لعملية البسترة (فقرة 3-2-6-2)، لتصبح الأوساط الزرعية جاهزة للزراعة (يبرق وجماعته، 2009).

جدول (3) المحتوى المعدني للصخر الفوسفاتي المستخدم في الدراسة (العيساوي، 2011) :

مواصفات الصخر الفوسفاتي	السليكا%	P%	S%	F%	الكلس%
	2.38	8.86	1.55	0.50	30.00
العنصر	Zn	Fe	Mg	-	دقائق مش
ملغم كغم$^{-1}$	385	1460	762		50.00

2-2-6-3: بسترة الأوساط الزرعية

أجريت عملية البسترة بوضع الأوساط الزرعية بواقع 2 كغم وسط رطب داخل أكياس بولي أثيلين متينة بقياس 30×50 سم، وضعت داخل أكياس مقاومة للحرارة وأغلقت، ثم وضعت في برميل حديدي سعة 200 لتر، يحتوي على 30 لتراً من الماء، مع حامل حديدي داخل البرميل لحمل أكياس الوسط ومنع انغمارها في الماء، أغلق البرميل بغطاء حديدي وسخن على مصدر حراري، واستمرت العملية مدة 3 ساعات وتركت الاوساط حتى انخفضت درجة حرارتها إلى 25 مئوية، ثم نقلت إلى غرفة التلقيح المعقمة، لتكون جاهزة للتلقيح (Kivaisi، 2007).

3-2-6-3: طريقة التلقيح لوسط الزراعة

رُج البزار المخصص للزراعة، لفصل الحبوب الملتصقة بغزل الفطر المحاري بعضها عن بعض، ثم فُتحت الأكياس بشكل جيد، ووضعت طبقة من الوسط الزرعي بارتفاع 5 سم، ثم نثرت

كمية من البزار بنسبة 5% على أساس الوزن الرطب للوسط الزرعي مع التأكيد على الحواف الجانبية وضغطت باليد، ثم وضعت طبقة أخرى من التبن بالسمك نفسه، ثم وضعت طبقة أخرى من البزار وهكذا بحيث تتكون لدينا أربع طبقات من التبن وبداخلها 3 طبقات من البزار، ثم أغلقت الأكياس بخيط نايلون مع تعليم الأكياس بحسب معاملات التجربة، وقصت نهايتي الكيس من الأسفل لصرف الماء الزائد إن وجد (Royse، 2002).

3-2-6-4: الحضن والجني

أغلقت الأكياس بعد التلقيح بشكل جيد، ثم نقلت إلى غرفة الحضن بدرجة حرارة 24±2 مئوية هيئت بوساطة مدفئة زيتية مزودة بحساس ذاتي بعيداً عن الضوء لمدة 3–4 أسابيع لحين اكتمال نمو الغزل الفطري (مرحلة النمو الأولي) بامتلاء الأكياس بخيوط الغزل الفطري، ثم عرضت لصدمة البرودة وذلك بخفض درجة الحرارة إلى 10 مئوية لمدة 48 ساعة في غرفة مبردة، وهذا ضروري لتكوين الأجسام الثمرية، ووفرت حرارة 24±2 مئوية ورطوبة نسبية قدرها 95% من خلال الرش المتكرر للماء بشكل رذاذ Spray مرتين باليوم بوساطة منظومة مضببات مصنوعة محلياً وتشغيل مبردة الهواء داخل الغرفة، مع مراعاة عدم رش الماء على الأجسام الثمرية الناضجة والجاهزة؛ لمنع تلف الأجسام الثمرية في أثناء الخزن نتيجة لارتفاع نسبة الرطوبة، ضُبطت الحرارة والرطوبة بمقياس الحرارة والرطوبة الرقمي (Epogee، 2011)، مع تهوية مناسبة تضمن تغيير هواء الغرفة وفرت باستعمال مفرغة الهواء، ورش الماء، مع إضاءة صناعية من مصابيح الفلورسنت البيضاء الاعتيادية، فبدأت البراعم الأولية (Primordia) بالظهور، وقد أصبحت جاهزة للجني بعد وصول الأجسام الثمرية إلى الحجم المناسب، واستمر الجني يدوياً لمدة 30 يوماً.

3-3: القياسات

3-3-1: قياس قيمة الرقم الهيدروجيني والإيصالية الكهربائية للأوساط الزرعية

قِيست قيمة الرقم الهيدروجيني pH، والإيصالية الكهربائية EC، عن طريق جمع نماذج عشوائية من الأوساط الزرعية قبل التلقيح بالبزار وبعد انتهاء عملية الجني، وذلك بتجفيف النماذج في الفرن الكهربائي بدرجة 67 مئوية لمدة 24 ساعة حتى ثبات الوزن، ثم طحنها وأُخذ وزن معين من المادة الجافة مع إضافة الماء المقطر إليها بنسبة (10:1) (Liu و Price، 2011)، ثم وضعت في الحاضنة الهزازة مدة ساعة، ورشحت النماذج بورق الترشيح، وأُخذ قياس الرقم الهيدروجيني والإيصالية الكهربائية لثلاث مكررات للراشح بجهاز القياس.

3-3-2: تقدير النسبة المئوية للوزن الجاف للأوساط الزرعية والأجسام الثمرية

جففت الأوساط الزرعية الرطبة بوساطة الفرن الكهربائي بدرجة 67 مئوية، وجففت الأجسام الثمرية المقطعة في الفرن بدرجة 45 مئوية حتى ثبات الوزن (القيسي، 2006)، وأعيدت مرتين للثمار وبثلاث مكررات لكل معاملة، وقدرت كما في المعادلة الآتية:

$$\text{الوزن الجاف \%} = \frac{\text{وزن النموذج الجاف غم}}{\text{وزن النموذج الطري غم}} \times 100$$

3-3-3: تقدير النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي في الوسط الزرعي والأجسام الثمرية

جففت الأوساط الزرعية المأخوذة من المزرعة والأجسام الثمرية كلاً على حدة (فقرة 3-3-2) وقدر المحتوى الرطوبي لثلاث مكررات (Haq وجماعته، 2011)، كما في المعادلة:

$$\text{المحتوى الرطوبي \%} = \frac{\text{وزن النموذج الطري غم– وزن النموذج الجاف غم}}{\text{وزن النموذج الطري غم}} \times 100$$

4-3-3: تقدير النسبة المئوية للكاربون في الأوساط الزرعية والأجسام الثمرية

جففت النماذج المراد قياس الكاربون فيها في فرن كهربائي على درجة حرارة 67 مئوية لمدة يومين وحرقت بوساطة الفرن الكهربائي على درجة حرارة 550 مئوية لمدة ثلاث ساعات في جفنات خزفية حتى أصبح لون الرماد أبيض، ثم وزن الرماد المتكون لمعرفة الكاربون الموجود اعتماداً على كمية ثنائي أوكسيد الكاربون (CO_2) المتطاير في أثناء الحرق (Page ، 1982) لثلاث مكررات.

5-3-3: تقدير النسبة المئوية لمحتوى الرماد في الأوساط الزرعية والأجسام الثمرية

اعتمدت خطوات الفقرة (3-3-4) بحساب الرماد وفق المعادلة (Hag وجماعته، 2011) لثلاث مكرراتو وحسبت نسبته في الأوساط الزرعية قبل الزراعة بدون اضافة للصخر الفوسفاتي:

$$\text{محتوى الرماد \%} = \frac{\text{وزن الرماد في النموذج غم}}{\text{وزن النموذج الجاف غم}} \times 100$$

6-3-3:الانضغاط

قِيس معامل الانضغاط بعد قياس كثافة الوسط الزرعي بأخذ حجم معين من الوسط ووزنه؛ لاستخراج الكثافة (Tibbett، 2008) لحساب معامل الانضغاط بحسب المعادلة الآتية:

معامل الانضغاط = كث الوسط الزرعي الرطب بعد الإنتاج – كث الوسط الزرعي المجفف بعد الإنتاج

7-3-3: قياس كمية الحاصل ومواصفاته

قدرت كمية الحاصل لكل كيس (2 كغم وسط زرعي رطب)، من خلال حساب وزن الإنتاجية لمدة 30 يوماً، وعدد الجنيات، ومعدل وزن كل جنية، وعدد الأجسام الثمرية، ومعدل وزن الجسم الثمري، وقيست الصفات النوعية للأجسام الثمرية (قطر الساق وطوله وقطر القبعة وسمكها ونسبة قطر القبعة إلى طول الساق)، لكل معاملة باستخدام القدمة (Vernier) (القيسي، 2006).

3-3-8: تقدير النسبة المئوية للكفاءة الحيوية

تعرف الكفاءة الحيوية بأنها تقييم كفاءة انواع الفطر المحاري في الإنتاج نسبة إلى مقدار الوسط الزرعي الجاف (Beyer و Muthersbaugh، 1996 ; Royse، 2002)، وحسبت باعتماد الإنتاجية لمدة 30 يوماً بحسب المعادلة:

$$\text{الكفاءة الحيوية \%} = \frac{\text{الوزن الطري للأجسام الثمرية}}{\text{الوزن الجاف للوسط الزرعي عند مرحلة البزار (Spawning)}} \times 100$$

3-3-9: تقدير النسبة المئوية للنتروجين في وسط الزراعة والأجسام الثمرية ومخلفات مزرعة الفطر الغذائي

قدّر النتروجين باتباع طريقة كلدال (AOAC، 2006) وتضمنت هذه الطريقة الخطوات الهضم وعملية التقطير والتسحيح، حُسبت كمية الحامض المستهلكة لإعادة لون الدليل من الأخضر إلى الوردي، وحسبت كمية النتروجين حسب المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة N\%} = \frac{\text{حجم الحامض المستهلك في التسحيح} \times \text{عيارية الحامض } 0.01 \times \text{حجم العينة المخففة} \times \text{الوزن الذري للنتروجين } (14)}{\text{حجم العينة الموضوعة في زجاجة التقطير} \times \text{وزن العينة المهضومة} \times 1000} \times 100$$

3-3-10: تقدير النسبة المئوية للبروتينات في الأجسام الثمرية

قدرت النسبة المئوية للبروتين في الأجسام الثمرية والوسط الزرعي ومخلفات إنتاج الفطر بإعتماد النسبة المئوية للنتروجين المحسوبة بطريقة كلدال (فقرة 3-3-9)، وقدّرت نسبة البروتين على وفق المعادلة الآتية:

البروتين% = النسبة المئوية للنتروجين × 6.25 (Colak وجماعته، 2007)

3-3-11: تقدير البروتينات في مستخلصات الأجسام الثمرية المجفدة:

قدر البروتين الكلي بطريقة Bradford Dye Binding وأجريت القراءة على الطول الموجي 595 نانومتراً بجهاز المطياف، وحسب البروتين الكلي من منحني قياسي لتراكيز بين 10–100 مايكروغرام مل$^{-1}$ من ألبومين المصل البقري Bovine Serum Albumin لثلاث مكررات (Nielsen، 2010).

3-3-12: تقدير الفينولات الكلية الكلية في الاجسام الثمرية:

قدرت الفينولات بطريقة أرنو (Arnow's Method) في أنسجة الأجسام الثمرية الطرية ومستخلصات الأجسام لثلاث مكررات، وأجريت القراءة على طول موجي 515 نانومتراً لجهاز المطياف، وقدّر تركيز الفينول من المنحني القياسي للفينول النقي لثمانية تراكيز بين 1.88-16.91 غم لتر$^{-1}$ (Mahadevan و Sridhar، 1986).

3–3–13: تقدير الكاربوهيدرات الكلية في الأجسام الثمرية:

قدرت كمية الكاربوهيدرات الكلية في الأجسام الثمرية الجافة ومستخلصات الفطر المجفدة بطريقة الفينول–حامض الكبريتيك (Phenol-Sulphuric Acid) لثلاث مكررات، بأخذ 0.2 غم من مسحوق الثمار الجافة، وأضيف إليها 10 مل من محلول حامض البيروكلوريك (M 1)، ووضعت العينة في حمام مائي بدرجة 60 مئوية لمدة 60 دقيقة، ثم أجري الانتباذ لمدة 15 دقيقة بسرعة 3000 دورة دقيقة$^{-1}$، وجمع المحلول الرائق في دورق سعة 50 مل ، وأكمل المحلول الرائق إلى 50 مل بالماء المقطر. أخذ 1 مل من المحلول المخفف وأضيف إليه 1 مل من محلول الفينول تركيزه 5%، مع إضافة 5 مل من H_2SO_4 المركز، وقرأت الامتصاصية بجهاز المطياف على طول موجي 490 نانومتراً، وعبّر عنه كنسبة مئوية (Mahadevan و Sridhar، 1986).

3- 3-14 : تقدير نسبة الألياف الخام في أنسجة الاجسام الثمرية الجافة:

قدرت نسبة الألياف الخام بطريقة Weende Gravimetric Method في أنسجة الأجسام الثمرية الجافة، بوضع 2 غم وزن جاف مطحون في دورق زجاجي حجمه 500 مل، وأضيف إليه 200 مل من حامض الكبريتيك تركيزه 1.25% (0.255 N) وسخن على المحرك المغناطيسي ذي الصفيحة الساخنة حتى الغليان لمدة 30 دقيقة، ثم غسل النموذج بالماء المقطر الحار للتخلص من المادة الذائبة والحامض ورشح بقطعة قماش، وجُمِع المتبقي بعد غسله وأعيد إلى الدورق الزجاجي، وأضيف إليه 200 مل من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1.25% (0.313 N) وسخن مدة 30 دقيقة حتى الغليان، ورشح ثم غسل النموذج مرة ثانية بالماء المقطر الحار للتخلص من المواد الذائبة والقاعدة، ووضع المتبقي في جفنة خزفية، وجفف بدرجة 60 مئوية حتى ثبات الوزن، ثم جرى حرق الجفنة في فرن الترميد بدرجة 550 درجة مئوية لمدة 3 ساعات، وقدرت نسبة الألياف بطرح وزن الألياف من وزن العينة ووزن الرماد كما في المعادلة الآتية: وزن الألياف الخام=(و2- و3/ و1) ×100 (Raghuramulu وجماعته، 2003)

إذ إن و1: هو وزن النموذج الجاف المراد تقدير الالياف فيه. و2: هو وزن الجفنة + وزن النموذج بعد الغلي والغسل والتجفيف. و3: هو وزن الجفنة + وزن النموذج بعد الحرق (الرماد).

3-3-15 : قياس العناصر المعدنية في الأجسام الثمرية والأوساط الزرعية:

جففت النماذج بدرجة حرارة 105 مئوية، ووضع 2 غم من مسحوق الفطر المجفف في وعاء زجاجي، وأضيف إليه 12 مل من مزيج (10 مل حامض النتريك 65% و2 مل بيروكسيد الهيدروجين 30%) وحرك المزيج مع النموذج لحين التجانس، ثم سخنت في جهاز الميكروويف وثبتت الطاقة (600 واط)، لمدة 10 دقائق، في حين استُخدم 2 غم وزن جاف من الخلطات قبل

الزراعة وهضمت بإضافة مزيج (20 مل حامض النتريك 65% و5 مل بيروكسيد الهيدروجين 30%) لمدة 23 دقيقة، وبظروف الهضم السابقة نفسها، وبعد اكتمال وقت الهضم ترك وعاء الهضم ليبرد، ثم غُسِل بأقل كمية من الماء المقطر لعدة مرات لحين التأكد من نزول النموذج كاملاً، ثم رُشِح ماء الغسيل وأُكمل إلى حجم 50 مل، وقرأت الامتصاصية بجهاز الامتصاص الذري، وحددت التراكيز بحسب منحني قياسي لكل عنصر من العناصر الآتية: الرصاص والكادميوم والكوبلت والكروم والمنغنيز والنيكل والنحاس والحديد (Tuzen، 2003).

3-4: الفعالية الحيوية

اختبرت الفعالية الحيوية للغزل الفطري وراشحه المتكوّن في الأوساط السائلة ومستخلصات الأجسام الثمرية المجففة والطرية والجزيئات النانوية المنتجة منهما على عدد من البكتريا والخمائر والفطريات المرضية المختلفة بطرائق عدة.

3-4-1: الفعالية الحيوية للغزل الفطري

اختبرت فعالية الغزل الفطري في تثبيط نمو أربعة أنواع من البكتريا (جدول 1، ب)، وهي بكتريا *E. coli* ATCC 25922 وبكتريا *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 و*Staphylococcus aureus* HIP10267 و *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 وخميرة *Candida parapsilosis* ATCC 22019 وثلاثة فطريات هي *Trichoderma harzianum* و *Pythium* sp. و *Verticillium* sp. (جدول 1، ج)، على وسط PDA بطريقة Weller (Weller وجماعته، 1985)، لمعرفة قدرة غزل الفطر المحاري من النمو وتحليل غزل الفطريات أو مستعمرات البكتريا المرضية، وذلك بتنمية قرص قطره 6 ملم بعمر 7 أيام من

غزل الفطر المحاري في أحد جوانب الطبق، وحضنت بدرجة حرارة 25 مئوية لمدة 48 ساعة، ثم استخرجت الأطباق من الحاضنة، ووضعها في الجانب الآخر من الطبق على بعد 3 سم قرص من مستعمرة البكتريا المرضية بعمر 24 ساعة، أو قرص من غزل الفطر المرضي بعمر 7 أيام، وأعيد حضنها بدرجة 25 مئوية، وسجلت منطقة التثبيط للممرضات بعد 5 أيام، من خلال مقارنتها بأطباق السيطرة المحتوية على الممرضات فقط. وحُسبت عدد الأيام اللازمة لملىء الأطباق بغزل الفطر المحاري بوجود الفطريات الأخرى وقورنت بأطباق غزل الفطر المحاري فقط.

3-4-2: الفعالية الحيوية للمنتجات الأيضية

3-4-2-1: تحضير رواشح غزل الفطر المحاري في الوسط السائل

نُمّي الفطر المحاري في وسط مرق البطاطا والدكستروز (PDB) المحضر على وفق الفقرة (3-2-3-1)، بعد تعديل رقمه الهيدروجيني إلى 7 بوساطة قطرات من محول NaOH ذو عيارية 1N، إذ لقح دورق زجاجي سعته 250 مل تحوي 50 مل من المرق (PDB) بقرص قطره 5 ملم لمزرعة غزل الفطر المحاري بعمر 7 أيام، وحضنت في درجة حرارة 25 مئوية لمدة 20 يوماً ورجت مرة واحدة كل يوم خلال مدة الحضن الكاملة، ثم جُمع الراشح المتكوّن بوساطة ورقة ترشيح مزدوجة، ثم عُدّل الرقم الهيدروجيني إلى 7 عُقم بالموصدة بدرجة حرارة 121م لمدة 15 دقيقة، وحُضر منه راشح الغزل الفطري بتركيز 50% بعد تخفيفه بمرق PDB الطازج، واستخدم وسط PDB فقط دون أي اضافة كمعاملة سيطرة (Nwanneka وجماعته، 2011).

في حين حُضِرت الأوساط الصلبة لراشح الغزل الفطري بعد إضافة مادة التصلب Agar بنسبة 1.5% إلى الراشح المخفف بنسبة 50% لراشح الغزل الفطري، واستخدم الوسط الصلب PDA كمعاملة سيطرة، واستخدم لمعرفة تثبيط الفطريات الأخرى في الوسط الصلب.

3-4-2-2:الفعالية الحيوية لراشح الفطر المحاري

3-4-2-2-1: فعالية المنتجات الأيضية ضد البكتريا المرضية وخميرة الكنديدا في الوسط السائل

استُخدم الراشح بتركيز 50% المحضر على وفق الفقرة (3-4-2-1)؛ لمعرفة تأثيره المثبط للبكتريا المرضية (جدول 1، ب) في الأوساط السائلة، إذ لقحت أنابيب حاوية 10 مل من راشح الغزل الفطري بالبكتريا والخميرة المرضية المنماة في وسط المرق المغذي بعمر 24 ساعة، وحضنت لمدة 24 ساعة، وقرأت الامتصاصية بجهاز المطياف على طول موجي 600 نانومتر كل 12 ساعة وبثلاث مكررات، للتأكد من مدى قدرة البكتريا على النمو بوجود مكونات الأيض الثانوي، واذا كانت امتصاصية الراشح أكبر من امتصاصية PDB يعني عدم وجود تثبيط للراشح كما ذكره Imtiaj و Lee (2007).

3-4-2-3-2:فعالية المنتجات الأيضية ضد الفطريات في الوسط السائل والصلب

استُخدم الراشح بتركيز 50% المحضر وفق الفقرة (3-4-2-1)؛ لمعرفة تأثيره المثبط للفطريات الأخرى في الأوساط السائلة، بحساب الكتلة الحيوية الجافة لغزل الفطريات الأخرى المتكونة في 50 مل من الراشح بعد 10 أيام ومقارنتها عند نموها على ولثلاث مكرراتPDB، وحسبت نسبة التثبيط باعتماد الكتلة الحيوية الجافة بحسب معادلة Imtiaj و Lee (2007).

التثبيط%=(الوزن الجاف في وسط PDB–الوزن الجاف في الراشح المخفف/الوزن الجاف في وسط PDB) ×100

واختبر تأثير الراشح ضد الفطريات الأخرى في الأوساط الصلبة بعد تنمية قرص قطره 5 ملم من الفطر، وحضنت بدرجة حرارة 25 مئوية لحين امتلاء الأطباق كلها تماماً، أخذت قياسات

قطر المستعمرة، ومعدل نموها، وعدد الأيام اللازمة لتغطية الأطباق بالفطر المرضي، ومقارنتها بتنميتها على وسط PDA، وحسبت نسبة التثبيط وفق معادلة Imtiaj و Lee (2007).

التثبيط% = (قطر المستعمرة في PDA– قطر المستعمرة في وسط الراشح الصلب/ قطر المستعمرة في PDA) ×100

3-4-3: الفعالية الحيوية لمستخلصات الأجسام الثمرية وجزيئاتها النانوية

1-3-4-3: تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية

1-1-3-4-3: تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية الجافة بالماء الحار:

أُخذ 10 غم من مسحوق الفطر المحاري المجفف في درجة 45 مئوية، وأضيف إليه 200 مل ماء مقطر حرارته 60 مئوية، وحركت باستعمال المحرك المغناطيسي ذي الصفيحة الساخنة لمدة 60 دقيقة، وجُمع الرائق بوساطة المنتبذة بسرعة 10000 دورة دقيقة$^{-1}$ وحرارة 4 مئوية لمدة 30 دقيقة، وأعيد استخلاص المتبقي بالطريقة نفسها، وجفدت النماذج بجهاز التجفيد (Lyophilizer)، وجُمع المسحوق ووزن وحفظ في الثلاجة بدرجة 4 مئوية لحين الاستعمال (MubarakAli وجماعته، 2011).

2-1-3-4-3: تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية الطرية بالماء الحار:

اعتمدت طريقة العمل في الفقرة 3-4-3-1-1، أُخذ 100 غم من شرائح الفطر المحاري الطري، وأضيف إليه 800 مل ماء مقطر حرارته 60 مئوية، وحركت باستعمال المحرك المغناطيسي ذي الصفيحة الساخنة لمدة 60 دقيقة، وجُمع الرائق بوساطة المنتبذة بسرعة 10000 دورة دقيقة$^{-1}$، وحرارة 4 مئوية لمدة 30 دقيقة وأعيد استخلاص المتبقي بالطريقة نفسها وجفدت النماذج بجهاز التجفيد في أواني زجاجية بدرجة حرارة –57 مئوية وجُمع المسحوق ووزن وحفظ في الثلاجة بدرجة 4 مئوية لحين الاستعمال.

3-1-3-4-3: تحضير مستخلصات الأجسام الثمرية الطرية بالماء البارد:

أُخذ 100 غم من شرائح الفطر المحاري الطري وأضيف إليه 800 مل ماء مقطر وجمدت ثم أذيبت بعد 24 ساعة وجُمع الرائق الناتج من عملية الإذابة بوساطة المنتبذة بسرعة 10000 دورة دقيقة$^{-1}$ ودرجة حرارة 4 مئوية لمدة 30 دقيقة وأعيد استخلاص المتبقي بالطريقة نفسها، جفدت النماذج بجهاز التجفيد وجُمع المسحوق ووزن وحفظ في الثلاجة بدرجة 4 مئوية لحين الاستعمال.

2-3-4-3: تحضير الجزيئات النانوية

1-2-3-4-3: تحضير جزيئات النانوية للفضة:

أذيب 1 غم من مستخلص الفطر المحاري المجفّد في 100 مل من الماء المقطر المعقم، وحضرت عشرة تراكيز (1 و 2 و 3 و 4 و 5 و 6 و 7 و 8 و9 و 10)، ملغم مل$^{-1}$ بحجم 10 مل مع إضافة 5 مل من نترات الفضة ($AgNO_3$) بتركيز 1 mM ملي مولر في أنابيب زجاجية، وحضنت في حرارة الغرفة 25 مئوية في الظلام، وفحص تكوّن الجزيئات النانوية للفضة خلال 7 أيام مع ملاحظة تغير ألوان المحاليل إلى اللون البني (Nithya و Ragunathan، 2009).

2-2-3-4-3: تحضير جزيئات النانوية للذهب:

أذيب 1 غم من مستخلص الفطر المجفّد في 100 مل من الماء المقطر المعقم، وجرى التحضير لعشرة تراكيز (0.2 و 0.4 و 0.6 و 0.8 و 1.0 و 1.2 و 1.4 و 1.6 و 1.8 و 2.0) ملغم مل$^{-1}$ بحجم 10 مل، مع إضافة 5 مل من هيدرات كلوريد الذهب الثلاثي ($HAuCl_4.H_2O$) بتركيز 1 mM ملي مولر في قارورة زجاجية (Vial) ذات سدادة محكمة، وحضنت في درجة حرارة الغرفة 25 مئوية في الظلام، وفُحص تكوّن الجزيئات النانوية للذهب خلال 5 أيام مع ملاحظة تغير ألوان المحاليل إلى اللون البنفسجي والوردي (Nithya و Ragunathan، 2009).

3-3-4-3: دراسة الصفات الفيزياوية لجزيئات الفضة والذهب النانوية :

أخذ 2 مل من المحاليل المحضرة في الفقرتين (3-4-3-2-1 و 3-4-3-2-2)، التي تبين أنها احتوت على جزيئات النانو، وأخذ قياس طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي ضمن طول موجي بين 350–800 نانومتر، وباعتماد نتائج الأشعة البنفسجية المرئية التي وضحت وجود النانو، أجريت القياسات الآتية في مختبرات كلية العلوم في جامعة ملايا الماليزية وتضمنت: طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR)، وصور المجهر الإلكتروني الماسح ذو المجال المنبعث (FE-SEM)، وصور المجهر الإلكتروني النافذ (TEM)، من أجل تأكيد تكوّن جزيئات الفضة والذهب النانوية، ومعرفة خصائصها (Huang وجماعته، 2007).

4-3-4-3: الفعالية الحيوية لجزيئات نانو الفضة المنتجة ضد الخمائر المرضية:

نفذت تجربة الفعالية الحيوية بطريقة الحفر بعد تجفيد المحاليل التي تكوّنت فيها جزيئات الفضة النانوية في الفقرة (3-4-3-2-1)، بثلاثة تراكيز 20 و 40 و 60 مايكروغرام حفرة$^{-1}$ وقورنت بالمضاد الفطري النستاتين (Nystatin)، بتركيز 1 مايكروغرام حفرة$^{-1}$ من جهة، ومع مستخلصات الفطر المحاري التي حضرت منها جزيئات النانو وبالتراكيز نفسها وهي (20 و 40 و 60 ملغم حفرة$^{-1}$)، وأخذت قياس قطر التثبيط حول الحفر بعد 18 ساعة.

1-4-3-4-3: اختبار الحساسية بطريقة الانتشار بالحفر

لقحت أطباق بتري حاوية وسط الأكار المغذي بالخمائر المرضية (جدول 1، د)، وحضنت مدة 24 ساعة بدرجة حرارة 37 مئوية، ثم أخذت كمية من المستعمرة بملء العروة، ووضعت في 5 مل من مرق السابرود والدكستروز (SDB)، ورجت جيداً وحضنت بدرجة 37 مئوية مدة 24 ساعة، ثم أخذ حجم 10 مايكرون من العالق وأضيف إلى أنبوبة حاوية 10 مل محلول ملحي طبي

(Normal Saline)، ورجت لمدة دقيقة واحدة، وحضنت في الحاضنة لمدة 3 ساعات بدرجة 37 مئوية، ثم أُخذ منها 100 مايكرون، وأضيف في وسط طبق السابرود والدكستروز الصلب (SDA) ونُشِر باستعمال قطيلة (Swab) على سطح وسط SDA بأربعة اتجاهات، وتركت لتجف، وأضيفت تراكيز الجزيئات النانوية ومستخلصات الفطر والمضاد الحيوي في حفر عملت في الوسط باستعمال ثاقب فلين معقم قطره 6 ملم، وقورنت مناطق التثبيط (Inhibition Zones) الناتجة بمثيلاتها الناتجة من مستخلصات الفطر نفسه والمضاد الحيوي بعد 18 ساعة من الحضن في حرارة 37 مئوية (Al-kubaisy، 2003).

3-5: التحليل الإحصائي

جمعت البيانات وحللت إحصائياً باعتماد CRD التصميم العشوائي الكامل من دون قطاعات، باتجاهين، وقُورنت معدلاتها باعتماد اختبار أقل فرق معنوي Least Significant Differences (LSD)، كما قِيست معاملات الارتباط بين بعض صفات الأجسام الثمرية المتكونة على الأوساط الزرعية (الراوي وخلف الله، 1980) باستخدام برنامج Genstat.

الفصل الرابع

4: النتائج والمناقشة

4-1: تأثير مستخلصات الخلطات في نمو غزل الفطر المحاري على الأوساط الصلبة

ثبت أن نمو غزل الفطر المحاري بمستخلصات الأوساط الزرعية المستعملة في إنتاج جميع الأنواع نمو متقارب باستثناء الفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae*، الذي تأخر ظهور نمو غزله الفطري معنوياً ($P> 0.05$) لمدة يومين على وسط PDA ووسط الخلطة 4 (نشارة خشب معامل النجارة 100%)، ووسط الخلطة 5 (ليف النخيل 100%)، تلاه بمعدل 1.33 يوم للفطر نفسه على وسط الخلطة 3، والفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* على وسط PDA، وأعطى استعمال مستخلصات الخلطات 1 و 2 و 3 أسرع معدل لظهور الغزل الفطري بمعدل 1.00 و 1.00 و 1.08 يوم بحسب الترتيب (جدول 4).

جدول (4) عدد الأيام اللازمة لبدء ظهور نمو غزل أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* spp. على الأوساط الصلبة لمستخلصات الأوساط الزرعية

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
وسط PDA	1.00	1.00	2.00	1.33	1.33
خلطة 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
خلطة 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
خلطة 3	1.00	1.00	1.33	1.00	1.08
خلطة 4	1.00	1.00	2.00	1.00	1.25
خلطة 5	1.00	1.00	2.00	1.00	1.25
معدل الفطريات	1.00	1.00	1.55	1.05	1.15
LSD P> 0.05	S= 0.136, OM= 0. 111, S * OM= 0.273				

الخلطة 1 = (تبن الحنطة 100%)، الخلطة 2 =(تبن الحنطة 70%، ونشارة الخشب 20%، وليف النخيل 10%)، الخلطة 3 = (تبن الحنطة 50%، ونشارة الخشب 30%، وليف النخيل 20%)، الخلطة 4 = (نشارة الخشب 100%)، الخلطة 5 = (ليف النخيل 100%).

ويشير الجدول 5 إلى تباين معدل نمو غزل أنواع الفطر المحاري تبعاً لنوع الخلطة بعد مدة 4 أياممن الزراعة، وسجل أعلى معدل معنوي ($P> 0.05$) للنمو 12.47 و 12.32 ملم يوم$^{-1}$ للخلطتين 1 (تبن الحنطة 100%) و 5 (ليف النخيل 100%) وانخفض إلى 10.27 ملم يوم$^{-1}$ للخلطة 3 (تبن الحنطة 50%، ونشارة الخشب 30%، وليف النخيل 20%)، بنسبة انخفاض بلغت 21.42%، في حين سُجل أقل معدل 8.41 ملم يوم$^{-1}$ للخلطة 4 (نشارة خشب معامل النجارة 100%)، مقارنة مع 9.62 ملم يوم$^{-1}$ لوسط PDA القياسي. وأظهرت أنواع الفطر المحاري أن أعلى معدل نمو 11.87 ملم يوم$^{-1}$ للفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus*، وأقل معدل 8.57 ملم يوم$^{-1}$ للفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae* على الترتيب.

بينت المعاملات أن الفطر المحاري ذا اللون الوردي *P. salmoneostramineus* المنمى على مستخلص الخلطة 1، والفطر المحاري ذا اللون الرمادي *P. ostreatus* المنمى على مستخلص الخلطة 5 حققا أعلى متوسط نمو، وبفارق معنوي ($P> 0.05$) بلغ 14.73 و14.13 ملم يوم$^{-1}$ على الترتيب، في حين تحقق أقل متوسط نمو 5.63 ملم يوم$^{-1}$ للفطر *P. cornucopiae* المنمى على مستخلص نشارة الخشب 100%، الذي أعطى أقل كثافة لنمو الغزل. وعلى الرغم من سرعة نمو الغزل على مستخلص ليف النخيل إلا أن كثافة الغزل قليلة مقارنةً بنموه على الخلطات 1 و 2 و3، في حين كان معدل النمو اليومي مع Kashangura (2008) 5 ملم يوم$^{-1}$ لغزل الفطر المحاري.

جدول (5) معدل نمو غزل الفطر المحاري على مستخلصات الأوساط الزرعية في الوسط الصلب بعد 4 أيام (ملم يوم$^{-1}$)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
وسط PDA	9.86	11.40	8.46	8.73	9.62
خلطة 1	12.90	12.50	9.73	14.73	12.47
خلطة 2	11.80	11.73	8.50	10.40	10.61
خلطة 3	11.90	11.63	8.40	9.13	10.27
خلطة 4	10.63	8.63	5.63	8.73	8.41
خلطة 5	14.13	13.63	10.70	10.80	12.32
معدل الفطريات	11.87	11.58	8.57	10.42	10.61
LSD P> 0.05	S= 0.367, OM= 0.300, S * OM= 0.735				

الخلطة 1 = (تبن الحنطة 100%)، الخلطة 2 =(تبن الحنطة 70%، ونشارة الخشب 20%، وليف النخيل 10%)، الخلطة 3 = (تبن الحنطة 50%، ونشارة الخشب 30%، وليف النخيل 20%)، الخلطة 4 = (نشارة الخشب 100%)، الخلطة 5 = (ليف النخيل 100%).

ومن خلال الجدول 11 والملحق 6 يتبين وجود تأثير معنوي (P> 0.05) لمستخلص الخلطات في تغطية الأطباق بالغزل الفطري، إذ سُجلت أسرع مدة تغطية معنوية (P> 0.05) بعد 8 أيام لوسط مستخلص الخلطة 5 (ليف النخيل 100%)، تلاه وسط مستخلص الخلطات 1 و 2 و 3 بعدد أيام بلغت 8.75 و 10.00 و 10.25 أيام على الترتيب، مقارنة مع 9.66 أيام لوسط PDA. وقد أبدت أنواع الفطر المحاري تبايناً في سرعة نموها والمدة اللازمة لتغطية الأطباق بشكل كامل، إذ سجل الفطر المحاري ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* أسرع نمو بدلالة عدد الأيام اللازمة لتغطية كامل الطبق التي بلغت 8.50 أيام، تلاه في ذلك الفطر ذو اللون الأبيض *P. ostreatus* والفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* بعدد أيام بلغت 8.77 و 9.94 و 11.83 يوماً على الترتيب. وبينت المعاملات أن أسرع مدة تغطية تحققت مع الفطر ذي اللون الرمادي وذي اللون الأبيض *P. ostreatus* على وسط مستخلص الخلطة 5

بعد 7 أيام، تلاه في ذلك الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* على وسط مستخلص تبن الحنطة، والفطر ذو اللون الأبيض *P. ostreatus* على وسط PDA بمعدل 8.00 أيام، في حين كانت أطول مدة تغطية للطبق بعد 15.66 يوماً للفطر *P. cornucopiae* على وسط مستخلص نشارة الخشب.

جدول (6) عدد الأيام اللازمة لتغطية الطبق بغزل الفطر المحاري *Pleurotus* spp. بوجود مستخلصات الأوساط الزرعية (الخلطات) في الوسط الصلب

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
وسط PDA	9.00	8.00	12.00	9.66	9.66
خلطة 1	8.00	8.66	10.33	8.00	8.75
خلطة 2	9.00	9.00	12.00	10.00	10.00
خلطة 3	9.00	9.00	12.00	11.00	10.25
خلطة 4	9.00	11.00	15.66	12.00	11.91
خلطة 5	7.00	7.00	9.00	9.00	8.00
معدل الفطريات	8.50	8.77	11.83	9.94	9.76
LSD P> 0.05	S= 0.367, OM= 0.300, S * OM= 0.735				

الخلطة 1 = (تبن الحنطة 100%)، الخلطة 2 =(تبن الحنطة 70%، ونشارة الخشب 20%، وليف النخيل 10%)، الخلطة 3 = (تبن الحنطة 50%، ونشارة الخشب 30%، وليف النخيل 20%)، الخلطة 4 = (نشارة الخشب 100%)، الخلطة 5 = (ليف النخيل 100%).

تظهر النتائج تأثير العامل الوراثي المتمثل باختلاف أنواع الفطر المحاري المستخدمة، فضلاً عن التنوع الظاهر في المواد الداخلة في تحضير الخلطات ومستخلصاتها وما توفره من مصادر تغذية متباينة، مما انعكس على سرعة نمو هذه الأنواع بدلالة قصر المدة اللازمة لتغطية كامل الأطباق بالنمو الفطري أو طولها (Kashangura، 2008).

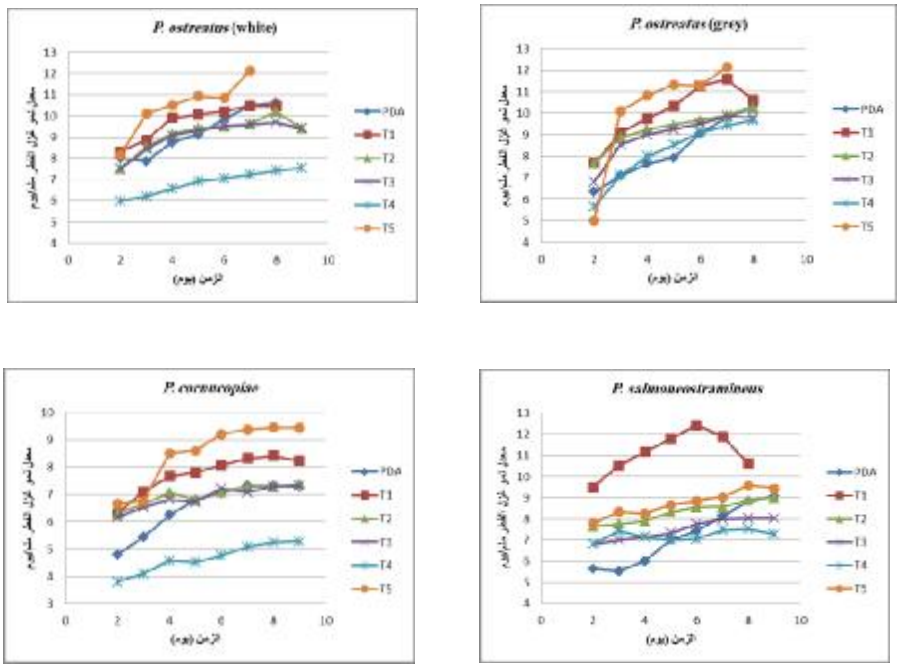
وذكر Kabirifard وجماعته (2012)، أن معدل نمو الفطر المحاري *P. ostreatus* اختلف بتغير وسط المستخلص المستعمل في التنمية، وكان بمساحة 8.1 سم^2 يوم$^{-1}$ على وسط مستخلص سعف النخيل، في حين كان 9.5 سم^2 يوم$^{-1}$ عند نموه على وسطي مستخلص تبن

الحنطة و PDA. وأشار حسن (2011) إلى أن وسط ليف النخيل سجل مدة حضانة قصيرة للفطر المحاري، وحصل الأمر نفسه في هذه الدراسة مع وجود ليف النخيل في الخلطتين 2 و 3 مما أعطاهما معدل نمو وكثافة غزل أفضل من بقية المستخلصات للخلطات الزرعية، ويعود ذلك إلى قدرة الفطر المحاري *P. ostreatus* على إنتاج أنزيمات قادرة على تحليل المركبات الأروماتية ولاسيما عند تنوع مصادر الكاربون كما أشار إلى ذلك حسن وجماعته (2008) عند استخدامه لهذ الفطر كمعاملة مايكروبية ملائمة لتحليل خليط من سعف النخيل وتبن الشعير مما أدى إلى انخفاض محتوى اللكنين ومحتوى الفينولات وارتفاع معامل الهضم للمادة الجافة من هذا الخليط مقارنة بالمعاملة الكيميائية. إذ وجد أن المستخلصات لعدة مصادر كاربون تعطي نمواً أفضل مما لو كان الوسط الزرعي لمصدر واحد، وهذا يساعد على معرفة امكانية استعمال المخلفات السليلوزية الفقيرة بمحتواها الغذائي من أجل تقليل كلفة الإنتاج باعتماد مصادر كاربون متوافرة محلياً وملائمة للإنتاج، لذا اعتمدت الخلطات 1 و 2 و3 بعد ملاحظة ضعف كثافة غزل الفطر على وسطي نشارة الخشب وليف النخيل (خلطة 4 و 5)، إذ أشار Onuoha (2007) إلى أن نشارة الخشب قد تقلل إنتاج الفطر المحاري نسبياً، كما أكد Davis و Aegerter (2000) إلى أن نشارة الخشب لاتستخدم وحدها، بل بشكل خلطات مع مخلفات نباتية متنوعة لما تمتلكه نشارة خشب بعض النباتات من مواد مثبطة لنمو الفطريات مثل الفينولات، التي تنطلق بعد معاملة نشارة الخشب بالحرارة (Chang و Quimio، 1982)، إذ إن الفينول يضعف نمو غزل الفطر المحاري أو يوقفه بعد 6–11 يوماً من النمو (Ranjini و Padmavathi، 2012). وقد تكون نشارة خشب معامل النجارة معاملة بمواد كيميائية مضادة للفطريات (Kalpana وجماعته، 2011).

لذا اعتمدت الخلطة 1 (تبن الحنطة 100%) معاملة سيطرة، والخلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%) والخلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب

30% وليف النخيل 20%) لإنتاج الفطر المحاري؛ لإعطائها كثافة غزل فطري جيدة مقارنة بالخلطات المكونة من مصدر كاربوني واحد؛ وذلك لتنوع مصادر الكاربون في الخلطة 2، والخلطة 3 التي ارتفع فيها معدل سرعة نمو الغزل في الوسط الصلب لمستخلصاتها، فاختيرت لتنمية أنواع الفطر المحاري الأربعة في الحقل بعد ملائمة مستخلصات هذه المخلفات النباتية لنموها.

إن كثافة نمو الغزل الفطري لأنواع الفطر المحاري كانت أوضح على وسط PDA مقارنة بالأوساط المحضرة من مستخلصات الخلطات المستخدمة، وهذا يتفق مع ما أشار إليه Stanley و Nyenke (2001) اللذان أشارا إلى أن كثافة غزل الفطر المحاري *P. pulmonarius* على مستخلصات المخلفات العضوية أقل مما في الأوساط الصناعية.



شكل (1) معدل نمو اليومي لغزل الفطريات الغذائية على مستخلصات الأوساط الزرعية

T1 = مستخلص الخلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، T2 = مستخلص الخلطة 2 (تبن الحنطة 70%، ونشارة الخشب 20%، وليف النخيل 10%)، T3= مستخلص الخلطة 3 (تبن الحنطة 50%، ونشارة الخشب 30%، وليف النخيل 20%)، T4 = مستخلص الخلطة 4 (نشارة الخشب 100%)،T5= مستخلص الخلطة 5 (ليف النخيل 100%)، C = وسط PDA.

2-4: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة:

تفوقت مكونات الخلطة 1 (تبن الحنطة 100%) في النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة قبل الزراعة، وقد بلغت 77.04%، تلتها الخلطة 2 بنسبة 76.08%، وانخفضت النسبة بشكل معنوي (P> 0.05) إلى نسبة 73.70% للخلطة 3، التي بدورها أعطت أعلى نسبة مئوية معنوية (P> 0.05) للوزن الجاف بلغت 26.30%، وانخفضت النسبة المئوية للوزن الجاف إلى 23.92% و 22.96% للخلطتين 2 و 1 على الترتيب (الجدول 7). في حين كانت قيمة الرقم الهيدروجيني لمستخلص الخلطات قبل الزراعة بمعدل 6.40–6.96 (حامضي)، والإيصالية الكهربائية وصلت إلى 2.33 ملي سمينز سم$^{-1}$ مع الخلطتين 1 و 2، في حين انخفضت الايصالية إلى 1.30 ملي سمينز سم$^{-1}$ مع الخلطة 3، كما بين الجدول نفسه أن أعلى نسبة مئوية لوزن الرماد قبل الزراعة بلغت 12.27% (على أساس الوزن الجاف) مع الخلطة 1، وانخفضت إلى 10.63% و 10.23% مع الخلطتين 2 و 3 على الترتيب. وباعتماد هذه الخصائص فإن الخلطة 3 هي أفضل وسط زرعي لوزنها الجاف المرتفع مقارنة مع بقية الخلطات بالرغم من تقارب بقية الصفات.

جدول (7) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة

الأوساط الزرعية (الخلطات)	الخصائص الفيزيائية		الخصائص الكيميائية		
	الوزن الرطب (نسبة مئوية)	الوزن الجاف (نسبة مئوية)	الرقم الهيدروجيني	الايصالية الكهربائية (ملي سيمنز سم$^{-1}$)	الرماد (نسبة مئوية من الوزن الجاف)
خلطة 1	77.04	22.96	6.96	2.33	12.27
خلطة 2	76.08	23.92	6.63	2.33	10.63
خلطة 3	73.70	26.30	6.40	1.30	10.23
LSD P> 0.05	1.669	1.669	0.148	0.358	0.621

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

3-4: الخصائص الفيزياوية والكيميائية للأوساط الزرعية بعد الجني:

1-3-4: الفقد في الوزن:

يبين الجدول 8 أن لنوع الخلطة تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في نسبة الفقد في الوزن للأوساط الزرعية بعد إتمام عملية الجني، إذ أظهرت الخلطة 2 أعلى نسبة مئوية للفقد في الوزن بلغت 24.01%، وانخفضت إلى 14.48% و 13.53% مع الخلطتين 3 و 1 على الترتيب. وأظهر نوع الفطر المحاري أن أعلى نسبة فقد كانت 25.47% بوجود الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* و 22.53% بوجود الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus*، وانخفضت إلى 12.30% و 9.07% بوجود الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* على الترتيب. وتحقق أعلى فقد معنوي (P> 0.05) بالوزن كما بينته المعاملات بقيمة 38.52% للخلطة 2 عند تنمية الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus*، تلته الخلطة نفسها بوجود الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* بقيمة 32.36%، في حين سُجل أقل فقد للوزن بقيمة 5.78% مع الخلطة 1 عند تنمية الفطر *P. salmoneostramineus* تلته الخلطتان 3 و 2 عند تنمية الفطر *P. cornucopiae* بقيم 7.24% و 8.59% على الترتيب.

جدول (8) النسبة المئوية للفقد في وزن الأوساط الزرعية بعد الجني

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	17.47	19.49	11.38	5.78	13.53
خلطة 2	38.52	32.36	8.59	16.60	24.01
خلطة 3	20.42	15.75	7.24	14.52	14.48
معدل الفطريات	25.47	22.53	9.07	12.30	17.34
LSD P> 0.05	**S=** 0.495, **OM=** 0.571, **S * OM=** 0.990				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

2-3-4: الانضغاط Compacting

يتضح من الجدول 9 أن لنوع الخلطات تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في انضغاط الأوساط الزرعية بعد الجني، الذي ارتفع بمعامل 0.13 للخلطة 3 وانخفض إلى 0.10 لكل من الخلطتين 1 و 2. في حين أثبتت أنواع الفطر المحاري تبايناً في تأثيرها في الانضغاط، إذ سُجل أعلى انضغاط بمعامل 0.15 بوجود الفطر *P. cornucopiae* وانخفض إلى 0.11 و 0.10 و 0.08 بوجود الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر ذي اللون الأبيض والرمادي *P. ostreatus* على الترتيب، وبوجود فارق معنوي (P> 0.05). وبينت المعاملات أن أعلى انضغاط تحقق بمعامل 0.17 و 0.16 مع الخلطتين 2 و 3 عند تنمية الفطر *P. cornucopiae*، وانخفض بشكل معنوي (P> 0.05) إلى معامل انضغاط قدره 0.13 للخلطة 3 عند تنمية الفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus*، في حين حققت الخلطة 2 أقل انضغاط بمعاملات 0.05 و 0.09 و 0.09 عند تنمية الفطر ذي اللون الرمادي والأبيض *P. ostreatus* والفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* على الترتيب.

اتضح من نتائج الجدول 9 أن الانضغاط الحاصل للأوساط الزرعية بعد الجني اعتمد بشكل أساسي على كل من نوع الفطر المحاري المستخدم في الزراعة، ونوع الأوساط الزرعية ومكوناتها أيضاً، فعند حدوث الانضغاط للأوساط تقل المسافات البينية بين جزيئات المواد المكونة لها (Schipper وجماعته، 2001)، إذ يزداد الانضغاط مع زيادة كثافة الوسط الزرعي الذي انعكس على تدهور الظروف الهوائية اللازمة لنمو الفطريات، مما قد ينعكس سلباً على معدل النمو وكمية الحاصل.

جدول (9) معامل الانضغاط للأوساط الزرعية بعد الجني

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	0.10	0.10	0.12	0.11	0.10
خلطة 2	0.05	0.09	0.17	0.09	0.10
خلطة 3	0.11	0.12	0.16	0.13	0.13
معدل الفطريات	0.08	0.10	0.15	0.11	0.11
LSD P> 0.05	**S=** 0.013, **OM=** 0.015, **S * OM=** 0.027				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-3-3: الرقم الهيدروجيني pH

بيّنت قياسات الرقم الهيدروجيني لمستخلصات الأوساط الزرعية بعد الجني أنها حامضية، بمعدل 5.06 (جدول 10)، وأظهرت أنواع الخلطات أن أعلى رقم هيدروجيني بلغ 5.10، لمستخلص الخلطة 2 وانخفض إلى 5.09 و 4.99 مع الخلطتين 3 و1، مع وجود فارق معنوي (P> 0.05). وبينت أنواع الفطر المحاري أن أعلى قيمة معنوية (P> 0.05) للرقم الهيدروجيني بلغت 5.40 بوجود الفطر *P. cornucopiae*، وانخفضت القيمة إلى 5.03 و 5.00 و 4.81 بوجود الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر ذي اللون الأبيض والرمادي *P. ostreatus* على الترتيب.

وأشارت المعاملات إلى تحقيق أعلى رقم هيدروجيني بقيمة 5.73 و 5.70 مع الخلطتين 2 و 3 عند تنمية الفطر ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae*، في حين تحقق أقل رقم هيدروجيني بقيمة 4.70 لمستخلص الخلطة 2 عند تنمية الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus*، تلاه مستخلص الخلطة 1 عند تنمية الفطر *P. cornucopiae* بقيمة 4.77.

جدول (10) قيم الرقم الهيدروجيني لمستخلصات الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	4.93	5.23	4.77	5.03	4.99
خلطة 2	4.70	4.94	5.73	5.03	5.10
خلطة 3	4.80	4.83	5.70	5.03	5.09
معدل الفطريات	4.81	5.00	5.40	5.03	5.06
LSD P> 0.05	**S=** 0.042, **OM=** 0.048, **S * OM=** 0.084				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

وتتطبق هذه النتائج مع Danai وجماعته (2011) الذي أنتج الفطر *P. ostreatus* على أنواع من مختلفة من تبن الحنطة، فوجد أن قيم الرقم الهيدروجيني تراوحت بين 5.80–5.90 وانخفضت بحدود 4.69–4.82 بعد الجني. كما أشار Sobal وجماعته (2007) إلى أن الرقم الهيدروجيني في وسط PDA تراوح بين 5.8–6.8 بعد اكتمال نمو الفطر المحاري. في حين وجد Rawte و Diwan (2011) أن قيمة الرقم الهيدروجيني قد انخفضت بحدود 4.59–5.27 بعد 9 أيام من تنمية الفطر المحاري في الوسط السائل PDB بعد أن كانت قيمته 7، وأثبت أن أفضل نمو للفطر المحاري في الوسط السائل PDB كان ضمن رقم هيدروجيني قيمته 5، وأن الكتلة الحيوية تقل كلما ارتفع الرقم الهيدروجيني عن هذه القيمة أو انخفض.

إن انخفاض الرقم الهيدروجيني للأوساط الزرعية بعد الجني (جدول 10) مقارنة بالأوساط قبل الزراعة (جدول 7) يتفق مع ما وجده أحمد (2010)، ويُعزى هذا الانخفاض مع جميع المعاملات بسبب مكونات الوسط من خلال إضافة الصخر الفوسفاتي إلى الخلطات، مما أدى إلى ارتفاع محتوى الأحماض العضوية في الأوساط المدعمة بالصخر الفوسفاتي، التي أدت إلى خفض قيمة pH وزيادة ذوبان المركبات الفوسفاتية المعدنية (العسافي، 2002)، أو من خلال افراز الفطر لبعض الأحماض العضوية التي تخفض الرقم الهيدروجيني (العيساوي، 2011).

4-3-4: الإيصالية الكهربائية EC

يشير الجدول 11 إلى أن تأثير نوع الخلطة معنوياً (P> 0.05) في قيم الإيصالية الكهربائية لمستخلصات الخلطات، إذ سُجلت أعلى إيصالية كهربائية 2.77 ملي سيمنز سم$^{-1}$ لمستخلص الخلطة 1، وانخفضت إلى 2.08 و 1.66 ملي سيمنز سم$^{-1}$ لمستخلص الخلطتين 2 و 3 على الترتيب. وأظهرت أنواع الفطريات أن أعلى إيصالية لمستخلصات الخلطات بلغت 2.41 ملي سيمنز سم$^{-1}$ عند تنمية الفطر *P. cornucopiae*، وانخفضت إلى 2.16 و 2.12 و 2.00 ملي سيمنز سم$^{-1}$ عند تنمية الفطر *P. ostreatus* الرمادي والابيض والوردي *P. salmoneostramineus* على الترتيب. ويتضح من المعاملات أن أعلى إيصالية كهربائية تحققت بقيمة 3.30 ملي سيمنز سم$^{-1}$ لمستخلص الخلطة 1 عند تنمية الفطر المحاري ذو اللون الأبيض *P. ostreatus*، كما تحققت أقل إيصالية بمعدل 1.13 ملي سيمنز سم$^{-1}$ مع مستخلص الخلطة 3 عند تنمية النوع السابق نفسه. ولم تُشِرْ الدراسات السابقة إلى وجود أي تأثير لتركيز الأملاح في نمو البزار في الوسط الزرعي أو على كمية الإنتاج (Royse, 2008).

جدول (11) قيم الإيصالية الكهربائية لمستخلصات الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني (ملي سيمنز سم$^{-1}$)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	2.46	3.30	3.07	2.26	2.77
خلطة 2	2.10	1.93	2.43	1.87	2.08
خلطة 3	1.93	1.13	1.73	1.87	1.66
معدل الفطريات	2.16	2.12	2.41	2.00	2.17
LSD P> 0.05	**S=** 0.292, **OM=** 0.337, **S * OM=** 0.584				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

5-3-4: محتوى الرماد Ash Content

أثرت أنواع الخلطات معنوياً (P> 0.05) في محتوى الرماد الناتج من حرق الأوساط الزرعية بعد الجني كما أوضحه الجدول 12، إذ سُجل أعلى رماد بنسبة 17.88% عند حرق مكونات الخلطة1، وانخفضت النسبة إلى 16.75% و 14.38% عند حرق مكونات الخلطتان 2 و 3 على الترتيب. وسجل عامل أنواع الفطر المحاري أعلى رماد بنسبة 19.00% عند تنمية الفطر المحاري *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي، تلتها عند تنمية الفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae* والفطر المحاري *P. ostreatus* الابيض والفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* بنسب 17.83% و 14.33% و 14.17% على الترتيب، مع وجود فارق معنوي (P> 0.05). وأشارت المعاملات إلى تحقيق أعلى رماد بنسبة 21.00% عند حرق مكونات الخلطة 2 في حالة تنمية الفطر *P. cornucopiae*، في حين تحقق أقل محتوى للرماد بنسبة 12.50% عند حرق مكونات الخلطة 3 في حالة تنمية *P. ostreatus* الأبيض.

جدول (12) النسبة المئوية للرماد الناتج من حرق الأوساط الزرعية بعد الجني (باعتماد الوزن الجاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	20.50	16.50	18.50	16.00	17.88
خلطة 2	19.00	14.00	21.00	13.00	16.75
خلطة 3	17.50	12.50	14.00	13.50	14.38
معدل الفطريات	19.00	14.33	17.83	14.17	16.33
LSD P> 0.05	**S=** 0.709, **OM=** 0.819, **S * OM=** 1.418				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

وتنطبق نتائج محتوى الاوساط الزرعية من الرماد مع Danai وجماعته (2011) الذي أنتج *P. ostreatus* على أنواع من تبن الحنطة، وكانت النسبة المئوية لمحتوى الرماد بقُرابة

11.68%–19.61% وارتفعت إلى 18.80%–21.25% بعد الجني. كما تتفق نتائج ارتفاع محتوى الأوساط الزرعية من الرماد (جدول 12) بعد الجني في هذه الدراسة مقارنة بالأوساط قبل الزراعة (جدول 7) مع أحمد (2010)، الذي ارتفعت نسبة الرماد في أوساطه بعد زراعة النوعين من الفطر المحاري *P. ostreatus* مقارنة بنسة الرماد قبل الزراعة.

إن نسبة الرماد للأوساط الزرعية بعد الجني ارتفعت مقارنة بنسبة الرماد قبل الزراعة بشكل عام، ويرجع ذلك إلى ان قياسات الرماد قبل الزراعة أجريت من غير اضافة للصخر الفوسفاتي (فقرة 3–3–5) في المواد وطرائق العمل، وان إضافة الصخر الفوسفاتي للخلطات بنسبة5% على أساس الوزن الجاف (فقرة 3-2-6-1) رفع نسبة الرماد بعد الجني، إضافة الى نسبة الفقدان في الوزن للخلطات (جدول 8) أدى الى تحرر غاز CO_2 ورفع نسبة العناصر الموجودة في الوسط الزرعي (Wood، 1993).

4-4: التركيبة الكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة:

يظهر الجدول 13 تفوقاً معنوياً ($P> 0.05$) للخلطة 3 في ارتفاع محتوى عناصر الكوبلت والحديد والنيكل والنحاس والخارصين والمنغنيز بمعدل 0.60 و 38.27 و 0.93 و 2.90 و 2.44 و 4.65 ملغم كغم$^{-1}$ تلته الخلطة 2 بمعدل 0.53 و 32.34 و 0.72 و 2.59 و 1.89 و 3.52 ملغم كغم$^{-1}$، وانخفض محتوى الخلطة 1 إلى 0.47 و 27.92 و 0.50 و 2.10 و 1.03 و 1.98 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب، في حين لم يتأثر محتوى الخلطات من عنصري الرصاص والكادميوم وكان محتواهما في الخلطات بمعدل 0.22 و 0.14 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب.

وتحقق أعلى محتوى معنوي ($P> 0.05$) للكاربون 244.33 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 3 وانخفض إلى 243.33 و 239.00 غم كغم$^{-1}$ للخلطتين 2 و 1 على الترتيب، في حين كان أعلى محتوى

معنوي (P> 0.05) للنتروجين 7.71غم كغم$^{-1}$ للخلطة 2، وانخفض إلى 6.65 غم كغم$^{-1}$ مع بقية الخلطات، وبلغت أقل نسبة كاربون إلى النتروجين (C:N Ratio) 34.06 مع الخلطة 2 وارتفعت النسبة إلى 38.50 و 40.20 مع الخلطة 1 والخلطة 3 على الترتيب بفارق معنوي (P> 0.05).

جدول (13) التركيبة الكيميائية للأوساط الزرعية قبل الزراعة

الأوساط الزرعية	ملغم كغم$^{-1}$ (وزن جاف)								غم كغم$^{-1}$ (وزن جاف)		C:N Ratio
	Co	Pb	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Mn	C	N	
خلطة 1	0.47	0.21	27.92	0.50	2.10	1.03	0.14	1.98	239.00	6.65	38.50
خلطة 2	0.53	0.22	32.34	0.72	2.59	1.89	0.14	3.52	243.33	7.71	34.06
خلطة 3	0.60	0.23	38.27	0.93	2.90	2.44	0.15	4.65	244.33	6.65	40.20
المعدل	0.53	0.22	32.84	0.71	2.53	1.78	0.14	3.38	242.22	7.00	37.58
LSD P> 0.05	0.068	0.059	0.697	0.071	0.206	0.276	0.028	0.176	1.489	0.541	0.176

4-5: التركيبة الكيميائية للأوساط الزرعية بعد الجني:

4-5-1: محتوى الكاربون:

يظهر الجدول 14 أن لنوع الوسط الزرعي تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في محتوى الأوساط الزرعية من الكاربون بعد الجني، إذ بلغ أعلى محتوى للكاربون 232.92 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 3، تلتها الخلطتان 2 و 1 بمعدل 226.50 غم كغم$^{-1}$ و 223.50 غم كغم$^{-1}$ على الترتيب. وأوضحت أنواع الفطر المحاري أن أعلى محتوى للكاربون بلغ 233.67 غم كغم$^{-1}$ عند تنمية الفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* وانخفض إلى 233.11 و 223.44 و 220.33 غم كغم$^{-1}$ عند تنمية الفطر *P. ostreatus* الابيض والفطر *P. cornucopiae* والفطر المحاري *P. ostreatus* الرمادي على الترتيب بفارق معنوي (P> 0.05). وأشارت المعاملات إلى أن أعلى محتوى للكاربون تحقق بقيمة 238.00 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 3 عند تنمية الفطر ذي اللون الأبيض

P. ostreatus، في حين تحقق أقل محتوى بقيمة 214.67 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 2 عند تنمية الفطر *P. cornucopiae*.

جدول (14) محتوى الكاربون في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني (غم كغم$^{-1}$)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* ١ الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	216.33	227.33	221.67	228.67	223.50
خلطة 2	220.33	234.00	214.67	237.00	226.50
خلطة 3	224.33	238.00	234.00	235.33	232.92
معدل الفطريات	220.33	233.11	223.44	233.67	227.64
LSD P> 0.05	**S=** 0.948, **OM=** 1.094, **S * OM=** 1.895				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-5-2: محتوى النتروجين:

أثرت نوع الخلطة تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في محتوى الأوساط الزرعية من النتروجين بعد الجني، وبلغ أعلى محتوى للنتروجين 8.98 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 1 تلتها الخلطة 3 و 2 بمحتوى 8.56 و 8.48 غم كغم$^{-1}$ على الترتيب(الجدول 15).

وبينت أنواع الفطر المحاري أن أعلى محتوى للنتروجين بلغ 9.54 غم كغم$^{-1}$ عند تنمية الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* وأقل محتوى 7.87 غم كغم$^{-1}$ عند تنمية الفطر المحاري *P. cornucopiae*. وأظهرت المعاملات أن أعلى محتوى للنتروجين تحقق بقيمة 9.98 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 3 و 1 عند تنمية الفطر *P. ostreatus* الابيض وللخلطة 1 عند تنمية الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* وللخلطة 2 عند تنمية الفطر *P. ostreatus* الرمادي، في حين تحقق أقل محتوى بمعدل 6.65 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 3 عند تنمية الفطر المحاري *P. salmoneostramineus*.

جدول (15) محتوى النتروجين في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني (غم كغم$^{-1}$)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	8.65	9.98	7.32	9.98	8.98
خلطة 2	9.98	8.65	7.98	7.32	8.48
خلطة 3	9.31	9.98	8.31	6.65	8.56
معدل الفطريات	9.31	9.54	7.87	7.98	8.68
LSD P> 0.05	S= 0.210, OM= 0.242, S * OM= 0.420				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-5-3: نسبة الكاربون إلى النتروجين C:N Ratio:

يظهر الجدول 16 أن نوع الخلطة أثر معنوياً (P> 0.05) في نسبة الكاربون إلى النتروجين بعد الجني، وبلغت أعلى نسبة 27.86 للخلطة 3 تلتها الخلطة 2 بنسبة 27.10، في حين سجلت الخلطة 1 أقل نسبة بلغت 25.23. وأثرت أنواع الفطر المحاري معنوياً (P> 0.05) في نسبة الكاربون إلى النتروجين، إذ سُجلت أعلى نسبة 30.21 عند تنمية الفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* وأقل نسبة 23.73 عند تنمية الفطر *P. ostreatus* الرمادي. وبينت المعاملات أن أعلى نسبة تحققت بقيمة 35.36 للخلطة 3 عند تنمية الفطر *P. salmoneostramineus*، في حين تحققت أقل قيمة 22.03 للخلطة 2 عند تنمية الفطر *P. ostreatus* الرمادي وبشكل معنوي (P> 0.05).

4-5-4: محتوى البروتينات:

إن لنوع الخلطة تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في محتوى البروتينات بعد الجني (الجدول 17)، وبلغ أعلى محتوى للبروتينات 5.62% للخلطة 1، تلتها الخلطة 3 و 2 بنسبة 5.35% و 5.30% على الترتيب. وأعطت أنواع الفطر المحاري أعلى محتوى للبروتينات 5.96% عند تنمية الفطر

P. ostreatus الابيض وانخفض إلى 5.82% و 4.99% و 4.92% عند تنمية *P. ostreatus* الرمادي والفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* على الترتيب. واتضح من المعاملات أن أعلى محتوى للبروتينات تحقق بنسبة 6.24% للخلطة 3 و 1 عند تنمية الفطر المحاري *P. ostreatus* الابيض وللخلطة 1 عند تنمية الفطر المحاري ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* وللخلطة 2 عند تنمية الفطر *P. ostreatus* الرمادي، في حين تحقق أقل محتوى بنسبة 4.16% للخلطة 3 عند تنمية الفطر *P. salmoneostramineus*.

جدول (16) نسبة الكاربون إلى النتروجين في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	25.03	22.73	30.30	22.86	25.23
خلطة 2	22.03	27.10	26.90	32.40	27.10
خلطة 3	24.13	23.80	28.16	35.36	27.86
معدل الفطريات	23.73	24.54	28.45	30.21	26.73
LSD P> 0.05	**S=** 0.231, **OM=** 0.266, **S * OM=** 0.462				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

جدول (17) النسبة المئوية للبروتينات في الأوساط الزرعية الجافة بعد الجني

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	5.41	6.24	4.58	6.24	5.62
خلطة 2	6.24	5.41	4.99	4.58	5.30
خلطة 3	5.82	6.24	5.19	4.16	5.35
معدل الفطريات	5.82	5.96	4.92	4.99	5.42
LSD P> 0.05	**S=** 0.210, **OM=** 0.242, **S * OM=** 0.420				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع العديد من الدراسات، إذ اتضح ارتفاع محتوى النتروجين (جدول 15) ومحتوى البروتينات (جدول 17) بعد الإنتاج مقارنة بمحتوى الأوساط الزرعية قبل

الزراعة (جدول 7)، كما أشار إليه أحمد (2010)، ويعود السبب في ذلك إلى نمو غزل الفطر المحاري وتحليله للسليلوز بافرازه الأنزيمات المحللة للسليلوز بوصفه محللاً أولياً فينتج منه غاز CO_2 (Wood، 1993)، مما زاد من محتوى الخلطات من النتروجين مقارنة بالكاربون.

6-4: إنتاج البزار:

تباينت أنواع الفطر المحاري في عدد الأيام اللازمة لاكتمال إنتاج البزار كما يُظهره الجدول 18، إذ تفوق نوعي الفطر المحاري الابيض والرمادي *P. ostreatus* معنوياً ($P> 0.05$) في مدة إنتاج البزار باستعمال حبوب الدخن *Pennisetum americanum* التي بلغت معدل 8.33 أيام، علماً أن هذه المدة تمنع نمو الفطريات غير المرغوبة مثل الفطر *Trichoderma* sp. (Oh وجماعته، 2003)، فيما طالت مدة إنتاج البزار لتصل إلى 10.00 و 10.67 أيام للنوعين ذوات اللون الوردي *P. salmoneostramineus* واللون الأصفر *P. cornucopiae* حسب الترتيب.

للعامل الوراثي أثر مهم في التباين الظاهر بين أنواع الفطر المحاري في المدة اللازمة لاكتمال إنتاج البزار (Shukla و Jaitly، 2011)، فضلاً عن اختلاف ملائمة أنواع الحبوب النباتية لإنتاج بزار الفطر المحاري بأنواعه المختلفة (يبرق وجماعته، 2009)، وحصل كل من Tisdale (2004) و Shukla و Jaitly (2011) على إنتاج بزار لعدة أنواع من الفطر المحاري *Pleurotus* spp. بعد مدة تراوحت بين 10–14 يوماً باستعمال حبوب الحنطة.

جدول (18) عدد الأيام اللازمة لإنتاج بزار أنواع الفطر *Pleurotus* spp. على حبوب الدخن

البزار (Spawn)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* spp.				معدل البزار Spawn
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
	8.33	8.33	10.67	10.00	9.33
LSD P> 0.05	S= 0.941				

4-7: الصفات الإنتاجية لأنواع الفطر المحاري *Pleurotus* spp.

4-7-1: عدد الجنيات لكل كيس

يبين الجدول 19 أن استعمال الخلطات المتنوعة أثّر معنوياً (P> 0.05) في زيادة عدد الجنيات بعد 30 يوماً من الإنتاج، وقد بلغ معدل 2.83 و 2.75 جنية كيس$^{-1}$ (2 كغم وزن رطب) للخلطة 2 و 3 مقارنة بمعدل 2.50 جنية كيس$^{-1}$ للخلطة 1. وبينت أنواع الفطر المحاري المنتجة تفوقاً معنوياً (P> 0.05) للفطر *P. ostreatus* الرمادي بشكل كبير على بقية أنواع الفطر المحاري، الذي أعطى معدل 4,00 جنيات مقارنة بالفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* الابيض بمعدلات جنيات بلغت 2.44 و 2.33 و2.00 جنية كيس$^{-1}$ على الترتيب. وبين تداخل المعاملات تأثيرها المعنوي (P> 0.05) في عدد الجنيات، إذ تحقق أفضل عدد جنيات بمعدل 5.00 جنية كيس$^{-1}$ للفطر *P. ostreatus* الرمادي على الخلطة 2، في حين رفعت الخلطة 3 عدد جنيات الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* ليصل إلى 3.00 جنية كيس$^{-1}$ مقارنة مع 2.00 جنية كيس$^{-1}$ للخلطة 1.

جدول (19) عدد الجنيات لكل كيس لأنواع الفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	4.00	2.00	2.00	2.00	2.50
خلطة 2	5.00	2.00	2.00	2.33	2.83
خلطة 3	3.00	2.00	3.00	3.00	2.75
معدل الفطريات	4.00	2.00	2.33	2.44	2.69
LSD P> 0.05	**S= 0.1404, OM= 0.1622, S * OM= 0.2809**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

2-7-4: معدل وزن كل جنية

إن لنوع الوسط الزرعي المحضر بشكل خلطات محلية تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في زيادة معدل وزن الجنية الواحدة ليصل إلى 70.21 غم عند التنمية على الخلطة 2 مقارنة مع 65.90 غم و 62.21 غم عند التنمية على الخلطة 3 والخلطة 1 على الترتيب (الجدول 20). وتوضح أنواع الفطر المنتجة تفوقاً معنوياً (P> 0.05) للفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض بمعدل 75.98 غم تلاه الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي بمعدلات أوزان بلغت 70.11 و 60.31 و 58.02 غم على الترتيب. وبينت المعاملات أن الخلطة 3 و 2 رفعت من معدل وزن الجنية الواحدة عند تنمية الفطر المحاري *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض والفطر *P. cornucopiae* مقارنة بالخلطة 1، إذ أعطى الفطر *P. ostreatus* ذو اللون الأبيض أعلى معدل وزن بلغ 84.07 غم عند تنميته على الخلطة 3 غم، في حين تحقق أقل وزن بمعدل 48.47 غم للفطر *P. cornucopiae* عند تنميته على الخلطة 1.

جدول (20) معدل وزن الجنية الواحدة لكل كيس لأنواع الفطر المحاري (غم)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	59.32	63.00	48.47	78.06	62.21
خلطة 2	55.89	80.87	62.02	82.05	70.21
خلطة 3	58.87	84.07	70.43	50.21	65.90
معدل الفطريات	58.02	75.98	60.31	70.11	66.10
LSD P> 0.05	**S= 4.868, OM= 5.621, S * OM= 9.737**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

3-7-4: عدد الأجسام الثمرية

إن لتنوع الخلطات المحضرة محلياً كوسط زرعي أعطى تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في عدد الأجسام الثمرية كما يبينه الجدول 21، إذ أعطت الخلطتان 3 و 2 زيادة في عدد الأجسام الثمرية بلغ 40.58 و 38.50 جسم كيس$^{-1}$ مقارنة مع 23.83 جسم كيس$^{-1}$ على الخلطة 1. وأعطت أنواع الفطر المحاري المنماة تفوق الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر المحاري *P. cornucopiae* بعدد أجسام بلغ 48.67 و 47.89 جسم كيس$^{-1}$ على الترتيب مقارنة بعدد أقل 22.67 و 18.00 جسم كيس$^{-1}$ للنوعين الابيض والرمادي *P. ostreatus* على الترتيب.

أظهرت المعاملات أن استعمال الخلطة 2 والخلطة 3 رفع معنوياً (P> 0.05) من عدد الأجسام الثمرية لجميع الأنواع المنتجة، في حين سُجل أقل عدد بمعدل 12.00 جسم كيس$^{-1}$ للنوع الرمادي *P. ostreatus* عند تنميتها على الخلطة 1، تلاه بمعدل 16.00 و 26.00 جسم كيس$^{-1}$ عند تنميته على الخلطة 3 و 2 على الترتيب. ولوحظ أعلى عدد متحقق للأجسام الثمرية بمعدل 68.00 و 55.00 جسم كيس$^{-1}$ للفطر المحاري الأصفر *P. cornucopiae* والنوع الوردي *P. salmoneostramineus* عند تنميتهما على الخلطة 3 بحسب الترتيب.

جدول (21) عدد الأجسام الثمرية لأنواع الفطر المحاري لكل كيس

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	12.00	18.67	24.67	40.00	23.83
خلطة 2	26.00	26.00	51.00	51.00	38.50
خلطة 3	16.00	23.33	68.00	55.00	40.58
معدل الفطريات	18.00	22.67	47.89	48.67	34.31
LSD P> 0.05	**S= 2.358, OM= 2.723, S * OM= 4.716**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-7-4: معدل وزن الجسم الثمري

أدى استعمال الأوساط الزرعية المتنوعة إلى انخفاض معدل وزن الجسم الثمري مع الخلطة 2 و 3 بمعدل 5.75 غم و 6.04 غم مقارنة مع 8.62 غم للخلطة 1 وهذا ما بينته النتائج المعروضة في الجدول 22. وقد تفوق الفطر *P. ostreatus* ذو اللون الرمادي بمعدل 13.89 غم معنوياً (P> 0.05)، تلاه الفطر *P. ostreatus* ذو اللون الأبيض والفطر المحاري ذو اللون الوردي *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* بمعدلات أوزان بلغت 6.74 و 3.42 و 3.17 غم على الترتيب.

أما على مستوى التداخل بين عاملي نوع الفطر والخلطات فإن ذلك أدى إلى انخفاض معدل وزن الجسم الثمري لجميع الفطريات مع الخلطتين 2 و 3 باستثناء الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض المنمى على الخلطة 3 مقارنة بالخلطة 1 لكل نوع، إذ تحقق أعلى وزن 19.86 غم للفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي عند تنميتها على الخلطة 1، وانخفض إلى 11.08 و 10.74 غم عند تنميته على الخلطتين 3 و 2، في حين سُجل أقل وزن 2.42 غم للفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae* المنمى على الخلطة 2.

جدول (22) معدل وزن الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (غم)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	19.86	6.75	3.98	3.90	8.62
خلطة 2	10.74	6.23	2.42	3.63	5.75
خلطة 3	11.08	7.24	3.12	2.74	6.04
معدل الفطريات	13.89	6.74	3.17	3.42	6.80
LSD P> 0.05	**S= 0.4814, OM= 0.5558, S * OM= 0.9628**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

إن اختلاف مكونات الأوساط بمحتواها من المواد الغذائية (جدول 13) وتنوع مكوناتها من نشارة الخشب وليف النخيل وتبن الحنطة ساعد على إطالة إمداد الفطر بالغذاء، ومن ثم ارتفع عدد الجنيات التي استمرت مدة 30 يوماً، كما يعود ارتفاع عدد الجنيات في الخلطتين 2 و 3 إلى وجود ليف النخيل في مكونات الخلطات مما أكسبها كفاءة في التهوية لزيادة المسافات البينية بين المواد المكونة للخطات، وهذا ما أشار إليه حسن (2011) الذي استعمل ليف النخيل في إنتاج الفطر المحاري *P. ostreatus*. يرتبط وزن الجسم الثمري بعدد الأجسام الثمرية المتكونة وقطر قبعاتها، فكلما ازداد عدد الأجسام الثمرية أدى إلى انخفاض وزنها؛ لأن زيادتها تحدد النمو لبقية الثمار معطيةً وزناً أقل مما لو وُجِدَ عدد قليل من الأجسام الثمرية التي تتاح لها الفرصة المناسبة من النمو، ومن ثم زيادة وزنها لقلة التنافس على الغذاء الجاهز، والتي تتصف بقطر قبعات أكبر مما للأجسام الثمرية الكثيرة العدد، وهذا ما فسرته علاقة الارتباط السالبة بين وزن الجسم الثمري وقطر القبعة من جهة وعدد الأجسام الثمرية من جهة أخرى كما يوضحه ملحق 7. وأدى استعمال نشارة الخشب إلى خفض معدل وزن الجسم الثمري لجميع الفطريات باستثناء الفطر المحاري *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض المنمى على الخلطة 3 الحاوية 20% من نشارة الخشب مع 30% من ليف النخيل، ويعود السبب في ذلك إلى نوعية نشارة الخشب المستعملة في الإنتاج التي قد تكون لبعض النباتات مثبطة لنمو الفطريات بعد معاملتها بالحرارة (Chang و Quimio، 1982). وبشكل عام فإن أعداد الأجسام الثمرية لأنواع الفطر المحاري ارتفعت في الأوساط المكونة من أكثر من مادة مقارنة بالخلطة 1 المكونة من تبن الحنطة فقط. وهذا ما أكده حسن (2011) الذي حصل على معدل وزن 19.49 غم لجسم الفطر *P. ostreatus*. ووجد Gregori وجماعته (2007) أن عدد الأجسام الثمرية يكون أكثر في الأوساط الخليطة مقارنة بالأوساط المكونة من مصدر كاربوني واحد، إذ اختلفت أوزان الثمار وعددها وحجمها بتغير وسط الزراعة.

4-7-5: الإنتاج الكلي

يبين الجدول 23 تفوق الخلطتين 2 و 3 معنوياً ($P> 0.05$) في زيادة الحاصل الكلي بوزن 187.6 و 176.7 غم 2كغم$^{-1}$، وسط رطب، بنسبة زيادة بلغت 17.85% و 12.79% على الترتيب، مقارنة بما سجلته الخلطة 1 من إنتاجية بلغت 154.1 غم 2كغم$^{-1}$. وأشارت أنواع الفطر المحاري إلى تفوق الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي معنوياً ($P> 0.05$) بشكل كبير على جميع الأنواع الأخرى، بمعدل وزن بلغ 231.1 غم 2كغم$^{-1}$، تلاه الفطر ذو اللون الوردي *P. salmoneostramineus*، والفطر ذو اللون الأبيض *P. ostreatus*، والفطر ذو اللون الأصفر *P. cornucopiae* بحاصل 164.0 و 152.0 و 144.1 غم 2كغم$^{-1}$ على الترتيب.

وكان لتداخل المعاملات الأثر المعنوي ($P> 0.05$) في رفع الإنتاج للفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* والفطر *P. salmoneostramineus* في الخلطة 2، في حين انخفض الإنتاج عند استعمال الخلطة 3 كوسط زرعي مقارنة بالخلطة 1، إذ أثرت الخلطة 2 في زيادة إنتاج الفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* بمعدل وزن بلغ 279.5 غم 2كغم$^{-1}$، مقارنة مع 237.3 غم 2كغم$^{-1}$ للخلطة 1، بنسبة زيادة بلغت 15.09%، في حين انخفض إنتاج الفطر نفسه إلى 176.6 غم 2كغم$^{-1}$ عند تنميته على الخلطة 3، ورفعت الخلطة 2 إنتاج الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* أيضاً بمعدل 185.1 غم 2كغم$^{-1}$، مقارنة مع 156.1 غم 2كغم$^{-1}$ على الخلطة 1، وبنسبة زيادة قدرها 15.6%، في حين انخفض إنتاج الفطر نفسه إلى 150.6 غم 2كغم$^{-1}$ على الخلطة 3، وحسّنت الخلطة 3 بشكل معنوي ($P> 0.05$) إنتاجية الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* والفطر *P. cornucopiae*، مقارنة بالخلطة 1، وذلك بزيادة الإنتاج بمعدل 211.3 غم 2كغم$^{-1}$ عند تنمية الفطر *P. cornucopiae*، مقارنة مع 96.9 غم 2كغم$^{-1}$ عند تنميته على الخلطة 1 بنسبة زيادة بلغت 54.14%.

جدول (23) الانتاج الكلي لكل كيس لأنواع الفطر المحاري (غم 2كغم$^{-1}$ وسط زرعي رطب)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	237.3	126.0	96.9	156.1	154.1
خلطة 2	279.5	161.7	124.0	185.1	187.6
خلطة 3	176.6	168.2	211.3	150.6	176.7
معدل الفطريات	231.1	152.0	144.1	164.0	172.8
LSD P> 0.05	**S= 6.54, OM= 7.55, S * OM= 13.08**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-7-6: الكفاءة الحيوية

يوضح الجدول 24 أن استعمال الخلطة 2 أثّر معنوياً (P> 0.05) في زيادة الكفاءة الحيوية إلى 39.21%، بنسبة زيادة بلغت 5.67% مقارنة مع 33.54% للخلطة 1، في حين أعطت الخلطة 3 كفاءة حيوية بنسبة 33.58%. وأعطت انواع الفطر المحاري المنماة الحصول على أفضل كفاءة حيوية بنسبة 47.885% للفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus*، في حين سجلت أنواع الفطر المحاري الأخرى كفاءة حيوية بنسب تراوحت بين 31.06–33.77%. وتشير نتائج تداخل المعاملات إلى أن الخلطة 2 رفعت الكفاءة الحيوية لجميع أنواع الفطر المحاري، مقارنة بالسيطرة لكل نوع باستثناء الفطر *P. cornucopiae*، إذ تحققت أعلى كفاءة معنوية (P> 0.05) بنسبة 58.41% للفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* على الخلطة 2، في حين سُجلت أقل كفاءة حيوية بنسبة 21.10% للفطر *P. cornucopiae* المنمى على الخلطة 1.

جدول (24) النسبة المئوية للكفاءة الحيوية في إنتاج الفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	51.67	27.42	21.10	33.98	33.54
خلطة 2	58.41	33.80	25.92	38.69	39.21
خلطة 3	33.57	31.96	40.17	28.63	33.58
معدل الفطريات	47.88	31.06	29.06	33.77	35.44
LSD P> 0.05	**S= 1.315, OM= 1.519, S * OM= 2.631**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

إن إرتفاع الإنتاجية والكفاءة الحيوية في الخلطة 2 تلتها الخلطة 3 للأنواع الأربعة من الفطر المحاري يعود إلى وجود ليف النخيل في تركيبة الوسط، وهو الذي يزيد من مسامية الوسط وكفاءة التهوية داخل الأكياس ويجعله وسطاً ملائماً للنمو؛ لأنه يقاوم الانضغاط، ويتفق هذا مع حسن (2011) الذي استعمل وسط ليف النخيل في إنتاج النوع *P. ostreatus*. أما تباين الإنتاج والكفاءة الحيوية بين أنواع الفطر المحاري فيرجع إلى الصفات الوراثية المختلفة بين الأنواع ومن ثم اختلاف أوساط الإنتاج في قابليتها على إمداد كل نوع بالمتطلبات الغذائية التي يحتاج إليها (Kashangura، 2008 ؛ يبرق وجماعته، 2009)، إذ إن الأوساط الزرعية تختلف بمحتواها من السليلوز وأشباه السليلوز واللكنين من جهة والخصائص التغذوية للأوساط (جدول 18) من جهة أخرى، فضلاً عن وفرة التهوية الناتجة من وجود ليف النخيل في الخلطات التي احتواها (حسن، 2011). وأشار Stamets و Chilton (1983) إلى أن قوة الإنتاج تكون بمعدل 1 كغم فطر طازج لكل 1 كغم وسط تبن جاف بعد 4 أسابيع من الجني. وأعطت الخلطتان 2 و3 انتاج أفضل

مقارنة بالخلطة 1 وقد يرجع ذلك إلى أن معدل النمو السريع حصل لإرتفاع نسبة السليلوز في ليف النخيل إلى 48.93% وقلة اللكنين إلى 30.52% (الجابري وجماعته، 2005).

وحصل Bernabe-Gonzalez و Cayetano-Catarino (2009) على كفاءة حيوية للفطر المحاري *P. pulmonarius* بلغت 44.95% على وسط يتكون من سعف نخلة *Chrysalidocarpus lutescens*، المعقمة بالماء الساخن بعد 58 يوماً من الإنتاج. كما أعطى وسط تبن الحنطة وليف النخيل كفاءة بلغت 58.45% للفطر *P. ostreatus* (حسن، 2011).

وتتفق النتائج التي في هذه الدراسة مع ما أشار إليه أحمد (2010) إلى قلة إنتاج الفطر المحاري *P. ostreatus* على الأوساط المكوّنة من مادة واحدة مقارنة بتلك التي يدخل فيها أكثر من مادة في تركيبها، أي أن إضافة مصادر كاربون أخرى يزيد الإنتاج لتنوع المصادر الغذائية فيها، وهذا مرتبط بقدرة الفطر المحاري على إنتاج مدى واسع من الأنزيمات عند تنوع مصادر الكاربون (Chang و Miles، 2004).

وتؤكد نتائج هذه الدراسة أن الاختلاف في الكفاءة الحيوية يرجع إلى التركيب الكيميائي للوسط الزرعي وظروف التنمية، إذ إن ارتفاع الكفاءة الحيوية مع الخلطتين 2 و 3 مقارنة بوسط تبن الحنطة وحده يعود إلى وجود مخلفات النخيل في وسط الزراعة المدعم أصلاً بالصخر الفوسفاتي (العيساوي، 2011 ; حسن، 2011). وتعود زيادة الكفاءة الحيوية إلى علاقة الارتباط الموجبة بين الكفاءة الحيوية والانتاجية (ملحق 7). كما تعتمد الكفاءة الحيوية للفطر المحاري على الصفات الوراثية للفطر والتركيب الكيميائي لمكونات الوسط الزرعي (أحمد، 2010). وذكر Gregori وجماعته (2007) أن الكفاءة الحيوية تعتمد على نوع الفطر المحاري وتركيز المغذيات في وسط الزراعة.

أعطت الخلطة 2 إنتاجية أعلى من الخلطة 1 والخلطة 3 (جدول 23)، ويتضح سبب ذلك من خلال الرجوع إلى الجدول 8 الذي يبين نسبة الفقد الكبيرة في الوزن للخلطة 2 مقارنة ببقية الخلطات. كما سجلت هذه الخلطة أقل انضغاطاً من بقية خلطات الأوساط الزرعية (جدول 9). كما أوضح الجدول 9 أيضاً أن الخلطات التي أُنتج عليها الفطر المحاري ذو اللون الأصفر *P. cornucopiae* سجلت زيادة في الانضغاط مقارنة بالأنواع الأخرى، مما جعله أقل إنتاجية، وهذا واضح في جدول 23. وانعكس هذا على نسبة الفقد في الوزن التي انخفضت في هذه الحالة (جدول 8)، وبهذا الشأن اتضح هذا بشكلٍ واضح مع الفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* المنمى على الخلطة 2، التي كانت أكثر المعاملات فقداً في الوزن (جدول 8)؛ لأنها الأقل انضغاطاً من بين المعاملات (جدول 9) مما جعلها المعاملة الأكثر إنتاجية، ويتضح هذا من خلال علاقات الارتباط بين هذه الصفات (ملحق 8).

وتتفق نتائج الدراسة مع العديد من الدراساتو إذ حصل أحمد (2010) على أقل كفاءة حيوية 52.8% للفطر المحاري *P. ostreatus* بوجود نشارة الخشب مع تبن الحنطة بنسبة 1:1، كما ارتفع الإنتاج لديه بنسبة 5.26%–4.49% للأوساط الخليطة (غير المحتوية على نشارة الخشب) مقارنة بالأوساط المكوّنة من نوع واحد من المخلفات السليلوزية. وأشار Gregori وجماعته (2007) إلى أن الكفاءة الحيوية للفطر المحاري تقل على النشارة الطازجة مقارنة بالنشارة المخمرة التي أجريت عليها معاملات أولية. ولم تؤثر قيم الإيصالية الكهربائية في الإنتاج، إذ ليس لها تأثير على انتاج بعض أنواع الفطر الغذائي (Royse، 2008).

4-8: الصفات المظهرية للأجسام الثمرية لأنواع الفطر المحاري *Pleurotus* spp.

4-8-1: قطر ساق الجسم الثمري :

يتبين من الجدول 25 وجود تأثير معنوي (P> 0.05) لنوع الخلطات في قطر ساق الجسم الثمري، إذ انخفض إلى معدل 8.88 ملم للثمار الناتجة من الخلطة 2، ثم ازداد معدل قطر ساق الثمار للخلطة 3 ليصل إلى 9.25 ملم، وكذلك قطر ساق ثمار وسط تبن الحنطة الذي بلغ 9.65 ملم. وأوضحت أنواع الفطر المحاري المنماة تفوقاً معنوياً (P> 0.05) لقطر ساق ثمار الفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* بقطر ساق بلغ 14.07 ملم، تلته ثمار الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* والفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* بقطر ساق بلغ 12.31 و 5.69 و 4.97 ملم على الترتيب. وأشارت المعاملات الى إنخفاض قطر الساق لجميع انواع الفطر المحاري المنماة على الخلطتين 2 و 3 باستثناء الفطر الابيض *P. ostreatus*، في حين سُجل أعلى قطر بقيمة 17.17 ملم لساق الفطر *P. ostreatus* الرمادي على وسط تبن الحنطة، وأقل قطر بقيمة 4.50 ملم لساق الفطر *P. cornucopiae* المنمى على الخلطة 2.

جدول (25) قطر ساق الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	17.17	9.77	5.23	6.43	9.65
خلطة 2	12.80	13.17	4.50	5.03	8.88
خلطة 3	12.23	14.00	5.17	5.60	9.25
معدل الفطريات	14.07	12.31	4.97	5.69	9.26
LSD P> 0.05	S= 0.717, OM= 0.828, S * OM= 1.435				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-8-2: طول ساق الجسم الثمري

يشير الجدول 26 إلى أن تنوع الخلطات الزرعية له أثر معنوي (P> 0.05) في طول ساق الأجسام الثمرية، إذ بلغ أطول ساق بمعدل 31.94 ملم على الخلطة 2، تلته الخلطة 3 و 1 بمعدل 30.04 ملم و 29.42 ملم على الترتيب. وسجلت أنواع الفطر المحاري فروقاً معنوية (P> 0.05) في أطوال سيقانها، إذ سُجل أطول ساق بمعدل 49.78 ملم لثمار الفطر *P. ostreatus* الرمادي، تلاها الفطر *P. cornucopiae* والفطر ذو اللون الأبيض *P. ostreatus* والفطر المحاري *P. salmoneostramineus* بمعدل 32.50 و 24.41 و 15.18 ملم على الترتيب. وعلى مستوى المعاملات تبين أن الخلطة 2 اعطت زيادة في طول الساق معنوياً (P> 0.05) لجميع الانواع باستثناء الفطر *P. ostreatus* الابيض، التي قصر طول ساق ثمارها مقارنة بثمار الخلطة 1، وسُجل أطول ساق بقيمة 57.17 ملم لساق *P. ostreatus* الرمادي على الخلطة 2، وأقصر طول بلغ 13.83 ملم لساق الفطر *P. salmoneostramineus* عند تنميته على الخلطة 3.

جدول (26) طول ساق الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	42.83	27.30	31.83	15.70	29.42
خلطة 2	57.17	20.60	34.00	16.00	31.94
خلطة 3	49.33	25.33	31.67	13.83	30.04
معدل الفطريات	49.78	24.41	32.50	15.18	30.47
LSD P> 0.05	**S= 1.147, OM= 1.325, S * OM= 2.294**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

3-8-4: قطر القبعة

إن تنوع الخلطات قد أثر معنوياً (P> 0.05) في قطر القبعة (الجدول 27)، إذ سجلت الخلطة 3 و 2 قطر قبعة بمعدل 68.12 و 60.08 ملم مقارنة بالخلطة 1 بمعدل 71.89 ملم. وتشير أنواع الفطر المحاري إلى تأثيرها المعنوي (P> 0.05) في زيادة قطر القبعة لثمار الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* بمعدل 85.50 ملم، تلته ثمار الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* والفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* بمعدلات بلغت 68.89 و 59.47 و 52.94 ملم على الترتيب. واتضح من المعاملات أن الخلطة 3 و 2 قللت من قطر القبعات لأنواع الفطر المحاري، باستثناء الفطر *P. ostreatus* الابيض التي ارتفع قطر قبعتها إلى 77.00 و 73.67 ملم مقارنة مع 56.00 ملم على الخلطة 1، في حين سُجل أكبر قطر قبعة بقيمة 96.00 ملم لثمار الفطر *P. ostreatus* الرمادي المنماة على الخلطة 1، في حين سُجل أقل قطر بمعدل 42.83 ملم للفطر *P. ostreatus* الابيض المنماة على الخلطة 2.

جدول (27) قطر قبعة الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	96.00	56.00	65.33	70.23	71.89
خلطة 2	69.50	73.67	42.83	54.33	60.08
خلطة 3	91.00	77.00	50.67	53.83	68.12
معدل الفطريات	85.50	68.89	52.94	59.47	66.70
LSD P> 0.05	**S= 1.553, OM= 1.794, S * OM= 3.107**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-8-4: سمك القبعة

تباينت انواع الفطر المحاري في سمك قبعاتها، إذ بلغ أكبر سمك معنوي (P> 0.05) بمعدل 5.75 ملم للفطر *P. ostreatus* الابيض، تلاه الفطر *P. ostreatus* الرمادي والفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* بمعدلات سمك بلغت 4.21 و 3.52 و 3.11 ملم بحسب الترتيب. في حين لم يظهر استعمال الخلطات أي تأثير في سمك القبعة (جدول 28). وأظهر تداخل المعاملات عدم وجود أي تأثير للخلطات في سمك القبعة للفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* والفطر *P. salmoneostramineus*، في الوقت الذي تحقق افضل سمك 6.27 ملم للفطر *P. ostreatus* الابيض المنمى على الخلطة 3، التي انخفض سمك ثمارها إلى 4.90 ملم عند تنميتها على الخلطة 2 مقارنة مع 6.10 ملم على الخلطة 1، لكنّ الخلطة 2 اعطت زيادة في سمك قبعات الفطر *P. cornucopiae* معنوياً (P> 0.05) إلى 3.67 ملم مقارنة مع 2.80 ملم على الخلطة 1، وهو أقل سمك متحقق.

جدول (28) سمك قبعة الجسم الثمري لأنواع الفطر المحاري (ملم)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	4.50	6.10	2.80	3.67	4.26
خلطة 2	4.23	4.90	3.67	3.47	4.06
خلطة 3	3.90	6.27	2.87	3.43	4.11
معدل الفطريات	4.21	5.75	3.11	3.52	4.14
LSD P> 0.05	S= 0.4029, OM= 0.4652, S * OM= 0.8057				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-8-5: نسبة قطر القبعة إلى طول الساق

وجد أن استعمال الخلطة 2 (جدول 29) له أثر معنوي (P> 0.05) في خفض نسبة قطر القبعة إلى طول الساق إلى 2.36 تلته الخلطة 3 بنسبة 2.59 مقارنة مع 2.70 للخلطة 1. وأعطت أنواع الفطر المحاري أعلى نسبة متحققة 3.92 للفطر *P. salmoneostramineus* تلاه الفطر ذو اللون الأبيض والرمادي *P. ostreatus* والفطر *P. cornucopiae* بالنسب 2.89 و 1.76 و 1.63 بحسب الترتيب.

وأكدت المعاملات تحقق أفضل نسبة 4.49 و 3.89 للفطر *P. salmoneostramineus* المنمى على الخلطة 1 والخلطة 3 على الترتيب، تلاه الفطر ذو اللون الأبيض *P. ostreatus* على الخلطة 2 بنسبة 3.59، في حين سجل الفطر ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* أقل نسبة بلغت 1.21 على الخلطة 2.

جدول (29) نسبة قطر القبعة إلى طول الساق لأنواع الفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	2.24	2.05	2.05	4.49	2.70
خلطة 2	1.21	3.59	1.25	3.39	2.36
خلطة 3	1.85	3.04	1.59	3.89	2.59
معدل الفطريات	1.76	2.89	1.63	3.92	2.55
LSD P> 0.05	**S= 0.2331, OM= 0.2692, S * OM= 0.4662**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

إن وفرة المغذيات في الخلطة 3 (جدول 13) قد أعطى انتاج عدد أكبر من الأجسام الثمرية على هذه الخلطة مقارنة بالخلطة 2 التي أعطت ثمار بعدد أقل وبمواصفات أفضل من حيث قطر وسمك القبعة. كذلك تتأثر الصفات المظهرية بحجم عينة الوسط الزرعي فلو كان الوسط

الزرعي 20 كغم بدلاً من 2 كغم فإن الأجسام الثمرية قد تتغير صفاتها المظهرية اعتماداً على حجم الوسط الزرعي وتوفر المغذيات بشكل أكبر إضافة الى توفر المساحة الملائمة لنمو وكبر حجم ثمار الفطر. وإن للعامل الوراثي أثر مهم في إظهار الصفات المظهرية المدروسة لأنواع الفطر المحاري مما يفسر الاختلافات الظاهرة في هذه الصفات، إذ تمتلك هذه الأنواع تنوعاً وراثياً كبيراً في الصفات المظهرية عند نموها على أوساط زرعية مختلفة (MushWorld، 2004). إن هذه النتائج متوافقة مع ما سجله Shukla و Jaitly (2011) من سمك قبعة بلغ 7.00 و 7.10 ملم للفطر *P. djamor* و *P. florida* على الترتيب، وقطر قبعة بمعدل 69.50 و 79.00 ملم للفطر *P.citriopileatus* و *P. florida* على الترتيب، كما حصل على طول ساق بمعدل 35 و 48 ملم لثمار الفطر *P.citriopileatus* و *P. florida* على الترتيب.

Pleurotus ostreatus (grey)

Pleurotus ostreatus (white)

Pleurotus salmoneostramineus (pink)

Pleurotus cornucopiae var. *citrinopileatus* (yellow)

صورة (3) أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* spp. المنتجة

4-9: التركيب الكيميائي للأجسام الثمرية للفطر المحاري *Pleurotus* spp.

4-9-1: المحتوى البروتيني

سجل التنوع للخلطات تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في محتوى الأجسام الثمرية من البروتينات كما في الجدول 30، إذ بلغ أعلى معدل بنسبة 29.14% عند التنمية على الخلطة 2 وانخفض إلى 27.38% و 27.12% لثمار الخلطتين 1 و 3 بنسبة انخفاض بلغت 6.42% و 7.44% على الترتيب. كما كان لأنواع الفطر المحاري تأثيرها المعنوي (P> 0.05) في محتوى البروتينات، إذ سُجلت أعلى نسبة 32.21% مع الفطر المحاري *P. cornucopiae* تلاه الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* والفطر المحاري ذو اللون الأبيض والرمادي *P. ostreatus* نسب 30.82% و 24.66% و 23.83% على الترتيب.

وأوضح التداخل بين المعاملات تسجيل أعلى محتوى بلغ 37.41% مع الفطر المحاري *P. cornucopiae* عند تنميته على الخلطة 2 تلاه الفطر *P. salmoneostramineus* عند تنميته على الخلطة 1 و 3 بمعدل 31.17%، في حين تحقق أقل محتوى 23.28% مع الفطر ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* عند تنميتها على الخلطتين 1 و 3.

جدول (30) النسبة المئوية للبروتينات الكلية في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	23.28	24.94	30.13	31.17	27.38
خلطة 2	24.94	24.11	37.41	30.13	29.14
خلطة 3	23.28	24.94	29.09	31.17	27.12
معدل الفطريات	23.83	24.66	32.21	30.82	27.88
LSD P> 0.05	**S= 0.439, OM= 0.507, S * OM= 0.878**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

أعطت أنواع الفطر المحاري بشكل عام زيادة في محتوى بروتينات أجسامها الثمرية على الخلطة 2 مقارنة بالخلطة 1، ويعود سبب ذلك إلى ارتفاع محتوى النتروجين وانخفاض نسبة الكاربون إلى النتروجين في الخلطة 2 قبل الزراعة مقارنة بالخلطة 1 من خلال الرجوع إلى جدول 13، وهذا ما أشار إليه أحمد (2010) أيضاً الذي أشار إلى ارتباط محتوى الأجسام الثمرية من البروتينات بمحتوى أوساطها الزرعية. وتتفق نتائج هذه الدراسة مع Stamets و Chilton (1983) الذي بيّن أن محتوى الفطر المحاري من البروتينات بلغ 30.4% من الوزن الجاف. كما حصل Dunkwal و Jood (2009) على بروتين خام بلغ 25.3% للفطر المحاري *P. sajor caju* المنمى على وسط تبن الحنطة، كما أشار إلى أن البروتينات تتغير اعتماداً على نوع وسط الزراعة.

وذكر حسن (2011) أن وسط ليف النخيل يكون عالياً بمحتوى النتروجين مقارنة بالمخلفات الأخرى لنخلة التمر، بنسبة نتروجين 6.4% مقارنة بالسعف والكرب، في حين سجل تبن الحنطة محتوى نتروجين بنسبة 3.92%، وهذا يفسر ارتفاع محتوى الأجسام الثمرية من البروتينات في الخلطات المحتوية على ليف النخيل (جدول 30)، بوصفها مدعمات لوسط الزراعة فضلاً عن الصفات الأخرى التي أعطتها للخلطة كوفرة التهوية. وأشار حسن (2011) والعيساوي (2011) إلى أن إضافة المدعمات إلى وسط الزراعة يزيد من محتوى الأجسام الثمرية من البروتينات. وبشكل عام ارتفع محتوى البروتينات في الأجسام الثمرية المنماة على أوساط الخلطات مقارنة بوسط تبن الحنطة وحده، وهذا يتفق مع أحمد (2010)؛ لأن الوسط الزرعي المكوّن من أكثر من مادة يكون غنياً ومتنوعاً بالمواد الغذائية. في حين يعود اختلاف الأنواع بمحتواها من البروتين إلى التنوع الوراثي لهذه الأنواع الأربعة (يبرق وجماعته، 2009).

2-9-4: محتوى الفينولات الكلية

تشير النتائج في الجدول 31 إلى تأثر محتوى الفينولات في الأجسام الثمرية الطرية بشكل معنوي (P> 0.05) بأنواع الخلطات المستعملة في التنمية، إذ قل مع الخلطة 2 و 3 محتوى الفينولات ليصل إلى 1.90 و 2.18 غم كغم$^{-1}$ على الترتيب مقارنة بمحتوى الثمار المنتجة على الخلطة 1 الذي بلغ 2.52 غم كغم$^{-1}$. وأظهرت أنواع الفطريات المستخدمة تبايناً معنوياً (P> 0.05) في محتوى الفينولات إذ بلغ أعلى محتوى 2.82 غم كغم$^{-1}$ للفطر المحاري ذي اللون الرمادي *P. ostreatus*، تلاه الفطر المحاري *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* الأبيض بمحتوى 2.44 و 2.19 غم كغم$^{-1}$ على الترتيب، في حين سجل *P. salmoneostramineus* انخفاضاً في محتوى الفينولات ليصل 1.35 غم كغم$^{-1}$ بفارق معنوي (P> 0.05). بينما حقق تداخل المعاملات أعلى محتوى للفينولات بقيمة 3.04 غم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. ostreatus* الرمادي عند تنميته على الخلطة 3، تلاه الفطر *P. cornucopiae* والفطر ذو اللون الرمادي والأبيض *P. ostreatus* على الخلطة 1 بقيمة 2.95 و 2.83 و 2.74 غم كغم$^{-1}$ على الترتيب، وسجل الفطر *P. salmoneostramineus* أقل محتوى للفينولات على جميع الخلطات بمتوسطات بلغت 1.22 و 1.27 و 1.58 غم كغم$^{-1}$ على الخلطات 2 و 3 و 1 على الترتيب.

وحصل حسن (2011) على فينول كلي بلغ 0.33 ملغم غم$^{-1}$ وزن جاف من الثمار مقارنة مع 0.21 ملغم كغم$^{-1}$ في الثمار النامية على وسط ليف النخيل، ويعود ارتفاع محتوى الفينولات الكلية إلى ارتفاع نسبته في الأوساط الزرعية ولاسيما تبن الحنطة، وهذا يفسر إرتفاع محتوى الأجسام الثمرية من الفينولات في وسط تبن الحنطة مقارنة بالخلطات الحاوية خليط من المخلفات السليلوزية (جدول 31)، وهذا مهم لاقتراح استخدام هذه الثمار في انتاج المضادات الحيوية.

جدول (31) محتوى الفينولات الكلية في الأجسام الثمرية الطرية للفطر المحاري (غم كغم$^{-1}$)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	2.83	2.74	2.95	1.58	2.52
خلطة 2	2.59	1.86	1.93	1.22	1.90
خلطة 3	3.04	1.98	2.45	1.27	2.18
معدل الفطريات	2.82	2.19	2.44	1.35	2.20
LSD P> 0.05	S= 0.1565, OM= 0.1807, S * OM= 0.3129				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-9-3: محتوى الكاربوهيدرات الكلية

أثرت مكونات الخلطات المتنوعة تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في محتوى الأجسام الثمرية الجافة من الكاربوهيدرات الكلية (الجدول 32)، وبلغ أعلى محتوى بنسبة 34.14% مع الثمار المنتجة على الخلطة 2 وانخفضت إلى 33.63% و 32.73% بنسب انخفاض قدرها 1.51% و 4.30% مع ثمار الخلطة 1 و 3 على الترتيب. وبالاشارة إلى أنواع الفطر المحاري فإنها سجلت تأثيرها المعنوي (P> 0.05) في محتوى الأجسام الثمرية من الكاربوهيدرات، إذ سُجل أعلى محتوى بنسبة 40.72% لثمار الفطر الرمادي *P. ostreatus*، تلاها ثمار الفطر الابيض *P. ostreatus* والفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. salmoneostramineus* بمحتوى 35.45% و 29.80% و 28.02% بنسب انخفاض بلغت 14.86% و 36.64% و 45.32% حسب الترتيب. وأعطى التداخل بين عاملي نوع الفطر ونوع الخلطة أعلى نسبة كاربوهيدرات بنسبة 43.35% لثمار الفطر الرمادي *P. ostreatus* المنتجة على الخلطة 2 مقارنة مع 38.67% عند إنتاجها على الخلطة 1، في حين تحقق أقل محتوى للكاربوهيدرات الكلية بنسبة 26.93% لثمار الفطر الوردي *P. salmoneostramineus* المنتجة على الخلطة 2.

جدول (32) النسبة المئوية للكاربوهيدرات الكلية في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	38.67	36.50	30.05	29.31	33.63
خلطة 2	43.35	37.31	28.97	26.93	34.14
خلطة 3	40.16	32.56	30.39	27.82	32.73
معدل الفطريات	40.72	35.45	29.80	28.02	33.50
LSD P> 0.05	S= 0.383, OM= 0.442, S * OM= 0.767				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

تباينت ثمار الفطر المحاري بمحتواه من الكاربوهيدرات (جدول 32). وحصل Dunkwal و Jood (2009) على كاربوهيدرات كلية 52.34% للفطر *Pleurotus* spp. على وسط تبن الحنطة. ومن بين جميع المغذيات فإن مصادر الكاربون مهمة في زيادة توفير الكاربوهيدرات من خلال زيادة إنتاج الأنزيمات المحللة للكنين (Mikiashvili وجماعته، 2006). وأشار Tshinyangu (1996) إلى أن القيمة الغذائية للفطر الغذائي نفسه تتغير معتمدة بشكل كبير على التركيب الكيميائي للوسط الزرعي. وتعود الاختلافات في محتوى الكاربوهيدرات والبروتينات والفينولات لأنواع الفطر المحاري الأربع إلى امتلاكها تنوعاً كبيراً في الصفات الكيموحيوية (Shukla و Jaitly، 2011).

4-9-4: النسبة المئوية لمحتوى الرماد

وجد أن لنوع الخلطة تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في تغيير نسبة محتوى الأجسام الثمرية من الرماد (الجدول 33)، التي بلغت 10.75% مع ثمار الخلطة 3، وانخفضت إلى 7.75% مع ثمار الخلطة 2 مقارنة مع 10.00% للثمار المنتجة على الخلطة 1. وبشأن نوع الفطر المنتج فإن

هنالك تبايناً لنسبة محتوى الرماد في أنواع الفطر المحاري، إذ سجل الفطر *P. ostreatus* ذو اللون الأبيض أعلى نسبة رماد بلغت 11.33% بفارق معنوي (P> 0.05) تلاه الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* ذو اللون الرمادي بنسب 10.00% و 9.67% و 7.00% على الترتيب. وبيّن تداخل المعاملات أن الخلطة 2 انخفضت فيها نسبة الرماد في الأجسام الثمرية مقارنة بحاصل الخلطة 1 والخلطة 3 لجميع الفطريات، إذ تحققت أعلى نسبة رماد 13.00% للفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض على الخلطة 3 مقارنة مع 12.00% للفطر نفسه على الخلطة 1، وانخفضت إلى 9.00% مع الخلطة 2، ولم يُسجل الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae* أي تغير في نسبة الرماد للخلطة 3 والخلطة 1، وتحقق أقل محتوى للرماد بنسبة 5.00% مع الخلطة 2 للفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي مقارنة مع 7.00% على الخلطة 1.

جدول (33) النسبة المئوية للرماد في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	7.00	12.00	10.00	11.00	10.00
خلطة 2	5.00	9.00	9.00	8.00	7.75
خلطة 3	9.00	13.00	10.00	11.00	10.75
معدل الفطريات	7.00	11.33	9.67	10.00	9.50
LSD P> 0.05	**S= 0.4865, OM= 0.5617, S * OM= 0.9729**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

إن ارتفاع نسبة الرماد في الثمار المنماة على الخلطة 3 مقارنة بالخلطة 1 و 2 يرجع الى محتوى هذه الخلطة المرتفع من العناصر المعدنية (جدول 13) مقارنة بباقي الخلطات، وتتفق نسب الرماد مع Dunkwal و Jood (2009) الذي حصل على رماد بنسبة 8.89% للفطر المحاري على وسط تبن الحنطة، وحصل Rampinelli وجماعته (2010) على رماد بنسبة 6.3%–7.4%.

4-9-5: النسبة المئوية للألياف في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

أعطى نوع الوسط الزرعي تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في نسبة الألياف (الجدول 34)، إذ بلغت أعلى نسبة 17.70% مع الخلطة 1 تلته الخلطة 2 و 3 بنسب 14.72% و 15.21% بحسب الترتيب. وبينت أنواع الفطر المحاري أن أعلى نسبة ألياف تحققت 23.75% لثمار الفطر *P. salmoneostramineus* تلاه الفطر *P. cornucopiae* الفطر المحاري *P. ostreatus* الأبيض والرمادي بنسب 19.06% و 10.73% و 9.97% على الترتيب. وبيّن تداخل المعاملات أن أعلى نسبة ألياف متحققة بلغت 28.30% مع الفطر الوردي *P. salmoneostramineus* المنمى على الخلطة 1 تلاه الفطر نفسه على الخلطة 3 بنسبة 23.05%، في حين سجل الفطر الأبيض أقل نسبة ألياف بلغت 9.80% و 10.10% على الخلطة 3 و 1 على الترتيب.

تختلف أنواع الفطر المحاري بمحتواها من الألياف اعتماداً على تركيبها الوراثي وتأثره بمحتوى الوسط الزرعي من المغذيات (يبرق وجماعته، 2009)، وحصل Dunkwal و Jood (2009) على أليـاف الفطـر المحـاري بنسـبة 11.59% علـى وسـط تـبن الحنطـة. وحصـل Rampinelli وجماعته (2010) على ألياف بنسبة بين 12.7%–22.4% للفطر نفسه.

جدول (34) النسبة المئوية للألياف الكلية في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	10.61	10.10	21.80	28.30	17.70
خلطة 2	8.80	12.30	17.90	19.90	14.72
خلطة 3	10.50	9.80	17.50	23.05	15.21
معدل الفطريات	9.97	10.73	19.06	23.75	15.88
LSD P> 0.05	**S= 0.418, OM= 0.483, S * OM= 0.837**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-9-6: النسبة المئوية للوزن الجاف والمحتوى الرطوبي للأجسام الثمرية الطرية للفطر المحاري

تحقق أعلى وزن جاف بنسبة 11.20% عند استعمال الخلطة 3 كوسط للتنمية، وسُجل أقل وزن جاف بنسبة 10.72% مع الخلطة 2 (الجدول 35)، ولم تُسجل فروقاً معنوية بين أنواع الخلطات. وسجلت أنواع الفطر المحاري أعلى وزن جاف بنسبة 12.08% مع الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus*، في حين انخفضت النسبة معنوياً (P> 0.05) إلى 11.56% و 10.86% و 9.58% للفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي والفطر المحاري *P. salmoneostramineus* على الترتيب. وسجل تداخل المعاملات زيادة الوزن الجاف لأنواع الفطر باستثناء الفطر *P. cornucopiae* الذي أعطى أعلى وزن جاف بنسبة 13.46% على الخلطة 1، في حين أعطى الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* أقل وزن جاف بنسبة 8.45% و 9.93% عند تنميته على الخلطة 1 والخلطة 3 على الترتيب.

جدول (35) النسبة المئوية للوزن الجاف للأجسام الثمرية الطرية للفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	10.91	11.72	13.46	8.45	11.13
خلطة 2	10.76	11.70	10.07	10.37	10.72
خلطة 3	10.92	12.81	11.15	9.93	11.20
معدل الفطريات	10.86	12.08	11.56	9.58	11.02
LSD P> 0.05	**S= 0.775, OM= 0.895, S * OM= 1.550**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

وبشأن المحتوى الرطوبي فإن النتائج الموضحة في الجدول 36 تشير إلى أن استعمال الأوساط الزرعية وخلائطها لم يظهر له أي تأثير في المحتوى الرطوبي للأجسام الثمرية. في حين أعطت أنواع الفطر المحاري فروقاً معنوية (P> 0.05)، إذ سُجل أعلى محتوى رطوبي بنسبة 90.42% لثمار الفطر *P. salmoneostramineus* تلاه الفطر *P. ostreatus* ذو اللون الرمادي بنسبة 89.14%، في حين انخفض المحتوى الرطوبي إلى 88.44% و 87.92% لثمار الفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض على الترتيب. وحقق تداخل المعاملات أعلى محتوى رطوبي بنسبة 91.55% لثمار الفطر *P. salmoneostramineus* عند تنميته على الخلطة 1 وانخفض ليصل إلى 90.07% على الخلطة 3، كما انخفض معنوياً (P> 0.05) مع بقية المعاملات ليسجل الفطر *P. cornucopiae* أقل محتوى رطوبي بلغ 86.54% على الخلطة 1.

جدول (36) النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي للأجسام الثمرية الطرية لأنواع الفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	89.09	88.28	86.54	91.55	88.86
خلطة 2	89.24	88.30	89.93	89.63	89.28
خلطة 3	89.08	87.19	88.85	90.07	88.80
معدل الفطريات	89.14	87.92	88.44	90.42	88.98
LSD P> 0.05	**S= 0.775, OM= 0.895, S * OM= 1.550**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-9-7: قيم الرقم الهيدروجيني للأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

لم يسجل في الجدول 37 وجود أي تأثير للخلطات في قيم الرقم الهيدروجيني لمستخلص الفطر المحاري الجاف. وأعطت أنواع الفطر المحاري قيمة 6.24 للفطر *P. cornucopiae* تلاه

بقية الأنواع بقيم تراوحت بين 5.63–5.67. وبشأن تداخل المعاملات تحقق أعلى رقم هيدروجيني 6.33 للفطر المحاري *P. cornucopiae* على الخلطة 3، في حين سجل مستخلص الفطر المحاري *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي أقل رقم هيدروجيني بلغ 5.53 على الخلطة 2.

جدول (37) الرقم الهيدروجيني لمستخلص الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	5.80	5.70	6.20	5.53	5.80
خلطة 2	5.53	5.70	6.20	5.70	5.78
خلطة 3	5.57	5.63	6.33	5.70	5.80
معدل الفطريات	5.63	5.67	6.24	5.64	5.79
LSD P> 0.05	**S= 0.03140, OM= 0.03626, S * OM= 0.06280**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

أشار أحمد (2010) إلى أن الفطر المحاري المنمى على الأوساط الخليطة أغنى بالمحتوى من المادة الجافة والألياف مما لو زرع على الوسط الزرعي المؤلف من مادة واحدة لقلة مكوناته الغذائية. وإن محتوى الرطوبة يتغير تبعاً لظروف الجني والسقي ونوع الوسط الزرعي المستعمل في الإنتاج، وحصل Dunkwal و Jood (2009) على ثمار بمحتوى رطوبي بلغ 89.68% للفطر *P. sajor caju* على وسط تبن الحنطة. كما حصل حسن (2011) على وزن جاف بنسبة 12.42% للفطر المحاري *P. ostreatus* على وسط تبن الحنطة بنسبة 11.57% على وسط ليف النخيل. وذكر Stamets و Chilton (1983) أن محتوى الرطوبة في أجسام الفطر المحاري بلغت 91%.

4-10: محتوى الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري من العناصر المعدنية

4-10-1: النتروجين الكلي في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري

أعطت أنواع الخلطات المحضرة محلياً تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في محتوى الأجسام الثمرية من النتروجين (الجدول 38)، إذ بلغ أعلى محتوى 4.66 غم كغم$^{-1}$ للخلطة 2 وانخفضت إلى 4.38 و 4.34 غم كغم$^{-1}$ للخلطتين 1 و 3 على الترتيب. وسجلت أنواع الفطر المحاري تأثيراً معنوياً (P> 0.05) في محتوى الأجسام الثمرية من النتروجين إذ سُجل أعلى محتوى 5.15 غم كغم$^{-1}$ مع الفطر *P. cornucopiae* تلاه الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر ذو اللون الأبيض والرمادي *P. ostreatus* بمعدلات 4.93 و 3.94 و 3.81 غم كغم$^{-1}$ على الترتيب.

ويشير تداخل المعاملات إلى أن أعلى محتوى نتروجيني تحقق بمتوسط 5.99 غم كغم$^{-1}$ مع الفطر *P. cornucopiae* المنمى على الخلطة 2 تلاه الفطر *P. salmoneostramineus* المنمى على الخلطتين 1 و 3 بمتوسط 4.99 غم كغم$^{-1}$، في حين تحقق أقل محتوى 3.72 غم كغم$^{-1}$ مع الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* المنمى على الخلطة 1 والخلطة 3.

جدول (38) محتوى النتروجين في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (غم كغم$^{-1}$ جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	3.72	3.99	4.82	4.99	4.38
خلطة 2	3.99	3.86	5.99	4.82	4.66
خلطة 3	3.72	3.99	4.66	4.99	4.34
معدل الفطريات	3.81	3.94	5.15	4.93	4.46
LSD P> 0.05	**S= 0.439, OM= 0.507, S * OM= 0.878**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-10-2: الكوبلت Co

يشير الجدول 39 إلى وجود تأثير معنوي (P> 0.05) لنوع الوسط الزرعي في محتوى الأجسام الثمرية من عنصر الكوبلت Co، إذ كان أقل محتوى للكوبلت Co 9.60 ملغم كغم$^{-1}$ للأجسام الثمرية المنماة على الخلطة 3 مقارنة مع 10.16 ملغم كغم$^{-1}$ على الخلطة 1، في حين سجلت الخلطة 2 أعلى محتوى معنوي (P> 0.05) بلغ 13.30 ملغم كغم$^{-1}$. وبشأن أنواع الفطر المحاري فقد سجل الفطر المحاري ذو اللون الأبيض *P. ostreatus* أقل محتوى بلغ 8.13 ملغم كغم$^{-1}$ زاد عنه الفطر *P. cornucopiae* والفطر ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* والفطر المحاري *P. salmoneostramineus* بمعدلات 9.30 و 12.31 و 14.34 ملغم كغم$^{-1}$ بحسب الترتيب. وبين تداخل المعاملات أن الخلطة 2 اعطت زيادة في محتوى الكوبلت Co مع جميع الفطريات، باستثناء الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus*، وتحقق أقل محتوى معنوي (P> 0.05) للكوبلت Co 6.27 ملغم كغم$^{-1}$ للفطر *P. cornucopiae* المنمى على الخلطة 1، في حين سجل الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* عند التنمية على الخلطة 2 أعلى محتويات بلغت 20.09 و 13.82 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب.

جدول (39) محتوى الكوبلت في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	12.15	9.60	6.27	12.64	10.16
خلطة 2	13.82	7.25	12.05	20.09	13.30
خلطة 3	10.98	7.55	9.60	10.29	9.60
معدل الفطريات	12.31	8.13	9.30	14.34	11.02
LSD P> 0.05	**S= 0.273, OM= 0.315, S * OM= 0.547**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

3-10-4: الرصاص Pb

يشير الجدول 40 إلى أن أقل محتوى معنوي (P> 0.05) للرصاص Pb بلغ 5.51 ملغم كغم$^{-1}$ للأجسام الثمرية المنماة على الخلطة 3 مقارنة بثمار الخلطة 1 الذي بلغ 6.15 ملغم كغم$^{-1}$، في حين سجلت الخلطة 2 أعلى محتوى بلغ 6.54 ملغم كغم$^{-1}$. وأشارت أنواع الفطر المحاري أن أقل محتوى للرصاص Pb سجل لثمار الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* بمعدل 5.32 ثم للفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. salmoneostramineus* بمعدل 5.42 و 5.78 ملغم كغم$^{-1}$ بحسب الترتيب، وارتفع بفارق معنوي (P> 0.05) إلى 7.74 ملغم كغم$^{-1}$ للفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus*. وبيّن تداخل المعاملات أن الخلطة 3 خفضت من محتوى الرصاص Pb في ثمار الفطر *P. ostreatus* الرمادي والفطر *P. salmoneostramineus* مقارنة بثمار الخلطة 1، في حين رفعت الخلطة 2 محتوى الرصاص Pb لجميع أنواع الفطريات مقارنة مع الخلطة 1 باستثناء الفطر *P. salmoneostramineus*، وتحقق أقل محتوى معنوي (P> 0.05) للرصاص Pb بمتوسط 4.02 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. ostreatus* الرمادي على الخلطة 3، وأعلى محتوى 8.72 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. ostreatus* الأبيض على الخلطة 2.

جدول (40) محتوى الرصاص في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	5.49	6.57	4.90	7.64	6.15
خلطة 2	6.47	8.72	5.59	5.39	6.54
خلطة 3	4.02	7.94	5.78	4.31	5.51
معدل الفطريات	5.32	7.74	5.42	5.78	6.06
LSD P> 0.05	**S= 0.303, OM= 0.350, S * OM= 0.607**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-10-4: الحديد Fe

إن تنوع الخلطات أعطى زيادة في محتوى الأجسام الثمرية من الحديد Fe بفارق معنوي (P> 0.05)، إذ سجلت الخلطة 3 و 2 محتوى بلغ 29.13 و 29.03 ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع 26.43 ملغم كغم$^{-1}$ على الخلطة 1 (الجدول 41). أما أنواع الفطر المحاري فبلغ أعلى محتوى معنوي (P> 0.05) للحديد Fe 32.66 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. cornucopiae* تلاه بمعدلات بلغت 29.85 و 25.38 و 24.89 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* والفطر المحاري *P. salmoneostramineus* والفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* على الترتيب. وبيّن تداخل المعاملات أن محتوى الحديد Fe ازداد معنوياً (P> 0.05) في الأجسام الثمرية المنماة على الخلطة 3 لجميع أنواع الفطر المحاري باستثناء الفطر *P. cornucopiae*، إذ تحقق أعلى محتوى 37.34 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* المنمى على الخلطة 2، تلاه الفطر *P. cornucopiae* عند تنميته على الخلطة 1 والخلطة 3 بمعدلات بلغت 35.87 و 33.71 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب، في حين سجل الفطر ذو اللون الأبيض *P. ostreatus* المنمى على الخلطة 1 أقل محتوى للحديد Fe بمعدل 22.34 ملغم كغم$^{-1}$.

جدول (41) محتوى الحديد في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	24.60	22.34	35.87	22.93	26.43
خلطة 2	23.72	37.34	28.42	26.66	29.03
خلطة 3	26.36	29.89	33.71	26.56	29.13
معدل الفطريات	24.89	29.85	32.66	25.38	28.19
LSD P> 0.05	**S= 0.379, OM= 0.437, S * OM= 0.758**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-10-5: النيكل Ni

ازداد محتوى الأجسام الثمرية من النيكل Ni بتأثير الخلطات (الجدول 42) وبفرق معنوي (P> 0.05)، إذ سجلت ثمار الخلطة 3 و 2 محتوى 16.51 و 12.15 ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع 6.37 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الخلطة 1. وأعطى الفطر المحاري ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* أقل محتوى معنوي (P> 0.05) للنيكل Ni بمعدل 4.93 ملغم كغم$^{-1}$ تلاه بمعدلات 6.01 و 7.02 لثمار الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض، وارتفع ليصل إلى 28.74 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. cornucopiae*. وبيّن تداخل المعاملات زيادة محتوى ثمار الفطر المنمى على الخلطتين 2 و 3 من النيكل Ni مقارنة بالخلطة 1 باستثناء ثمار الفطر *P. salmoneostramineus*، وتحقق أقل محتوى 0.10 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. ostreatus* الرمادي على الخلطة 1 بفارق معنوي (P> 0.05)، في حين سجل الفطر *P. cornucopiae* أعلى محتوى على الخلطتين 3 و 2 بمتوسطات 39.69 و 34.40 ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع 12.15 ملغم كغم$^{-1}$ عند تنميته على الخلطة 1.

جدول (42) محتوى النيكل في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ وزن جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	0.10	0.98	12.15	12.25	6.37
خلطة 2	9.41	2.06	34.40	2.74	12.15
خلطة 3	5.29	18.03	39.69	3.04	16.51
معدل الفطريات	4.93	7.02	28.74	6.01	11.67
LSD P> 0.05	**S= 0.234, OM= 0.270, S * OM= 0.467**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

6-10-4: النحاس Cu

أثرت أنواع الخلطات معنوياً (P> 0.05) في ازدياد محتوى الأجسام الثمرية من النحاس Cu كما يبين الجدول 43، إذ سجلت الثمار المنتجة على الخلطتين 2 و 3 محتوى بمعدل 9.16 و 8.52 ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع 7.91 ملغم كغم$^{-1}$ على الخلطة 1. وسجلت أنواع الفطر المحاري أعلى محتوى معنوي (P> 0.05) للنحاس Cu بمعدل 11.30 ملغم كغم$^{-1}$ للفطر ذي اللون الأبيض *P. ostreatus* تلاه الفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. salmoneostramineus* والفطر ذو اللون الرمادي *P. ostreatus* بمعدلات 9.67 و 7.15 و 6.01 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب. وأشار تداخل المعاملات إلى عدم وجود أي تأثير لها في زيادة محتوى النحاس Cu لثمار الفطر ذي اللون الأبيض والرمادي *P. ostreatus* باستثناء الفطر *P. cornucopiae* والفطر المحاري *P. salmoneostramineus*، وتحقق أعلى محتوى للنحاس Cu بمتوسط 11.86 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. cornucopiae* المنمى على الخلطة 2، وبلغ أقل محتوى 5.88 ملغم كغم$^{-1}$ مع الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* المنمى على الخلطة 3.

جدول (43) محتوى النحاس في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	6.08	11.27	7.55	6.76	7.91
خلطة 2	6.08	11.37	11.86	7.35	9.16
خلطة 3	5.88	11.27	9.60	7.35	8.52
معدل الفطريات	6.01	11.30	9.67	7.15	8.53
LSD P> 0.05	**S= 0.269, OM= 0.311, S * OM= 0.539**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-10-7: الخارصين Zn

يشير الجدول 44 إلى عدم وجود أي تأثير معنوي لنوع الخلطة في زيادة محتوى الأجسام الثمرية من الخارصين Zn. في حين أظهرت أنواع الفطر المحاري فروقاً معنوية (P> 0.05) في محتواها من الخارصين Zn، وبلغ أعلى محتوى بمعدل 44.26 ملغم كغم$^{-1}$ للفطر المحاري ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* جاء بعده الفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* الأبيض والرمادي بمعدلات 32.27 و 30.34 و 26.33 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب. وتباينت المعاملات في محتواها من الخارصين Zn ، إذ أظهرت عدم وجود تأثير في زيادة محتوى النحاس لثمار الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض، وتحقق أعلى محتوى 45.37 ملغم كغم$^{-1}$ للفطر المحاري ذي اللون *P. salmoneostramineus* المنمى على الخلطة 2 مقارنة مع 44.10 و 43.32 ملغم كغم$^{-1}$ على الخلطة 1 والخلطة 3 على الترتيب، وقلّ محتوى الفطر *P. ostreatus* الرمادي من الخارصين Zn ليصل إلى 26.26 و 25.19 ملغم كغم$^{-1}$ باستعمال الخلطة 2 و 3 (وهو أقل محتوى مسجل للمعاملات) مقارنة بالخلطة 1.

جدول (44) محتوى الخارصين في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	27.54	30.38	31.16	44.10	33.29
خلطة 2	26.26	30.18	31.26	45.37	33.26
خلطة 3	25.19	30.48	34.40	43.32	33.35
معدل الفطريات	26.33	30.34	32.27	44.26	33.30
LSD P> 0.05	**S= 0.228, OM= 0.264, S * OM= 0.457**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

8-10-4: الكادميوم Cd

يبين الجدول 45 وجود تأثير متباين لنوع الخلطة في زيادة محتوى الأجسام الثمرية من الكادميوم Cd، إذ قل محتوى الأجسام الثمرية المنتجة على الخلطة 2 من عنصر Cd ليصل إلى 2.98 ملغم كغم$^{-1}$، بنسبة انخفاض قدرها 18% مقارنة مع 3.16 ملغم كغم$^{-1}$ للثمار المنتجة على الخلطة 1، في حين سجلت الخلطة 3 محتوى 3.28 ملغم كغم$^{-1}$. وسجلت أنواع الفطر فروقاً معنوية (P> 0.05) لمحتوى الكادميوم Cd، إذ بلغ أعلى محتوى 4.24 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. salmoneostramineus* تلاه الفطر *P. ostreatus* الأبيض والفطر *P. cornucopiae* بمحتوى بلغ 3.36 و 2.94 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب، في حين سُجل أقل محتوى بمعدل 2.02 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي. وبيّن تداخل المعاملات عدم وجود أي تأثير في زيادة محتوى الأجسام الثمرية من عنصر الكادميوم Cd للفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي، والفطر *P. salmoneostramineus*، وتحقق أقل محتوى للكادميوم Cd بمتوسط بلغ 1.96 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. ostreatus* الرمادي على الخلطتين 2 و 3، وأعلى محتوى بمتوسط 4.41 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الفطر *P. salmoneostramineus* المنمى على الخلطة 1.

جدول (45) محتوى الكادميوم في الأجسام الثمرية الجافة للفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	2.16	2.94	3.43	4.12	3.16
خلطة 2	1.96	3.72	2.06	4.21	2.98
خلطة 3	1.96	3.43	3.33	4.41	3.28
معدل الفطريات	2.02	3.36	2.94	4.24	3.14
LSD P> 0.05	**S= 0.186, OM= 0.215, S * OM= 0.372**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

4-10-9: المنغنيز Mn

يشير الجدول 46 إلى وجود تأثير معنوي (P> 0.05) لنوع الخلطة في زيادة محتوى الأجسام الثمرية من المنغنيز Mn، إذ سجلت ثمار الخلطة 2 و 3 محتوى بلغ 5.39 و 4.85 ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع 3.67 ملغم كغم$^{-1}$ لثمار الخلطة 1. وبينت أنواع الفطر المحاري أن أعلى محتوى معنوي (P> 0.05) للمنغنيز سُجل مع ثمار الفطر *P. salmoneostramineus*، الذي بلغ 9.01 ملغم كغم$^{-1}$، وانخفض مع الفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* الأبيض والرمادي بمعدلات بلغت 3.62 و 3.00 و 2.90 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب. واتضح من تداخل المعاملات وجود تأثير معنوي (P> 0.05) في زيادة محتوى المنغنيز Mn لثمار الفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* على الخلطة 2 و 3 بمعدلات 11.47 و 10.68 ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع 4.90 ملغم كغم$^{-1}$ للثمار المنتجة على الخلطة 1، أما الخلطة 2 فلم تؤثر في زيادة محتوى المنغنيز Mn مع بقية ثمار الفطريات، في حين قللت الخلطة 3 محتوى المنغنيز Mn معنوياً (P> 0.05) لثمار الفطر *P. ostreatus* الأبيض والفطر *P. cornucopiae* بمعدل 2.45 و 3.23 ملغم كغم$^{-1}$، مقارنة مع 3.14 و 3.82 ملغم كغم$^{-1}$ للخلطة 1 على الترتيب.

جدول (46) محتوى المنغنيز في الأجسام الثمرية لأنواع الفطر المحاري (ملغم كغم$^{-1}$ جاف)

الأوساط الزرعية (S)	أنواع الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الأوساط (الخلطات)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
خلطة 1	2.84	3.14	3.82	4.90	3.67
خلطة 2	2.84	3.43	3.82	11.47	5.39
خلطة 3	3.04	2.45	3.23	10.68	4.85
معدل الفطريات	2.90	3.00	3.62	9.01	4.63
LSD P> 0.05	**S= 0.162, OM= 0.187, S * OM= 0.325**				

خلطة 1 (تبن الحنطة 100%)، خلطة 2 (تبن الحنطة 70% ونشارة الخشب 20% وليف النخيل 10%)، خلطة 3 (تبن الحنطة 50% ونشارة الخشب 30% وليف النخيل 20%).

أعطت أنواع الخلطات المحضرة محلياً اختلافات واضحة في التركيب الكيميائي لأجسام الفطر المحاري؛ لتأثرها بمحتوى أوساط الزراعة. ويعود اختلاف التركيب الكيميائي للأجسام الثمرية إلى الاختلاف في محتوى هذه الأوساط الزرعية من العناصر المعدنية من خلال الرجوع إلى جدول 13، كما أن ثمار الفطر المحاري *P. ostreatus* المنمى على الخلطة 1 كان أفقر في المحتوى من العناصر الكيميائية مقارنة بثمار الفطريات المنماة على الأوساط المكوّنة من أكثر من مادة. إذ يؤثر نوع وسط الزراعة كثيراً في محتوى الأجسام الثمرية من العناصر المعدنية، إذ يكون الفطر المحاري المنمى على الخلطة 1 (وسط تبن الحنطة 100%) أفقر بالعناصر المعدنية بشكل عام من أنواع الفطر المحاري المنمى على الخلطتين 2 و 3، وهذا ينطبق مع ما جاء به أحمد (2010) بأن الخلطة المكونة من أكثر من مصدر كاربوني تكون أغنى بمحتوى المعادن. وتبين من النتائج التي حصلنا عليها أن محتوى الفطر المحاري من العناصر الغذائية يختلف بشكل كبير إعتماداً على نوع الفطر المزروع، ووسط زراعتها، وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها حميدان وجماعته (2009).

ومن الجدول 13 المبين لمحتوى الخلطات من العناصر المعدنية، والجداول 41 و 42 و 45 المتضمنة محتوى الأجسام الثمرية من عناصر الحديد والنيكل والكادميوم على الترتيب، نجد أنه كلما زاد محتوى عناصر الحديد Fe والنيكل Ni والكادميوم Cd في الخلطات أدى ذلك إلى زيادة محتوى الأجسام الثمرية من هذه العناصر، لجميع أنواع الفطر المحاري بشكل عام، في حين ارتفع محتوى الثمار النماة على الخلطة 3 من الرصاص والنيكل والخارصين والكادميوم والمنغنيز مقارنة بالخلطتين 1 و 2 ويرجع ذلك لمحتوى هذه الخلطة المرتفع من هذه العناصر قبل الزراعة (جدول 13)، اضافة إلى اختلاف قدرة أنواع الفطر الغذائي على تجميع المعادن من البيئة أو الوسط الزرعي الذي نمى عليه (Tuzen، 2003 ; Mendil وجماعته، 2004).

ومن المهم التقصي عن مستويات العناصر المعدنية الأساسية في الفطريات الغذائية؛ لأن العديد من الفطريات الغذائية تعرّف بقابليتها على تجميع مستويات عالية من المعادن الثقيلة، ولاسيما الكادميوم والزئبق والنحاس والرصاص (Turkekul وجماعته، 2004). ويعتمد تجميع العناصر على نوع الفطر الغذائي بشكل أساسي، وعلى النظام البيئي والوسط الزرعي بشكل جزئي، ومن الصعب تحديد تأثير العوامل البيئية فيها، التي هي أكثر مما في الخضراوات والفواكه (Lepsova و Mejstrik، 1998). وقد يتأثر تركيز المعادن الثقيلة في الفطريات الغذائية بشكل أساسي بالحوامض أو الرقم الهيدروجيني (جدول 7) والمواد العضوية في النظام البيئي (Gast وجماعته، 1988). واستعملت المخلفات الجافة المسحوقة لنخلة التمر العراقية في امتزاز بعض العناصر المعدنية في المياه المحتوية عليها بعد ساعة واحدة تحت رقم هيدروجيني 5–6 ودرجة حرارة الغرفة 25 مئوية، إذ أزالت 90% من أيونات النحاس و57.5% من أيونات الكادميوم و37.5% من أيونات الزنك (Ahmed، 2010) فقد يكون للألياف المستعملة في تحضير الخلطتين 2 و 3 الأثر في ارتفاع محتويات الثمار المنتجة عليها من العناصر المعدنية بشكل عام، في حين وجد (Tuzen، 2003) أن الفطر الغذائي يجمّع العناصر الثقيلة كالكادميوم والنحاس والخارصين بنسبة أعلى مقارنة بالرصاص والكوبلت والكروم والمنغنيز والنيكل والحديد. وتتفق نتائج محتوى الكادميوم الذي وصل إلى 1.69–4.41 ملغم كغم$^{-1}$ مع Kalac (2010) الذي أشار إلى أن هذا العنصر يتراوح محتواه في الفطريات الغذائية من 0.5–5.0 ملغم كغم$^{-1}$، كما اشار إلى أن محتوى عنصر المنغنيز يتراوح بين 10–60 ملغم كغم$^{-1}$ في الفطريات الغذائية الجافة. وفي ضمن هذه الحدود من العناصر المعدنية (الجداول 39–46)، فإنه يمكن تناول قُرابة 100 غم في اليوم الواحد من الفطر المحاري الطازج المنتج في هذه الدراسة بحسب ما مسموح به عالمياً وفق منظمة الصحة العالمية (WHO) ومنظمة الغذاء العالمية (FAD) (IPCS، 2013).

4-11: الفعالية الحيوية:

4-11-1: الفعالية الحيوية لغزل الفطر المحاري

4-11-1-1: تداخل غزل الفطر المحاري مع غزول الفطريات الأخرى بطريقة ويلر:

أظهر نوع الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* معدلات أعلى للتثبيط بمعدل 53.61% تلاه الفطر المحاري *P. ostreatus* ذو اللون الأبيض والفطر *P. cornucopiae* ذو اللون الأصفر والفطر المحاري *P. ostreatus* ذو اللون الرمادي بمعدلات تثبيط بلغت 52.06% و 51.68% و 48.72% على الترتيب (الجدول 47). وقد تأثرت أنواع الفطريات الممرضة للنبات بنسب مختلفة إذ كان الفطر *Pythium* sp. أكثر الفطريات تأثراً بنسبة تثبيط بلغت 53.18% بعد أربعة أيام من النمو، تلاه الفطر *Verticillium* sp. بنسبة 52.91%، في حين كان الفطر *T. harzianum* أقل الفطريات التي تأثرت وبمعدل تثبيط 48.46% من جميع أنواع الفطر المحاري، وبيّن التداخل بين المعاملات أن أفضل تثبيط تحقق بنسبة 55.56% بفعل غزل الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* ضد الفطر *Verticillium* sp.، وبلغ أقل تثبيط بنسبة 46.15% بفعل غزل الفطر *P. ostreatus* الرمادي ضد الفطر *T. harzianum*.

جدول (47) النسبة المئوية لتثبيط الفطريات الأخرى بوساطة غزول أنواع الفطر المحاري على الوسط الصلب بعد 4 أيام بطريقة Weller Culture

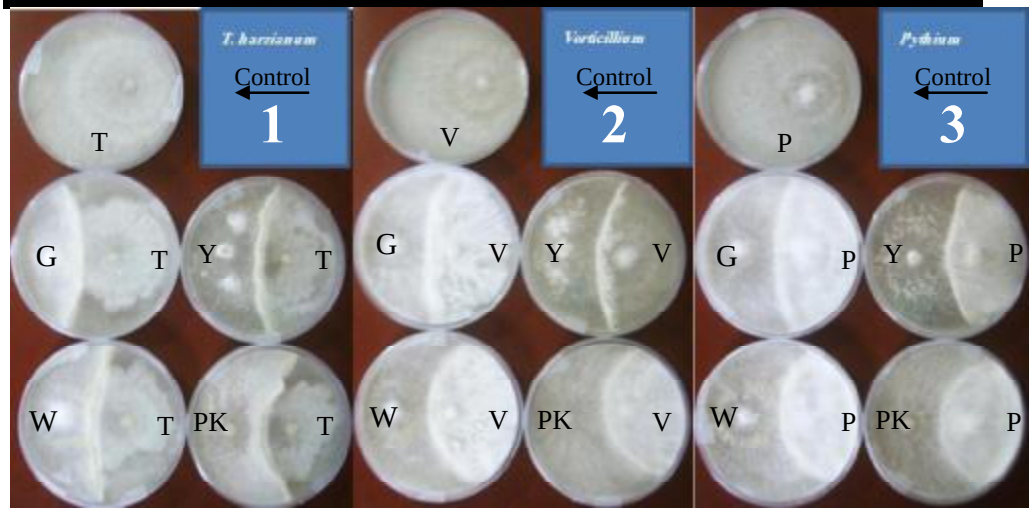
الفطريات المرضية (PF)	غزل الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الفطريات المرضية (PF)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
T. harzianum	46.15	47.18	49.74	50.77	48.46
***Verticillium* sp.**	49.21	54.50	52.38	55.56	52.91
***Pythium* sp.**	50.79	54.50	52.91	54.50	53.18
معدل الفطر المحاري (OM)	48.72	52.06	51.68	53.61	51.52
LSD P> 0.05	**PF= 1.123, OM= 1.297, PF * OM= 2.246**				

4-11-1-2: تغطية الطبق بغزل الفطر المحاري بوجود غزل الفطريات الأخرى:

يظهر الجدول 48 أن أقل مدة استغرقها الفطر الرمادي *P. ostreatus*، والفطر *P. salmoneostramineus*، لتغطية مساحة الطبق كانت 5.33 أيام بوجود غزل الفطر *Pythium* sp.، في حين زادت مدة امتلاء الأطباق بالفطر الرمادي *P. ostreatus* إلى 7.33 أيام بوجود الفطر *Verticillium* sp.، أما غزل الفطر *P. cornucopiae* فقد غطى الأطباق بعد 5.67 أيام بوجود *Pythium* sp. فقط. ومن الجدير بالذكر أن الفطر *T. harzianum* أوقف امتداد غزل جميع أنواع الفطر المحاري بالرغم من حساسيته لوجودها (الصورة 4) لكونه من الفطريات المستعملة في السيطرة الحيوية.

جدول (48) عدد الأيام اللازمة لتغطية الأطباق بغزل الفطر المحاري بوجود الفطريات الأخرى

غزل الفطر المحاري (OM) *Pleurotus*				الفطريات
P. salmoneostramineus P الوردي	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. ostreatus* الأبيض	*P. ostreatus* الرمادي	
No	No	No	No	***T. harzianum***
6.33	No	6.67	7.33	***Verticillium* sp.**
5.33	5.67	6.00	5.33	***Pythium* sp.**
LSD P> 0.05	0.6435	No: لم تحدث تغطية لكامل الطبق		



صورة (4) تغطية الأطباق بغزل الفطر المحاري بوجود غزل الفطريات الأخرى بعد 7 أيام

G: *P. ostreatus* (Grey) , W: *P. ostreatus* (White) , Y: *P. cornucopiae* , PK: *P. salmoneostramineus*, T: *Trichoderma harzianum*, V: *Verticillium* sp., P: *Pythium* sp.

تختلف أنواع الفطر المحاري في قدرة غزولها على إفراز المواد المضادة للأحياء المجهرية؛ لذلك تختلف نسب التثبيط للفطريات *Verticillium* sp. و *T. harzianum* مع الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* والفطر *P. cornucopiae*، لقدرة *T. harzianum* على إفراز أنزيمات محللة للجدر الخلوية مما يوقف امتلاء الطبق بغزل الفطر المحاري مكتفياً بإيقاف امتداد الفطر الآخر (السهيلي وجماعته، 1993). وهذا يتفق مع (Muskhazli وجماعته، 2006)، الذي أشار إلى أن غزل بعض أنواع الفطر المحاري لاتنمو فوق غزل الفطر *T. harzianum*؛ لأن هايفات الفطر تحلل جدر خلايا الفطر المحاري في نقاط الالتقاء بينهما في الطبق.

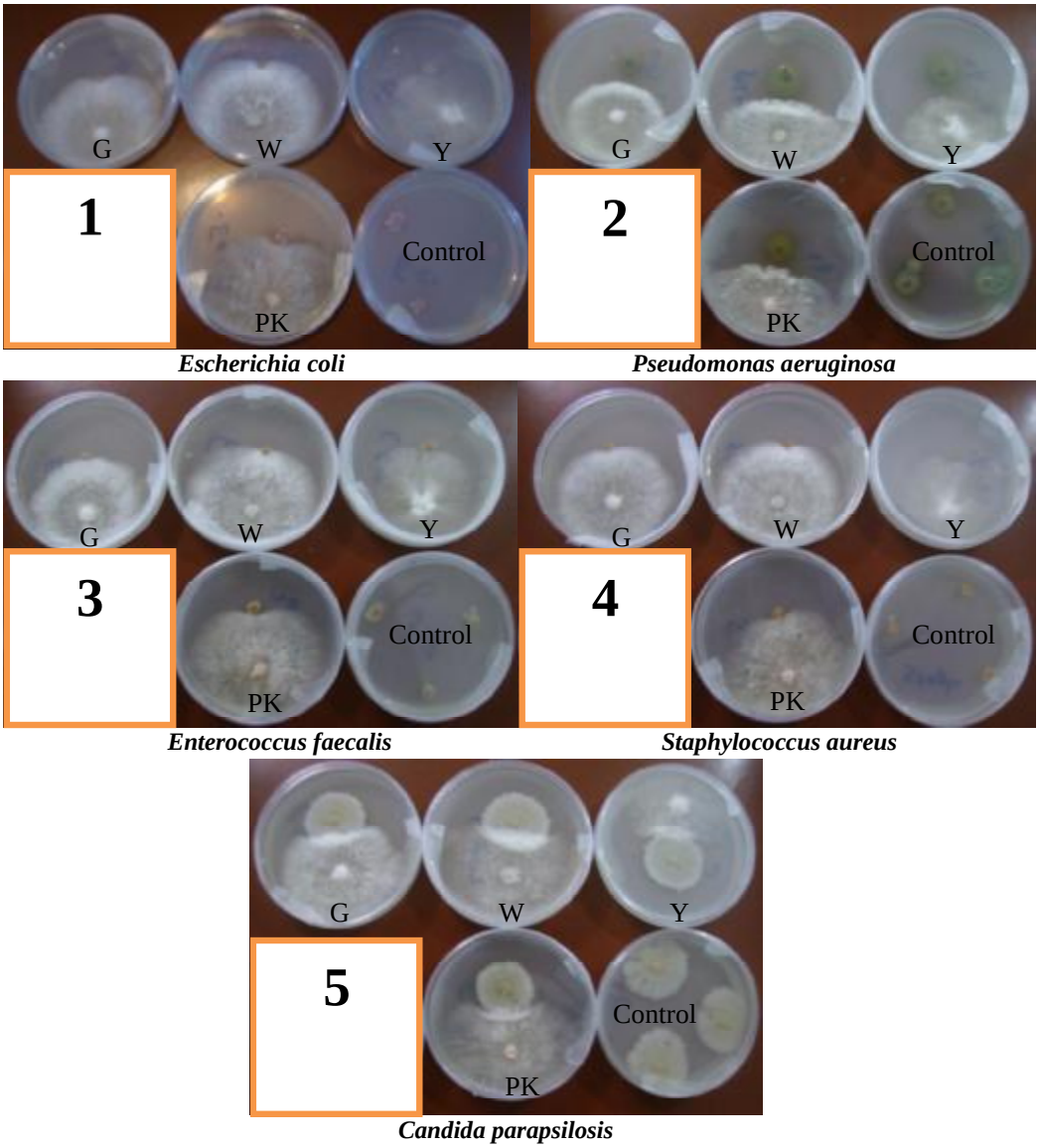
كما يتفق هذا مع Angelini وجماعته (2008) الذين وجدوا أن بعض انواع *T. harzianum* تغطي الطبق الحاوي غزل الفطر المحاري *P. nebrodensis* والفطر *P. ferulae* بشكل كامل أو في ثلثي الطبق فقط باستعمال وسط SDA، في حين وجد أن هذين النوعين تمكنتا من تغطية الطبق الحاوي هذا الممرض بعد تدعيم الوسط الصلب بزيت أشجار الشاي *Melaleuca alternifolica*، كما ذكر أن اختلاف معدل نمو *T. harzianum* مهم لمعرفة وقت الاتصال بالفطر المحاري الذي يختلف حسب الصفات الوراثية لانواع الفطر *T. harzianum* التي سجلها من 4–7 أيام. إذ يحصل تنافر متبادل (Deadlack) بين الهايفات الفطرية للمستعمرات المتباينة عندما تندمج مع بعضها على الأكار، وتُظهر الخلايا المندمجة والهايفات الفطرية القصيرة على الجهتين حالة تمزق خلوي وفسلجي؛ لعدم تماثل محتويات الهايفات الفطرية لاختلافها وراثياً، إذ إن العديد من الفطريات البازيدية تنافر الفطريات الأخرى حالما تكون بتماس معها ويدعى هذا Hyphal Interference، الذي يوقف نمو الفطريات المرضية المصابة لحدوث سلسلة من التغيرات التي تقود إلى حدوث انتفاخ في الخلايا ويصبح سايتوبلازمها معتماً وكثير الفجوات مع تغير نفاذية أغشيتها (ديكن، 1983).

4-11-1-3: تداخل غزل الفطر المحاري مع خلايا البكتريا المرضية بطريقة ويلر:

يشير الجدول 49 والصورة 5 إلى وجود تأثير معنوي (P> 0.05) لنوع الفطر المحاري في تثبيط البكتريا المرضية عند تداخل الغزل الفطري مع مستعمرات البكتريا المرضية في الأوساط الصلبة، إذ نتج أعلى معدل تثبيط 12.22% بفعل غزل الفطر *P. salmoneostramineus*، وانخفضت النسبة إلى 9.33% و 8.53% و 6.88% مع غزل *P. ostreatus* الأبيض والرمادي و *P. cornucopiae* بالترتيب. وأبدت أنواع البكتريا وخميرة *Candida parapsilosis* أنماط نمو متباينة بوجود الغزل الفطري، وكان معدل تثبيط نمو الخميرة معنوياً (P> 0.05) بنسبة بلغت 29.40% وواضحاً عن كل من بكتريا *Pseudomonas aeruginosa* و *Enterococcus faecalis* و *E. coli* بمعدلات نسب بلغت 9.14% و 5.99% و 1.67% بحسب الترتيب، في حين لم تتأثر بكتريا *Staphylococcus aureus* إذ أبدت مقاومة كاملة للفطر بدلالة نسبة التثبيط البالغة 0.0%. وبخصوص تداخل المعاملات فإن غزل *P. salmoneostramineus* كان أكثر الفطريات تثبيطاً للبكتريا المرضية باستثناء مستعمرات *Staphylococcus aureus*، التي قاومت كل أنواع الفطر المحاري، ولم تتأثر *Pseudomonas aeruginosa* بغزل الفطر *P. cornucopiae*. وقاومت مستعمرات بكتريا *E. coli* غزل كل أنواع الفطر، باستثناء غزل *P. salmoneostramineus* الذي أبدت فيه حساسية 6.67%. إن امتلاك الفطر الغذائي قدرة إنتاج عدد من المواد الأيضية المنتجة كالأنزيمات والتربينات منحه قدرة تثبيط نمو عدد من البكتريا المرضية (Akyuz و Kirbag، 2009 ; Patel وجماعته، 2012)، كما أن الأنزيمات الهاضمة التي يفرزها الفطر المحاري لها دور مهم في تحليل مكونات الجدر الخلوية مما يضعف البكتريا والفطريات الممرضة الأخرى (ديكن، 1983) إضافة الى انخفاض pH (جدول 50) بفعل الأحماض العضوية المنتجة الذي يجعل الوسط حامضياً وغير ملائم لنمو البكتريا.

جدول (49) النسبة المئوية لتثبيط البكتريا المرضية بوساطة غزل الفطر المحاري على الوسط الصلب بعد 5 أيام

معدل البكتريا المرضية (B)	غزل الفطر المحاري (OM) *Pleurotus*				البكتريا المرضية (B)
	P. salmoneostramineus الوردي	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. ostreatus* الأبيض	*P. ostreatus* الرمادي	
1.67	6.67	0.00	0.00	0.00	*Escherichia coli*
9.14	23.29	0.00	6.02	7.23	*Pseudomonas aeruginosa*
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*Staphylococcus aureus*
5.99	6.25	5.21	6.25	6.25	*Enterococcus faecalis*
29.40	24.87	29.19	34.37	29.19	*Candida parapsilosis*
9.24	12.22	6.88	9.33	8.53	معدل الفطر المحاري (OM)
B=0.909, OM=0.813, B * OM=1.817					LSD P> 0.05



Escherichia coli — *Pseudomonas aeruginosa*

Enterococcus faecalis — *Staphylococcus aureus*

Candida parapsilosis

صورة (5) تداخل غزل الفطر المحاري مع مستعمرات البكتريا المرضية بعد 5 أيام

G: *P. ostreatus* (Grey) , W: *P. ostreatus* (White) , Y: *P. cornucopiae* , PK: *P. salmoneostramineus*

4-11-2: الفعالية الحيوية لراشح غزل الفطر المحاري

4-11-2-1: صفات غزل الفطر المحاري وراشحه

يظهر الجدول 50 أن أوطأ رقم هيدروجيني تحقق بمعدل 6.49 وبفرق معنوي (P> 0.05) لراشح غزل الفطر *P. ostreatus* الأبيض بعد 20 يوماً من التلقيح، تلاه راشح غزل الفطر ذي اللون الرمادي *P. ostreatus* والفطر *P. cornucopiae* والفطر *P. salmoneostramineus*، بقيم 6.63 و 6.68 و 6.92 على الترتيب. ونتج من ذلك أعلى وزن طري معنوي (P> 0.05) للغزل بلغ 8.09 غم 50مل$^{-1}$، وانخفض الوزن الطري لغزل الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر *P. ostreatus* الأبيض والفطر *P. cornucopiae* إلى 5.00 و 4.53 و 3.99 غم 50مل$^{-1}$ على الترتيب. في حين بلغ أعلى وزن جاف معنوي (P> 0.05) 0.190 غم 50مل$^{-1}$ لغزل الفطر *P. ostreatus* الرمادي، تلاه الفطر *P. salmoneostramineus* والفطر المحاري *P. ostreatus* ذو اللون الأبيض والفطر *P. cornucopiae* بمعدل 0.160 و 0.140 و 0.103 غم 50مل$^{-1}$ على الترتيب.

جدول (50) صفات راشح غزل الفطر والكتلة الحيوية المتكونة بعد 20 يوماً من الحضن

أنواع الفطر المحاري	صفات غزل الفطر وراشحه				
	الرقم الهيدروجيني الاولى لراشح المزرعة	الرقم الهيدروجيني النهائي لراشح المزرعة	الوزن الطري للغزل الفطري (غم 50مل$^{-1}$)	الوزن الجاف للغزل الفطري (غم 50مل$^{-1}$)	الرقم الهيدروجيني المعدل للراشح بعد الترشيح
P. ostreatus الرمادي	7.00	6.63	8.09	0.190	7.00
P. ostreatus الأبيض	7.00	6.49	4.53	0.140	7.00
P. cornucopiae الأصفر	7.00	6.68	3.99	0.103	7.00
P. salmoneostramineus الوردي	7.00	6.92	5.00	0.160	7.00
معدل الصفات	7.00	6.68	5.41	0.148	7.00
LSD P> 0.05	0.00	0.027	0.665	0.0217	0.00

4-11-2-2: الفعالية الحيوية لراشح غزل الفطر المحاري ضد الفطريات الأخرى

4-11-2-2-1: تأثير راشح غزل الفطر المحاري في معدل نمو الفطريات الأخرى في الأوساط الصلبة:

أثر نوع الفطر المحاري في معدل نمو الفطريات الأخرى، إذ سجل أقل معدل نمو 14.42 ملم يوم$^{-1}$ في الوسط الصلب الحاوي راشح غزل الفطر *P. salmoneostramineus*، تلاه الوسط الصلب لراشح غزل الفطر ذي اللون الأبيض والرمادي *P. ostreatus*، وغزل الفطر المحاري *P. cornucopiae* بمعدلات نمو 14.66 و 14.84 و 14.99 ملم يوم$^{-1}$ على الترتيب (الجدول 51). وبخصوص أنواع الفطريات الأخرى فإن أقل معدل نمو معنوي ($P> 0.05$) بلغ 14.24 ملم يوم$^{-1}$ للفطر *Verticillium* sp.، تلاه الفطر *Pythium* sp. و *T. harzianum* بمعدل 14.76 و 15.72 ملم يوم$^{-1}$ على الترتيب. وبينت تداخل المعاملات أن أبطأ نمو معنوي ($P> 0.05$) تحقق بمتوسط 13.03 ملم يوم$^{-1}$ للفطر *Pythium* sp. المنمى على الوسط الصلب الحاوي راشح غزل *P. salmoneostramineus*، تلاه بمتوسط 13.93 ملم يوم$^{-1}$ للفطر المرضي نفسه على الوسط الصلب لراشح الفطر المحاري *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض، وتحقق أعلى نمو 15.93 ملم يوم$^{-1}$ للفطر *T. harzianum* على الوسط الصلب لراشح الفطر *P. salmoneostramineus*، مقارنة مع 16.67 ملم يوم$^{-1}$ عند نموه على وسط PDA تلاه الفطر نفسه على الوسط الصلب لراشح الفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae* والفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض بالمتوسطين 15.67 و 15.60 ملم/يوم على الترتيب. وبشكلٍ عام فإن معدلات النمو للفطريات المرضية كانت أقل في الأوساط الحاوية راشح غزل الفطر المحاري مقارنة بوسط PDA الخالي من الرواشح بوصفه معاملة سيطرة.

كما يبين الجدول 52 أن نوع الفطر المحاري أعطى أثراً في إظهار أعلى تثبيط معنوي (P> 0.05) 7.82% للوسط الصلب الحاوي راشح غزل الفطر *P. salmoneostramineus*، تلاه راشح غزل الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض والرمادي والفطر *P. cornucopiae* بنسب 6.11% و 4.75% و 3.97% على الترتيب. وسجلت أنواع الفطريات المرضية أعلى تثبيط بنسبة 7.10%، وبفارق معنوي (P> 0.05) للفطر *T. harzianum*، تلاه الفطر *Verticillium* sp. و *Pythium* sp. بنسب تثبيط بلغت 5.21% و 4.68% على الترتيب. وبخصوص تداخل المعاملات فإن أعلى تثبيط تحقق بمتوسط 12.33% ضد *Verticillium* sp. على الوسط الصلب الحاوي راشح غزل الفطر *P. salmoneostramineus*، في حين تحقق أقل تثبيط 0.90% للفطر *Verticillium* sp. على الوسط الصلب لراشح غزل *P. ostreatus* الرمادي.

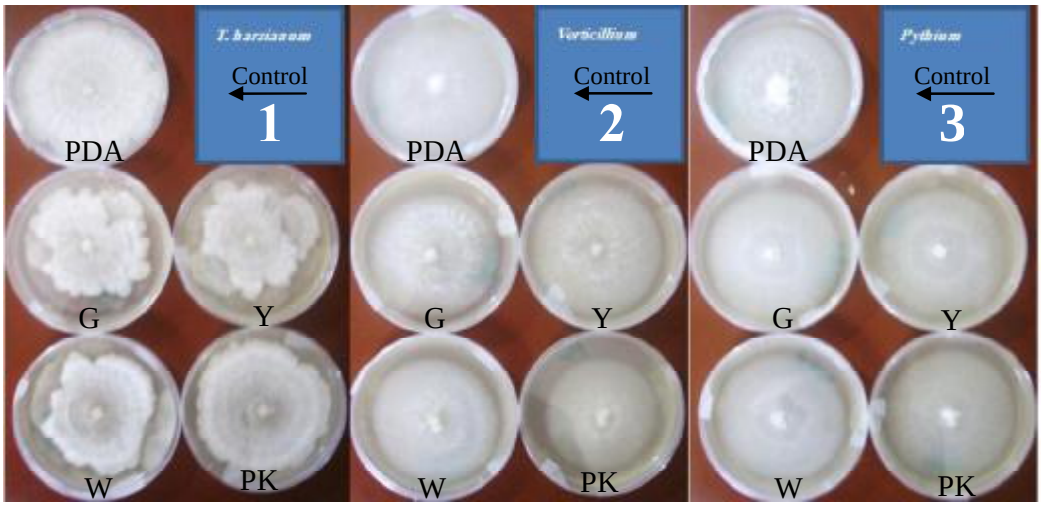
جدول (51) معدل نمو الفطريات الأخرى بعد 5 أيام على الأوساط الصلبة الحاوية رواشح غزل أنواع الفطر المحاري (ملم يوم$^{-1}$)

الفطريات	PDA	الأوساط الصلبة لراشح غزل الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الفطريات المرضية (PF)
		P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
T. harzianum	16.67	14.73	15.60	15.67	15.93	15.72
***Verticillium* sp.**	14.87	14.73	13.93	14.67	13.03	14.24
***Pythium* sp.**	15.33	15.07	14.47	14.63	14.30	14.76
معدل الفطر المحاري	15.62	14.84	14.66	14.99	14.42	14.90
LSD P> 0.05	**PF=** 0.3028**, OM=** 0.3909**, PF * OM=** 0.6771					

جدول (52) النسبة المئوية لتثبيط الفطريات الأخرى بوساطة راشح غزل الفطر المحاري على الأوساط الصلبة بعد 5 أيام من النمو

الفطريات	الأوساط الصلبة لراشح غزل الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				معدل الفطريات المرضية (PF)
	P. ostreatus الرمادي	*P. ostreatus* الأبيض	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. salmoneostramineus* الوردي	
T. harzianum	11.60	6.40	6.00	4.40	7.10
***Verticillium* sp.**	0.90	6.28	1.34	12.33	5.21
***Pythium* sp.**	1.75	5.66	4.57	6.75	4.68
معدل الفطر المحاري	4.75	6.11	3.97	7.82	5.66
LSD P> 0.05	**PF= 0.817, OM= 0.943, PF * OM= 1.634**				

وتبين الصورة 6 ضعف نمو الفطر *T. harzianum* على الأطباق الحاوية راشح غزل الفطر المحاري مقارنة مع وسط PDA، لتأثرها بفعل المنتجات الأيضية التي تنتجها غزل الفطريات الغذائية في الوسط، إذ إن غزل الفطر المحاري ينتج عدداً من المواد، مثل: السكريات المتعددة، والبروتينات، والأنزيمات التي لها فعل مثبط للفطريات، والخمائر المرضية (Patel وجماعته، 2012).



صورة (6) طبيعة نمو الفطريات الأخرى على الأوساط الصلبة الحاوية رواشح غزل أنواع الفطر المحاري بعد 5 أيام من النمو

PAD: الوسط الصلب لمستخلص البطاط والدكستروز الطازج 100% (السيطرة)

G: الوسط الصلب لراشح غزل الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي مع مستخلص البطاط والدكستروز الطازج 50%:50% (حجم:حجم)

W: الوسط الصلب لراشح غزل الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض مع مستخلص البطاط والدكستروز الطازج 50%:50% (حجم:حجم)

Y: الوسط الصلب لراشح غزل الفطر *P. cornucopiae* ذي اللون الأصفر مع مستخلص البطاط والدكستروز الطازج 50%:50% (حجم:حجم)

PK: الوسط الصلب لراشح غزل الفطر *P. salmoneostramineus* ذي اللون الوردي مع مستخلص البطاط والدكستروز الطازج 50%:50% (حجم:حجم)

1:*Trichoderma harzianum*, **2**: *Verticillium* sp., **3**: *Pythium* sp.

4-11-2-2-2: تأثير راشح غزل الفطر المحاري على الكتلة الحيوية الجافة لغزل الفطريات الأخرى في الأوساط السائلة:

درس التأثير الحيوي لمنتجات الأيض الموجودة في رواشح المزارع السائلة لأنواع الفطر المحاري في أنواع الفطريات المستخدمة من خلال قياس وزن الكتلة الحية لهذه الفطريات وقد بينت النتائج وجود تأثير واضح ومعنوي ($P> 0.05$) لهذه الرواشح في نمط نمو تكوين هذه الكتلة الحية وقد تفاوت هذا التكاثر بحسب أنواع الفطر المحاري، إذ تشير المعدلات المعروضة في الجدول 53 إلى أن راشح الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي له التأثير الأشد بين رواشح أوساط أنواع الفطر المحاري بدلالة معدل وزن الكتلة الحية المنتجة البالغة 117.77 ملغم 50مل$^{-1}$، تلاه في ذلك بحسب الترتيب الفطر *P. salmoneostramineus*، والفطر *P. cornucopiae*، والفطر ذو اللون الأبيض *P. ostreatus* بمعدلات أوزان بلغت 137.77 و 167.77 و 175.55 ملغم 50مل$^{-1}$. وأما ما يخص أنواع الفطريات الأخرى فإن أقل كتلة حيوية تكوّنت بمعدل 169.33 ملغم 50مل$^{-1}$ للفطر *Pythium* sp. تلاه *T. harzianum* و *Verticillium* sp. بمعدلات 157.33 و 158.66 ملغم 50مل$^{-1}$ بحسب الترتيب وبفارق معنوي ($P> 0.05$). وسجلت المعاملات بتداخلها أعلى كتلة حيوية متحققة 220.00 ملغم 50مل$^{-1}$ للفطر *Verticillium* sp. في وسط PDB القياسي، وسجل الفطر *T. harzianum* بمتوسط 193.33 ملغم 50مل$^{-1}$ بوجود راشح الفطر المحاري *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض، وتحققت أقل كتلة حيوية بمتوسط 90.00 ملغم 50مل$^{-1}$ للفطر *T. harzianum* بوجود راشح الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي.

جدول (53) معدل الكتلة الحيوية الجافة لغزل الفطريات الأخرى على الأوساط السائلة الحاوية راشح غزل الفطر المحاري بعد 10 أيام من النمو (ملغم 50مل$^{-1}$ وسط سائل)

معدل الفطريات المرضية (PF)	الأوساط السائلة لراشح غزل الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				PDB	الفطريات
	P. salmoneostramineus الوردي	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. ostreatus* الأبيض	*P. ostreatus* الرمادي		
157.33	133.33	170.00	193.33	90.00	200.00	***T. harzianum***
158.66	110.00	190.00	150.00	123.33	220.00	***Verticillium* sp.**
169.33	170.00	143.33	183.33	140.00	210.00	***Pythium* sp.**
161.77	137.77	167.77	175.55	117.77	210.00	معدل الفطر المحاري **OM**
PF= 0.4584, **OM=** 0.5917, **PF * OM=** 1.0249						**LSD P> 0.05**

ويشير الجدول 54 إلى أن نوع الفطر المحاري أعطى أعلى نسبة تثبيط معنوي (P> 0.05) بنسبة 44.09% في الوسط السائل الحاوي راشح غزل الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي، تلاه بوجود راشح غزل *P. salmoneostramineus*، والفطر *P. cornucopiae*، والفطر *P. ostreatus* الأبيض بنسب 34.13% و 20.13% و 15.95% على الترتيب. وبينت أنواع الفطريات المرضية أن أعلى تثبيط حصل 34.85% للفطر *Verticillium* sp. تلاه الفطر *T. harzianum* و *Pythium* sp. بنسب تثبيط بلغت 26.67% و 24.20% على الترتيب وبشكل معنوي (P> 0.05). وبيّن تداخل المعاملات أن أعلى تثبيط تحقق بنسبة 55.00% للفطر *T. harzianum* بوجود راشح غزل *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي، في حين تحقق أقل تثبيط بنسبة 3.33% لفطر *T. harzianum* بوجود راشح غزل *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض.

جدول (54) النسبة المئوية لتثبيط الفطريات الأخرى بوساطة راشح غزل الفطر المحاري في الأوساط السائلة بعد 10 أيام من النمو

معدل الفطريات المرضية (PF)	الأوساط الصلبة لراشح غزل الفطر المحاري *Pleurotus* (OM)				الفطريات
	P. salmoneostramineus الوردي	*P. cornucopiae* الأصفر	*P. ostreatus* الأبيض	*P. ostreatus* الرمادي	
26.67	33.33	15.00	3.33	55.00	***T. harzianum***
34.85	50.00	13.64	31.82	43.94	***Verticillium* sp.**
24.20	19.05	31.74	12.70	33.33	***Pythium* sp.**
28.57	34.13	20.13	15.95	44.09	معدل الفطر المحاري **(OM)**
PF= 1.219, OM= 1.408, PF * OM= 2.439					**LSD P> 0.05**

4-11-2-2-3: الفعالية الحيوية لراشح غزل الفطر المحاري على البكتريا المرضية وخميرة *Candida* بطريقة الامتصاص الضوئي

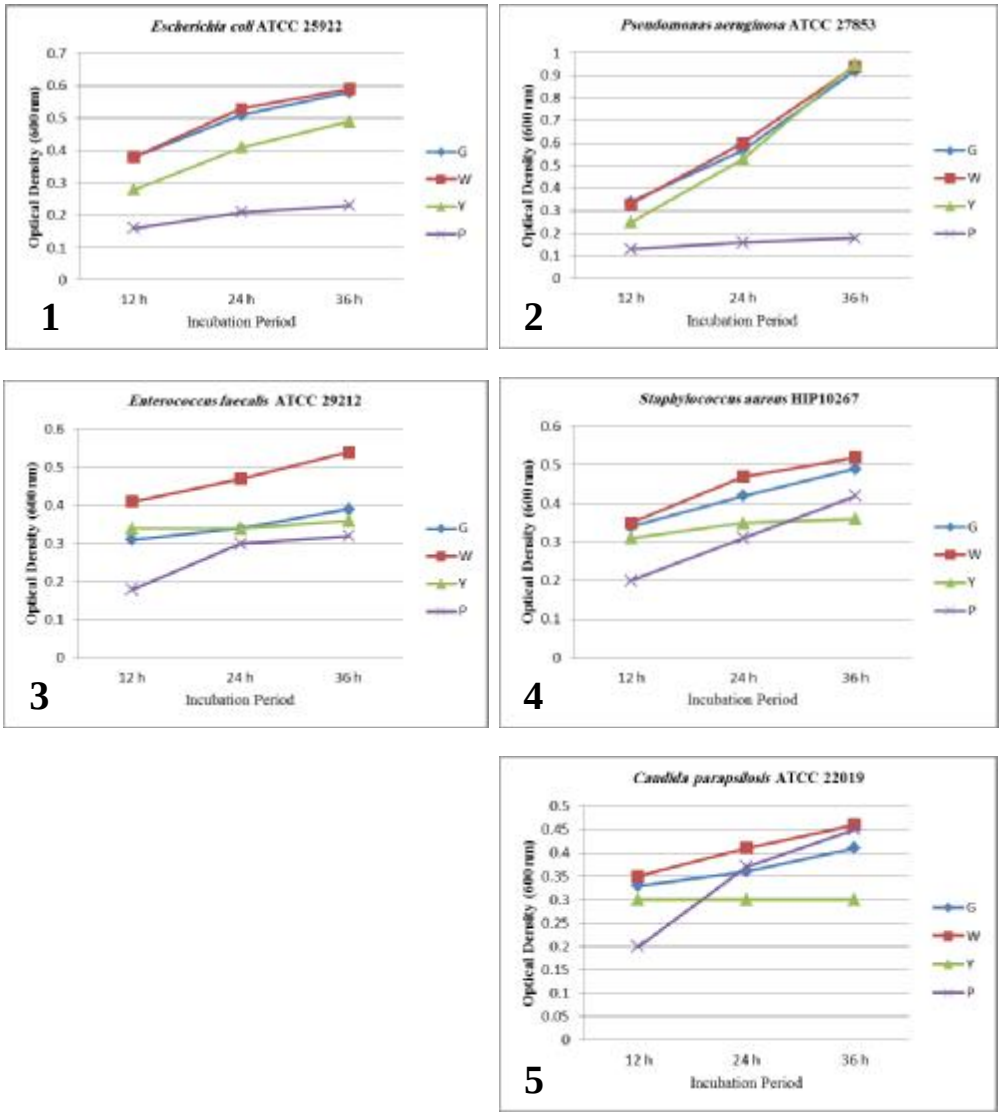
إن للمنتجات الأيضية في الوسط السائل أهمية ضد البكتريا المرضية، فمن خلال الشكل 2 يتضح تأثير راشح غزل أنواع الفطر المحاري في نمو البكتريا المرضية وخميرة *Candida*، فكلما قلت الامتصاصية دلت على أن الراشح فعّال ضد نمو البكتريا فيه، ومن خلال ذلك تفوقت فعالية راشح الفطر ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* على بقية أنواع الفطر المحاري ولاسيما ضد بكتريا *Pseudomonas aeruginosa*، وخميرة *Candida parapsilosis*، فيما قد تكون أنواع البكتريا الأخرى قليلة الحساسية للمنتجات الأيضية لبقية أنواع الفطر المحاري. وللجانب الوراثي المتمثل بالأنواع المختلفة للفطر المحاري أهمية في تنوع تركيبة المواد المنتجة في الأيض الثانوي مما ينعكس على الفعالية التثبيطية لهذه الأنواع، أما بشأن الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* فإن فعاليته التثبيطية قد تعود إلى احتواء المستخلص المائي للفطر المحاري ذي اللون الوردي *P. salmoneostramineus* على بروتين سكري (Glycoprotein) يدعى Indolone وله أهمية في تحرير الأوكسجين من الماء (Liu، 2004). فضلاً عن أن هذه الأنواع الفطرية تعود إلى الفطريات البازيدية التي تنتج قُرابة 140 مضاداً حيوياً (ديكن، 1983).

إن التباين في مدى التثبيط لراشح غزل الفطر المحاري يعود إلى اختلاف التركيب الكيميائي لمنتجات الفطريات (Parameswari و Chinnaswamy، 2011)، كما هو واضح في راشح غزل أنواع الفطر المحاري في الوسط الصلب (الجدولان 51 و 52)، في حين كان التأثير المضاد أكبر في الأوساط السائلة لراشح غزل الفطر المحاري (الجدولان 53 و 54)؛ لعدم ملائمة الوسط السائل لنمو الفطريات أو البكتريا المرضية إذ تتعرض فيه البكتريا بشكل أكبر للمنتجات الأيضية التي قد تبدي مفعولها التثبيطي أكثر مما يحدث في الوسط الصلب (Paccola

وجماعته، 2001)، وقد يرجع ذلك إلى اتلاف مواد الأيض الثانوي بفعل الحرارة التي عقمت بها مما أفقده العديد من البروتينات الفعالة والتي يعتقد أن لها أهمية في فعالية هذه الرواشح، إذ وجد Paccola وجماعته (2001) أن المركبات الموقفة لنمو الفطريات والمنتجة من *P. ostreatus* تكون حساسة للحرارة وتفقد فعاليتها بعد 72 ساعة. وهذا يتفق مع نتائج Watabe وجماعته (2003) الذي أشار إلى أن مستخلص مخلفات الفطر *A. bisporus* فقد تثبيطه ضد نمو عدد البكتريا والخمائر المرضية عند معاملته بالحرارة. وذكر يازجي وسعود (2008) أن المستخلصات غير ثابتة حرارياً إذ تقل فعاليتها عند معاملتها بالحرارة.

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع ما أشار إليه Iwalokun وجماعته (2007) إلى أن الفطر *P. ostreatus* مثبط واسع الطيف ضد البكتريا والفطريات المرضية، وأن المستخلص المائي الخام للفطر *P. florida* أعطى فعالية مثبطة ضد بكتريا *Ps. aeruginosa* و *E. coli*، و *Staphylococcus aureus*، وضد فطر *Trichoderma* sp. و *Penicillium* sp. وذكر Akyuz و Kirbag (2009) أن الغزل الفطري يعد مصدراً للمضادات الحيوية. وقد يعود ذلك إلى وجود الكاربوهيدرات والبروتينات والأحماض الأمينية والفلافونيدات (Flavonoids) والتانينات (Tannins) و الصابونيات (Saponins)، التي كانت سبباً لتثبيط بعض البكتريا والفطريات المرضية، كما بيّن ذلك Parameswari و Chinnaswamy (2011) عندما أشار إلى وجود تثبيط جزئي للفطر *Trichoderma* sp. بفعل التانينات والفلافونيدات. في حين بيّن المستخلص الخام للفطر الغذائي احتوائه على مواد محفزة للنمو إلى جانب المواد المضادة (يازجي وسعود، 2008)، وهو الذي شجع نمو بعض الفطريات المرضية. أو أن معاملة راشح الفطر المحاري بالحرارة يفقده بعض الخصائص المضادة، فيقل تأثيره التثبيطي للأحياء المجهرية المرضية (Yaziji وجماعته، 2008). ومن المحتمل أن العامل المثبط يتطاير أو يتحلل أو يحدث له أيض

خلال مرحلة نمو خميرة *Candida albicans* (Paccola وجماعته، 2001). وإن مستخلص الفطر المحاري المائي أعطى منطقة تثبيط ضيقة ضد بكتريا *E. coli*، وإن السكريات المتعددة مثبطة لبكتريا *Staphylococcus aureus* و *E. coli* و *Pseudomonas aeruginosa* (Khatun وجماعته، 2012).



شكل (2) الكثافة الضوئية للبكتريا المرضية في راشح غزل الفطر المحاري

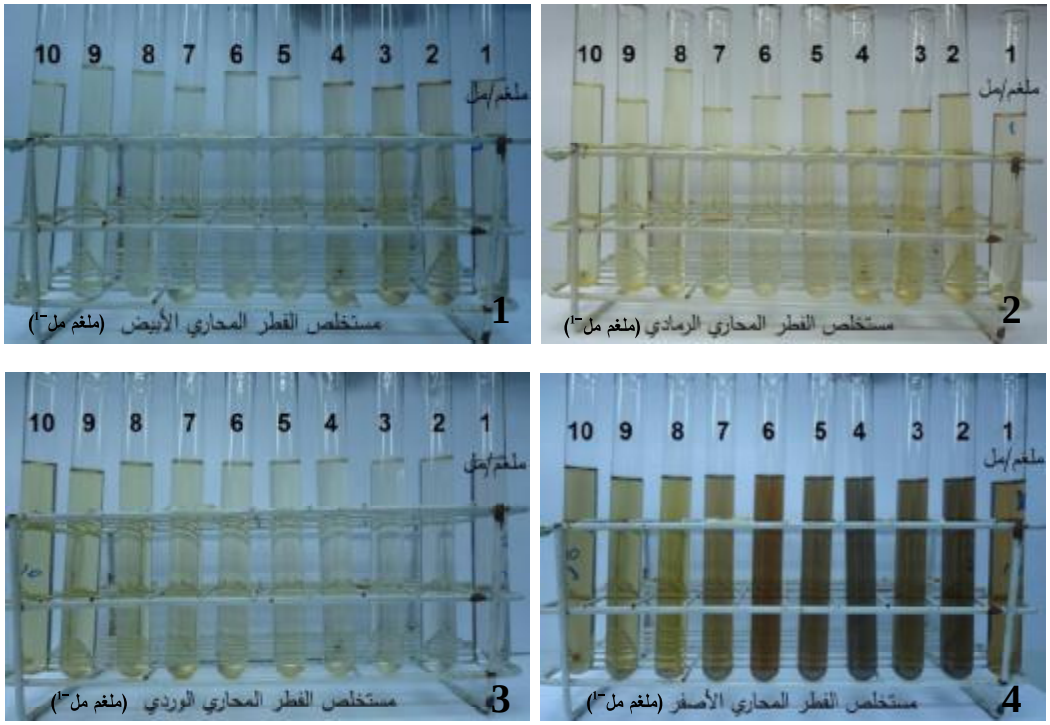
Grey Oyster: *P. ostreatus* (Grey) , White Oyster: *P. ostreatus* (White) , Yellow Oyster: *P. cornucopiae* , Pink Oyster: *P. salmoneostramineus*, PDB: Potato Dextrose Broth (Control), Ads. OD: Adsorption

4-11-3: بناء الجزيئات النانوية للفضة والذهب

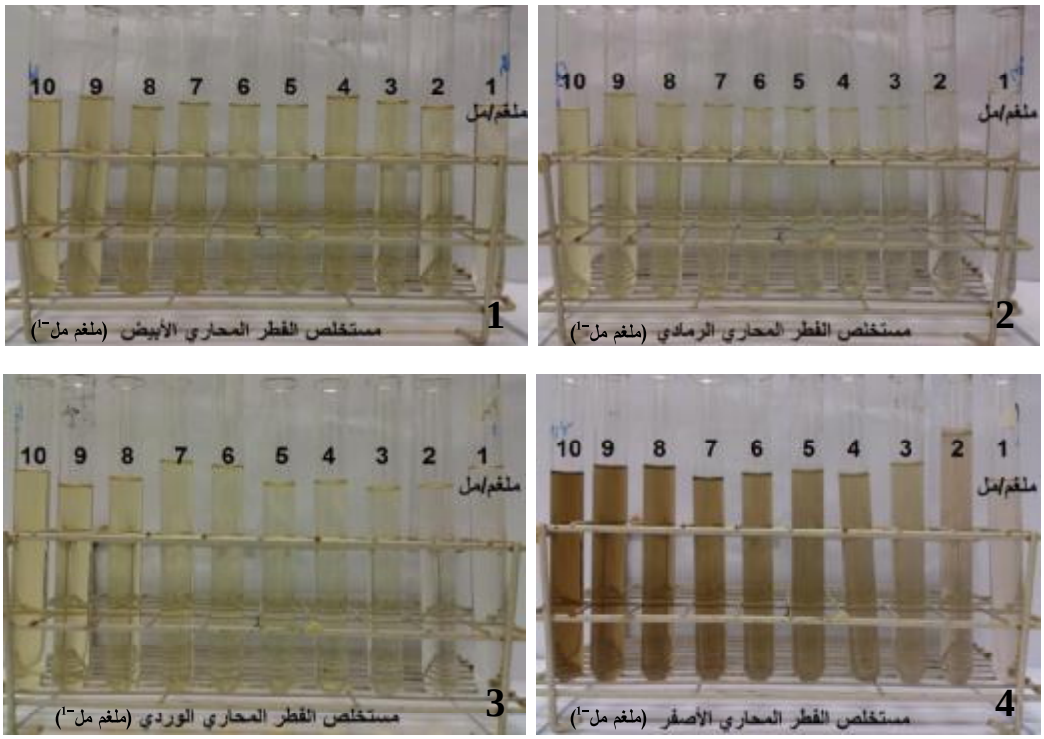
4-11-3-1: صفات الجزيئات النانوية للفضة

4-11-3-1-1: اللون

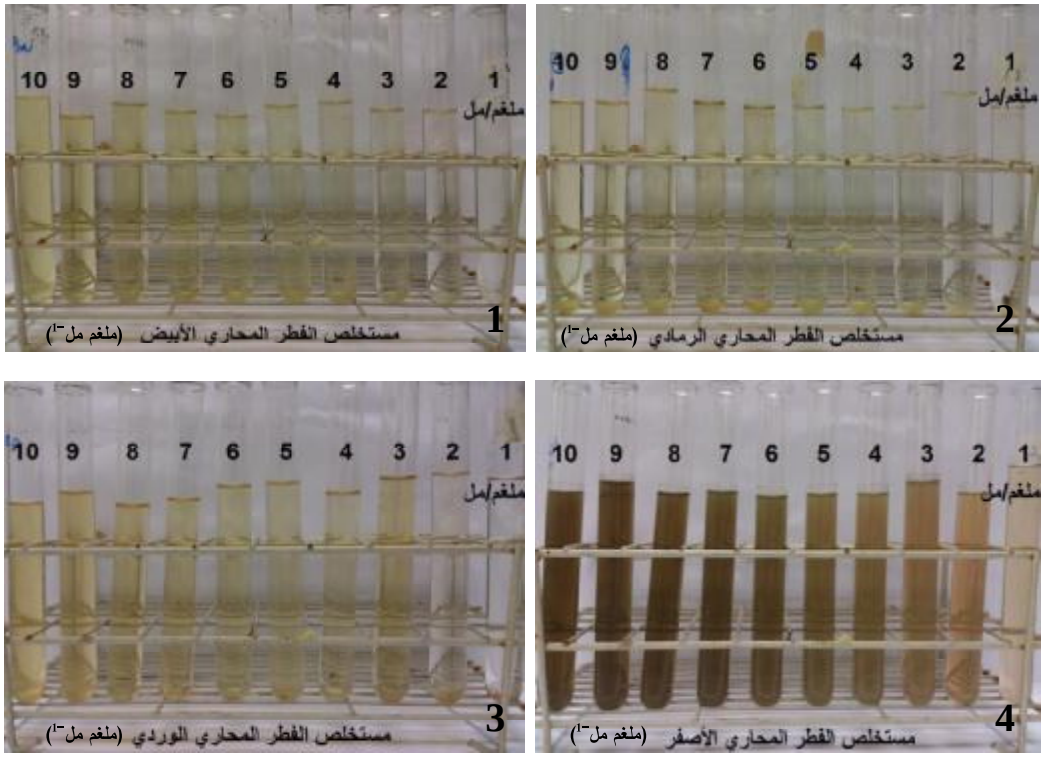
تغير لون المستخلص من عديم اللون أو الأصفر الفاتح (بحسب لون المستخلص وتركيزه) إلى اللون البني بعد 7 أيام من إضافة نترات الفضة بتركيز 1 ملي مولر، وكانت واضحاً لبعض المستخلصات (الصورة 7 و8 و9)، وهذا اشارة لتكوّن جزيئات الفضة النانوية (Sriram وجماعته، 2012)، بعد الفحص بمطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئي (فقرة 4-11-3-1-2)، فيما لم تتشكل هذه الجزيئات مع باقي مستخلصات أنواع الفطر بسبب ظروف التحضير المتبعة. وتنشأ هذه الجزيئات بعد تغير اللون من عديم اللون إلى البني الفاتح، وهو إشارة إلى تشكّل هذه الجزيئات بسبب الاثارة الناتجة بفعل الاهتزازات السطحية في جزيئات نانو المعادن (Mulvaney، 1996).



صورة (7) تغير اللون لمستخلص الماء الحار للثمار الجافة للفطر الاصفر مع نترات الفضة بعد 7 أيام



صورة (8) تغير اللون لمستخلص الماء الحار للثمار الطازجة للفطر الاصفر مع نترات الفضة بعد 7 أيام



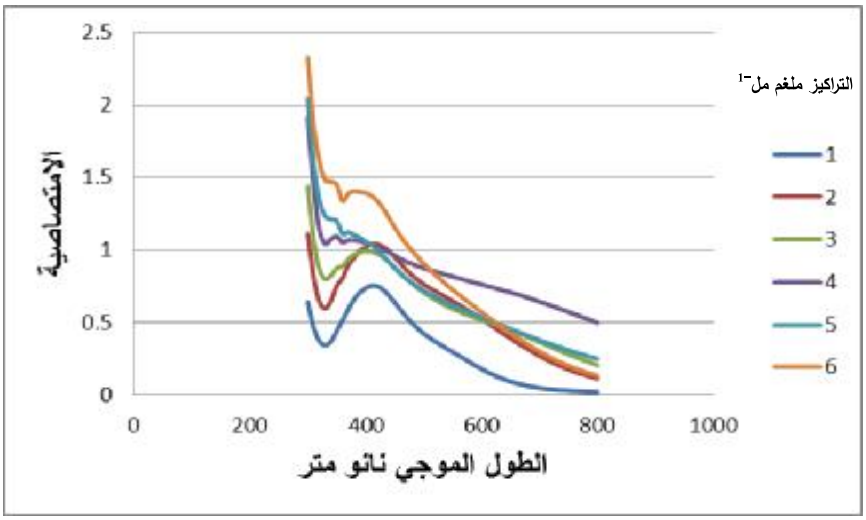
صورة (9) تغير اللون لمستخلص الماء البارد للثمار الطازجة للفطر الاصفر مع نترات الفضة بعد 7 أيام

1: *P. ostreatus* (White) , 2: *P. ostreatus* (Grey) , 3: *P. salmoneostramineus*, 4: *P. cornucopiae*

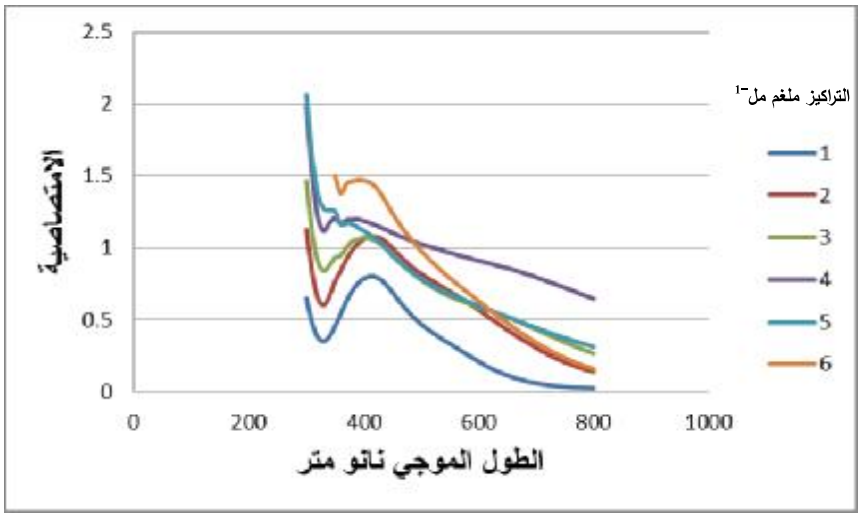
4-11-3-1-2: امتصاص جزيئات الفضة النانوية لطيف الاشعة الفوق بنفسجية المرئي

إن الطول الموجي الذي يحصل عنده امتصاص لجزيئات الفضة النانوية في طيف الأشعة الفوق بنفسجية المرئي تبلغ قيمته 430 نانومتراً كأعلى قيمة (Sriram وجماعته، 2012). وبفحص الطول الموجي لمحاليل جزيئات النانو (الصور 7 و 8 و 9) يتضح لنا المحاليل التي تكونت فيها جزيئات الفضة النانوية، فمن خلال الاشكال 3 و 4 و 5 و 6 اتضح ارتفاع امتصاصية النماذج ضمن تركيز 1 و 2 و 3 و 4 و 5 و 6 ملغم مل$^{-1}$ من مستخلص ثمار الفطر المحاري *P. cornucopiae* بعد 5 أيام، ويرتفع أكثر بعد 7–9 أيام من الحضن في الظلام، بدرجة حرارة 25 مئوية، مع أملاح الفضة بتركيز 1 ملي مولر، في حين لم تعطِ مستخلصات ثمار بقية الأنواع أي نتيجة.

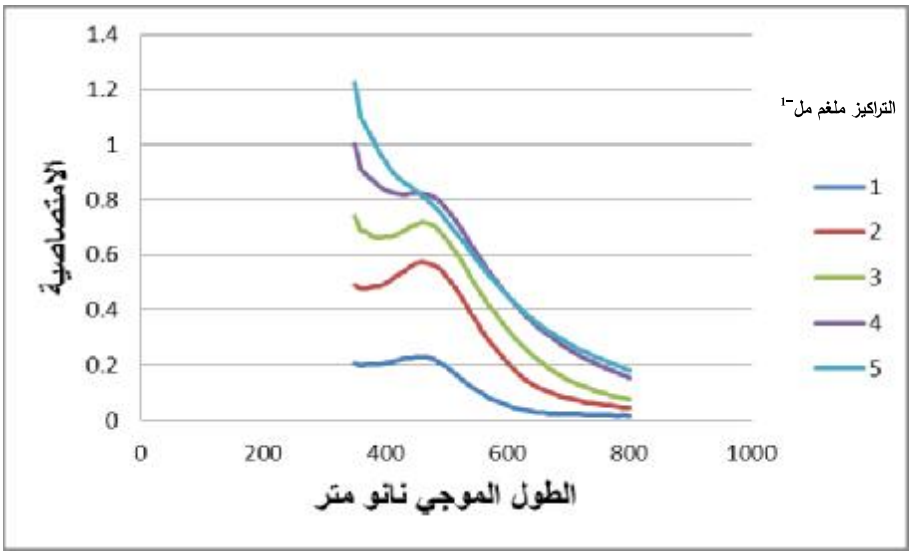
ويتضح ذلك من خلال الرجوع إلى الصور 7 و 8 و 9 ومتابعة ألوان النماذج ذات اللون البني للنتائج الموجبة لمستخلصات الفطر *P. cornucopiae* الطازج المستخلص بالماء البارد، والجاف المستخلص بالماء الحار بدرجة 60 مئوية. ويلاحظ من خلال أطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئية زيادة شدة الامتصاصية مع زيادة لون المحلول بسبب تكوّن جزيئات نانو الفضة (AgNPs) بتركيز 1 ملي مولر، وهذا يتفق مع Mulvaney (1996)، الذي أشار إلى تكوّن جزيئات نانو الفضة من الراشح خارج خلوي، والكتلة الحيوية للفطر المحاري *P. florida* وإن كون حزمة الامتصاص كانت ضمن 435 نانومتراً، دليل واضح لتكوّن جزيئات نانو الفضة في مزيج التفاعل.



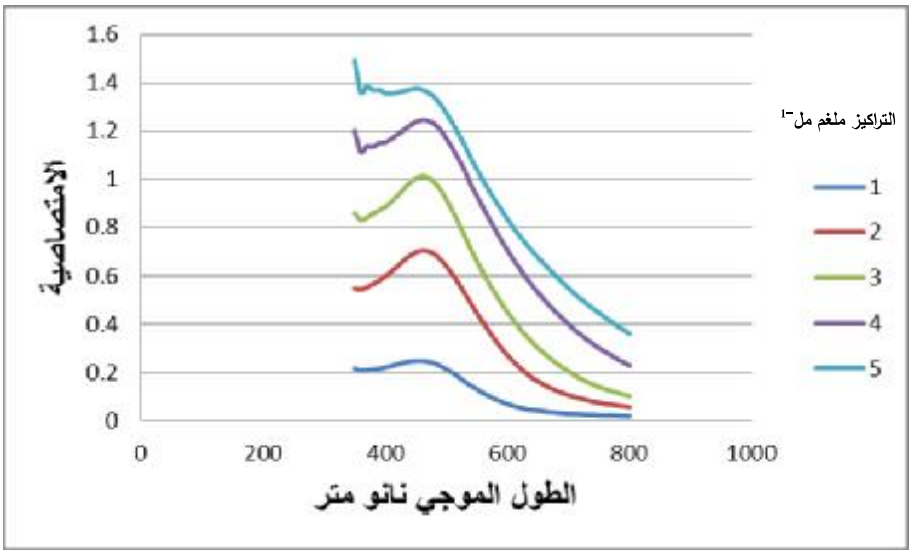
شكل (3) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الفضة بعد 7 أيام



شكل (4) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الفضة بعد 9 أيام



شكل (5) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الفضة بعد 5 أيام



شكل (6) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الفضة بعد 7 أيام

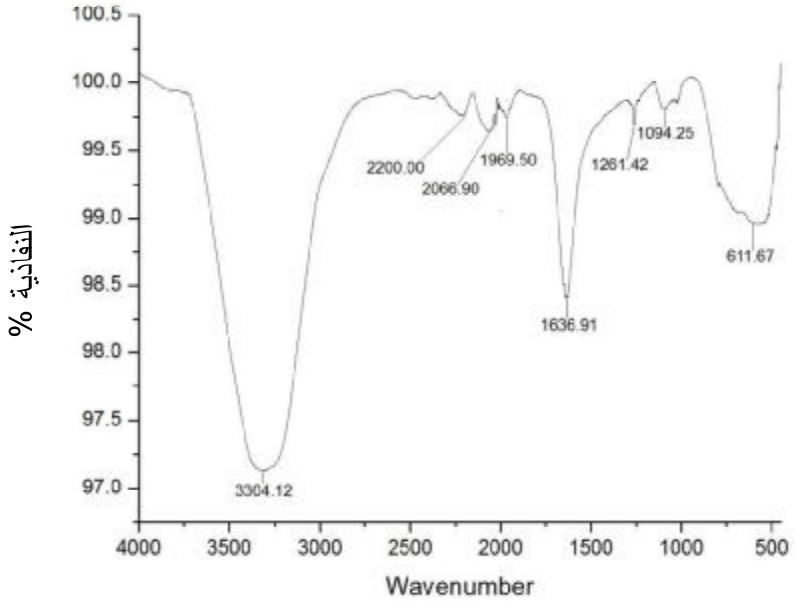
4-11-3-1-3: المجاميع الكيميائية في جزيئات الفضة النانوية

من خلال الشكل 7 الذي يوضح طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لجزيئات الفضة النانوية المتكونة في مستخلص الماء البارد للثمار الطرية للفطر *P. cornucopiae*، وجدت مجاميع وظيفية على سطوح جزيئات نانو الفضة، إذ لوحظ أن القيمة 3304.12 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة واحدة من الفينول، والقيم 2200.00 و 2066.90 و 1969.50 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود ثلاث مجاميع من النتريل، والقيمة 1636.91 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة أمين واحدة، والقيمتين 1261.42 و 1094.25 سم$^{-1}$ تعودان إلى وجود مجموعتين من الحامض، والقيمة 611.67 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة واحدة من الألكين (Sriram وجماعته، 2012).

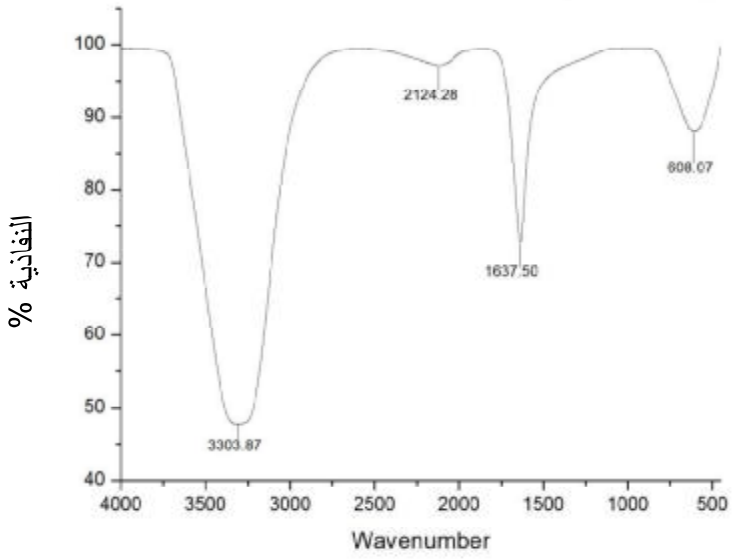
ويوضح الشكل 8 طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الفضة النانوية المتكونة في مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة، إذ وجدت مجاميع وظيفية على سطوح جزيئات نانو الفضة، فالقيمة 3303.87 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة واحدة من الفينول، والقيمة 2124.28 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة واحدة من النتريل، والقيمة 1637.50 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة من الأميد، والقيمة 608.07 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة واحدة من الألكين (Sriram وجماعته، 2012). وتفيد معرفة هذه المجاميع ضمن نماذج النانو في البحث عن وجود بعض المجاميع الفعالة التي قد يكون لها تأثير فعال ضد الأحياء المجهرية المرضية التي استعملت في التجربة من خلال تحديد الفغالية الحيوية لهذه الجزيئات النانوية ضد الخمائر المرضية.

4-11-3-1-4: شكل جزيئات الفضة النانوية وحجمها

من خلال الصورتين 10 و 12 المأخوذة بوساطة المجهر الإلكتروني الماسح ذي المجال المنبعث (FE-SEM)، والمجهر الإلكتروني النافذ (TEM) لجزيئات نانو الفضة المحضرة من

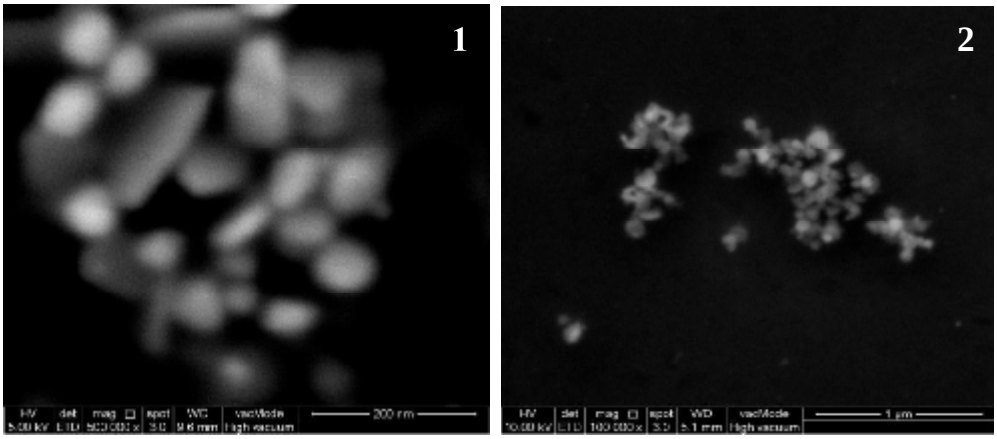


شكل (7) طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الفضة النانوية المتكونة في مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطرية



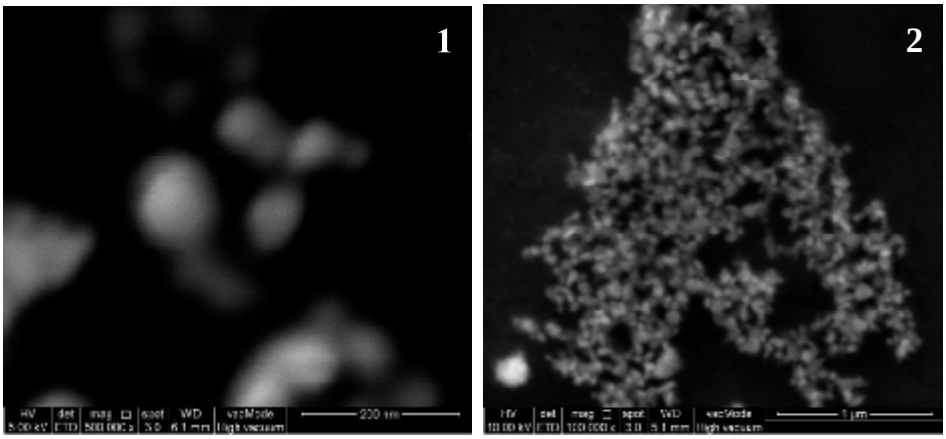
شكل (8) طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الفضة النانوية المتكونة في مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة

مستخلص *P. cornucopiae* الطري المستخلص بطريقة الماء البارد، يتضح تكوّن جزيئات الفضة النانوية بأشكال كروية، وأقطار تتراوح بين 16–42 نانــومتراً، حين كانت جزيئات نانو الفضة (الصورتان 11 و 13) المحضرة من مستخلص *P. cornucopiae* الجاف المستخلص بطريقة الماء الساخن بدرجة 60 مئوية جزيئات كروية الشكل بأقطار تراوحت بين 10–50 نانومتراً. ويتفق هذا مع دراسات سابقة، ويعتمد حجمها على درجة الحرارة والتركيز ووجود الضوء من عدمه وطبيعة المستخلص وطريقة استخلاصه (Li وجماعته، 2011).



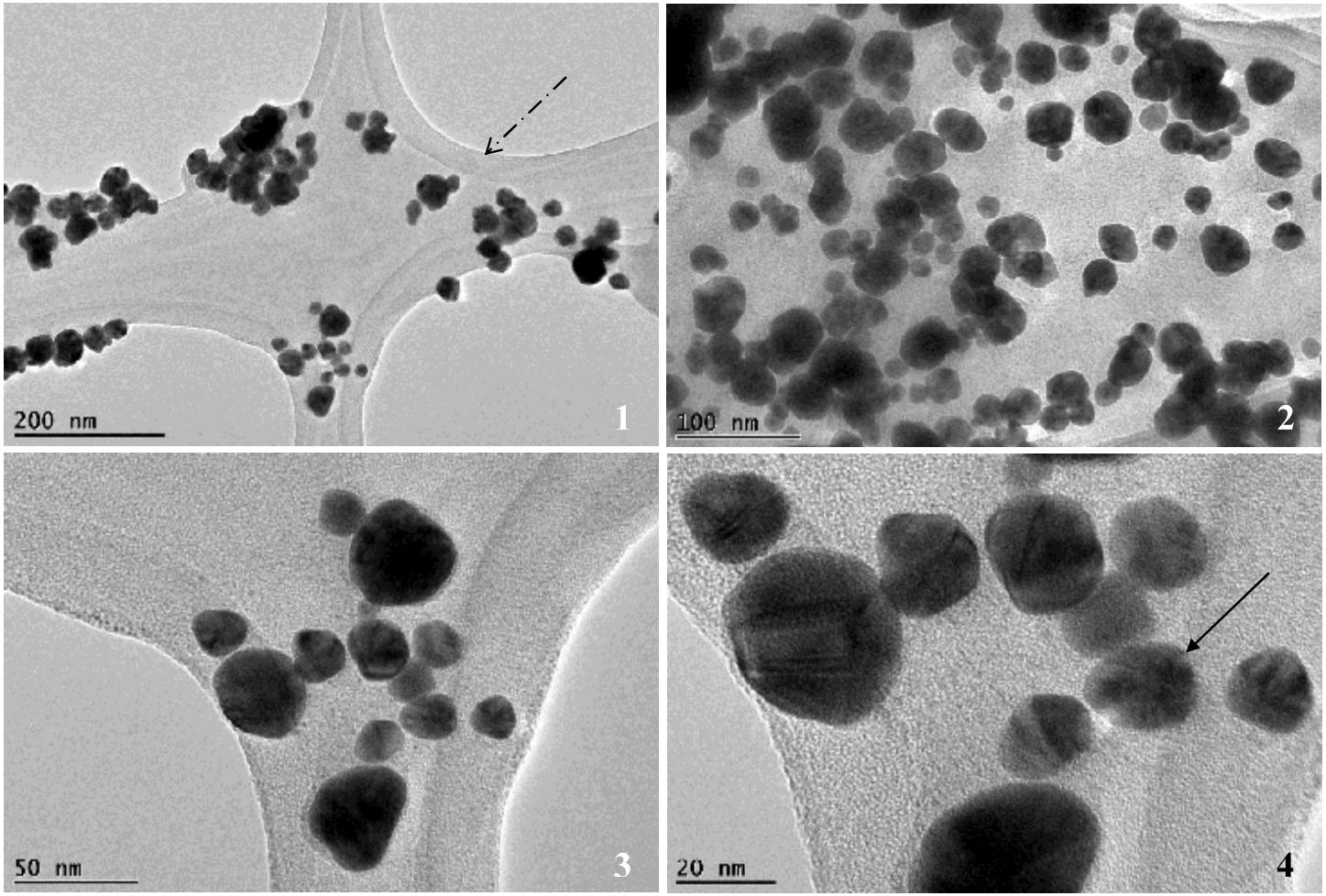
صورة (10) جزيئات الفضة النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الطازج بالمجهر FE-SEM

1: مكبرة 500 ألف مرة، 2: مكبرة 100 ألف مرة



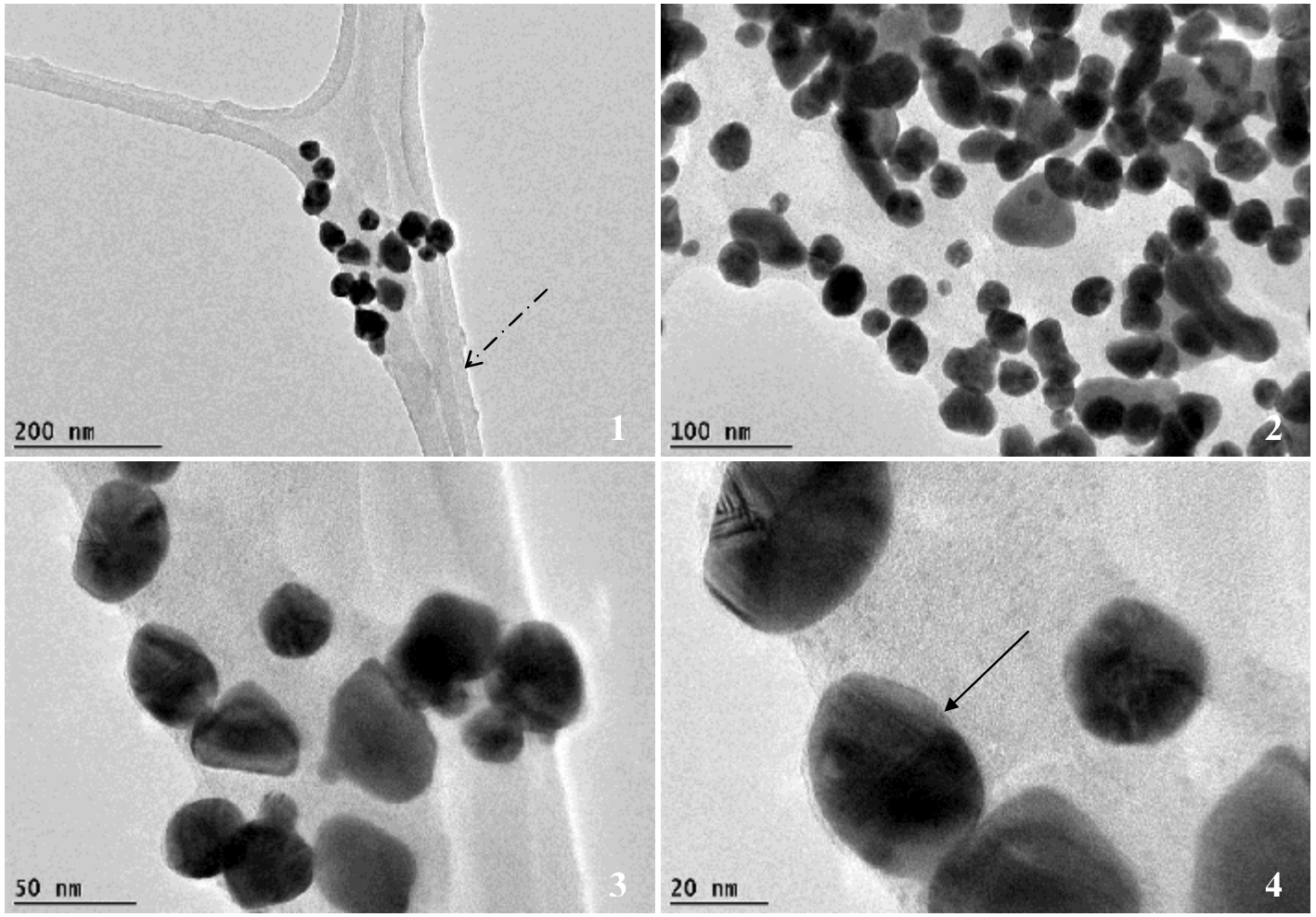
صورة (11) جزيئات الفضة النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الجاف بالمجهر FE-SEM

1: مكبرة 500 ألف مرة، 2: مكبرة 100 ألف مرة



صورة (12) جزيئات الفضة النانوية المحضرة من مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطرية بالمجهر TEM

جزيئات النانو ⟵   الإيثانول ⇠



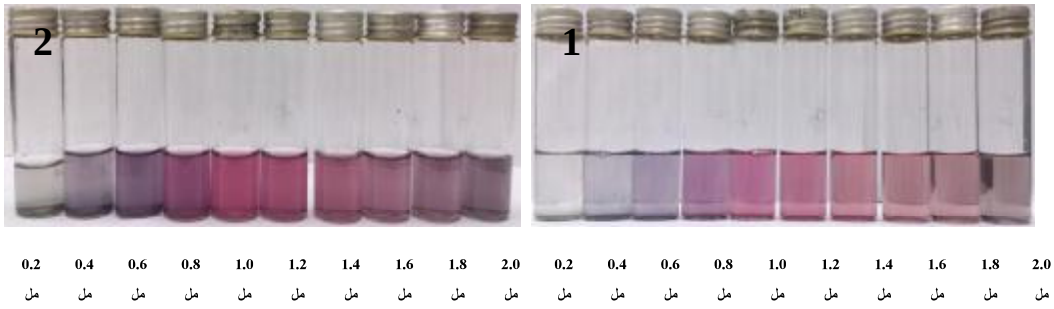
صورة (13) جزيئات الفضة النانوية المحضرة من مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة بالمجهر **TEM**

جزيئات النانو ←——　　　　الإيثانول ←·–·–

4-11-3-2: صفات الجزيئات النانوية للذهب

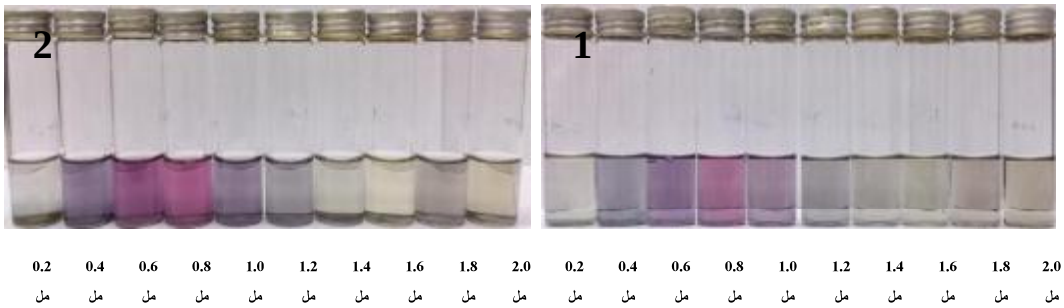
4-11-3-2-1: اللون

تغير لون المستخلص من عديم اللون إلى اللون البنفسجي والوردي بعد 24 و 48 ساعة من إضافة محلول أملاح الذهب بتركيز 1 ملي مولر، وكانت بشكل واضح لنماذج مستخلصات الفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae*، التي أنتجت جزيئات الفضة النانوية (الصورة 14 و 15)، وهذا دلالة على تكوّن جزيئات الذهب النانوية (Sriram وجماعته، 2012)، عن طريق فحص النماذج بطيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي (فقرة 4-11-3-2-2).



بعد 48 ساعة **بعد 24 ساعة**

صورة (14) مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطازجة مع أملاح الذهب



بعد 48 ساعة **بعد 24 ساعة**

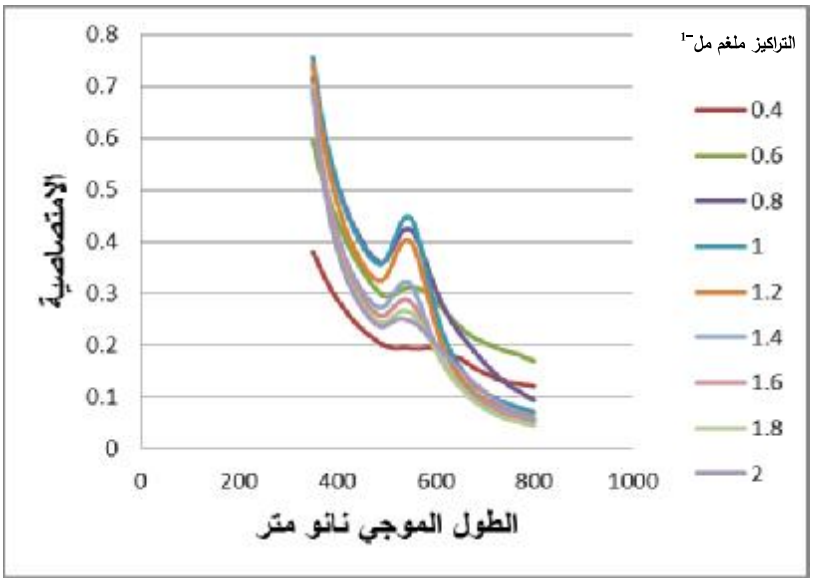
صورة (15) مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة مع أملاح الذهب

أما اللون المعروف لحبيبات الذهب التي أقل من 200 نانومتر فتكون بلون ذهبي أصفر، ومع زيادة تصغيرها تتلوّن باللون الاخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر على وفق مقاييس أقطارها؛ وذلك لأن جزيئات الذهب تقاوم التكسير الضوئي (Mulvaney، 1996).

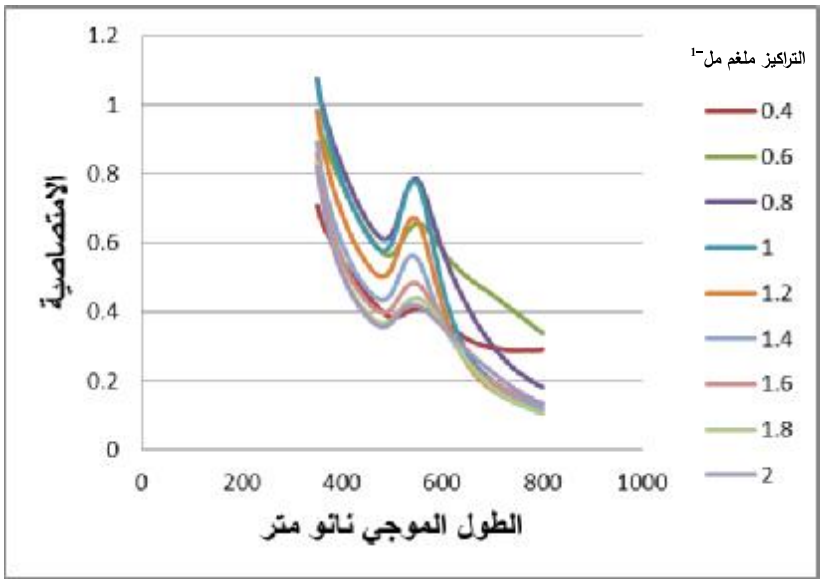
4-11-3-2-2: امتصاص جزيئات الذهب النانوية لطيف الاشعة الفوق بنفسجية المرئي

وجد أن أعلى قيمة امتصاص لمحاليل جزيئات الذهب النانوية يحصل عند الطول الموجي 530 نانومتراً من طيف الأشعة الفوق بنفسجية المرئي (Sriram وجماعته، 2012). ويتضح من الاشكال 9 و 10 و 11 و 12 ارتفاع امتصاصية النماذج حصل ضمن التراكيز 0.2 و 0.4 و 0.6 و 0.8 و 1.0 و 1.2 ملغم مل$^{-1}$ من مستخلص ثمار الفطر الأصفر *P. cornucopiae* بعد 24 ساعة، ويرتفع أكثر بعد 48 ساعة من الحضن في الظلام بدرجة حرارة 25 مئوية مع أملاح الذهب، بتركيز 1 ملي مولر.

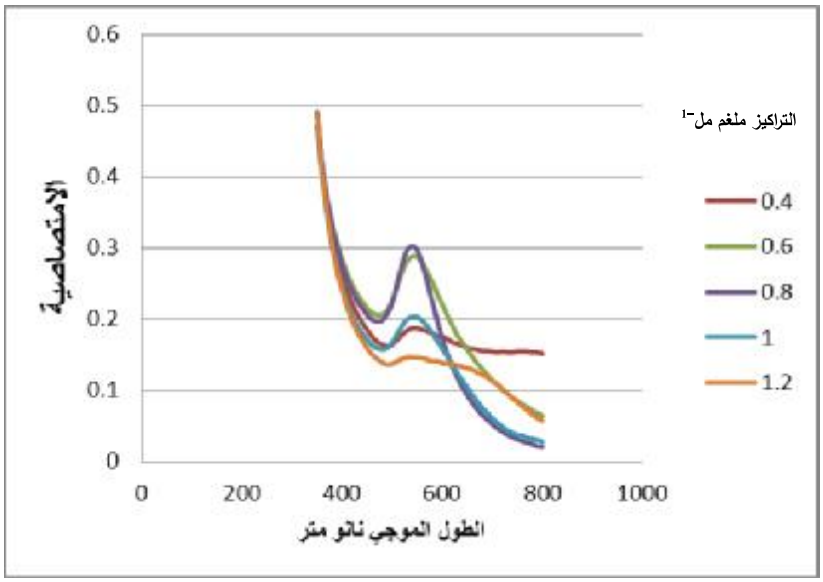
واستعملت المستخلصات التي أعطت نتيجة موجبة فقط مع أملاح الفضة مما أعطت جزيئات الذهب النانوية أيضاً، وهذا واضح جداً من خلال الرجوع إلى الصورتين 14 و 15 ومتابعة ألوان النماذج البنفسجية إلى الوردي الغامق للنتائج الموجبة لمستخلصات الفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae* الطازج المستخلص بالماء البارد، والجاف المستخلص بالماء الحار بدرجة 60 مئوية.



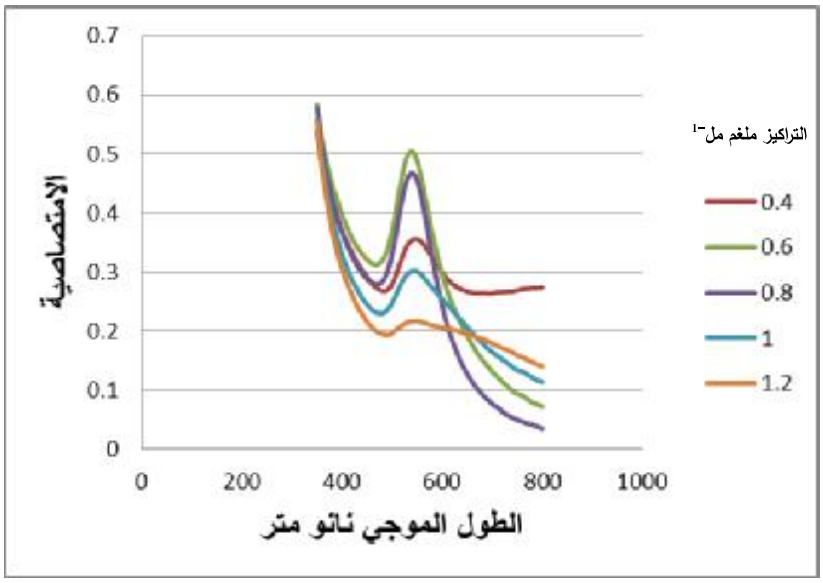
شكل (9) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الذهب بعد 24 ساعة



شكل (10) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية مع أملاح الذهب بعد 48 ساعة



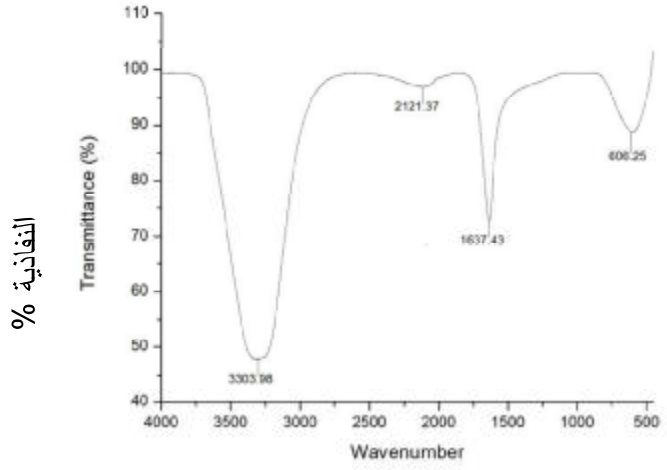
شكل (11) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الذهب بعد 24 ساعة



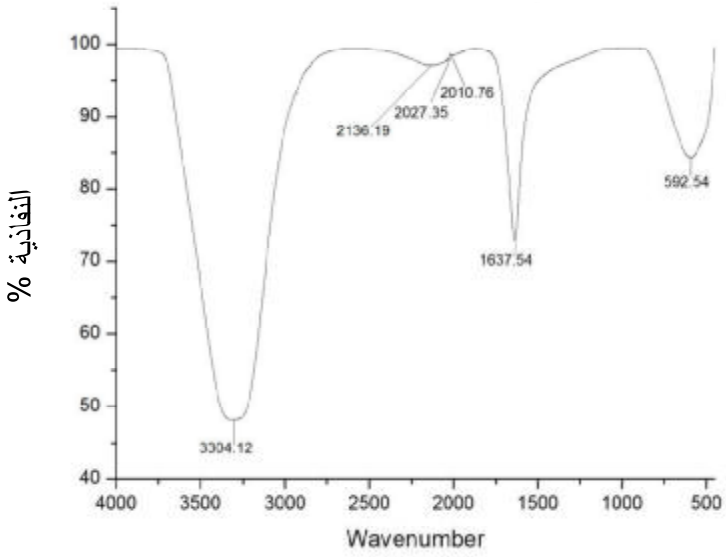
شكل (12) طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئي مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة مع أملاح الذهب بعد 48 ساعة

4-11-3-2-3: المجاميع الكيميائية في جزيئات الذهب النانوية

من خلال الشكل 13 الذي يوضح طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لجزيئات الذهب النانوية المتكونة في مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية، وجدت مجاميع وظيفية على سطوح جزيئات نانو الذهب، إذ وجد أن القيمة 3303.98 سم$^{-1}$ تعود إلى مجموعة واحدة من الفينول، والقيمة 2121.37 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة واحدة من النتريل، والقيمة 1637.43 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة أميد واحدة، والقيمة 606.25 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة من الألكين. ومن خلال الشكل 14 الذي يوضح طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الذهب النانوية المتكونة في مستخلص الماء الحار لثمار الفطر الأصفر الجافة، وجدت مجاميع وظيفية على سطوح جزيئات نانو الذهب، إذ لوحظ أن القيمة 3304.12 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة من الفينول، والقيم 2136.19 و 2027.35 و 2010.76 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود ثلاث مجاميع من النتريل، والقيمة 1637.54 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة من الأميد، والقيمة 592.54 سم$^{-1}$ تعود إلى وجود مجموعة واحدة من الألكين (Sriram وجماعته، 2012).



شكل (13) طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الذهب النانوية المتكونة في مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطازجة

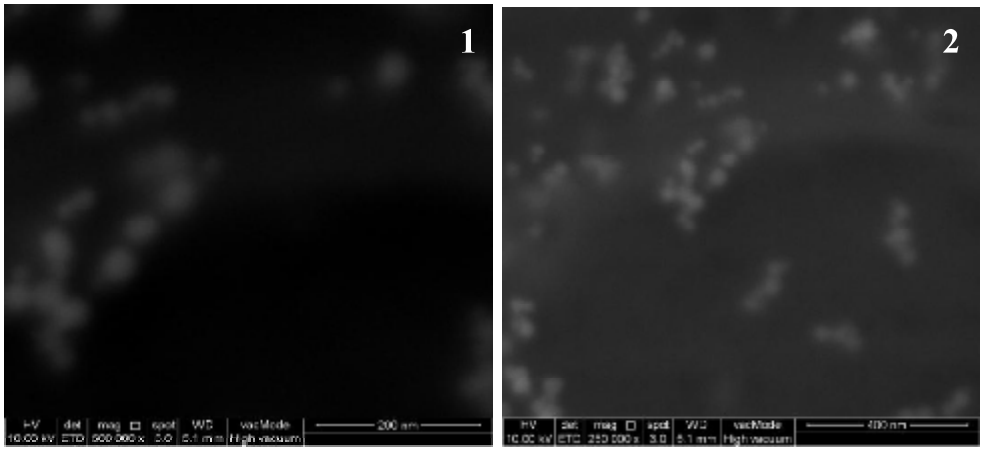


شكل (14) طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات الذهب النانوية المتكونة في مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة

4-11-2-3-4: شكل جزيئات الذهب النانوية وحجمها

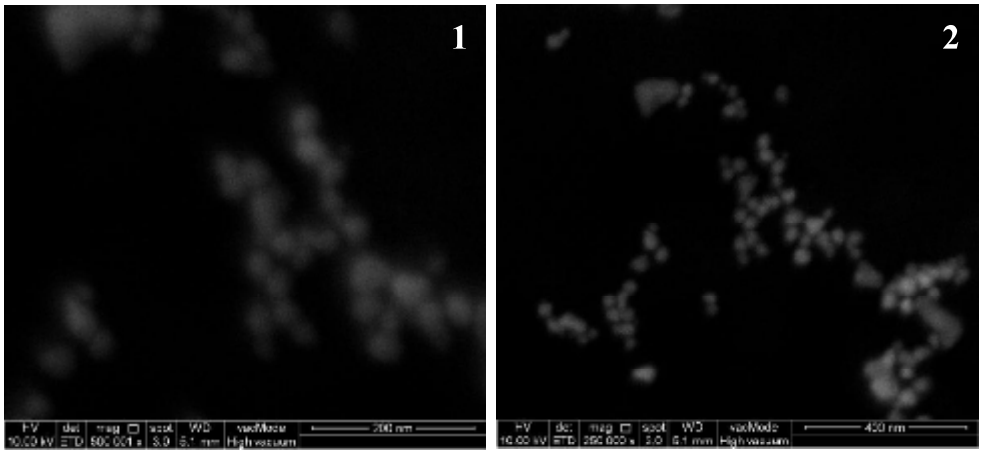
من خلال الصورتين 16 و 18 المأخوذة بوساطة المجهر الإلكتروني الماسح ذي المجال المنبعث (FE-SEM)، والمجهر الإلكتروني النافذ (TEM) لجزيئات نانو الذهب المحضرة من مستخلص الفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae* الطري المستخلص بطريقة الماء البارد، يتضح تكوّن جزيئات الذهب النانوية بأشكال كروية وقطر يتراوح بين 23–100 نانومتر، في حين سجلت جزيئات نانو الذهب (الصورتان 17 و 19) المحضرة من مستخلص الفطر المحاري ذي اللون الأصفر *P. cornucopiae* الجاف المستخلص بطريقة الماء الساخن بدرجة 60 مئوية جزيئات كروية الشكل بأقطار تراوحت بين 16–91 نانومتراً. وهذا يتفق مع العديد من الدراسات الحديثة بهذا الشأن إذ حصل على جزيئات ذهب نانوية من مستخلص الفطر المحاري،

ويعتمد حجمها على عدد من المؤثرات، كدرجة الحرارة والتركيز ووجود الضوء من عدمه، فضلاً عن طبيعة المستخلص وطريقة استخلاصه (Li وجماعته، 2011).



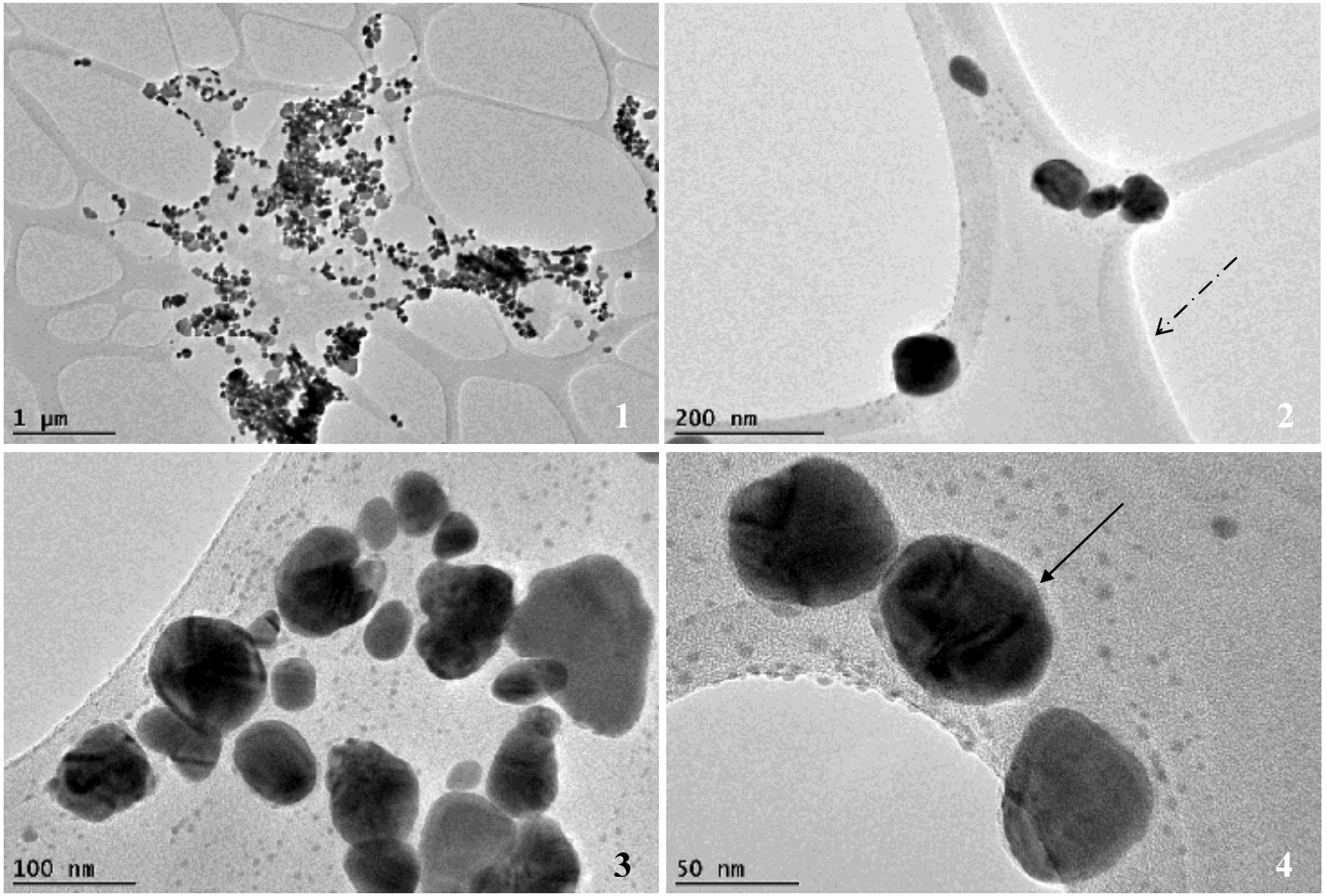
صورة (16) جزيئات الذهب النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الطازج بالمجهر FE-SEM

1: مكبرة 250 ألف مرة، 2: مكبرة 100 ألف مرة



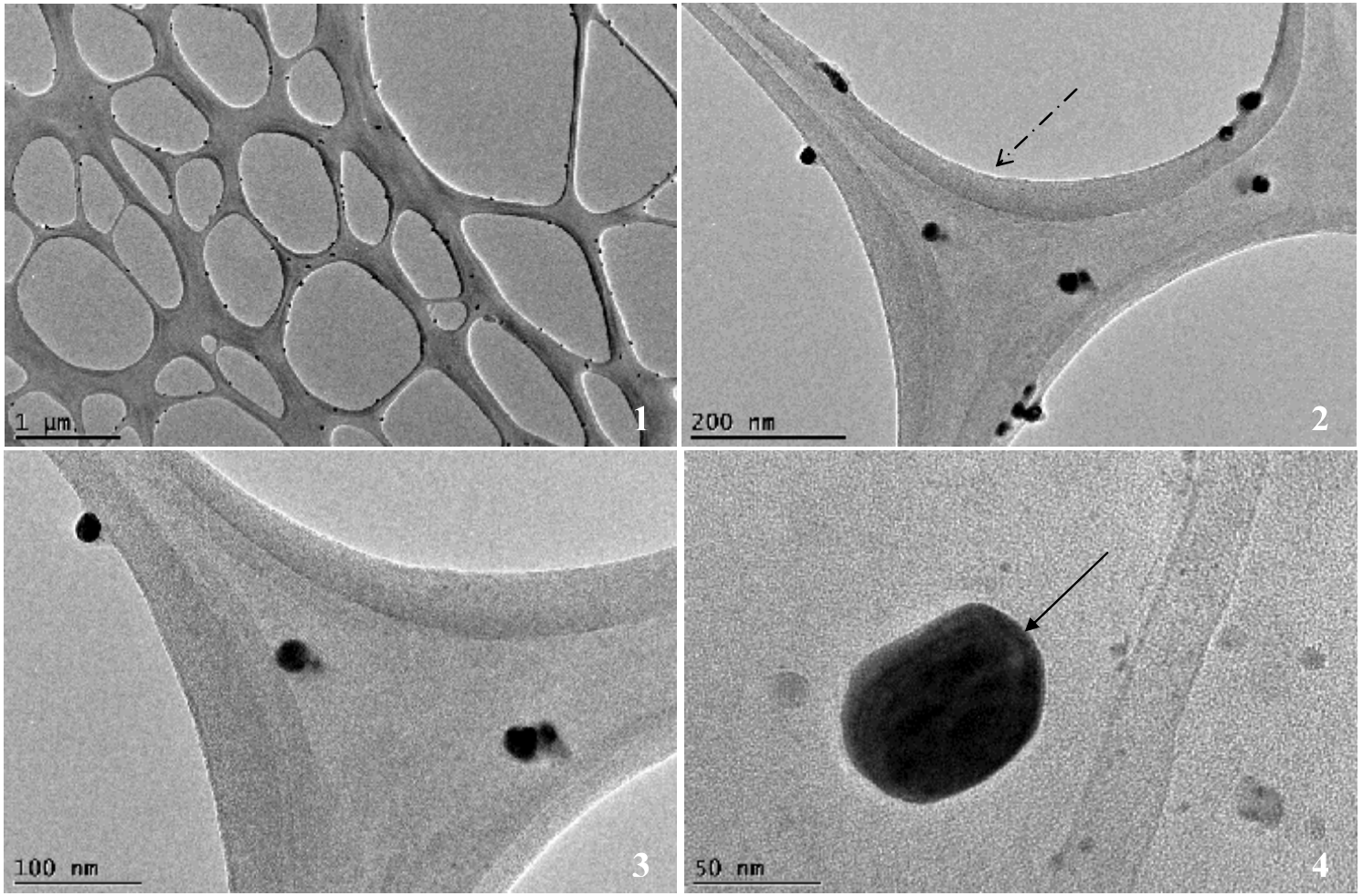
صورة (17) جزيئات الذهب النانوية لمستخلص الفطر *P. cornucopiae* الجاف بالمجهر FE-SEM

1: مكبرة 250 ألف مرة، 2: مكبرة 100 ألف مرة



صورة (18) جزيئات الذهب النانوية المحضرة من مستخلص الماء البارد لثمار الفطر *P. cornucopiae* الطرية بالمجهر TEM

جزيئات النانو ←———   الإيثانول ←·–·–



صورة (19) جزيئات الذهب النانوية المحضرة من مستخلص الماء الحار لثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة بالمجهر TEM

جزيئات النانو ⟵   الإيثانول ⇠

4-11-3-3: الفعالية الحيوية لمستخلص الفطر المحاري والجزيئات النانوية المنتجة

4-11-3-3-1: التركيب الكيميائي لمستخلصات الأجسام الثمرية

حسبت القيمة الغذائية لمستخلصات الفطر المحاري (الجدول 55) فوجد أن أعلى محتوى للسكريات لمستخلصات ثمار الفطر المحاري بلغ 50.46 غم لكل 100غم لمستخلص ثمار الفطر *P. ostreatus* ذي اللون الأبيض الطري المستخلص بالماء البارد، في حين سجل مستخلص الفطر المحاري *P. cornucopiae* الطري المستخلص بالماء الحار بدرجة 60 مئوية أقل محتوى من السكريات بلغ 31.67 غم لكل 100غم. كما وجد أن أعلى محتوى للبروتينات سجل بمعدل 2.150 غم لكل 100غم لمستخلص ثمار الفطر *P. ostreatus* الطري ذي اللون الأبيض المستخلص بالماء البارد، أما أقل محتوى بروتيني فكان 0.640 غم لكل 100غم لمستخلص ثمار الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* الجاف المستخلص بالماء الحار. أما بشأن الفينولات فقد بلغ أعلى محتوى لها 153 ملغم 100غم$^{-1}$ لمستخلص ثمار الفطر المحاري *P. cornucopiae* الجاف المستخلص بالماء الحار، في حين بلغ أقل محتوى للفينولات بمعدل 17.50 ملغم 100غم$^{-1}$ لمستخلص ثمار الفطر *P. cornucopiae* الطري المستخلص بالماء الحار. وبشكل عام وجد أن أعلى محتوى للفينولات كانت مع مستخلص الفطريات الجافة بطريقة الماء الحار وانخفضت مع مستخلصات الماء البارد.

وقد يرجع سبب محتوى الفينول العالي في المستخلصات المحضرة بالماء الساخن مقارنة بطريقة الاستخلاص بالماء البارد إلى أن الماء الساخن سبب تفكك الفينول وظهوره في القياس في حين أن طريقة الاستخلاص بالماء البارد أبقت الفينول مرتبطاً بشكل مجاميع كيميائية لم تظهر في أثناء القياس، وبخصوص الفينولات فقد ذكر Patel وجماعته (2012) أن محتوى الأجسام الثمرية للفطر المحاري من الفينولات يكون أكثر مما في غزله الفطري.

وعموماً فإن الفواكه الغامقة بالألوان والخضراوات والأغذية تعد أكثر صحية لجسم الإنسان (Lin و Tang، 2007)، ووجد Shibata وجماعته (1997) أن صبغات أنواع الفطر المحاري قيد الدراسة تكون ذائبة في الماء أكثر مما في الدهون، وأن الفطر المحاري *P. salmoneostramineus* يعطي Chromoprotein الذي له أثر مهم في البناء الضوئي. كما ينتج الفطر *P. ostreatus* مادة Pleuran (β-D-Glucan) وهي مضاد للبكتريا (Cohen وجماعته، 2002). وتعتمد استجابة الأحياء المجهرية لمستخلصات الفطريات الغذائية على البيئة التي نمى عليها الفطر الغذائي والتركيب الوراثي والفيزيائي والكيموحيوي للفطر الغذائي (Iftekhar وجماعته، 2011). وأكد Iwalokun وجماعته (2007) احتواء الفطر *P. ostreatus* على التربينويدات والتانينات والكلايكوسيدات الستيرويدية والكاربوهيدرات، مما جعل مستخلصاتها ذات تثبيط واسع ضد البكتريا والفطريات المرضية.

وقد يعود السبب إلى أن المستخلص المائي أقل فعّالية ضد الأحياء المجهرية من المستخلصات الكحولية، أو يكون المستخلص المائي للفطريات الغذائية محفزاً لنمو بعض الفطريات المرضية، في حين وُجد أن الخميرة *C. albicans* مقاومة للعديد من مركبات ومستخلصات الفطريات الغذائية (يازجي وسعود، 2008). في حين ذكر Akyuz و Kirbag (2009) أن المستخلصات على أوساط مختلفة يعطي تثبيطاً لبعض الأحياء المجهرية، بنسب مختلفة، في حين لا تُظهر أي تأثير ضد ممرضات أخرى. وقد يعود التأثير المضاد للفطر *P. cornucopiae* إلى الفينولات الكلية (Kim وجماعته، 2009).

جدول (55) التركيب الكيميائي لمستخلصات ثمار الفطر المحاري الجافة والطرية

الفطر المحاري	طريقة الاستخلاص	السكريات (غم 100غم$^{-1}$)	البروتينات (غم 100 غم$^{-1}$)	الفينولات (ملغم 100غم$^{-1}$)	وزن المسحوق الناتج (غم)
الرمادي *P. ostreatus*	الجاف بالماء الحار	44.26	1.640	79.50	2.96
	الطري بالماء الحار	49.06	1.927	26.00	5.14
	الطري بالماء البارد	48.60	2.077	22.00	5.50
الأبيض *P. ostreatus*	الجاف بالماء الحار	46.03	1.157	80.50	2.88
	الطري بالماء الحار	49.93	2.030	23.00	6.27
	الطري بالماء البارد	50.46	2.150	20.00	8.54
الأصفر *P. cornucopiae*	الجاف بالماء الحار	43.46	0.937	153.00	2.94
	الطري بالماء الحار	31.67	1.660	27.50	2.44
	الطري بالماء البارد	42.03	1.737	17.50	2.25
الوردي *P. salmoneostramineus*	الجاف بالماء الحار	45.69	0.640	149.00	2.40
	الطري بالماء الحار	43.94	1.467	36.50	2.55
	الطري بالماء البارد	48.28	2.200	35.00	5.16
LSD < 0.05		1.738	0.1221	2.242	-
LSD < 0.01		2.356	0.1655	3.039	-

4-11-3-3-2: الفعالية الحيوية لمستخلصات الفطر المحاري الأصفر وجزيئات الفضة النانوية المنتجة منها

اختلف الفعل التثبيطي لمستخلصات ثمار الفطر المحاري *P. cornucopiae* ذي اللون الأصفر ضد الخمائر المرضية مقارنة بجزيئات الفضة النانوية المحضرة من مستخلصات ثماره الجافة أوالرطبة؛ إذ تشير نتائج الفعالية الحيوية لمستخلصات الأجسام الثمرية الجافة أوالطرية

بتركيز 20 و 40 و 60 مايكروغرام حفرة$^{-1}$ إلى عدم وجود تأثير يذكر في الخمائر المرضية (الجدول 56 والصورتان 21 و 23)، وهذا يتفق مع نتائج Paccola وجماعته (2001) الذي استعمل مستخلصات الفطر الغذائي والتي لم تبدي تثبيط مقارنة بجزيئاتها النانوية ضد الاحياء المجهرية المرضية. وبخصوص جزيئات الفضة النانوية فقد أبدت تأثيرها المعنوي عند مستوى معنوية (LSD < 0.01) و (LSD < 0.05) المثبط لنمو الخمائر المرضية، إذ أثرت جزيئات الفضة النانوية بشكل واضح (جدول 56 والصورتان 20 و22)، وبلغت أكبر مساحة تثبيط بقطر 18 و 17 ملم بفعل جزيئات نانو الفضة المحضرة من مستخلص ثمار الفطر *P. cornucopiae* الجافة بتركيز 40 و 60 مايكرو غرام حفرة$^{-1}$ ضد الخميرة *Candida krusei* ATCC6258، مقارنة بقطر تثبيطي 21 ملم بالمضاد الحيوي Nystatin بتركيز 1 مايكرو غرام حفرة$^{-1}$ للخميرة نفسها، في حين سجل أقل قطر تثبيط 9 ملم لخميرة *Candida albicans* ATCC90028 بفعل جزيئات نانو الفضة المحضرة من ثمار الفطر *P. cornucopiae* بتركيز 20 مايكرو غرام حفرة$^{-1}$ مقارنة بقطر تثبيط 20 ملم بفعل المضاد الحيوي Nystatin تلته الجزيئات النانوية نفسها وبالتركيز نفسه ضد خميرة *Candida glabrata* CBS138، وخميرة *Candida krusei* ATCC6258، وخميرة *Candida pseudotropicalis* بقطر تثبيط بلغ 10 مايكرو غرام حفرة$^{-1}$ لكل خميرة.

أما أقطار الجزيئات النانوية للفضة المنتجة فإنها تراوحت بين (10–50) نانومتر وهذا يجعلها مثبطة للخمائر المرضية أو بقية الأحياء المجهرية، إذ تتصدر الأدوية النانوية المركبة من حبيبات نانوية تقل مقاييس أبعادها عن 20 نانومتراً رأس قائمة الأدوية الطبية من حيث الكفاءة والأمان. وتكمن الخواص الطبية لجزيئات النانو من خلال تحسين المنتجات وتطويرها، ورفع كفاءتها عن طريق التحكم بأبعاد جزيئاتها لتكون أقل من 100 نانومتر عن طريق تحسين التلاؤم

والتوافق الحيوي Biocompatibility، وزيادة قدرة النفاذية والاختراق للموانع والحواجز الحيوية التي تعوق من وصول الأدوية إلى الجزء المصاب كالأغشية (الإسكندراني، 2010).

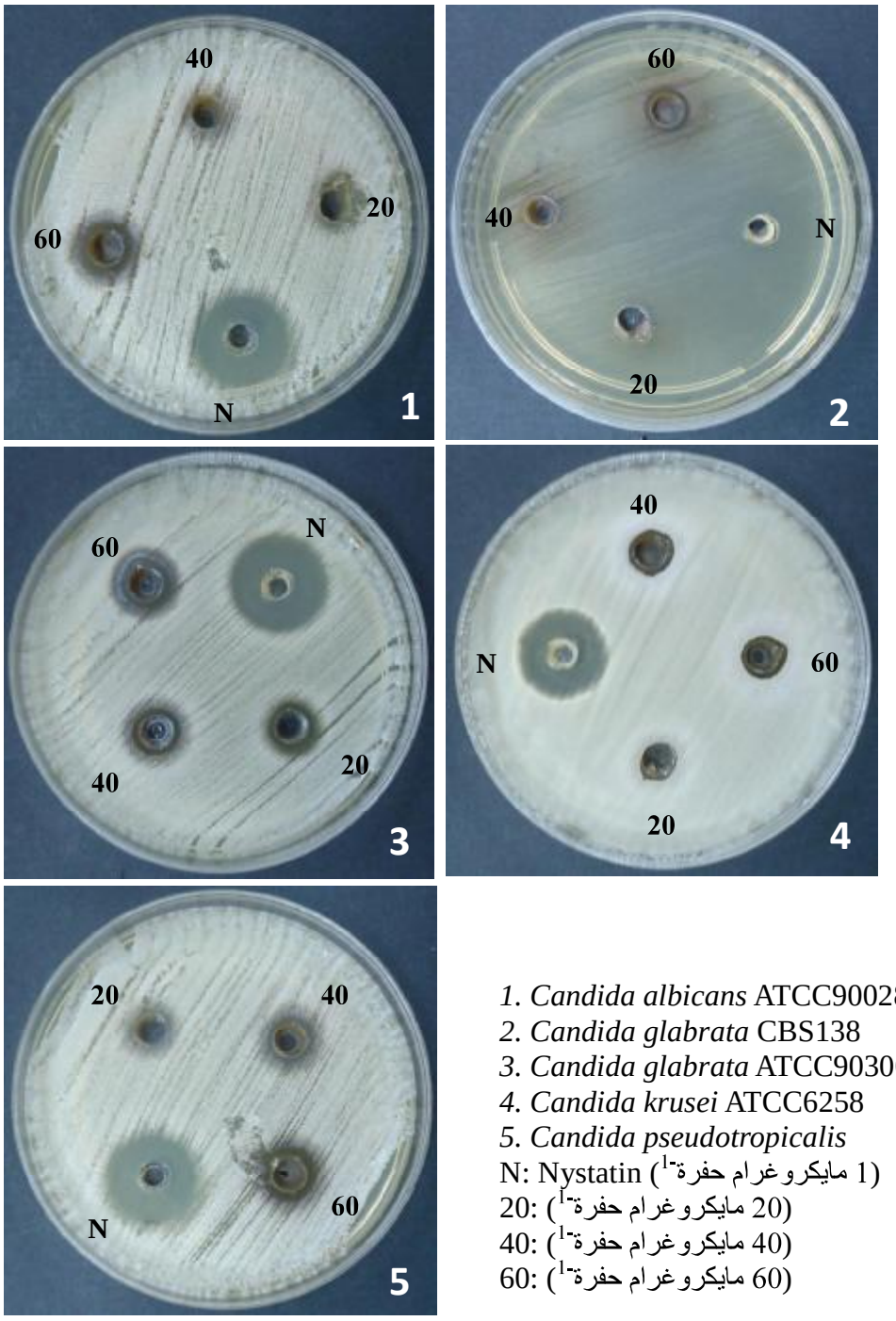
إن تباين فعالية جزيئات نانو الفضة المنتجة من الفطر *P. cornucopiae* مرتبط بتغير المكونات الكيميائية للمستخلصات التي حُضرت منها هذه الجزيئات (جدول 55)، ويتفق هذا مع Klaus و Niksic (2007) الذي أشار إلى أن تأثير مستخلصات الفطريات الغذائية يعتمد على مكوناتها (تركيب مكوناتها الكيميائية) وطريقة الاستخلاص والتنقية، وذكر أن بعض التأثيرات مثبطة أو لم تظهر شيئاً، وأن مستخلص الماء الحار للفطر *Ganoderma lucidum* لم يؤثر في نمو البكتريا المرضية. وقد أثرت المجاميع الفعالة (شكل 7 و 8) لهذه الجزيئات النانوية التي لها تأثير فعال ضد الخمائر المرضية. وتتفق هذه النتائج مع ما أكده Nwachukwu و Uzoeto (2010) أن المركبات الفعّالة حيوياً وجدت في مستخلص الماء الحار للفطر المحاري *P. squarrosulus*، أكثر مما في مستخلص الماء البارد، علماً أن مستخلص الماء البارد احتوى على التانينات والصابونيات والفلافونيدات والقلويدات والبروتينات والكاربوهيدرات، لكنه لم يثبط بكتريا *Pseudomonas aeruginosa*. كما ينتج وسط التخمر السائل للفطر *P. ostreatus* مركبات أيضية فعالة حيوياً (Papaspyridi وجماعته، 2011). في حين ذكر يازجي وسعود (2008) أن الفعالية المضادة للفطريات الغذائية تجاه الفطريات المرضية تختلف باختلاف نوع الفطر الغذائي، ومادة الاستخلاص، ونوع الفطر المرضي. ولكن هذا لايعني أن هذا الفطر لا يحوي مركبات تؤثر في نمو هذه الفطريات المرضية؛ لأنه ربما تكون مستخلصاتها بمواد وطرائق أخرى لهذا الفطر تستطيع استخلاص مركبات تملك فعّالية مثبطة لنمو هذه الفطريات المرضية. وقد يأتي تأثير هذه الجزيئات عن طريق التربينات (Terpenes) واللكتينات (Lectins) والسكريات المتعددة التي تؤثر في الغشاء البلازمي للبكتريا، ولصعوبة استخلاص المركبات الفعالة

حيوياً وكلفتها من الفطريات الخيطية (*Actinomycetes* و *Streptomycetes*) استُخلصت من الفطريات البازيدية (Khatun وجماعته، 2012). تحوي المركبات التانينية والفينولية للفطر المحاري *P. ostreatus* فعالية ضد البكتريا من خلال ميكانيكية تحدث بتحليل الغشاء الخلوي وتثبيط بناء البروتينات والأنزيمات المحللة وتمنع الالتصاق الميكروبي (Cowan، 1999). وعدّ Schwan وجماعته (2010) أن أي قطر تثبيط يزيد على 5 ملم هو نتيجة موجبة ضمن طريقة الانتشار بالأقراص.

جدول (56) قطر التثبيط ضد الخمائر المرضية بفعل مستخلصات الفطر المحاري الأصفر وجزيئاتها النانوية (ملم)

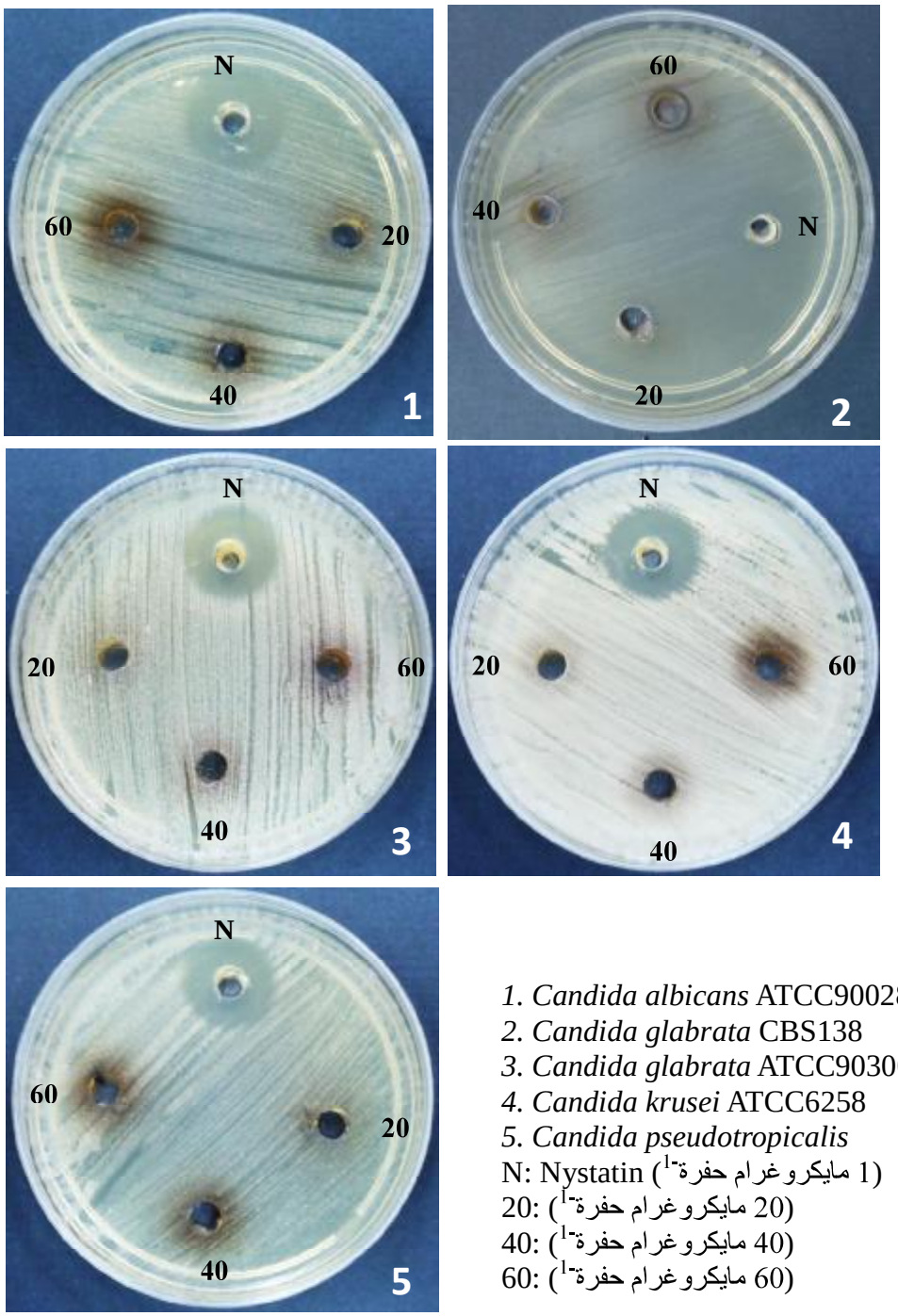
النماذج	التركيز (مايكروغرام حفرة$^{-1}$)	الخمائر المرضية				
		1	2	3	4	5
جزيئات نانو الفضة من مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية	**20**	9	10	12	10	10
	40	11	11	13	12	11
	60	13	12	16	12	12
جزيئات نانو الفضة من مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة	**20**	12	11	14	12	12
	40	13	12	17	13	14
	60	14	13	18	15	15
مستخلص الماء البارد لثمار الفطر المحاري الأصفر الطرية	**20**	0	0	0	0	0
	40	0	0	0	0	0
	60	0	0	0	0	0
مستخلص الماء الحار لثمار الفطر المحاري الأصفر الجافة	**20**	0	0	0	0	0
	40	0	0	0	0	0
	60	0	0	0	0	0
Nystatin (1 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)		20	17	21	19	19
أقل فرق معنوي	**LSD < 0.01**	0.15	**أقل فرق معنوي**		**LSD < 0.05**	0.12

1.Candida albicans ATCC90028
2. Candida glabrata CBS138
3. Candida glabrata ATCC90300
4. Candida krusei ATCC6258
5. Candida pseudotropicalis



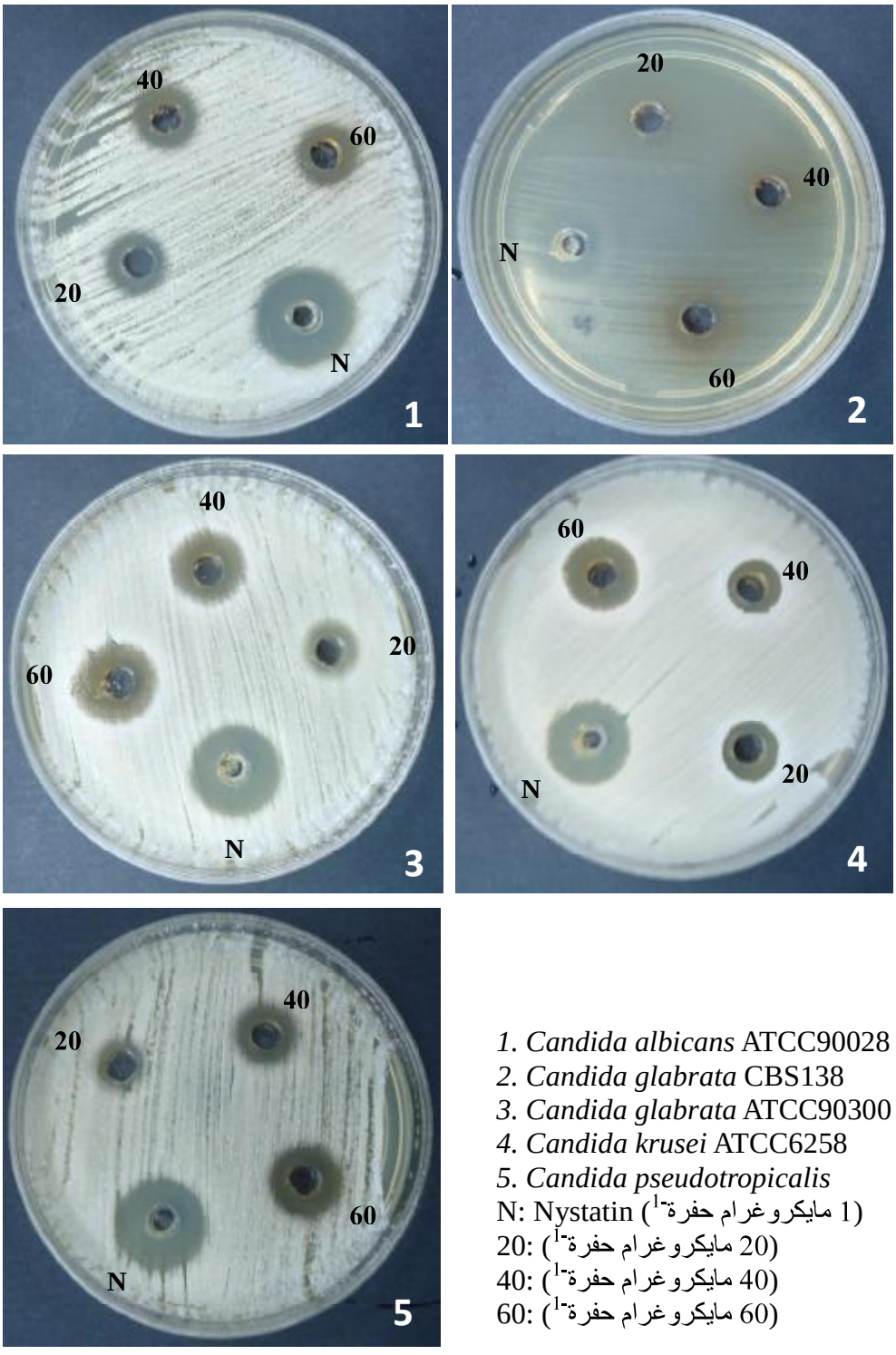
1. Candida albicans ATCC90028
2. Candida glabrata CBS138
3. Candida glabrata ATCC90300
4. Candida krusei ATCC6258
5. Candida pseudotropicalis
N: Nystatin (1 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
20: (20 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
40: (40 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
60: (60 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)

صورة (20) الفعالية الحيوية لجزيئات الفضة النانوية المنتجة من مستخلص الأجسام الثمرية الطرية ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة



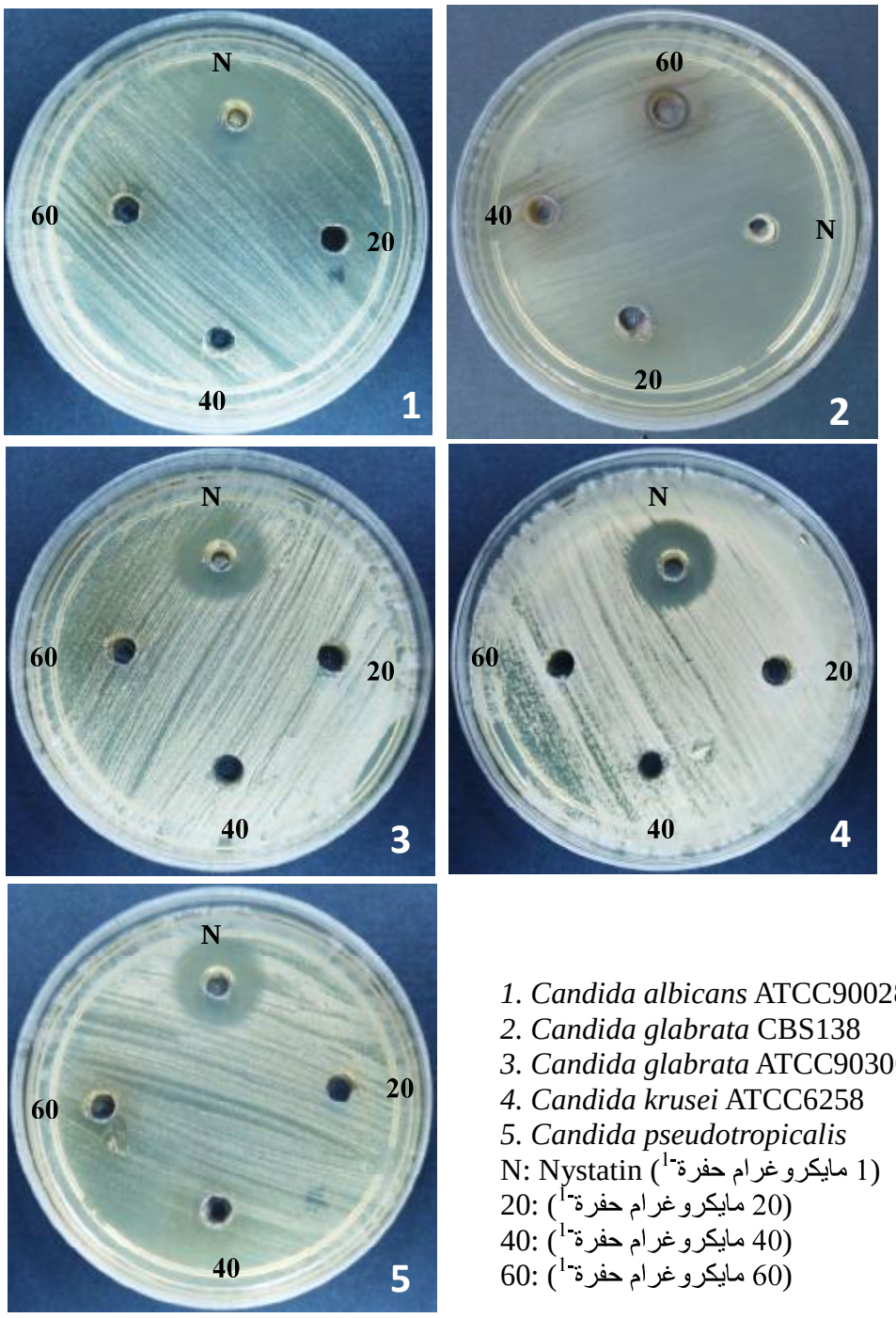
1. Candida albicans ATCC90028
2. Candida glabrata CBS138
3. Candida glabrata ATCC90300
4. Candida krusei ATCC6258
5. Candida pseudotropicalis
N: Nystatin (1 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
20: (20 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
40: (40 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
60: (60 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)

صورة (21) الفعالية الحيوية لمستخلص الأجسام الثمرية الطرية ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة



1. Candida albicans ATCC90028
2. Candida glabrata CBS138
3. Candida glabrata ATCC90300
4. Candida krusei ATCC6258
5. Candida pseudotropicalis
N: Nystatin (1 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
20: (20 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
40: (40 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
60: (60 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)

صورة (22) الفعالية الحيوية لجزيئات الفضة النانوية المنتجة من مستخلص الأجسام الثمرية الجافة ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة



1. Candida albicans ATCC90028
2. Candida glabrata CBS138
3. Candida glabrata ATCC90300
4. Candida krusei ATCC6258
5. Candida pseudotropicalis
N: Nystatin (1 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
20: (20 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
40: (40 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)
60: (60 مايكروغرام حفرة$^{-1}$)

صورة (23) الفعالية الحيوية لمستخلص الأجسام الثمرية الجافة ضد الخمائر المرضية بتراكيز مختلفة

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات :

1. حقق الفطر *P. salmoneostramineus* المنمى على الوسط الصلب لمستخلص الخلطة 1 (تبن الحنطة 100%) أعلى متوسط نمو وكثافة غزل مقارنة ببقية الخلطتان 1 و 2 (تبن الحنطة 70%، ونشارة الخشب 20%، وليف النخيل 10%).
2. أظهرت الخلطة 2 أعلى نسبة مئوية للفقد في الوزن بعد الجني وانضغطت الأوساط الزرعية بعد الجني بمعامل 0.13 مع الخلطة 3 (تبن الحنطة 50%، ونشارة الخشب 30%، وليف النخيل 20%)، في حين بلغت نسبة الكاربون إلى النتروجين بعد الجني نسبة 27.86 مع الخلطة 3.
3. بيّن التحليل الكيمياوي للأوساط الزرعية قبل الزراعة ارتفاع محتوى عناصر الكوبلت والحديد والنيكل والنحاس والخارصين والمنغنيز بمعدل 0.60 و 38.27 و 0.93 و 2.90 و 2.44 و 4.65 ملغم كغم$^{-1}$ على الترتيب للخلطة 3.
4. أعطت الخلطة 3 أفضل عدد ثمار فيما اعطت الخلطة 2 أفضل معدل وزن لكل جنية وأفضل انتاجية وكفاءة حيوية، فيما كان أفضل نوع هو الرمادي في الانتاجية والكفاءة الحيوية والوردي في عدد الثمار المنتجة.
5. افضل قطر ساق وقطر قبعة للفطر المحاري الرمادي وافضل (اقل) طول ساق للفطر المحاري الوردي، فيما اعطت الخلطة 1 افضل قطر ساق وقطر قبعة لثمار الانواع المنتجة.
6. أعطت الخلطة 3 أفضل وزن جاف فيما اعطت الخلطة 2 افضل محتوى للبروتينات والكاربوهيدات والخلطة 1 افضل محتوى للفينولات الكلية، واظهر نوع الفطر المحاري الرمادي افضل محتوى للفينولات الكلية والكاربوهيدرات فيما كان محتوى الفطر المحاري الاصفر كأفضل محتوى بروتيني.

وكان الفطر المحاري المنمى على الخلطة 3 يملك أعلى محتوى من العناصر المعدنية بشكل عام من أنواع الفطر المحاري المنمى على باقي الخلطات.

7. أعطى راشح غزل الفطر *P. salmoneostramineus* أقل امتصاصية عند تنمية البكتريا المرضية مقارنة ببقية الأنواع، وأظهر أعلى تثبيط بمعدل 12.22% ضد البكتريا المرضية في الوسط الصلب، وأعطى راشحه في الوسط الصلب أعلى تثبيط ضد الفطر *Verticillium* sp. بلغ 12.33% . وتحققت أقل كتلة حيوية 90.00 ملغم 50مل$^{-1}$ للفطر *T. harzianum* بوجود راشح الفطر المحاري *P. ostreatus* ذي اللون الرمادي في الأوساط السائلة.

8. سجل الفطر *P. cornucopiae* ذو اللون الأصفر أفضل جزيئات نانوية من مستخلص ثماره الطرية المحضرة بالماء البارد ومن مستخلص ثماره الجافة المحضرة بالماء الساخن بدرجة حرارة 60 مئوية. إذ سجلت جزيئات الفضة النانوية أقطار تراوحت بين (10–50) نانومتر، في حين سجلت جزيئات الذهب النانوية أقطار تراوحت بين (16–100).

9. الفعالية الحيوية للجزيئات النانوية بلغت أكبر تثبيط بقطر 18 ملم بفعل جزيئات نانو الفضة المحضرة من مستخلص ثمار الفطر المحاري *P. cornucopiae* الجافة بتركيز 40 مايكرو غرام حفرة$^{-1}$ ضد خميرة *Candida krusei* ATCC6258.

التوصيات :

1. إجراء دراسات لتقصي أثر مخلفات حقلية مسحوقة في سرعة نمو الغزل الفطري في الأطباق الزجاجية.
2. إجراء المزيد من الدراسات لمخلفات نخيل التمر بوصفها مادة رئيسة لإنتاج أنواع الفطريات الغذائية الأخرى مع مراعاة إجراء عمليات السحق والتجزئة لجعل هذه المخلفات بمواصفات أسهل تحللاً.
3. دراسة أثر تحضير مستخلصات الفطر المحاري *Pleurotus* spp. بطرائق ومحاليل مختلفة مع تحديد هوية بعض المركبات الفعالة حيوياً بدراسة مفصلة واعتماد الترشيح في التعقيم.
4. إيجاد آلية في بناء جزيئات النانو في الفطريات الغذائية من أجل السيطرة على حجم هذه الجزيئات وشكلها باعتماد املاح معادن أخرى وظروف تحضير مختلفة.

المصـــادر

المصادر العربية:

أبو زيد، نادية عبد المجيد وكليب، محمد علي عمر(2009). مملكة الفطريات (عش الغراب)، ط1. دار الزهراء للنشر والتوزيع، الرياض، المملكة العربية السعودية. ص 3-90.

أحمد، لونا محسن (2010). دراسة تأثير وسط الزراعة في نمو وإنتاجية فطر المحار *Pleurotus ostreatus*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة – جامعة تشرين، سوريا.

الإسكندراني، محمد شريف. (2010). تكنولوجيا النانو من أجل غدٍ أفضل. دار المعرفة – المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ص 169-201.

البهادلي ، علي حسين والزهرون، هناء حمد (1991). أساسيات إنتاج الفطر (العرهون). دار الحكمة للطباعة والنشر. جامعة بغداد. العراق. ص 16-17.

الجابري، خير الله موسى عواد ونعمة، محسن عبد الرسول ومهدي، علي شاكر. (2005). محتوى اللكنين والسليلوز في بعض أجزاء نخلة التمر *Phoenix dactylifera* L. صنفي الحلاوي والبرحي. مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر، 4(1-2): 124-131.

جهاز،عبد الله. (2005). عزل اورمات فطرية من أجسام ثمرية فطرية سامة وأخرى صالحة للأكل واختبار قدرتها لإنتاج الصادات الحيوية ضد جراثيم ممرضة فوق الأوساط الآغارية الجامدة. أطروحة دكتوراة. جامعة حلب. ص 180.

حسن، شاكر عبد الأمير والسامرائي، وفاء حميد وهاشم،عبد الكريم جاسم. (2008). مقارنة تأثير المعاملة الكيميائية والميكروبية في تحسين القيمة الغذائية لسعف النخيل وتبن الشعير المقطع والمجروش. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 39(2): 79-93.

حسن، عيسى عواد (2011). تأثير طريقة التعقيم ونوع المدعم في الإنتاج والعمر التسويقي والخزني للفطر المحاري المنتج على مخلفات نخلة التمر. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد. العراق. ص 34-72.

حمد ، حسن بردان أسود (2005). تأثير التقنية الحيوية البكتيرية وخلائط الأوساط في إنتاج الفطر المحاري (*Pleurotus ostreatus*) Oyster Mushroom .رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الانبار. العراق. ص 28-29.

حميدان، مروان ومخول، سهيل وأحمد، لونا (2009). تأثير وسط الزراعة في التركيب الكيميائي لفطر المحار (*Pleurotus ostreatus*) Oyster Mushroom. مجلة

جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، 31(5): x-x.

ديكن ، جي دبليو (1983). مدخل إلى علم الفطريات الحديثة، ط 2. جامعة صلاح الدين. دار الحكمة للطباعة والنشر. أربيل، العراق.صفحة 130-314.

الراوي، خاشع محمود وخلف الله، عبد العزيز محمد. (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر. 486 صفحة.

رضوان ، جمال الدين (2002). الفطر البستاني، مشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. مطبعة البراق. سوريا. ص 12.

الزيدي ، حامد وعبد الكريم، إلهام سعيد وإبراهيم، ظمياء محمود (1987). علم الأحياء المجهرية العملي. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. الموصل، العراق. 304 ص.

السهيلي ، إبراهيم عزيز خالد وصالح، قيصر نجيب وإسماعيل، عبد اللطيف سالم (1993). علم الفطريات. العراق. ص 242-251.

الشكري ، مهدي مجيد (1991). أساسيات الفطريات وأمراضها النباتية. دار الحكمة للطباعة والنشر. الموصل، العراق. صفحة 431.

العسافي، ادهام علي عبد (2002). استخدام تقنية ميكروبية لزيادة جاهزية الفسفور وعناصر أخرى من الصخر الفوسفاتي. أطروحة دكتوراه. كلية العلوم، جامعة الأنبار. العراق.

العيساوي، خليل جميل فرحان (2011). تحسين مكونات الوسط المحلي لزيادة إنتاج العرهون المحاري *Pleurotus ostreatus*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الأنبار. العراق. ص 20,24,44,45,63,64,65,66.

القيسي ، مصطفى رشيد محجوب (2006). تقويم كفاءة المواد في إنتاجية الفطر الزراعي الأبيض *Agaricus bisporus* وتحسين قابليته الخزنية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد. العراق. ص 26–27.

مسلط، موفق مزبان (2002). أثر بعض العناصر الغذائية وحامض الجبرليك في الخواص الكمية والنوعية لحاصل العرهون المحاري Oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* Jaq.:Fr. .أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة–جامعة بغداد. ص 75.

مسلط، موفق مزبان ومصلح، عمر هاشم (2012). أساسيات في الزراعة العضوية. جامعة الأنبار، كلية الزراعة. مطبعة السيماء، بغداد. ص 62–64.

ناصر، زياد (2010). الدليل العملي لإنتاج الفطر المحاري. الزراعة نت. الأردن. ط1، ص 7–8.

ويبستر ، جون (1980). مدخل إلى الفطريات، ترجمة إبراهيم عزيز خالد السهيلي. مطبعة جامعة بغداد. بغداد، العراق. ص 154–176.

يازجي، ميساء وسعود، راميا (2008). دراسة الفعالية المضادة للفطريات لخلاصات مختلفة للفطر *Lactarius* sp. تجاه بعض الفطريات الممرضة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، 30(2): 91–103.

يبرق، محمد موفق وإلياس، إنعام ومندوو حجازي (2009). زراعة الفطر المحاري *Pleurotus* spp. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، سوريا، ص 2–12.

المصادر الأجنبية:

Abdel-Fattah, G. M., Shabana, Y. M., Ismail, A. E., Rashad, Y. M. (2007). *Trichoderma harzianum*: A Biocontrol Agent Against *Bipolaris oryzae*. *Mycopathologia*, 164:81-89.

Ahmed, L.A.A. (2010). Removal of Heavy Metals From Waste Water. *Eng. & Tech. Journal*, 28(1): 119-125.

Ahmed, S.A., Kadam, J.A., Mane, V.P., Patil, S.S. and Baig, M.M.V. (2009). Biological Efficiency and Nutritional Contents of *Pleurotus florida* (Mont.) Singer Cultivated on Different Agro-wastes. *Nature and Science*, 7(1): 44-48.

Akyuz, M. and Kirbag, S. (2009). Antimicrobial Activity of *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* Grown on Various Agro-Wastes. *EurAsian Journal of BioSciences*, 3: 58-63.

Akyuz, M., Onganer, A.N., Erecevit, P. and Kirbag, S. (2010). Antimicrobial Activity of some Edible Mushrooms in the Eastern and Southeast Anatolia Region of Turkey. *Gazi University Journal of Science*, 23(2): 125-130.

Alam, M. Z., Manchur, M. A. and Anwar, M. N. (2004). Isolation, Purification, Characterization of Cellulolytic Enzymes Produced by the Isolate *Streptomyces omiyaensis*. *Pakistan. J of Bio. Sci*., 7 (10): 1647-1653.

Alam, N., Lee, J.S. and Lee, T.S. (2010). Mycelial Growth Conditions and Molecular Phylogenetic Relationships of *Pleurotus ostreatus*. *World Applied Sciences Journal*, 9(8): 928-937.

Alam, N., Yoon, K.M., Cha, Y.J., Kim, J.H., Lee, K.R. and Lee, T.S. (2011). Appraisal of the Antioxidant, Phenolic Compounds Concentration, Xanthine Oxidase and Tyrosinase Inhibitory Activities of *Pleurotus*

salmoneostramineus. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6): 1555-1563.

Al-Fatimi, M.A.A., Julich, W.-D., Jansen, R. and Lindequist, U. (2006). Bioactive Components of the Traditionally Used Mushroom *Podaxis pistillaris*. *ECAM*, 3(1): 87–92.

Al-Kubaisy, S.H. (2003). Genetic Study of the Variety of β-lactamases Produced by β-lactam-resistant *Klebsiellae* spp. M.Sc. Thesis college of Medicine. University of Al-Anbar. Iraq.

Angelini, P., Pagiotti, R. and Granetti, B. (2008). Effect of Antimicrobial Activity of *Melaleuca alternifolia* Essential Oil on Antagonistic Potential of *Pleurotus* Species against *Trichoderma harzianum* in Dual Culture. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 24:197–202.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. (2006). Official Methods of Analysis of the AOAC. 18th ed. W. Horwitiz (ed.). Association of Official Analytical Chemists: Washington D.C. P.152-153.

Badalyan, S., Isikhuemhen, O. S., Gharibyan, M. G. (2008). Antagonistic/Antifungal Activities of Medicinal Mushroom *Pleurotus tuberregium* (Fr.) Singer (Agaricomycetideae) against Selected Filamentous Fungi. *Int J Med Mushrooms*, 10(2): 155-162.

Badu, M., Twumasi, S.K. and Boadi, N.O. (2011). Effects of Lignocellulosic in Wood Used as Substrate on the Quality and Yield of Mushrooms. *Food and Nutrition Sciences*, 2: 780-784.

Bao, D., Ishihara. H., Mori, N. and Kitamoto, Y. (2004a). Phylogenetic Analysis of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* spp.) Based on Restriction Fragment Length Polymorphisms of the 5` Portion of 26S rDNA. *J. Wood. Sci.*, 50: 169–176.

Bao, D., Kinugasa, S. and Kitamoto, Y. (2004b). The Biological Species of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* spp.) from Asia Based on Mating Compatibility Tests. *J. Wood Sci.*, 50: 162-168.

Bernabe-Gonzalez, T. and Cayetano-Catarino, M. (2009). Cultivation of *Pleurotus pulmonarius* on Substrates Treated by Immersion in Alkaline Water in Guerrero, Mexico. *Micologia Aplicada International*, 21(1): 19-23.

Beyer, D. M. (2003a). Basic Procedures for *Agaricus* Mushroom Growing. Penn State College of Agricultural Sciences Research, Extension, and Resident Education Programs, Pennsylvania, Chester. pp. 16.

Beyer, D. M. (2003b). Cultivation of Oyster Mushrooms. Penn State College of Agricultural Sciences Research, Extention and Resident Education Programs Department of Agriculture, Pennsylvania, Chester. pp. 11.

Beyer, D. M. and Muthersbaugh, H. R. (1996). Nutritional Factors Affecting Later Break Yield of *Agaricus bisporus*. *Can. J. of Plant Sci*., 76: 835-840.

Bhat, R., Deshpande, R., Ganachari, S.V., Huh, D.S. and Venkataraman, A. (2011). Photo-Irradiated Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Edible Mushroom *Pleurotus florida* and Their Antibacterial Activity Studies. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, Vol.2011, ID:650979, P.7.

Carvalho, M.P., Der Sand, S.T.V., Rosa, E.A.R., Germani, J.C. and Ishikawa, N.K. (2007). Investigation of the Antibacterial Activity of Basidiomycetes. *Biociencias, Porto Alegre*, 15(2): 173-179.

Castle, A., Speranzini, D., Rghei, N., Alm, G., Rinker, D., Bissett, J. (1998). Morphological and Molecular Identification of *Trichoderma* Isolates on North American Mushroom Farms. *Appl Environ Microbiol,* 64(1):133-137.

Chang, S.-T. and Miles, P. G. (2004). Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Enviromental Impact, 2nd Ed. CRC Press LLC. USA. pp. 451.

Chang, S.T. and Quimio, T.H. (1982). Tropical Mushrooms Biological Nature and Cultivation Methods. The Chinese University Press. The Chinese University of Hongkong. pp. 493.

Chen, S.-Y., Ho, K.-J., Hsieh, Y.-J., Wang, L.-T. and Mau, J.-L. (2012). Contents of Lovastatin, γ-aminobutyric Acid and Ergothioneine in Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia. *LWT - Food Science and Technology*, 47: 274-278.

Cohen, R., Persky, L. and Hadar, Y. (2002). Biotechnological Applications and Potential of Wood-Degrading Mushrooms of the Genus *Pleurotus*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 58: 582-594.

Colak, M., Baysal, E., Simsek, H., Toker, H. and Yilmaz, F. (2007). Cultivation of *Agaricus bisporus* on Wheat Straw and Waste Tea Leaves Based Composts and Locally Available Casing Materials Part 3: Dry Matter, Protein and Carbohydrate Contents of *Agaricus bisporus*. *Afr. J. Biotechnol*., 6(24): 2855-2859.

Cowan, M.M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. Review. *Clin Microbiol*, 12(4): 564-82.

Crawford, R. L. (1981). Lignin Biodegradation and Transformation. John Wiley and Sons, New York. pp. 1-2.

Danai, O., Azov, N., Rabinovitz, O. and Levanon, D. (2011). The Impact of Wheat Varieties and Fungicide Application, During Wheat Cultivation, on *Pleurotus* Growth on Straw. *Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*. pp. 393-397.

David, O.M., Fagbohun, E.D., Oluyege, A.O. and Adegbuyi, A. (2012). Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties of Oils from Tropical Macrofungi. *J. Yeast Fungal Res.*, 3(1): 1- 6.

Davis, R.A. and Aegerter, B.J. (2000). Edible Mushroom Cultivation.

Scientific Publishers Jodhpur India. pp. 2-5. Cited: Onuoha, C.I. (2007). Cultivation of the Mushroom (*Pleurotus tuber regium*) Using Some Local Substrates. *Life Science Journal*, 4(4): 58-61.

Dhanasekaran, D., Latha, S., Saha, S., Thajuddin, N. and Panneerselvam, A. (2011). Biosynthesis and Antimicrobial Potential of Metal Nanoparticles. *International Journal of Green Nanotechnology*, 3:72-82.

Dundar, A., Acay, H. and Yildiz, A. (2009). Effect of Using Different Lignocellulosic Wastes for Cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. on Mushroom Yield, Chemical Composition and Nutritional. *African Journal of Biotechnology*, 8(4): 662-666.

Dunkwal, V. and Jood, S. (2009). Effect of Substrates on Nutrient Composition of Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor caju*). *J. Dairying, Foods & H.S.*, 28(2): 132-136.

Elechiguerra, J.L., Burt, J.L., Morones, J.R., Camacho-Bragado, A., Gao, X., Lara, H.H. and Yacaman, M.J. (2005). Interaction of silver nanoparticles with HIV-1. Journal of Nanobiotechnology, 3:6 (1-10).

Epogee Ltd (2011). How to Grow Oyster Mushroom. Sheet. Mushroom Box Company, Epogee Ltd. P. 5.

Faramarzi, M.A. and Forootanfar, H. (2011). Biosynthesis and Characterization of Gold Nanoparticles Produced by Laccase from *Paraconiothyrium variabile*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 87: 23– 27.

Futty, P. H. (2003). Status of Mushroom Production and Research in Mauritius. Food and Agricultural Research Council, Reduit, Mauritius. *AMAS*, 75-82.

Gade, A., Ingle, A., Whiteley, C. and Rai, M. (2010). Mycogenic Metal Nanoparticles: Progress and Applications. *Biotechnol Lett*, 32: 593-600.

Gast, C. H., Jensen, E., Bierling, J., and Haanstran, L. (1988). Heavy Metals in Mushrooms and Their Relationship with Soil Characterictics. *Chemosphere*, (17): 789-799.

Gern, R.M.M, Junior, N.L., Patricio, G.N., Wisbeck, E., Chaves, M.B. and Furlan, S.A. (2010). Cultivation of *Agaricus blazei* on *Pleurotus* spp. Spent Substrate. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 53(4): 939-944.

Gregori, G., Svagelj, M. and Pohleven, J. (2007). Cultivation Techniques and Medicinal Properties of *Pleurotus* spp. Review. *Food Technol. Biotechnol.*, 45(3): 236-247.

Hacskaylo, J., Lilly, V.G. and Barnett, H.L. (1954). Growth of Fungi on Three Sources of Nitrogen. *Mycologia*, 46: 543-690.

Haq, I.U., Khan, M.A., Khan, S.A. and Ahmad, M. (2011). Biochemical Analysis of Fruiting Bodies of *Volvariella volvacea* Strain Vv pk, Grown on Six Different Substrates. *Soil Environ.*, 30(2): 146-150.

Hassan, A.A. (1996). Prodction of *Pleurotus* spp. for Human Consumption on Agricultural wastes and Utilization its By-products for Animal Feed. M.Sc. Thesis. University of Baghdad. Iraq.

Hayes, W. A. and Shandilya, T. R. (1977). Casing Soil and Compost Substrates Used in the Artificial Culture of *Agaricus bisporus*, the Cultivated Mushroom. *Indian J. Mycol. Plant Pathol*., 7: 5-10.

Hibbett D.S., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.V., *et al*. (2007). A Higher-Level Phylogenetic Classification of the Fungi. *Mycological Research*, 111: 509-547.

Hofrichter, M. (2010). Industrial Applications, Volume X, 2nd Edition. In: Esser, K., *The Mycota*. Springer. pp 84-85.

Huang, J., Li, Q., Sun, D., Lu, Y., Su, Y., Yang, X. and Wang, H. (2007). Biosynthesis of silver and gold nanoparticles by novel sundried *Cinnamomum camphora* leaf. *Nanotechnology*, 18: 1-11.

Iftekhar, A. F. Md. H., Choudhry, Z.K., Khan, Md. I. and Abu Saleh, A. (2011). Comparative Study of Antibacterial Activity of Wood-Decay Fungi and Antibiotics. *Bangladesh J. Pharmacol.*, 6: 14-17.

Imtiaj, A. and Lee, T.-S. (2007). Screening of Antibacterial and Antifungal Activities from Korean Wild Mushrooms. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(3): 316-321.

IPCS, International Programme on Chemical Safety. (2013). Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations. http://www.inchem.org/ at 3 Nov. 2013.

Ismail, R.M., Rahif, A.H., Thaiaa, K.M., Saleh, M., Hussein, S. and Sadeq, B. (2010). Study for the Advancement of Technology Packages Date Palm Field. Report. General Board of Date-Palm. Ministry of Agriculture. Iraq. pp. 39.

Iwalokun, B. A., Usen, U. A., Otunba, A. A. and Olukoya, D. K. (2007). Comparative Phytochemical Evaluation, Antimicrobial and Antioxidant Properties of *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Biotechnology*, 6(15): 1732-1739.

Jodon, M.H. and Royse, D.J. (1985). Care and Handling of Cultures of the Cultivated Mushroom. Special Circular 258. The Pennsylvania State University. College of Agriculture Extension Service. University Park, Pennsylvania. USA. pp 4.

Junior, N.M., Asai, T., Capelari, M. and Paccola-Meirelles, L.D. (2010). Morphological and Molecular Identification of Four Brazilian Commercial Isolates of *Pleurotus* spp. and Cultivation on Corncob. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 53(2): 397-408.

Kabirifard, AM., Fazaeli, H. and Kafilzadeh, F. (2012). Comparing the Growth Rate of Four *Pleurotus* Fungi on Wheat Stubble and Date Palm Leaf. *Journal of Research in Agricultural Science*, 8(1): 35-43.

Kalac, P. (2010). Trace Element Contents in European Species of Wild Growing Edible Mushrooms: A Review for the Period 2000–2009. *Food Chemistry*, 122: 2-15.

Kalpana, R.S., Mishra, A.K. and Nair, M.V. (2011). Polymeric products as effective biocide (antifungal agent) against deteriorating wood. *Asiatic Journal of Biotechnology Resources*, 2(5): 542-546.

Kashangura, C. (2008). Optimisation of the Growth Conditions and Genetic Characterisation of *Pleurotus* Species. Ph.D. Thesis. Department of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Zimbabwe. pp. 152.

Khan, M.W., Ali, M.A., Khan, N.A., Khan, M.A., Rehman, A. and JAVED, N. (2013). Effect of Different Levels of Lime and pH on Mycelial Growth and Production Efficiency of Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.). *Pak. J. Bot.*, 45(1): 297-302.

Khatun, S., Islam, A., Cakilcioglu, U. and Chatterjee N.C. (2012). Research on Mushroom as a Potential Source of Nutraceuticals: A Review on Indian Perspective. *American Journal of Experimental Agriculture*, 2(1): 47-73.

Kim, J.-H., Kim, S.-J., Park, H.-R., Choi, J.-I., Ju, Y.-C., Nam, K.-C., Kim, S.-J. and Lee, S.-C. (2009). The Different Antioxidant and Anticancer Activities Depending on the Color of Oyster Mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(12): 1016-1020.

Kivaisi, A. K. (2007). Mushroom Cultivation in Tanzania. University of Dar es Salaam, Tanzania. pp. 42.

Klaus, A. and Niksic, M. (2007). Influence of the Extracts Isolated from *Ganoderma lucidum* Mushroom on Some Microorganisms. *Proc. Nat. Sci., Matica Srpska Novi Sad*, 113: 219-226.

Kulshreshtha, S., Mathur, N., Bhatnagar, P. and Kulshreshtha, S. (2013). Cultivation of *Pleurotus citrinopileatus* on Handmade Paper and Cardboard Industrial Wastes. *Industrial Crops and Products*, 41: 340-346.

Kumara, K.L.W. and Edirimanna, I.C.S. (2009). Improvement of Strains of Two Oyster Mushroom Cultivars Using Duel Culture Technique. *World Applied Sciences Journal*, 7(5): 654-660.

Kummer, P. (1871). Der Führer in die Pilzkunde. Verlag von E. Luppe's Buchhandlung. Germany. pp 146.

Lee, S.-R., Joo, W.-J., Baek, Y.-U., Kim, I., Chay, K.-O., Cho, S.-H., Lee, S.-J. and Kang, S.-O. (2011). Effect of Light and Reductones on Differentiation of *Pleurotus ostreatus*. *The Journal of Microbiology*, 49(1): 71-77.

Lem, K.W., Choudhury, A., Lakhani A.A., Kuyate, P., Haw, J.R., Lee, D.S., Iqbal, Z. and Brumlik, C. J. (2012). Use of Nanosilver in Consumer Products. *Recent Patents On Nanotechnology*, 6 (In Press)

Leon, R. (2003). Cultivation of Edible and Medicinal Mushrooms in Guatemala, Central America. *Micologia Aplicada Internationa*, 15(1): 31-35.

Lepsova, A., & Mejstrik, V. (1998). The Science of the Total Environment, 76:

117–128.
Li, C., Li, D., Wan, G., Xu, J. and Hou, W. (2011). Facile Synthesis of Concentrated Gold Nanoparticles With Low Size-Distribution in Water: Temperature and pH Controls. *Nanoscale Research Letters*, 6:440 (P 1-10).
Lin, J.-Y. and Tang, C.-Y. (2007). Determination of Total Phenolic and Flavonoid Contents in Selected Fruits and Vegetables, as well as their Stimulatory Effects on Mouse Splenocyte Proliferation. *Food Chemistry*, 101(1): 140-147.
Lin, W.-T. and Wang C.-L. (1998). Effect of Drying Temperature on Antioxidant Activities of Edible Mushrooms (I). Annual of Conference. Mycological Society. China. P. 26.
Liu, J.-K. (2004). N-Containing Compounds of Macromycetes. *Chemical Reviews*, 105(7): 2723-2744.
Liu, K. and Price, G.W. (2011). Evaluation of Three Composting Systems for the Management of Spent Coffee Grounds. *Bioresource Technology*, 102: 7966–7974.
Luz, J.M.R., Nunes, M.D., Paes, S.A., Torres, D.P., Silva, M.C.S. and Kasuya, S.C.M. (2012). Lignocellulolytic Enzyme Production of *Pleurotus ostreatus* Growth in Agroindustrial Wastes. *Brazilian Journal of Microbiology*, 43(4): 1508-1515.
Mahadevan, A. and Sridhar, R. (1986). Methodes in Physiological Plant Pathology. 3rd ed. *Sivakami Publications Indira Nagar*, Madra. India. pp. 328.
Mandal, D., Bolander, M.E., Mukhopadhyay, D., Sarkar, G., Mukherjee, P. (2006). The Use of Microorganisms for the Formation of Metal Nanoparticles and their Application. *Appl Microbiol Biotechnol*, 69: 485-492.
Mendil, M., Uluozlu, O.D., Hasdemir, E. and Caglar, A. (2004). Determination of Trace Elements on Some Wild Edible Mushroom Samples from Kastamonu, Turkey. *Food Chemistry*, 88: 281-285.
Meng, T.-X., Ishikawa, H., Shimizu, K., Ohga, S. and Kondo, R. (2012). A Glucosylceramide with Antimicrobial Activity from the Edible Mushroom *Pleurotus citrinopileatus*. *J. Wood. Sci.*, 58:81-86.
Mikiashvili, N., Wasswe, S.P., Nevo, E. and Elisashvili, V. (2006). Effects of Carbon and Nitrogen Sources on *Pleurotus ostreatus* Ligninolytic Enzyme Activity. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 22: 999-1002.
Mitchel, D.H. and Smith, A.H. (1978). Notes on Colorado Fungi III: New and Interesting Mushrooms from the Aspen Zone. *Mycologia*, 70(5): 1040-1063.
Moda, E.M., Horii, J. and Spoto M.H.F. (2005). Edible Fungus *Pleurotus sajor-caju* Production on Washed and Supplemented Sugarcane

Bagasse. *Scientia Agricola*, 62: 127-132.
Moghimi, S.M., Hunter, A.C. and Murray, J.C. (2005). Nanomedicine: Current Status and Future Prospects, Review. *The FASEB Journal*, 19: 311-330.
MubarakAli, D., Thajuddin, N., Jeganathan, K. and Gunasekaran, M. (2011). Plant extract mediated synthesis of silver and gold nanoparticles and its antibacterial activity against clinically isolated pathogens. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 85: 360-365.
Mulvaney, P. (1996). Surface Plasmon Spectroscopy of Nanosized Metal Particles. *Langmuir*, 12(3): 788-800.
MushWorld, (2004). "Mushroom Growers Handbook, Oyster Mushroom Cultivation", Volume 1. Aloha Medicinals Inc. Korea. pp. 54-61.
Muskhazli, M., Faridah, Q. Z., Salfarina, R., Nor Farizan, T. and Nalisha, I. (2006). The Evidence of Non n-glycan Linked Mannose in Exochitinase 42kDa, from *Trichoderma harzianum* BIO10671 Glycosylation. *Malaysian Journal of Microbiology*, 2(2): 37-41.
Neelam, S., Chennupati, S. and Singh, S. (2013). Comparative Studies on Growth Parameters and Physio-Chemical Analysis of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus florida*. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 3(1): 163-169.
Nielsen, S.S. (2010). Food Analysis. 4th ED. Springer. pp. 139-141.
Nithya, R. and Ragunathan, R. (2009). Synthesis of Silver Nanoparticle Using *Pleurotus sajor caju* and its Antimicrobial Study. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 4(4): 623-629.
Nwachukwu, E. and Uzoeto, H.O. (2010). Antimicrobial Activity of Some Local Mushrooms on Pathogenic Isolates. *J. Med. Plant. Res.*, 4(23): 2460-2465.
Nwanneka, O.L., Ogbe, A.O. and Olufunke, O. (2011). Effect of the Mycelial of *Ganoderma lucidum* on Human Pathogenic Bacteria. *International Journal of Biology*, 3(2): 111-114.
Nwokoye, A.I., Kuforiji, O.O. and Oni, P.I. (2010). Studies on Mycelial Growth Requirements of *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Singer. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 10(2): 70-89.
Oh, S.J., Shin, P.G., Weon, H.Y., Lee, H.K. and Chon, G.H. (2003). Effect of Fermented Sawdust on *Pleurotus* Spawn. *Mycobiology*, 31(1): 46-49.
Onuoha, C.I. (2007). Cultivation of the Mushroom (*Pleurotus tuber regium*) Using Some Local Substrates. *Life Science Journal*, 4(4): 58-61.
PAAF, Public Authority of Agriculture Affairs and Fish Resources. (2004). The Fungus Mushroom. 1st Ed.Published by PAAF. Kuwait. pp. 19.
Paccola, E.A.S., Maki, C.S., Nobrega, G.M.A. and Paccola-Meirelles, L.D. (2001). Antagonistic Effect of Edible Mushroom Extract on *Candida albicans* Growth. *Brazilian Journal of Microbiology*, 32:176-178.
Page, A. L. (1982). Chemical and Microbiological Properties. 2nd Ed., Am. Soc. of Agron. Inc. Madison, Wis.

Pandey, A., Soccol, C.R. and Larroche, C. (2008). Current Developments in Solid-State Fermentation. Asiatech Publishers, Inc. India. pp. 253-279.

Papaspyridi, L.-M., Aligiannis, N., Christakopoulos, P., Skaltsounis, A.-L. and Fokialakis, N. (2011). Production of Bioactive Metabolites with Pharmaceutical and Nutraceutical Interest by Submerged Fermentation of *Pleurotus ostreatus* in a Batch Stirred Tank Bioreactor. *Procedia Food Science*, 1: 1746-1752.

Parameswari, V. and Chinnaswamy, P. (2011). An *In Vitro* Study of the Inhibitory Effect of *Pleurotus florida* a Higher Fungi on Human Pathogens. *Journal of Pharmacy Research*, 4(6): 1948-1949.

Patel, Y., Naraian, R. and Singh, V.K. (2012). Medicinal Properties of *Pleurotus* Species (Oyster Mushroom): A Review. *World Journal of Fungal and Plant Biology*, 3(1): 1-12.

Philip, D. (2009). Biosynthesis of Au, Ag and Au–Ag Nanoparticles Using Edible Mushroom Extract. *Spectrochimica Acta Part A*, 73: 374-381.

Raghuramulu, N., Madhavan, N.K. and Kalyanasundaram, S.A. (2003). Manual of Laboratory Techniques. National Institute of Nutrition. Indian Council of Medical Research, Hyderabad, India. pp. 56-58.

Rampinelli, J. R., Silveira, M. L. L., Gern, R. M. M., Furlan, S. A., Ninow, J. L. and Wisbeck, E. (2010). Nutritional Value of *Pleurotus djamor* Cultivated in Banana Straw. *Alim. Nutr. Araraquara*, 21(2): 197-202.

Ranjini, R. and Padmavathi, T. (2012). Phenol Tolerance of *Pleurotus florida* Under Varying Conditions of Nitrogen Sufficiency. *European Journal of Experimental Biology*, 2(1): 75-82.

Rawte, H. and Diwan, R. (2011). Growth Response of *Pleurotus* spp. on Different Basal Media and Different pH Levels. *Journal of Ecobiotechnology*, 3(4): 10-12.

Royse, D. J. (2008). Spawning to Casing in Commerical Mushroom Production. The Pennsylvania State University. University Park, PA 16802.

Royse, D.J. (2002). Influence of Spawn Rate and Commercial Delayed Release Nutrient Levels on *Pleurotus cornucopiae* (Oyster Mushroom) Yield, Size, and Time to Production. *Appl. Microbiol. Biotechnol*., 58: 527-531

Santos-Neves, J.C., Pereira, M.I., Carbonero, E.R., Gracher, A.H.P., Gorin, P.A.J., Sassaki, G.L. and Iacomini, M. (2008). A Gel-Forming β-glucan Isolated from the Fruit Bodies of the Edible Mushroom Pleurotus florida. Carbohydrate Research, 343: 1456–1462. Cited: Gunde-Cimerman,. N. 1999. Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Darst. (Agaricales s.l., Basidiomycetes). *Int J of Med Mushrooms*, 1(1): 69-80.

Sarkar, J., Roy, S.K., Laskar, A., Chattopadhyay, D.and Acharya, K. (2013). Bioreduction of Chloroaurate Ions to Gold Nanoparticles by Culture Filtrate of *Pleurotus sapidus* Quel. *Materials Letters*, 92: 313-316.

Schipper ,W.J., Klapwijk, A., Potjer, B., Rulkens, W.H., Temmink, B.G.,

Kiestra, F.D.G. and Lijmbach, A.C.M. (2001). Phosphate Recycling in the Phosphorus Industry. *Environ Technol.*, 22(11): 1337-1345.

Schwan, W.R., Dunek,C., Gebhardt,M., Engelbrecht, K., Klett, T., Monte, A., Toce, J., Rott, M., Volk, T.J., LiPuma, J.J., Liu, X.-T. and McKelvey, R. (2010). Screening a Mushroom Extract Library for Activity against *Acinetobacter baumannii* and *Burkholderia cepacia* and the Identification of a Compound with Anti-Burkholderia Activity. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 9: 4.

Sen, I.K., Maity, K. and Islam, S.S. (2013). Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using a Glucan of an Edible Mushroom and Study of Catalytic Activity. *Carbohydrate Polymers*, 91: 518-528.

Shandilya, T. R. (1986). Effect of Differently Pasteurized Composts on the Yield of *Agaricus bisporus*. *Indian J. Plant Pathol*., 4(1):89-90.

Sharma, V.K., Yngard, R.A. and Lin, Y. (2009). Silver Nanoparticles: Green Synthesis and their Antimicrobial Activities. *Advances in Colloid and Interface Science*, 145: 83-96.

Shibata N, Gohow M, Inoue T, Nagano C, Inaba K, Takekuma H, Takekuma SI, Yoshida ZI, Kai Y (1997). Crystallization and preliminary crystallographic studies of pink color chromoprotein from *Pleurotus salmoneostramineus* L. Vass. *Acta Crystallogr. D Biol. Crystallogr*., 53: 335-336.

Shih, C.-M., Shieh, Y.-T. and Twu, Y.-K. (2009). Preparation of Gold Nanopowders and Nanoparticles Using Chitosan Suspensions. *Carbohydrate Polymers*, 78: 309-315.

Shukla, S. and Jaitly, A. K. (2011). Morphological and Biochemical Characterization of Different Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.). *Journal of Phytology*, 3(8): 18-20.

Smith, J.E., Rowan, N.J. and Sullivan, R. (2002). Medicinal Mushrooms Their Therapeutic Properties and Current Medical Usage With Special Emphasis on Cancer Treatments. University of Strathclyde, Cancer Research UK. pp. 16,17,35.

Sobal, M., Martinez-Carrera, D., Morales, P. and Roussos, S. (2007). Classical Characterization of Mushroom Genetic Resources from Temperate and Tropical Regions of Mexico. *Micologia Aplicada Internacional*, 19(1): 15-23.

Solomko, E.F. and G.S. Eliseeva (1988). Biosynthesis of Vitamins B by the Fungus *Pleurotus ostreatus* in a Submerged Culture. *Prikl Biokhim Mikrobiol*., 24: 164-169.

Sriram, M.I., Kalishwaralal, K.and Gurunathan, S. (2012). Biosynthesis of Silver and Gold Nanoparticles. In: Soloviev, M. *Nanoparticles in Biology and Medicine, Methods and Protocols*. Humana Press. London. pp. 33-44.

Stamets, P. and Chilton, J.S. (1983). The Mushroom Cultivaton, A Practical

Guide to Growing Mushrooms at Home. Agarikon Press, USA. pp. 15-57,189-195.

Stanley, H.O. and Nyenke, C.U. (2011). Cultural Studies on Mycelia of *Pleurotus pulmonarius*. *I.J.S.N.,* 2(2): 813-185.

Stephens, J. M. (2003). Mushroom - *Agaricus bisporus* (Lge.) Sing. Document is HS628, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Gainesville FL 32611.

Stoller, B. B. (1963). Some Practical Aspects of Making Mushroom Spawn. *ISMS*, 5: 170-184. Part 1 Article 18.

Thomas, M. G. and Schumann, D. R. (1993). Income Opportunities in Special Forest Products-Self-Help Suggestions for Rural Entrepreneurs. Agriculture Information Bulletin AIB, U.S. Department of Agriculture, Washington, pp. 139-149.

Tibbett, M., Fourie, A., Worthington, T. and King, A.E. (2008). Quantifying the Effect of Substrate Compaction on Root Development in Cover Systems. In: Mine Closure. Publisher: Australian Centre for Geomechanic. A.B. Fourie, M. Tibbett, I.M. Weiersbye, P.J. Dye, pp. 27-34.

Tisdale, T.E. (2004). Cultivation of the Oyster Mushroom (*Pleurotus* sp.) on Wood Substrates in Hawaii. Thesis, University of Hawaii. pp. 77-78.

Tshinyangu, K.K. (1996). Effect of Grass Hay Substrate on Nutritional Value of *Pleurotus ostreatus* var. *columbinus*. *Food / Nahrung*, 40(2): 79-83.

Turkekul, I., Elmastas, M. and Tuzen, M. (2004). Determination of Iron, Copper, Manganese, Zinc, Lead, and Cadmium in Mushroom Samples from Tokat, Turkey. *Food Chemistry*, 84: 389-392.

Tuzen, M. (2003). Determination of Heavy Metals in Soil, Mushroom and Plant Samples by Atomic Absorption Spectrometry. *Microchemical Journal*, 74: 289-297.

USAID-Inma (2011). Horticulture Value Chain Mushroom Technical Activity Report. United States Agency for International Development in Iraq. pp. 30. February, 2011. Iraq.

Vamanu, E., Ene, M., Vamanu, A., Pelinescu, D., Sarbu, I., Nita, S. and Barcari, V. (2011a). Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Extracts from *Pleurotus ostreatus* M2191 and PQMZ91109. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 68(1-2): 381-388.

Vamanu, E., Ene, M., Vamanu, A., Smarandache, D., Sarbu, I., Popa, O., Babeanu, N., Nita, S. and Veaceslav, B. (2011b). Antioxidant and Antibacterial Properties of the Extracts from *Pleurotus ostreatus* EVFB1 and EVFB4. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(1): 40-46.

Vilgalys, R. and Sun, B.L. (1994). Ancient and Recent Patterns of Geographic Speciation in the Oyster Mushroom *Pleurotus* Revealed by Phylogenetic Analysis of Ribosomal DNA Sequences. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 91: 4599-4603.

Vo-Dinh, T. (2005). Protein Nanotechnology, Protocols, Instrumentation, and Applications. In: Methods in Molecular Biology, vol. 300. Humana Press Inc., Totowa, NJ. pp 1-7.

Wang, H.X. and Ng, T.B. (2000). Isolation of a Novel Ubiquitin-Like Protein From *Pleurotus ostreatus* Mushroom with Anti-Human Immunodeficiency Virus, Translation-Inhibitory, and Ribonuclease Activities, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 276: 587-593.

Watabe, M., Rao, J.R., Murphy, A.R. and Moore, J.E. (2003). Inhibition of *Listeria ivanovii* by *Paenibacillus lentimorbus* Isolated from Phase II Mushroom Compost. Short communication. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19: 875-877.

Weller, D.M., Zhang, B.X. and Cook, R.J. (1985). Application of Rapid Screening Test for Selection of Bacteria Suppression to Take-All Wheat. *Plant Disease*, 69: 710-713.

Wood, D.A. (1993). Extracellular Enzymes as Targets for Strain Improvement in *Agaricus bisporus*. In: Chang, S.-T., Buswell, J.A. and Chiu, S.-W. *Mushroom Biology and Mushroom Products*. The Chinese University Press. pp.339-343.

Yaziji, M., Saoud, R. (2008). A Study of Anti-fungal Effectiveness of Different Extracts of *Lactarius* sp. against some Pathogenic Fungi. *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series*, 30(2): 91-104.

ملحق (1) الأجهزة المستخدمة في البحث

ت	اسم الجهاز	الشركة المصنعة ومنشؤها
1	ثلاجة Refrigerator	Concord (France)
2	Atomic Absorption Spectrophotometer	Phoenix-986 (USA)
3	جهاز التجفيد Lyophilizer	Chaist (Germany)
4	جهاز الطرد المركزي (المنتبذة) Centrifuge	Hermle (Germany)
5	جهاز الطرد المركزي الفائق السرعة Ultracentrifuge	Beckman J2-M1
6	جهاز المطياف Spectrophotometer	APEL
7	جهاز تقطير الماء Water Distillator	Memmert (Germany)
8	جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH - Meter	Oakton (Singapore)
9	جهاز قياس النتروجين Micro-Kjeldahl UDK 123	Velp Scientifica (Italy)
10	حاضنة مبردة Cooled Incubator	Memmert (Germany)
11	حاضنة هزازة Shaker Incubator	Gallen Kamp (USA)
12	حمام مائي Water bath	Gerhardt
13	رجّاج Vortex	--------
14	فرن حرق Furnace	Carbolite (England)
15	قياس الإيصالية Conductivity Meter	Mettler Toledo (China)
16	مازج كهربائي Blender	Moulinex (France)
17	ماصة دقيقة TopPette Single Channel Pipettor	Dragon Lab (China)
18	مبردة هواء Air Cooler	Berfab (Iran)
19	المجهر الإلكتروني الماسح ذو المجال المنبعثFE-SEM	Quanta FEG 450 (USA)
20	المجهر الالكتروني النافذ TEM	--------
21	مجهر ضوئي مركبCompound light microscope	Olympus (Japan)
22	المحرك المغناطيسي ذو الصفيحة الساخنة Hotplate Magnetic Stirrer	Stuart Scientific (England)
23	مدفئة زيتية Oil-Filled Radiator	Sunny (Korea)
24	مطياف الأشعة تحت الحمراء FTIR	--------
25	مقياس حرارة ورطوبة رقمي Digital Thermohygrograph	Shanghai Jingchuang Electronics Manufacturing (Shanghai)

26	الموصدة Autoclave	Marubeni (Japan)
27	ميزان كهربائي Electrical Balance	Sartorius (Germany)
28	الميكروويف Microwave	السوق المحلية
29	هزازة Shaker	(USA) Gallenkamp
30	غرفة مفلترة Laminar Flow	السوق المحلية

ملحق (2) المواد والأدوات المختبرية والحقلية المستعملة في البحث

ت	الأدوات	الجهة المجهزة
1	أكياس نايلون سميكة Polyethylene Bags	السوق المحلية
2	أطباق بتري نبيذة Disposable Petridishes	Dolphi (Syria)
3	أكياس نايلون 50×30 cm Polypropylene Bags	سابك – سوريا
4	ألياف النخيل Palm Fibers	مزارع مدينة هيت
5	أنابيب اختبار زجاجية Test tubes	Byrex (England)
6	أنابيب نبيذة 10 ml Disposable Tube	AFCO (Jordan)
7	حبوب الدخن Pearl Millet Seeds	السوق المحلية
8	برميل حديدي 200 لتر Metal Drum	السوق المحلية
9	بطاطا Potato	السوق المحلية
10	تبات Tips Eppendrof	China
11	تبن الحنطة Wheat Straw	مزارع مدينة هيت
12	دوارق زجاجية Flasks (50, 200, 250, 500 ml)	Byrex (England)
13	لاصق بارافلم Laboratory Film Roll	Parafilm (Germany)
14	الصخر الفوسفاتي Phosphate Rocks	عكاشات– قضاء القائم
15	غاز الاستيلين Acetylene	السوق المحلية
16	قفازات Disposable Latex Examination Gloves	TG Medical (Malaysia)
17	محقنة طبية بلاستيكية Disposable Syringe 10 ml	Shandog Zibo (China)
18	مرشة مياه Water Spray	Turkey
19	مرشح بكتيري Mollipore Sryinge filter µ 0.20	USA

20	مصباح اقتصادي	Economic Light 660 Lux	Nemo Noor (China)
21	مضببات بلاستيكية	Plastic Nozzle	السوق المحلية
22	نشارة الخشب	Sawdust	السوق المحلية
23	هاون خزفي	Pestil and Mortar	Harold (China)
24	ورق ترشيح	Filter Paper	Whatman (England)

ملحق (3) المواد الكيمياوية والكواشف المستعملة في البحث

ت	اسم المادة		الشركة المجهزة ومنشؤها
1	نترات الفضة	$AgNO_3$	Sigma-Aldrich (USA)
2	Coomassie Brilliant Blue G-250		Fluka (UK)
3	ثلاثي كلورو حامض الخليك	$C_2HCl_3O_2$	Sigma-Aldrich (USA)
4	أحمر المثيل	Methyl Red	-
5	أخضر بروموكريزول	Bromocresol Green	-
6	حامض البوريك	H_3BO_3	-
7	حامض الفسفوريك	H_3PO_4	Merck-Chemicals (Germany)
8	حامض الكبريتيك المركز	H_2SO_4	Ajax
9	حامض الهيدروكلوريك	HCl	BDH (England)
10	دكستروز	Dextrose	State Company (Ninavah -Iraq)
11	الفورمالين (فورمالديهايد)	Formalin	Sina Chemical Industrial (Iran)
12	فوسفات البوتاسيوم أحادي الهيدروجين	K_2HPO_4	BDH (England)
13	فوسفات البوتاسيوم أحادي الهيدروجين	Na_2HPO_4	J.K.Baker (Malaysia)
14	فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين	$NaHPO_4$	J.K.Baker (Malaysia)
15	فينول	C_6H_5OH	BDH (England)
16	كاربونات الكالسيوم (كلس)	$CaCO_3$	Panreac/ Barcelon Espana
17	كاشف آرنو	Arnow's Reagent	حضر مختبرياً
18	كبريتات البوتاسيوم	K_2SO_4	BDH (England)
19	كبريتات الحديد المائية	$FeSO_4.5H_2O$	BDH (England)

20	كبريتات المغنسيوم المائية	$MgSO_4.7H_2O$	BDH (England)
21	كبريتات النحاس المائية	$CuSO_4.5H_2O$	BDH (England)
22	كحول أثيلي مطلق	Ethanol	Merck-Chemicals (Germany)
23	كحول طبي (مطهر ومعقم)	Alcohol 70%	Sartol (Jordan)
24	كلوريد الصوديوم	NaCl	BDH (England)
25	كليسرين	Glycerine	Al'asi (Syria)
26	مولبيدات الصوديوم	$NaMoO_2$	BDH (England)
27	نترات البوتاسيوم	KNO_3	BDH (England)
28	نتريت الصوديوم	$NaNO_2$	BDH (England)
29	هيدرات كلوريد الذهب الثلاثية	$HAuCl_4.H_2O$	Sigma-Aldrich (USA)
30	هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	Sigma-Aldrich (USA)

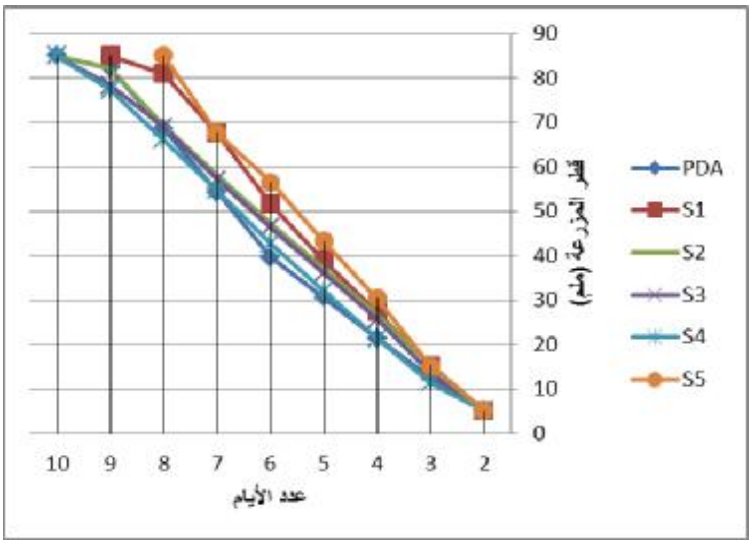
ملحق (4) الأوساط الزرعية المستعملة في البحث

ت	اسم المادة		الجهة المجهزة
1	وسط المرق المغذي	Nutrient Broth	Mast Diagnostic (England)
2	أكار	Agar Agar	Oxoid (England)
3	وسط أكار قاعدة الدم	Blood Base Agar	Oxoid (England)
4	وسط مرق البطاطا والدكستروز	Potato Dextrose Broth	حضر مختبرياً
5	وسط البطاطا والدكستروز الصلب	Potato Dextrose Agar	حضر مختبرياً
6	الوسط المغذي الصلب	Nutrient Agar	Oxoid (England)
7	وسط سابرود والدكستروز الصلب	Sabouraud Dextrose Agar	Difco (USA)
8	وسط مرق سابرود والدكستروز	Sabouraud Dextrose Broth	Difco (USA)
9	وسط ماكونكي الصلب	MacConkey Agar	Difco (USA)

ملحق (5) علاقات الارتباط بين بعض الصفات لنمو غزل الفطر المحاري في الأطباق الحاوية على مستخلص الأوساط الزرعية

علاقة الارتباط	بدء النمو بالأيام	معدل النمو بعد يومين	معدل النمو بعد 4 أيام	مدة امتلاء الطبق بالغزل
بدء النمو بالأيام	1.000			
معدل النمو بعد يومين	-0.581	1.000		
معدل النمو بعد 4 أيام	-0.458	0.944	1.000	
مدة امتلاء الطبق بالغزل	-0.491	-0.806	-0.899	1.000

ملحق (6) عدد الأيام اللازمة لامتلاء الأطباق بغزل الفطر المحاري *Pleurotus* spp. على الأوساط الصلبة لمستخلصات الأوساط الزرعية (الخلطات)



ملحق (7) علاقات الارتباط بين الصفات الانتاجية والمظهرية للفطر المحاري

الصفات المدروسة	عدد الجنيات / كيس	الانتاجية الكلية	معدل وزن الجنية الواحدة	عدد الأجسام الثمرية	معدل وزن الجسم الثمري	قطر الساق	طول الساق	قطر القبعة	سمك القبعة	النسبة بين قطر القبعة الى طول الساق
عدد الجنيات/كيس	1.000									
الانتاجية الكلية	0.860	1.000								
معدل وزن الجنية الواحدة	-0.439	0.073	1.000							
عدد الأجسام الثمرية	-0.141	-0.058	0.136	1.000						
معدل وزن الجسم الثمري	0.611	0.583	-0.172	-0.720	1.000					
قطر الساق	0.419	0.499	0.087	-0.771	0.854	1.000				
طول الساق	0.697	0.536	-0.445	-0.448	0.627	0.470	1.000			
قطر القبعة	0.330	0.365	0.009	-0.770	0.822	0.815	0.424	1.000		
سمك القبعة	-0.110	0.025	0.306	-0.541	0.311	0.588	0.006	0.289	1.000	
النسبة بين قطر القبعة الى طول الساق	-0.398	-0.235	0.434	0.121	-0.254	-0.099	-0.797	0.077	0.068	1.000
الكفاءة الحيوية%	0.853	0.981	0.059	-0.132	0.634	0.519	0.534	0.385	0.041	-0.220

ملحق (8) علاقة الارتباط بين الانتاجية وبعض صفات الوسط الزرعي

علاقة الارتباط	الانتاجية	الفقد في الوزن	الانضغاط	الرماد
الانتاجية	1.000			
الفقد في الوزن	0.501	1.000		
الانضغاط	-0.426	-0.732	1.000	
الرماد	0.066	0.052	0.000	1.000

Summary :

This study was conducted on 1st Feb. 2012 in the fungi and plant pathology laboratory in Department of Biology / College of Science - University of Anbar. So the research aims is to find alternative media to measure the nutritional contents of fruits produced and its bioactivity against pathogenic by producing nanoparticles.

The important results were summarized in following:

1- In laboratory experiment, showed that *Pleurotus* species grew on were gave the best growth and densty of mycelium after 4 days 10.61 and10.27 mm day^{-1} in solid media of extract of mixture 2 (wheat straw 70%, sawdust 20% and palm date fiber 10%) of mixture 3 (wheat straw 50%, sawdust 30% and palm date fiber 20%) respectively.

2- A high lossing in weight was observed with mixture 2 (24.01%) especialy after harvesting time. The growth percentage was compressed after harvest with 0.13 factor for mixture 3 and 0.10 for each mixtures 1 (wheat straw 100%) and 2. The C:N ratio after crop was increased after harvesting to reach 27.86 and 27.10 for mixtures 3 and 2 respectively, in otherhand mixture 1 showed less C:N ratio (25.23).

3- The chemical analysis of substrates of mixture 3 showed decreased in weight of the minerals: Co, Fe, Ni, Cu, Zn and Mn content for 0.60, 38.27, 0.93, 2.90, 2.44 and 4.65 mg kg^{-1} respectively, mixture 2 was 0.53, 32.34, 0.72, 2.59, 1.89 and 3.52 mg kg^{-1} respectively, mixture 1 was decreased to 0.42, 27.92, 0.50, 2.10, 1.03 and 1.98 mg kg^{-1} respectively, While Pb and Cd content showed no affect in all mixtures andtheir ration was 0.22 and 0.14 respectively.

4- The highest number of fruiting bodies was observed with *P. cornucopiae* and *P. salmoneostramineus* with th average of 68.00 and 55.00 fruit body bag^{-1} when grew on mixture 3 respectively. Mixtures 2 and 3 was exceed significantly ($P > 0.05$) increasing the total out put in weight of

187.6 and 176.7 g $2kg^{-1}$ respectively compared with mixture 1 of 154.1 g $2kg^{-1}$. Biological Efficiency was increased for all oyster mushrooms on mixture 2 compared with mixture 1 expect the fungus *P. cornucopiae*. Higher Biological Efficiency was achieved by mixture 2 for *P. ostreatus* (grey) 58.41% with significant value ($P > 0.05$).

5- The protein content for fruiting bodies achieved at 37.41% for *P. cornucopiae* when grew it on mixture 2, *P. salmoneostamineus* gave 31.17% on mixture 1 and mixture 3. The average of phenolic content was 1.22 g kg^{-1} for all species of oyster mushroom on mixture 1, and increased to 1.27 and 1.58 g kg^{-1} on mixtures 2 and 3 respectively. The higher content of carbohydrates was 43.35% for fruiting bodies of fungus *P. ostreatus* (grey) when cultivated on mixture 2. The higher percentage of fibers was 23.75% for *P. salmoneostamineus*. While the mixture 1 was poor in mineral content compared as mixtures 2 and 3.

6- In liquid media, the filtrate culture of *P. salmoneostamineus* mycelia gave less adsoraption when pathogenic bacteria grew compared with others species of mycelia of oyster mushrooms. *P. salmoneostamineus* was gave higher inhibition in average 12.22% against pathogenic bacteria in solid media. This filtrate was showed best inhibition against *Verticillium* sp. (12.33%) in liquid media. The minimum biomass in value of 90.00 mg $50ml^{-1}$ was recorded for *Trichoderma harzianum* in liquid filtrate of *P. ostreatus* (grey).

7- The oyster mushroom *P. cornucopiae* gave best nanoparticles from extract of fresh fruiting bodies which prepared by cold watre and from extract of dry fruiting bodies which prepared by hot water (60 C°). The size of gold nanoparticles was between (16-100) nm, whears silver nanoparticles (10-50) nm (in diameter).

8- In bioactivity of nanoparticles, only silver nanoparticles tested. The best inhibition zone registered 18 mm and 17 mm by 40 and 60 µg

well^{-1} from silver nanoparticles of extract of dry fruiting bodies of *P. cornocopiae* which prepared by hot water against *Candida krusei* ATCC6258 compared with 21 mm of inhibition zone of Nystatin (1 µg well^{-1}).

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Anbar

Testing Efficiency of Different Agriculture Media in Growth and Production of Four Species of Oyster Mushroom *Pleurotus* and Evaluation the Bioactivity of Tested Species

A Dissertation submitted to College of Science - University of Anbar in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy of Science in Mycology

By

Mustafa Nadhim Owaid Hamad Alheeti

B. Sc. Biology 2003 (College of Science - University of Anbar)
M. Sc. Microbiology 2010 (College of Science - University of Anbar)

Supervised By

Prof. Dr. Idham Ali Abed Al-Assaffii
College of Agriculture

Asst. Prof. Dr. Sajid S. Saleem Al-Saeedi
College of Science

November 2013 **Muharram 1435**