مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

التنوع الفطري في بذور الحنطة والتشخيص المظهري والجزيئي لـ *Aspergillus flavus* ودور جسيمات أوكسيد الزنك النانوية في تثبيط النمو الفطري

عدنان خيرالله طلال
قسم العلوم / كلية التربية الاساسية
/الجامعة المستنصرية
07771418340

أ.آمنة محمد علي
قسم العلوم / كلية التربية الاساسية
/ الجامعة المستنصرية
07717929690

adnankhairallah24@uomustansiriyah.edu.iq
Aamna.edbs@uomustaniriyah.edu.iq

مستخلص البحث:
أظهرت نتائج عزل الفطريات من بذور الحنطة وجود تنوع فطري واضح شمل *Aspergillus* sp. 55% ظهـــــــــور34% تـــــــــردد و*Fusarium* sp. 30%19% و*Bipolaris* sp. 16%10% و*Alternaria* sp. 24%15% و*Penicillium*%15%25 و*Rhizopus* sp. 12%7%. وقد تفوق Aspergillus sp. من حيث نسبتي الظهور والتردد مما يشير إلى هيمنته النسبية وقدرته العالية على الاستعمار داخل البذور في حين سجل *Rhizopus* sp. أقل القيم ؛ وأظهر التحليل الجزيئي باستخدام تسلسلات ITS وبناء الشجرة التطورية وجود تقارب وراثي بين بعض العزلات المحلية من *Aspergillus flavus* والعزلات المرجعية المسجلة في قاعدة بيانات NCBI إلى جانب وجود تباين وراثي داخل النوع حيث تم تسجيل العزلة PZ028035 ضمن بيانات NCBI مما يعزز دقة التشخيص الجزيئي للعزلات المدروسة. كما بينت النتائج أن جزيئات أوكسيد الزنك النانوية ZnO NPs تمتلك تأثيراً تثبيطياً على *A. flavus* يعتمد على ارتفاع التركيز إذ تراوحت نسبة تثبيط النمو بين 22.5–79.3 % مع انخفاض معنوي في الكتلة الحيوية بنسبة 20.3–65.6%وي عزى ذلك إلى حدوث إجهاد تأكسدي وتلف في المكونات الخلوية للفطر. تؤكد الدراسة أن فطري *Aspergillus* sp. و*Fusarium* sp. يمثلان الأكثر انتشاراً في بذور الحنطة مما يعكس أهميتهما من الناحية الصحية والزراعية كما تشير النتائج إلى إمكانية استخدام جزيئات أوكسيد الزنك النانوية كخيار واعد للحد من التلوث الفطري في الحبوب وتحسين جودة البذور المخزونة..

الكلمات المفتاحية: بذور الحنطة ، التنوع الفطري، *Aspergillus flavus*، ITS، جسيمات أكسيد الزنك النانوية.

ملاحظة : هل البحث مستل من رسالة ماجستير او اطروحة دكتوراه ؟ **نعم : مستل من رسالة**

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

1. المقدمة

تعد الحنطة *Triticum aestivum* L. من أهم محاصيل الحبوب في العالم لكونها مصدراً غذائياً رئيسياً للإنسان.(Warsewicz-Górska واخرون،2023) . إلا أن حبوبها تتعرض خلال فترة التخزين للإصابة بالفطريات التي تؤدي إلى تدهور صفاتها الفيزيائية والكيميائية، مثل زيادة المحتوى الرطوبي ظهور تشققات او تكسر الحبوب تؤدي إلى انخفاض قيمتها الغذائية. . (Garg واخرون ،2023). ويعد التلوث الفطري بعد الحصاد من أبرز مشكلات خزن الحبوب خاصة في البيئات الدافئة والرطبة التي تشجع من نمو الفطريات وانتشارها. (Kayim واخرون ،2022).ترتبط الأمراض الفطرية للحبوب المخزنة بعدة أجناس فطرية رئيسية من أهمها: *Aspergillus* و *Penicillium* و *Fusarium* و *Alternaria*. يتصدر جنس *Aspergillus* هذه الأجناس من حيث الانتشار والأهمية الاقتصادية والصحية . يضم هذا الجنس الفطري ما يزيد على 250 نوعاً موثقاً يمتاز عدد كبير منها بإنتاج السموم الفطرية Mycotoxins ذات المخاطر الصحية الجسيمة على صحة الإنسان والحيوان. .(del GwadAb واخرون ،2024).تعد جسيمات أوكسيد الزنك النانوية NPs-ZnO من التقنيات الواعدة والحديثة في مجال مكافحة الملوثات الميكروبية إذ تمتاز بأحجام نانوية تتراوح بين 1–100 نانومتر مما يكسبها خصائص فيزيائية وكيميائية متميزة كما في المساحة السطحية تختلف عن أوكسيد الزنك التقليدي ويعزز من كفاءتها الحيوية وفعاليتها المضادة للأحياء المجهرية..(Lebaka واخرون ،2024.و Nan واخرون ،2024). وقد بينت العديد من الدراسات امتلاك هذه الجسيمات نشاطاً واسع الطيف ضد البكتيريا والفطريات من خلال عدة آليات تشمل توليد أنواع الأكسجين التفاعلية (Reactive Oxygen Species) وإحداث تلف في الغشاء الخلوي الفطري وتثبيط الإنزيمات الحيوية فضلاً عن إعاقة تخليق الإرجوستيرول الضروري لبناء أغشية الخلايا الفطرية.(Slavi n & Bach,2022 وBadiger-Mahamuni واخرون ،2024).على الرغم من التوسع الكبير في استخدام تكنولوجيا الجسيمات النانوية في المجالات الزراعية والغذائية، ما تزال الدراسات المتخصصة في تقييم تأثير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية على فطر *A.flavus* محدودة نسبياً. وانطلاقاً من ذلك، هدفت هذه الدراسة إلى تقييم الكفاءة التثبيطية لتراكيز مختلفة من جسيمات ZnO النانوية في نمو الفطر وإنتاج كتلته الحيوية ضمن أوساط زرعية محددة، بهدف استكشاف إمكانية توظيف هذه الجسيمات كوسيلة فعالة وآمنة للحد من تلوث الحبوب المخزنة بالفطريات المصاحبة لها.

2. المواد و طرق العمل

1.2. جمع العينات

جمعت عينات من بذور الحنطة من سايلو الموصل واسواق ومخازن الحبوب التجارية في محافظة نينوى . أجريت الدراسة المختبرية في جامعة الموصل ، كلية الزراعة والغابات ،قسم وقاية نبات شملت الدراسة عشر عينات بوزن كيلوغرام واحد لكل عينة جمعت عشوائياً من مخازن مختلفة وكانت تمثل حبوباً مخزنة لمدة تراوحت بين 3–8 أشهر. حفظت العينات قبل إجراء عمليات العزل الفطري عند درجة حرارة 4°م للحد من نمو الفطريات والمحافظة على حالتها لحين التحليل.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

2.2 .عزل الفطريات من بذور الحنطة

تم العزل من بذور الحنطة حيث عقمت سطحياً بمحلول هايبوكلورات الصوديوم (1%) لمدة 3 دقائق وغسلت بماء مقطر معقم، جففت بأوراق ترشيح معقمة نقلت عشرة بذور بملقط معقم بواقع الى أطباق بتري بلاستيكية معقمة قطر8.5 سم تحتوي على الوسط الزرعي أكار البطاطا والدكستروز Potato Dextrose Agar PDA المعقم بالمؤصدة عند درجة حرارة 121م° وضغط 1.5 كغم/سم^2 لمدة 20 دقيقة والمدعم بالمضاد الحياتي Ampicillin بمقدار150 ملغم/لتر-1 حضنت الأطباق عند درجة حرارة 25 س° لمدة خمسة أيام، فحصت جميع البذور التي ظهر فيها نمو فطري تحت القوة الصغرى والكبرى للمجهر المركب، نقيت المستعمرات الفطريات المختلفة وشخصت لمستوى النوع اعتماداً على شكل المستعمرة الفطرية وطبيعة نموها وشكل الابواغ والتراكيب الاخرى وباتباع المفاتيح التصنيفية المعدة من قبل Barnett وHunder (1972)

1- حساب النسبة المئوية للظهور و التردد

تم حساب النسبة المئوية لظهور العزلات الفطرية للفطر الواحد بالعينات وفقاً للمعادلة التالية

$$\%\ \text{للظهور} = \frac{\text{عدد مرات ظهور الفطر أو العزلة في العينة}}{\text{عدد العينات في الدراسة}} \times 100$$

وكذلك تم حساب النسبة المئوية لتردد عزلات الفطر الواحد بالعينات وفقاً للمعادلة التالية

$$\%\ \text{للتردد} = \frac{\text{عدد عزلات الفطر الواحد (نوع او جنس)}}{\text{عدد العزلات الكلية في العينات}} \times 100$$

3.2 . تنقية وحفظ عزلات الفطر *Aspergillus sp.*

نقيت أنواع الفطر *Aspergillus sp.* بنقل أقراص قطر 0.5 سم من حافة مستعمرة حديثة بوساطة إبرة معقمة إلى إطباق بتري معقمة حاوية على الوسط الغذائي PDA المعقم والمدعم بالمضاد الحيوي Ampicillin بواقع 150 ملغم.لتر$^{-1}$. حضنت الأطباق في درجة حرارة 25 °س لمدة سبعة أيام بعدها نقلت وحفظت في درجة حرارة 5–4°م لحين الاستعمال

3.التشخيص المظهري لفطر *Aspergillus flavus*

شخِّصت العزلات المشتبه بانتمائها إلى فطر *A.flavus* اعتماداً على صفاتها المظهرية. أجري الفحص المجهري باستخدام صبغة أزرق القطن اللاكتوفينول. شملت الصفات المعتمدة في التشخيص: طبيعة حامل الأبواغ أحادي أو ثنائي الصف وشكل الأبواغ وحجمها وزخرفة جدارها إضافة إلى وجود خلايا هول وشكلها والبنية العامة لرأس الأبواغ.(Geiser واخرون، 2007)

1.3. التشخيص الجزيئي

أجري التشخيص الجزيئي لتأكيد التشخيص المظهري للفطر *A.flavus* بالاعتماد على تسلسل منطقة ITS. استخلص الحامض النووي ثم ضخمت منطقة ITS باستخدام تقنية PCR والبادئين ITS1 وITS4، تلا ذلك تنقية نواتج التفاعل وتسلسلها. قورنت التسلسلات الناتجة مع قاعدة

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

بيانات Bank Gen باستخدام برنامج BLAST لتأكيد الهوية الجزيئية، كما أ جري تحليل العلاقات الوراثية وبناء الشجرة التطورية باستخدام برنامج MEGA 12 مع اختبار Bootstrap بـ1000 تكرار لتقييم موثوقية التفرعات

2.3. تحضير جسيمات أوكسيد الزنك النانوية

استخدمت جسيمات أوكسيد الزنك النانوية بمتوسط حجم يتراوح بين 20–30 نانومتر اعتماداً على حيود الاشعة السينية(UV) . حضّر معلق أساسي بتركيز 10000 ملغم/لتر-1 من خلال تشتيت مسحوق الجسيمات في ماء مقطر معقم. عرِّض المعلق لجهاز الفورتكس لضمان التشتت الجيد ومنع تكتل الجسيمات النانوية ثم حفظ المعلق المحضر في درجة حرارة الغرفة مع الرج الجيد قبل كل استخدام لضمان تجانس التوزيع.

3.3 . تأثير جسيمات أكسيد الزنك النانوية على نمو الغزل الفطري للفطر *A. flavus*

تم تقييم التأثير التثبيطي لجسيمات أكسيد الزنك النانوية على نمو فطر *A. flavus* باستخدام تقنية الغذاء المسموم. حضّر وسط PDA وعقم بالمؤصدة عند درجة حرارة 121م° وضغط 1.5 كغم/سم^2 لمدة 20 دقيقة ودعم بالمضاد الحياتي Ampicillin بمقدار150 ملغم/لتر-1 ثم أضيف معلق الجسيمات النانوية بعد تبريد الوسط إلى 50°س للحصول على تراكيز نهائية (0 و125و250و500و1000 ملغم/لتر-1) . خلط الوسط جيداً لضمان تجانس توزيع الجسيمات النانوية. صب الوسط في أطباق بتري معقمة بقطر 8.5 سم وتركت الاطباق حتى تتصلب . بعد ذلك وضع قرص فطري بقطر 5 ملم مأخوذ من مزرعة عمرها سبعة أيام في مركز كل طبق؛ حضنت الأطباق عند 28°م في الظلام لمدة سبعة أيام. بعد انتهاء فترة الحضانة تم حساب مساحة المستعمرات باستخدام برنامج ImageJ. وحسب معدل تثبيط نمو الفطر IR وفق المعادلة الآتية:

$$IR = [C2 - C1 / C2] \times 100$$

حيث تمثل C2 مساحة مستعمرة الفطر في معاملة المقارنة وC1 مساحة المستعمرة في وجود جسيمات أكسيد الزنك النانوية.

4.3 . تأثير جسيمات أكسيد الزنك النانوية إنتاج الكتلة الحيوية للفطر *A. flavus*

حضر الوسط الغذائي السائل PDB Broth Potato Sucrose المكون من مستخلص 200غم من البطاطا و 20غم Sucrose . لتر$^{-1}$ واكمل الحجم الى 1000 مل ثم تمَّ توزيع وسط PDB لغرض التعقيم في دوارق مخروطية الشكل سعة 250مل وبمعدل 100مل.دورق$^{-1}$. عقم الوسط الغذائي بجهاز المؤصدة في درجة حرارة 121سيليزية وضغط 1.5 جو لمدة 20 دقيقة دعم بالمضاد الحياتي Ampicillin بمقدار150 ملغم/لتر ثم أضيف معلق الجسيمات النانوية إلى الوسط المبرد للحصول على تراكيز نهائية تراكيز نهائية (0 و125و250و500و1000 ملغم/لتر-1) لقّحت الدوارق بأقراص فطرية بقطر 5 ملم مأخوذة من مزرعة عمرها 7 أيام من فطر *A. flavus*. ثم حضنت عند 28°م لمدة 14 يوماً. بعد انتهاء فترة الحضانة جمعت الكتلة الحيوية الفطرية بترشيح المزرعة باستخدام أوراق ترشيح واتمان رقم 1 م وزونة مسبقاً ثم جففت الأوراق المحتوية على الكتلة الحيوية عند درجة حرارة 70°م لمدة 24 ساعة حتى ثبات الوزن. حسبت الكتلة الحيوية الجافة من خلال الفرق بين الوزن النهائي والابتدائي

حسب معدل تثبيط الكتلة الحيوية BMI وفق المعادلة الآتية:

$$BM2] \times 100 / BMI = [BM2 - BM1$$

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

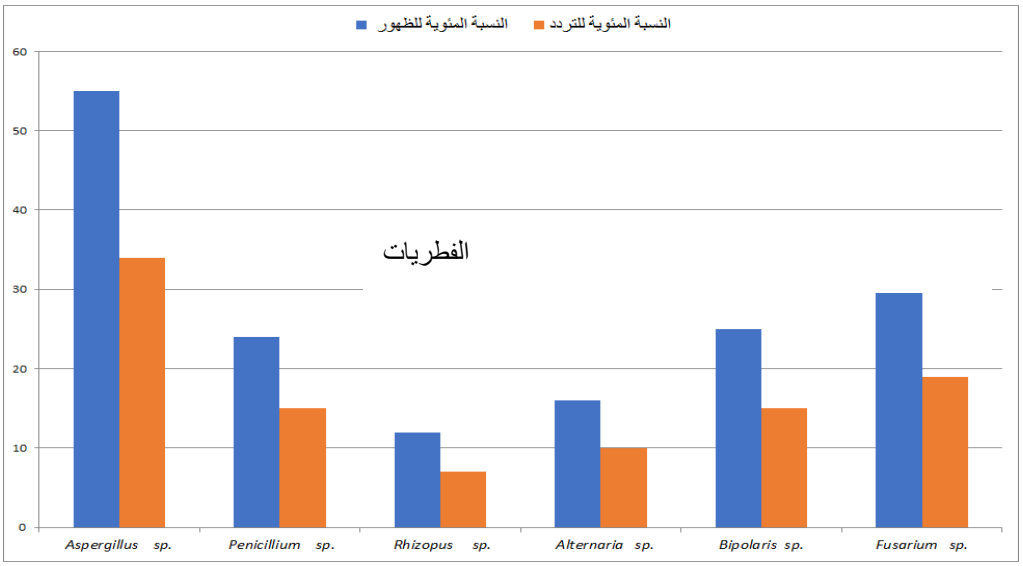
حيث تمثل BM2 الكتلة الحيوية للفطر في معاملة المقارنة وBM1 الكتلة الحيوية في وجود جسيمات أكسيد الزنك النانوية.(Al-Shinawy ، 2025).

4. التحليل الإحصائي

استُخدم التصميم العشوائي الكامل (CRD) في تنفيذ التجارب المختبرية، وبخمسة مكررات لكل معاملة. حُللت البيانات إحصائياً باستخدام برنامج من خلال تحليل التباين، وقورنت المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى احتمال P <0.05. (Kayim ، 2022).

1.4 .النتائج والمناقشة

يوضح الشكل (1) النسبة المئوية للظهور والتردد للفطريات المعزولة من بذور الحنطة، فقد كانت نسب الظهور أعلى من التردد في جميع الأنواع الفطرية. سجل *Aspergillus* أعلى نسبة ظهور وتردد بلغت 55% و34% على التوالي، بينما سجل *Rhizopus* أقل القيم بواقع 12% للظهور و7% للتردد. كما أظهرت فطريات *Fusarium* و*Bipolaris* و*Penicillium* و*Alternaria* قيماً متوسطة ومتدرجة. وتشير النتائج إلى وجود إصابات كامنة في البذور، مع ارتفاع خطورة فطريات *Aspergillus* و*Fusarium* بسبب انتشارها العالي وتأثيرها المحتمل في حيوية البذور والإنبات.'



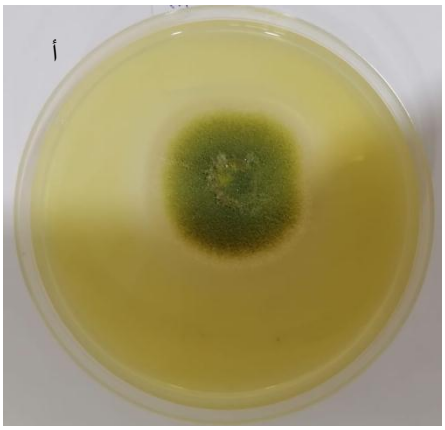
الشكل (1): النسبة المئوية للظهور والتردد للفطريات المعزولة من بذور الحنطة، قيمة LSD) 4.21) النسبة المئوية للظهور و5.42 النسبة المئوية للتردد. عند مستوى احتمال 0.05

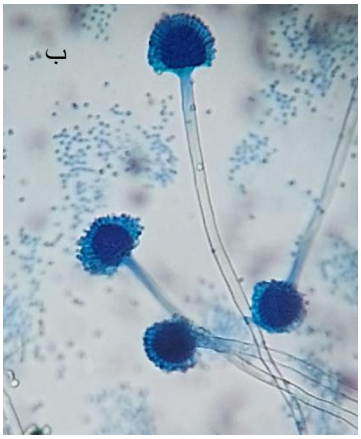
2.4 .التشخيص المظهري للفطر *Aspergillus flavus*

تميزت مستعمرات للفطر *Aspergillus flavus* بلون أبيض إلى أصفر باهت في المراحل الأولى من النمو ثم تحول تدريجياً إلى الأصفر أو البني المصفر مع تقدم عمر المزرعة وهي من الصفات التشخيصية الشائعة لهذا النوع الشكل (2 أ) . كما أظهر الفحص المجهري امتلاك جميع

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

العزلات للخصائص الشكلية المميزة لجنس ***Aspergillus***. إذ كانت حوامل الأبواغ مقسمة وتحمل صفاً واحداً أو صفين من الفياليدات وهي تراكيب متخصصة بتكوين الأبواغ تموضعت على حويصلات طرفية متضخمة في نهاية حاملات الأبواغ. وظهرت رؤوس الأبواغ بشكل شعاعي متفرع يميل أحياناً إلى الشكل العمودي؛ أما الأبواغ الكونيدية فكانت كروية إلى شبه كروية يتراوح قطرها بين 3–6 ميكرومترو تمتلك جدراناً خشنة السطح.





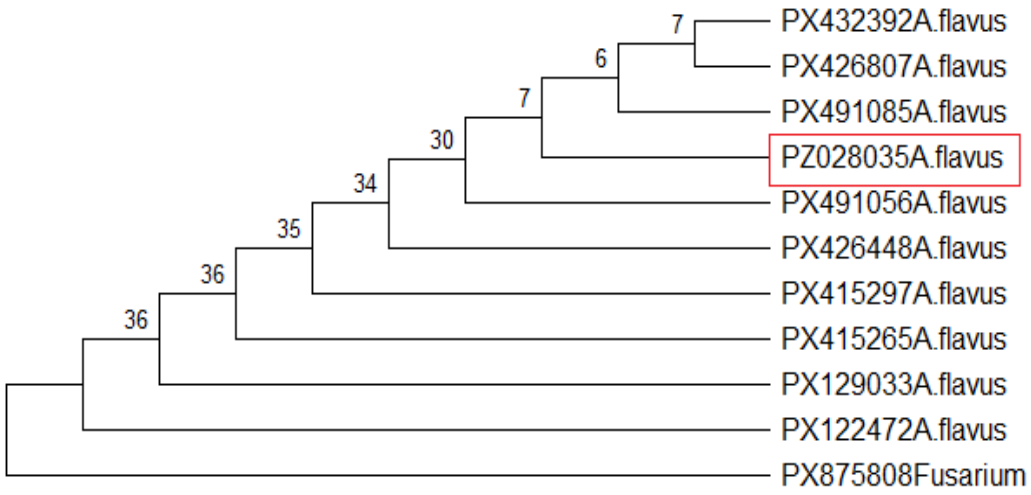


الشكل (2)(أ) مستعمرة الفطر (ب) حوامل الابواغ (ج) حويصلات طرفية مع الفياليدات

3.4 . تحليل العلاقات التطورية والتصنيف الوراثي للفطر *Aspergillus flavus*

يوضح الشكل(3) شجرة التقارب الوراثي فقد ارتبطت العزلة PZ028035A التابعة لـ *A. flavus* والمعزولة محلياً بشكل وثيق مع العزلة PX491056A مع قيمة Bootstrap منخفضة نسبياً مما يشير إلى وجود تقارب وراثي وحداثة نسب تطوري بين العزلتين. كما توزعت بقية عزلات *A. flavus* ضمن عدة مجموعات فرعية متميزة Clades وبقيم دعم تراوحت بين 7–36وهو ما يعكس وجود تباين وراثي داخل النوع نفسه. وبيّنت الشجرة التطورية وجود انفصال واضح بين جميع عزلات *A. flavus* والعزلة المرجعية التابعة لجنس *Fusarium*الأمر الذي يدعم دقة التصنيف الجيني والنوعي للعزلات قيد الدراسة. هذه النتائج تشير إلى أن العزلة PZ028035A قد تمثل نمطاً وراثياً مميزاً من *A. flavus*

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

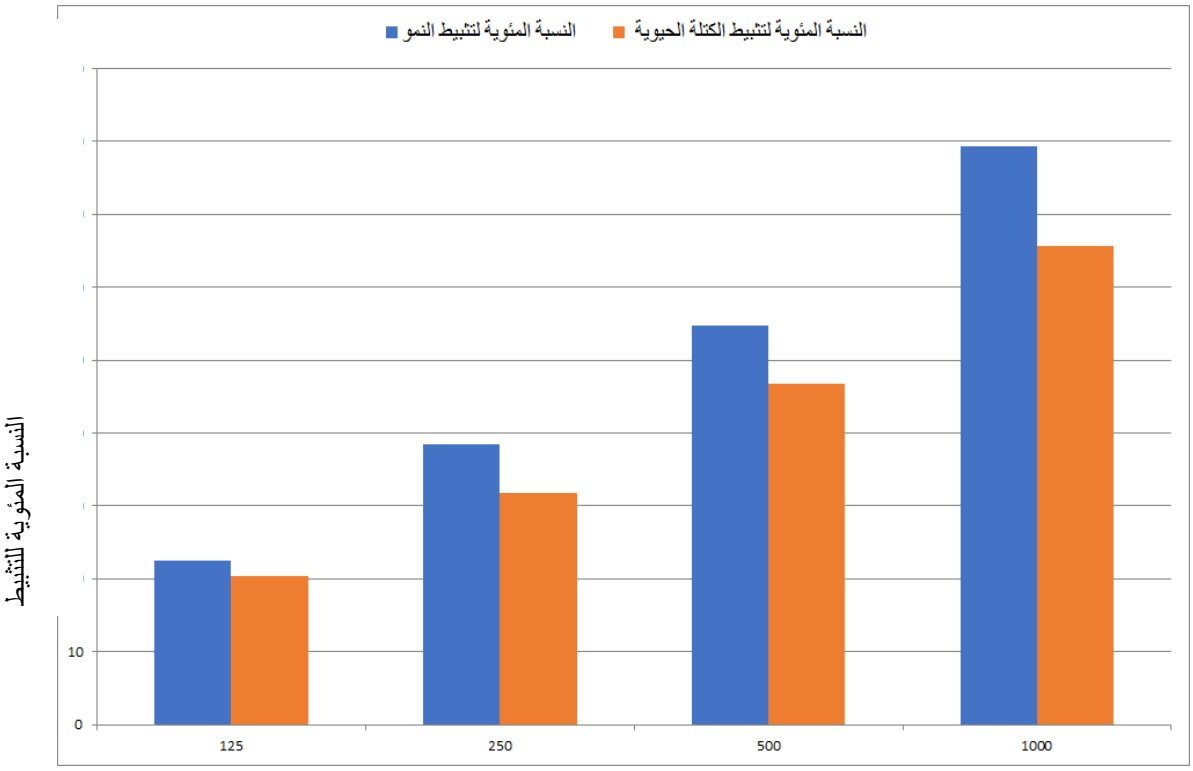


الشكل 3 شجرة النشوء والتطور المستنتجة لعزلات الفطر *Aspergillus flavus* اعتماداً على تسلسلات منطقة ITSمع مقارنة 10 عزلات من *A. flavus* والعزلة المرجعية *Fusarium phyllophilum* كمجموعة خارجية Outgroup والمتحصلة من قاعدة بيانات NCBI. تم بناء الشجرة التطورية باستخدام برنامج MEGA 12.0 بالاعتماد على تحليل Bootstrap بعدد 1000 تكرار لتقدير موثوقية التفرعات.

4.4 . تأثير جسيمات أكسيد الزنك النانوية على نمو الغزل الفطري والكتلة الحيوية للفطر *A. flavus*

يوضح الشكل (4) التأثير التثبيطي لتراكيز مختلفة من جزيئات أكسيد الزنك النانوية ZnO NPs على نمو الغزل الفطري للفطر *A. flavus* فقد اعتمد التأثير التثبيطي بصورة مباشرة على زيادة التركيز إذ ارتفعت نسبة تثبيط النمو تدريجياً من 22.5% عند التركيز 125 ملغم .لتر$^{-1}$ إلى 79.3% عند التركيز 1000 ملغم .لتر$^{-1}$ وكانت الزيادة معنوية احصائياً. كما أظهرت الكتلة الحيوية للفطر حساسية أكبر تجاه المعاملة حيث تراوحت نسب التثبيط بين 20.3% و65.335% على التوالي مما يدل على أن تأثير الجزيئات النانوية لا يقتصر على الحد من نمو الفطر بل يمتد ليؤثر في الأنشطة الأيضية والوظائف الحيوية داخل الخلايا الفطرية خاصة عند التراكيز المرتفعة 500–1000 ملغم .لتر$^{-1}$

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140



تراكيز أوكسيد الزنك النانوي ملغم .لتر-1

الشكل (4): النسب المئوية لتثبيط نمو الغزل الفطري والكتلة الحيوية لفطر *A.flavus* نتيجة المعاملة بتراكيز مختلفة من أوكسيد الزنك النانوي، قيمة (LSD) 2.54 لتثبيط نمو الغزل الفطري و2.81 للكتلة الحيوية. عند مستوى احتمال 0.05

تتفق نتائج الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات السابقة التي بينت أن بذور الحنطة تحمل تنوعاً فطرياً واضحاً شمل *Aspergillus* sp *Fusarium* sp. و*Bipolaris* sp. و*Penicillium* sp. و*Alternaria* sp. و*Rhizopus* sp. حيث برز فطر Aspergillus sp. كأكثر الفطريات هيمنة وانتشاراً مما يعكس قدرته العالية على الاستعمار في بيئات التخزين في حين تشير الفروقات بين نسب الظهور والتردد إلى وجود إصابات فطرية كامنة داخل البذور دون أعراض مرئية وهو ما يدعم أهمية الفحص الدوري للبذور قبل الزراعة للحد من انتشار هذه الفطريات إلى الحقول الزراعية.(Momtaz واخرون ،2022 و MOMTAZ ,2023) .

كما أظهر التشخيص المظهري للفطر *Aspergillus flavus* توافقاً مع الصفات المعروفة للجنس من حيث سرعة النمو وتغير لون المستعمرات والتراكيب المجهرية المميزة في حين أكد التحليل الجزيئي باستخدام تسلسل ITS وجود تقارب وراثي بين بعض العزلات المحلية والعزلات المرجعية مع وجود تباين وراثي داخل النوع مما يعكس التنوع الجيني للفطر. . (Shinawy-Al واخرون ،2025 و Tan واخرون ،2026)

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

يعتمد التأثير التثبيطي لأوكسيد الزنك النانوي ZnO NPs على زيادة التركيز حيث ارتفع مستوى التثبيط تدريجياً ليصل إلى 79.3% عند 1000 ملغم .لتر$^{-1}$ مع انخفاض في الكتلة الحيوية بنسبة وصلت إلى 65.6%. ويعود هذا التأثير إلى عدة آليات متداخلة أهمها قدرة الجزيئات النانوية على توليد أنواع الأوكسجين التفاعلية ROS داخل الخلايا الفطرية مما يؤدي إلى إجهاد تأكسدي شديد يسبب تلف الدهون والبروتينات والأحماض النووية. كما تساهم هذه الجزيئات في إحداث ضرر مباشر في الجدار الخلوي والغشاء البلازمي مما يؤدي إلى زيادة نفاذية الخلايا وتسرب المحتويات الحيوية إضافة إلى تعطيل الإنزيمات المرتبطة بالتنفس الخلوي (انزيم أوكسيداز السيتوكروم) والدفاعات المضادة للأكسدة مثل الكاتليز
Super Oxide Dismutase وهو ما يضاعف من تأثير الإجهاد التأكسدي ويؤدي إلى تثبيط النمو وتقليل إنتاج الكتلة الحيوية وتكوين الأبواغ.(Slavin، و 2022, Bach و Alhazmi و 2023, Sharaf و Hadi-Abdel واخرون، 2026) وقد يؤدي توليد أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) إلى تغيرات كيميائية حيوية داخل الخلايا الفطرية، بما في ذلك زيادة محتوى الكربونيل في البروتينات، كما أظهرت دراسات باستخدام مجسات فلورية تراكم أنواع الأكسجين التفاعلية داخل الخلايا بعد التعرض لجسيمات أكسيد المعادن النانوية، وهو ما يرتبط بتمزق الأغشية، وتضخيم الإجهاد التأكسدي، وتلف الحامض النووي في نهاية المطاف.
(Colvin، 2003 و Xia واخرون،2006 و Li واخرون،2012).

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

Reference

Abdel Gwad, M. M., Abdel-Fattah, G. M., El-Sayed, A. S., & Attia, M. A. (2024). Natural occurrence of fungi in stored wheat grains in Egypt. *Mansoura Journal of Biology*, *69*(2), 18-26.

Abdel-Hadi, A., Alharbi, R., Jahan, S., Darwish, O., Madkhali, Y., Palanisamy, M., ... & Iqbal, D. (2025). Efficacy of mycosynthesized zinc oxide nanoparticles against bacterial infections and oxidative stress. *Journal of King Saud University–Science*, *37*.

Alhazmi, N. M., & Sharaf, E. M. (2023). Fungicidal activity of zinc oxide nanoparticles against azole-resistant *Aspergillus flavus* isolated from yellow and white maize. *Molecules*, *28*(2), 711.

Al-Shinawy, D., Moghaieb, R. E., Awaly, S. B., El-Moghazy, G., & Ahmed, D. S. (2025). Isolation, characterization and genetic diversity of *Aspergillus flavus* in animal feed. *Nov Res Microbiol J*, *9*, 1-12.

Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1972). Illustrated genera of imperfect fungi.

Colvin, V. L. (2003). The potential environmental impact of engineered nanomaterials. Nature Biotechnology, 21 , 1166–1170.

Garg, N. K., Maheshwari, C., Hasan, M., Kumar, A., Bisen, J., Prajapat, R. K., ... & Gupta, O. P. (2023). Effect of Storage Conditions on the Nutritional Quality of Wheat. *Wheat Science: Nutritional and Anti-Nutritional Properties, Processing, Storage, Bioactivity, and Product Development*, 257.

Geiser, D. M., Klich, M. A., Frisvad, J. C., Peterson, S. W., Varga, J., & Samson, R. A. (2007). The current status of species recognition and identification in Aspergillus. *Studies in mycology*, *59*(1), 1-10.

Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Ganczewski, G., & Kwiatkowski, B. (2023). Economic importance of nutritional and healthy cereals and/or cereal products. In *Developing Sustainable and Health Promoting Cereals and Pseudocereals* (pp. 433-450). Academic Press.

Kayim, M., Nawaz, H., & Alsalmo, A. (2022). Fungal diseases of wheat. In *Wheat-Recent Advances*. IntechOpen.

Lebaka, V. R., Ravi, P., Reddy, M. C., Thummala, C., & Mandal, T. K. (2025). Zinc oxide nanoparticles in modern science and technology: multifunctional roles in healthcare, environmental remediation, and industry. *Nanomaterials*, *15*(10), 754.

Li, Y., Zhang, W., Niu, J., & Chen, Y. (2012). Mechanism of photogenerated reactive oxygen species and correlation with the antibacterial properties of engineered metal-oxide nanoparticles. ACS Nano, 6 , 5164–5173.

Mahamuni-Badiger, P., Ghare, V., Nikam, C., & Patil, N. (2024). The fungal infections and their inhibition by Zinc oxide nanoparticles: an alternative approach to encounter drug resistance. ،(2)*67* ،*The Nucleus* .309-291

MOMTAZ, M. S. (2023). Variability of Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoemaker and management of leaf blight of wheat (Doctoral dissertation, University of Dhaka

Momtaz, M. S., Shamsi, S., & Dey, T. K. (2022). Prevalence of fungi associated with seven wheat varieties and seed quality analysis. *Journal of Biodiversity Conservation and Bioresource Management*, *8*(1), 33-48.

Nan, J., Chu, Y., Guo, R., & Chen, P. (2024). Research on the antibacterial properties of nanoscale zinc oxide particles comprehensive review. *Frontiers in Materials*, *11*, 1449614.

Slavin, Y. N., & Bach, H. (2022). Mechanisms of antifungal properties of metal nanoparticles. *Nanomaterials*, *12*(24), 4470.

Slavin, Y. N., & Bach, H. (2022). Mechanisms of antifungal properties of metal nanoparticles. *Nanomaterials*, *12*(24), 4470.

Tan, M., Guo, Z., Wang, Y., Xu, X., Cao, W., Liu, Z., & Jiang, C. (2026). Identification of Aspergillus at section and species levels by artificial intelligence-based microscopic morphology image recognition. *Journal of Clinical Microbiology*, *64*(4), e00012-26.

Xia, T., Kovochich, M., Brant, J., Hotze, M., Sempf, J., Oberley, T., Sioutas, C., Yeh, J. I., Wiesner, M. R., & Nel, A. E. (2006). Comparison of the abilities of ambient and manufactured nanoparticles to induce cellular toxicity according to an oxidative stress paradigm. Nano Letters, .1807–1794 ،6

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.129-140

Fungal Diversity in Wheat Seeds, Morphological and Molecular Identification of *Aspergillus Flavus*, And Evaluation of the Inhibitory Effect of Zinc Oxide Nanoparticles.

Adnan khairallah Talal Ahmed **Prof.Assist.Amna M.Ali**
Department of Science / College of Basic Education /
Al-Mustansiriya University
adnankhairallah24@uomustansiriyah.edu.iq
Aamna.edbs@uomustaniriyah.edu.iq

Abstract:
The results of fungal isolation from wheat seeds revealed a notable fungal diversity, comprising *Aspergillus* sp. (incidence 55%, frequency 34%), *Fusarium* sp. (30%, 19%), *Bipolaris* sp. (25%, 15%), *Penicillium* sp. (24%, 15%), *Alternaria* sp. (16%, 10%), and *Rhizopus* sp. (12%, 7%). *Aspergillus* sp. predominated in both incidence and frequency values, indicating its relative dominance and high colonization capacity within seeds, while *Rhizopus* sp. recorded the lowest values.Molecular analysis based on ITS sequences and phylogenetic tree construction demonstrated genetic similarity between several local *Aspergillus flavus* isolates and reference strains registered in the NCBI database, alongside intraspecific genetic variation. Isolate PZ028035 was successfully deposited in the NCBI database, further validating the molecular identification of the studied isolates.The results also demonstrated that zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) exerted a concentration-dependent inhibitory effect on *A. flavus*, with mycelial growth inhibition ranging from 22.5% to 79.3% and biomass reduction ranging from 20.3% to 65.6%, attributed to oxidative stress induction and cellular component damage in the fungus.The study confirms that *Aspergillus* sp. and *Fusarium* sp. are the most prevalent fungi in wheat seeds, reflecting their agricultural and public health significance. The findings further suggest that zinc oxide nanoparticles represent a promising option for reducing fungal contamination in stored grains and improving the quality of stored seed.

Keywords: Wheat seeds, fungal diversity, *Aspergillus flavus*, ITS , zinc oxide nanoparticles .