

مجلة جامعة البعث

للعلوم الهندسية البترولية والكيميائية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 13 . العدد 7

1442 هـ . 2021 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. ناصر سعد الدين
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 963 31 2138071 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

ISSN: 1022-467X

قيمة العدد الواحد : 100 ل.س داخل القطر العربي السوري

25 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

قيمة الاشتراك السنوي : 1000 ل.س للعموم

500 ل.س لأعضاء الهيئة التدريسية والطلاب

250 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

توجه الطلبات الخاصة بالاشتراك في المجلة إلى العنوان المبين أعلاه.
يرسل المبلغ المطلوب من خارج القطر بالدولارات الأمريكية بموجب شيكات

باسم جامعة البعث.

تضاف نسبة 50% إذا كان الاشتراك أكثر من نسخة.

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
 - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
 - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
 - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
 - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
 - 2- هدف البحث
 - 3- مواد وطرق البحث
 - 4- النتائج ومناقشتها .
 - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
 - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
 - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
 - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
 - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
 - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:
آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة . وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابية مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة .
مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News ,
Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و
التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مننأ دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
36-11	د حسين بكر نسرين علي حسن	استخدام ثنائي أوكسيد التيتانيوم في المعالجة للحصول على أقمشة ذاتية التنظيف
56- 39	أ.د محمود حديد احمد محمد	تحسين مؤشرات عمل مجموعة الرفع اعتماداً على عدد الخطوط العاملة المثالية في وحدات الحفر
76-57	د أحمد سمور الابراهيم سوسن بوطه	تأثير عملية تخمير جنين القمح في محتوى المرکبات الفينولية ومضادات الأكسدة والغلوتاثيون

جامعة البعث

كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية

قسم هندسة الغزل والنسيج

استخدام ثنائي أوكسيد التيتانيوم في المعالجة للحصول على أقمشة ذاتية التنظيف

المؤلف :

طالبة الدكتوراه : نسرين علي حسن

المشرف :

د حسين بكر

استخدام ثنائي أكسيد التيتانيوم في المعالجة للحصول على أقمشة ذاتية التنظيف

1- الملخص :

يعد ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 محفزاً ضوئياً جيداً حيث يمتلك فجوة طاقة مساوية ل (3.2 ev) تقريباً وبالتالي يمكن لأشعة فوق بنفسجية بطول موجة أقصر من (388) نانومتر أن تحفزه فيعمل على تفكيك المركبات العضوية والملوثات عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية.

يتضمن هذا البحث معالجة أقمشة قطنية بثنائي أكسيد التيتانيوم بطريقة (غمر_ تجفيف_ تعتيق) ثم تلوئخ العينات ببقع القهوة والحبر ثم تعريضها للأشعة فوق البنفسجية ومن ثم تقييم تفكك البقع بالصور و باستخدام جهاز سبيكتروفوتومتر الذي يعطي قيم عمق اللون K/S.

هدف البحث الحصول على قماش ينظف ذاته عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية من خلال معالجة القماش باستخدام ثنائي أكسيد التيتانيوم وتقييم فاعلية إزالة البقع.

كلمات مفتاحية :

ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO_2 ، التحفيز الضوئي ، الأشعة فوق البنفسجية UV

Using Titanium dioxide in the treatment to get self – cleaning fabrics

Abstract:

It has been widely accepted that titanium dioxide (TiO_2) displays a good photocatalytic properties .This substance has a band gap of approximately (3.2 eV) and thus can be excited by UV radiation whose wavelength is shorter than 388 nm , therefor can dismantle organic compounds when they are exposed to UV .

Our research includes the treatment of cotton fabrics with titanium dioxide in (pad – dry–cure) way then stained the samples with ink and coffee stain and then exposure to the UV radiation , evaluation of stains disintegration by photo and spectrophotometer device which gives color strength values K/S.

The goal of research is getting fabric cleaning itself when exposed to UV by treatment the fabric with titanium dioxide and evaluation of effectiveness of removing stains.

Keywords: titanium dioxide (TiO_2) , photocatalytic , ultraviolet UV.

1- مقدمة:

من لا يعاني من اتساخ ملابسه بمختلف البقع وخصوصاً ملابس الأطفال كثيرة الاتساخ والتبقع ، كما أنه قد يتواجد أشخاص في أماكن يصعب فيها تنظيف الملابس مثل رجال الجيش أو توجد أقمشة كبيرة يصعب غسلها مثل أقمشة مظلات النوافذ ومداخل الفنادق. تعاني الألبسة من فقدان بعض خواصها (كالملمس واللون والمظهرية) وتقتصر عمرها نتيجة الغسل المتكرر بالإضافة إلى تكاليف التنظيف والهدر في استهلاك الماء والطاقة الكهربائية، لذا تم الاتجاه في الوقت الحالي نحو استبدال طرق الغسيل التقليدية بطرق أخرى، مما دعانا بالتفكير للاستفادة من خواص المحفزات الضوئية التي تعمل على تفكيك المركبات العضوية والملوثات عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية. ومن أهم المحفزات الضوئية ثنائي أكسيد التيتانيوم .

بدأت رحلة التيتانيا نحو النجومية منذ ما يزيد على أربعة عقود ولم يكن لذلك أي علاقة بموضوع الابتلال. ففي عام 1967 اكتشف (أ. فوجيشيما) أن التيتانيا تستطيع عند تعريضها للأشعة فوق البنفسجية فسم الماء إلى أوكسجين وهيدروجين أي ما يسمى التحلل الضوئي photolysis لأنها إذا جعلت قادرة على العمل بكفاءة عالية لأمكن توليد الهيدروجين بكلفة زهيدة تجعله بديلاً ثميناً كوقود لا يطلق الكربون ولكنه أيقن في النهاية أن الوصول إلى مردود تجاري غاية بعيدة المنال [1].

لكن الدراسات بينت أن الأغشية الرقيقة من التيتانيا (ثخانة ما بين النانومترات والميكرومترات) أكثر فعالية من الجسيمات الكبيرة وعندما انضم فوجيشيما في عام 1990 إلى هاشيموتو من جامعة طوكيو و واتانابي من مصانع إنتاج المواد الصحية اكتشف هؤلاء جميعاً ان الأغشية التي ثخنها من القياس النانوي والمنشطة بفعل الأشعة فوق البنفسجية لها تأثير حفزي ضوئي يؤدي إلى تفكيك المركبات العضوية بما فيها المركبات الموجودة في جدران خلايا البكتريا وتحولها إلى ثنائي أكسيد الكربون وماء [2].

2- التحفيز الضوئي :

كلمة التحفيز الضوئي (Photocatalysis) هي كلمة مركبة من جزئين الجزء الأول Photo وتعني الضوء والجزء الثاني catalysis وتعني التحفيز. يمكن تعريف عملية التحفيز الضوئي على أنها تفاعل يستخدم فيه الضوء كمنشط للمادة المحفزة التي تعمل على زيادة معدل التفاعل الكيميائي عن طريق تقليل طاقة التنشيط اللازمة له، بدون أن تتأثر هذه المادة أو تُستنزف.

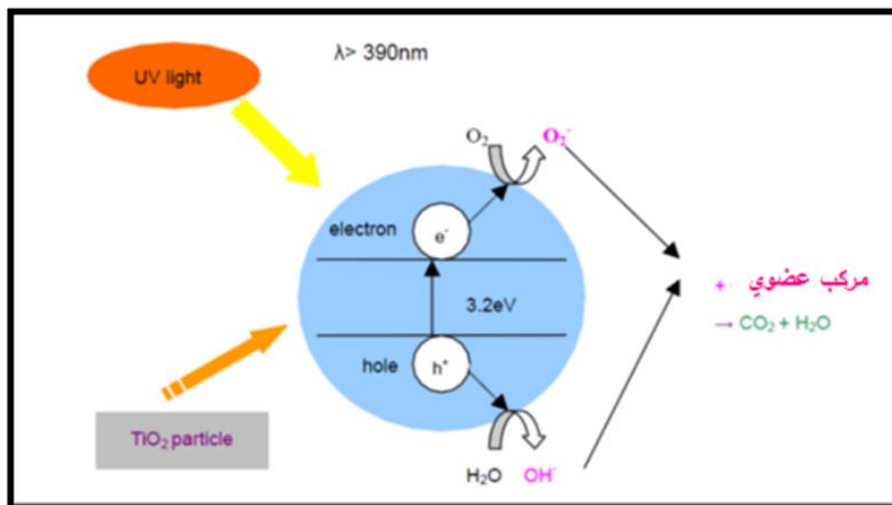
وقع الاختيار على أشباه الموصلات semiconductors لتكون محفزات ضوئية كونها تمتلك فجوة طاقة صغيرة بين حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل. ومن بين مواد أشباه الموصلات الممكن استخدامها كمحفز ضوئي مادة ثاني أكسيد التيتانيوم Titanium Dioxide والذي له الرمز الكيميائي TiO_2 وفجوة الطاقة في TiO_2 هي $(E_g=3,2ev)$ وهذه الطاقة تعادل طاقة فوتون له طول موجي يساوي $(388nm)$ وهذا الفوتون يقع في مدى الأشعة فوق البنفسجية [3].

3- ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO_2 :

جرى استخدام TiO_2 على نطاق واسع بسبب عدم سمّيته، توافره، الفعالية من حيث التكلفة، الاستقرار الكيميائي والخصائص الفيزيائية والكيميائية المناسبة.

3-1- آلية عمل التحفيز الضوئي في ثاني أكسيد التيتانيوم:

عندما يمتص ثاني أكسيد التيتانيوم الأشعة فوق البنفسجية من أشعة الشمس أو من أي مصدر ضوئي يعمل في مدى الأشعة فوق البنفسجية فإن طاقة الأشعة فوق البنفسجية تكون كافية لتحرير الكترولون سالب وفجوة موجبة كما هو واضح في الشكل (1). يصبح الكترولون حزمة التكافؤ في ثاني أكسيد التيتانيوم مثاراً عند امتصاصه للأشعة فوق البنفسجية وينتقل الالكترولون (e^-) إلى حزمة التوصيل تاركاً خلفه فجوة موجبة في حزمة التكافؤ (h^+) ويصبح ثاني أكسيد التيتانيوم في هذه الحالة مثاراً. الفجوة الموجبة (h^+) في ثاني أكسيد التيتانيوم تعمل على تحويل جزيء الماء إلى هيدروجين وهيدروكسيل. ويتفاعل الالكترولون (e^-) مع جزيء الأوكسجين ويعطي أنيون مؤكسد قوي جداً وتستمر هذه العملية طالما هناك ضوء متوفر [3,4].



الشكل (1) آلية عمل التحفيز الضوئي في TiO_2 [4]

4- أدوات البحث وطرائقه:

1-4- المواد والأجهزة المستخدمة:

تم استخدام أقمشة قطنية 100% بتركيبين نسيجيين سادة ومبرد كما يبين الجدول (1) حيث يعد هذان التركيبان الأكثر شيوعاً في صناعة الملابس مثل ملابس الجيش التي تصنع بتراكيب مبرد وألبسة الأطفال القطنية التي تصنع في الغالب بتراكيب سادة.

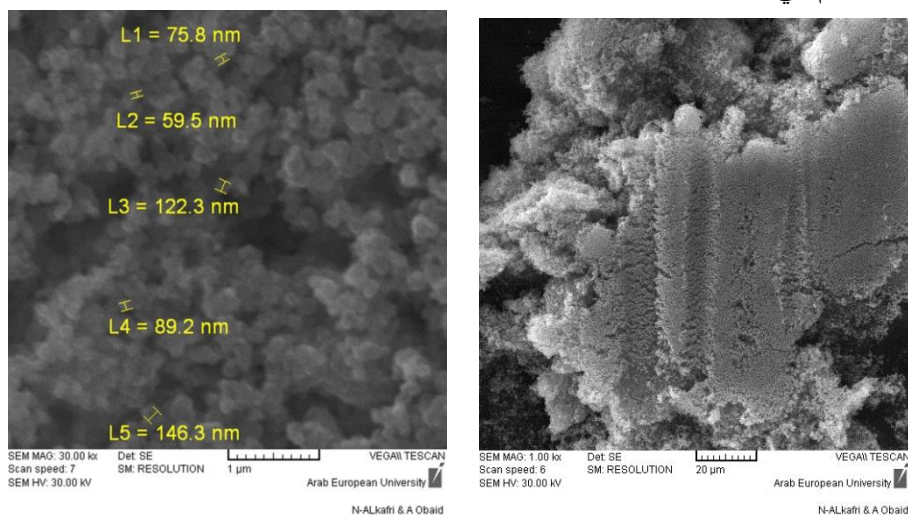
الجدول (1) يبين مواصفات القماش المستخدم في التجارب

القماش	عدد خيوط السداء بالسم	عدد خيوط الحدف بالسم	وزن المتر المربع غ/م ²
سادة 1/1	23	23	148
مبرد 2/1	38	20	250

أما المواد الكيميائية المستخدمة في البحث فهي: - مادة ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO_2 نقاوة 89% (بلد المنشأ الهند) كمحفز ضوئي، - ومادة إيثيلين غليكول كمذيب وماء مقطر.

ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 :

مسحوق أبيض اللون يستخدم كعامل فعّال لإضفاء خاصية التنظيف الذاتي على القماش القطني ويبين الشكل (2) صورة المجهر الإلكتروني لثنائي أكسيد التيتانيوم المستخدم في التجارب.



الشكل (2) صور مجهر إلكتروني ل TiO_2

- الأجهزة المستخدمة في العمل فهي :

1. جهاز تجفيف وتثبيت حراري الشكل (3) وهو عبارة عن فرن مصنوع من الالمنيوم يوجد فيه حجرة يتم تثبيت العينات فيها، يتيح هذا الجهاز إمكانية التحكم بدرجة الحرارة مع ضبط الزمن حيث يمكن استخدامه في تجفيف العينات وتعليقها في درجات حرارة مرتفعة وضمن فترات زمنية مضبوطة.

2. مصباح أشعة فوق البنفسجية

تم تعريض العينات باستخدام مصباح Siemens UV (30 واط) لأشعة UV الشكل

(4) وذلك لتحفيز عمل TiO_2 .



الشكل (4) مصباح الأشعة فوق البنفسجية



الشكل (3) جهاز التجفيف والتثبيت الحراري

3. المجهر الالكتروني:

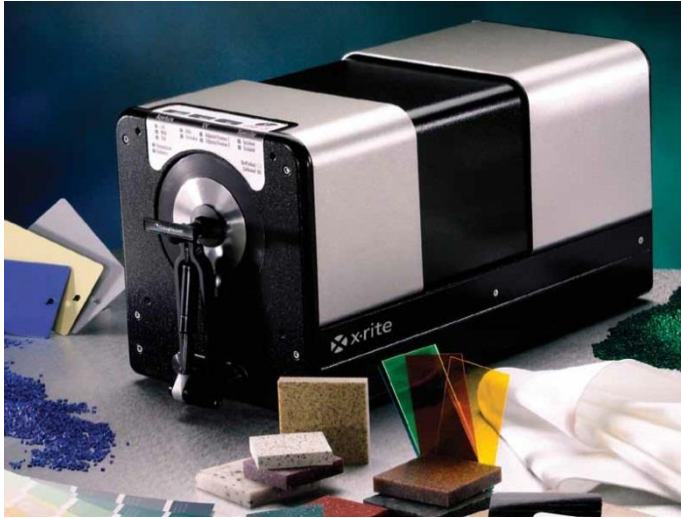
تم توصيف المواد الكيميائية المستخدمة لمعالجة النسيج التي حصلنا عليها باستخدام المجهر الالكتروني الماسح Scanning Electron Microscope والذي يشار له اختصاراً بـ SEM الشكل (5).

وتقوم فكرة عمل المجهر الالكتروني على استخدام حزمة من الالكترونات عالية الطاقة وذات طول موجي قصير جداً تصطدم عمودياً بسطح العينة ومن ثم يتم جمع الاشارات المنعكسة والصادرة عن العينة باستخدام الكاشف Detector وبعد ذلك يتم معالجة هذه الاشارات ليتم إظهارها كصور.



الشكل (5) يبين المجهر الالكتروني الماسح VEGA II XMU

4. جهاز السبيكتروفوتوميتر :
تم استخدام جهاز Color i-5 الشكل (6).



الشكل (6) يبين جهاز السبيكتروفوميتر

4-2- التجارب:

تم استخدام طريقة غمر تجفيف تعتيق في معالجة الأقمشة القطنية للحصول على خاصية التنظيف الذاتي حيث تم تحضير محلول يحوي ماء مقطر وإيثلين غليكول (بنسبة 1:1) ثم أضيف ثنائي أكسيد التيتانيوم بنسب مختلفة مع إضافة رابط أكريلات.

تم التسخين مع التحريك المغناطيسي حتى حرارة (70 C°) ثم تم تحميل العينات بالمواد على الفولار مدة نصف ساعة بعد ذلك جففت العينات في فرن التجفيف على حرارة (70 C°) لمدة ربع ساعة والتعتيق على حرارة (110 C°) مدة (5) دقائق . وقد اختيرت حرارة التعتيق هذه بعد عدة تجارب لوحظ فيها اصرار العينات عند تجاوز هذه الحرارة.

تم تلطix العينات ببقع القهوة والحبر. يقصد بتلطix العينات إضافة بقع عليها حيث تم وضع بقع من القهوة ، الحبر على العينات المعالجة السادة والمبرد. كما تم تلطix عينات سادة ومبرد غير معالجة واعتبارها عينات مرجعية تستخدم للمقارنة مع العينات المعالجة لإظهار مدى فاعلية المعالجة ومقدار إزالة البقع.

حضر محلول قهوة ساخنة ثم لطخت العينات باستخدام قطارة وعلى ارتفاع متساوي بالنسبة لجميع العينات ، أما بالنسبة لبقع الحبر فقد استخدم قلم حبر أزرق سكب منه الحبر مباشرة على جميع العينات.

لوحظ اختلاف في انتشار البقع على العينات ، فالعينات غير المعالجة انتشرت البقع على عينات السادة بشكل أكبر من عينات المبرد ، في حين اختلف انتشارها على العينات المعالجة حسب نوع التركيب ومحلول المعالجة.

4-3- النتائج والاختبارات:

♣ حساب نسب المادة الجافة:

نقوم بوزن العينات قبل وبعد المعالجة ونقوم بحساب نسبة المادة الجافة المحملة حسب القانون التالي:

نسبة المادة الجافة = ((الوزن بعد التجفيف - الوزن قبل التحميل) / (الوزن قبل التحميل)) × 100

الجدول (2) يبين نسب المادة الجافة على عينات القماش المعالج

نسبة المادة الجافة %	نسبة TiO_2 المستخدمة %	العينة
9.34	3	العينة (1) قماش قطني سادة
18.02	5	العينة (2) قماش قطني سادة
5.20	10	العينة (3) قماش قطني سادة
2.90	15	العينة (4) قماش قطني سادة
2.32	20	العينة (5) قماش قطني سادة
16.48	3	العينة (6) قماش قطني مبرد
51.27	5	العينة (7) قماش قطني مبرد
14,07	10	العينة (8) قماش قطني مبرد
13.25	15	العينة (9) قماش قطني مبرد
2.32	20	العينة (10) قماش قطني مبرد

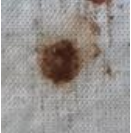

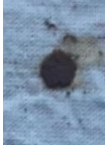












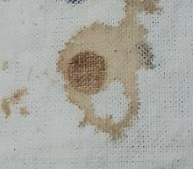


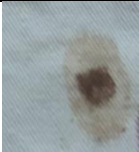
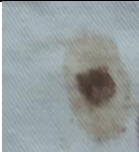

يلاحظ من الجدول السابق زيادة نسبة المادة الجافة للعينات السادة والمبرد المعالجة ب 5% من TiO_2 ثم تتناقص هذه النسبة لباقي العينات ويعود ذلك إلى عدم انحلال كامل TiO_2 عند زيادة نسبته في المحلول.







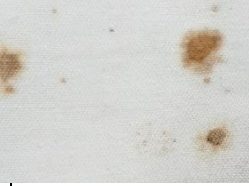

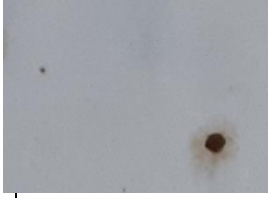

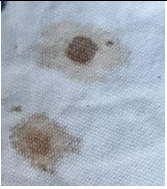
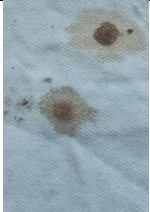
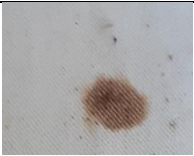
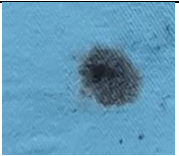

♣ التعريض للإشعاع:

بعد معالجة العينات المختبرة بالمواد الكيميائية وإضافة البقع عليها تم تعريضها للإشعاع (شمسي أو UV) لكي تحصل عملية التحفيز الضوئي التي تقوم بتفكيك البقع. ويوضح الشكل التالي صور بعض العينات المعالجة والعينات المرجعية قبل وبعد تعريضها لإشعاع UV. حيث تظهر الجداول (3,4) صور بقعة القهوة وبقعة


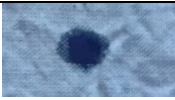

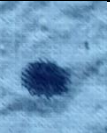

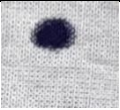


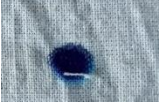
الحبر للعينات المعالجة وغير المعالجة بعد تعرضها لفترات زمنية من أشعة UV باستخدام مصباح الأشعة فوق البنفسجية.



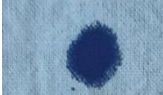

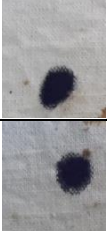
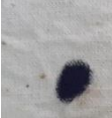


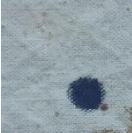





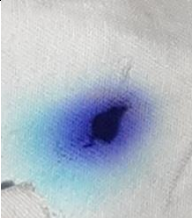



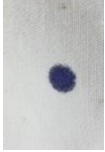

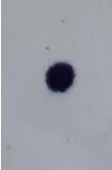






الجدول (3) يبين تغير لون بقع القهوة وحوافها على العينات بعد تعرضها لأشعة UV

50h	30h	0 h	العينة
			المرجعية السادة
			1
			2
			3
			4
			5
			مرجعية مبرد

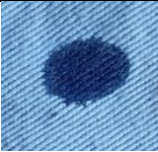
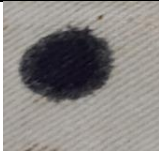
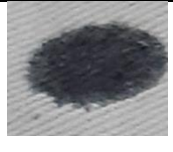











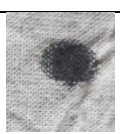





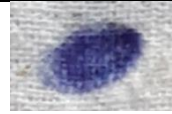



			6
			7
			8
			9
			10

الجدول (4) يبين تغير لون بقع الحبر وحوافها على العينات بعد تعرضها لأشعة UV




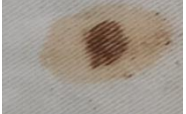




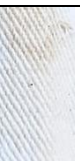





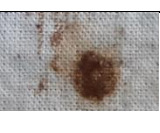
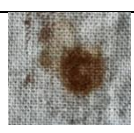


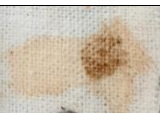





50h	30h	0 h	العينة
			المرجعية السادة
			1
			2

			3
			4
			5
			مرجعية مبرد
			6
			7
			8
			9
			10

لوحظ أن إزالة بقع القهوة والحبر كانت أفضل في العينات المعالجة ب 5% من TiO_2 ، وأن بقعة القهوة تتاقصت بشكل أكبر من بقعة الحبر . وعند إعادة التجربة بتركيز (5، 10) % من TiO_2 ومحاولة إزالة البقع باستخدام أشعة الشمس تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (5) لبقع الحبر والجدول (6) لبقع القهوة. الجدول (5) يبين مدى تغير بقع الحبر عند تعرض عينات القماش لأشعة الشمس

العينة	0 سا شمس	20 سا شمس	40 سا شمس	60 سا شمس
العينة المرجعية المبرد				
عينة معالجة ب 5% TiO_2				
عينة معالجة ب 10% TiO_2				
العينة المرجعية السادة				
عينة معالجة ب 5% TiO_2				
عينة معالجة ب 10% TiO_2				

الجدول (6) يبين مدى تغير بقع القهوة عند تعرض عينات القماش لأشعة الشمس

60 سا شمس	40 سا شمس	20 سا شمس	0 سا شمس	العينة
				العينة المرجعية المبرد
				عينة معالجة ب 5% TiO ₂
				عينة معالجة ب 10% TiO ₂
				العينة المرجعية السادة
				عينة معالجة ب 5% TiO ₂
				عينة معالجة ب 10% TiO ₂

لوحظ من الجداول السابقة أن بقع الحبر تغير لونها عند تعرضها لأشعة الشمس قبل أن تبدأ بالتناقص وكانت أفضل إزالة في العينات المعالجة ب 10% من TiO_2 ، بينما كانت إزالة بقع القهوة أفضل في العينات المعالجة ب 5% من TiO_2 .

4-4- تقييم النتائج:

بعد أن تم تعريض العينات المعالجة والمرجعية الملوحة ببقع القهوة والحبر للأشعة فوق البنفسجية تم تقييم النتائج باستخدام كل من جهاز السبيكتروفوميتر والمجهر الإلكتروني .

4-4-1- جهاز السبيكتروفوميتر:

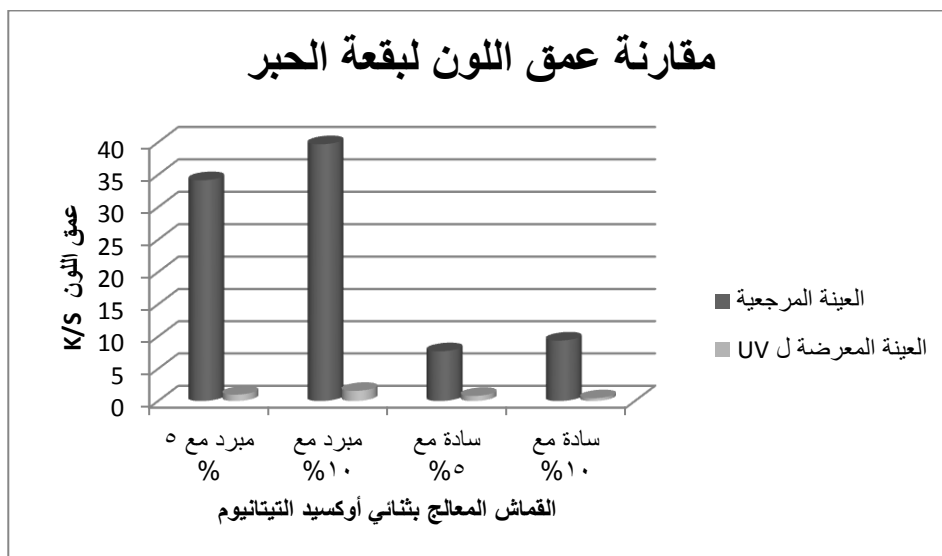
ينقسم الضوء الساقط على الخامات النسيجية من حيث سلوكه إلى ثلاثة أقسام، فهو إما ينعكس عن سطح النسيج، أو يمتص أو ينفذ من خلال النسيج . وباستخدام جهاز السبيكتروفوميتر يمكن قياس كل من الضوء المنعكس (R)، الممتص (abs) ، النافذ (T) بالإضافة إلى قوة اللون (K/S) قيست هذه البارامترات للعينات المختبرة في هذا البحث في المجال المرئي (360-750 nm) لكن تم التركيز على القيم المقاسة عند طول الموجة ($\lambda_{max}=440\text{ nm}$) وهو طول موجة الامتصاص الأعظمي بالنسبة لمعظم العينات في هذا البحث . علماً أن قيمة K/S تعبر عن عمق اللون وتحسب من معادلة كوبلكا مونك [6] :

$$K/S = (1 - R)^2/2R$$

يعطي جهاز السبيكتروفوميتر النتائج على شكل جداول يظهر فيها عمق اللون K/S للبقع (الجداول 7,8). تم تنظيم النتائج في مخططات لإظهار مدى تغير عمق اللون لبقع الحبر والقهوة لقماش السادة والمبرد الشكل (7، 8).

الجدول (7) يبين عمق اللون لبقع الحبر على قماش سادة ومبرد

العينة	البقعة	k/s للعينة المرجعية	k/s للعينة المعالجة
عينة مبرد تحوي 5% من TiO ₂	حبر	34.148	0.988
عينة مبرد تحوي 10% من TiO ₂	حبر	39.700	1.570
عينة سادة تحوي 5% من TiO ₂	حبر	7.713	0.787
عينة سادة تحوي 10% من TiO ₂	حبر	9.376	0.428

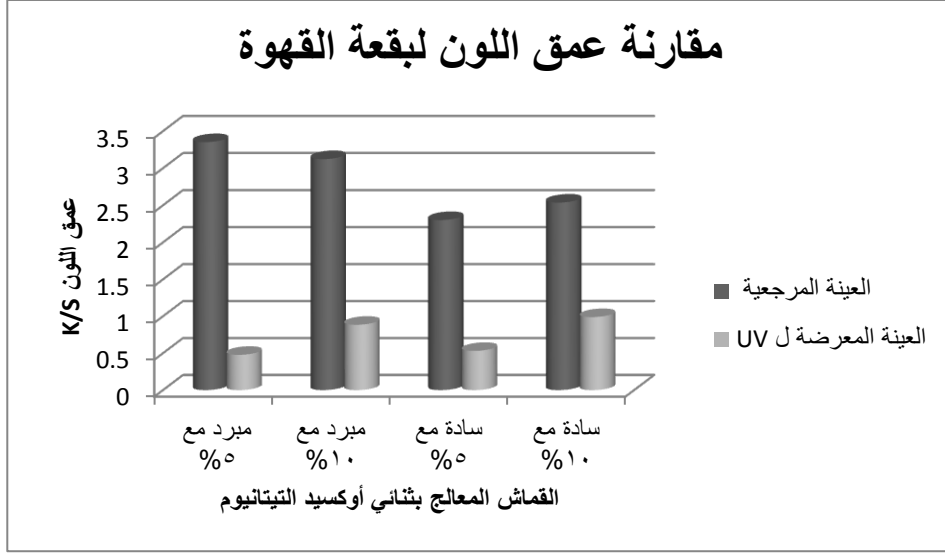


الشكل (7) يبين تغير عمق لون بقع الحبر

يلاحظ من الجدول والمخطط السابقين أن قوة اللون لبقع الحبر تكون أكبر على أقمشة المبرد غير المعالج ويتناقص بشكل كبير في عينات المبرد المعالجة وخصوصاً العينات المعالجة بنسبة 5% من TiO_2 . ويظهر أن أقمشة السادة غير المعالجة ذات قوة لون لبقعة الحبر أقل من المبرد غير المعالجة ويتناقص بشكل أكبر في العينات المعالجة بنسبة 10% من TiO_2 .

الجدول (8) يبين عمق اللون لبقع القهوة على قماش سادة ومبرد

العينة	البقعة	k/s للعينة المرجعية	k/s للعينة المعالجة
عينة مبرد تحوي 5% من TiO_2	قهوة	3.352	0.478
عينة مبرد تحوي 10% من TiO_2	قهوة	3.123	0.885
عينة سادة تحوي 5% من TiO_2	قهوة	2.301	0.531
عينة سادة تحوي 10% من TiO_2	قهوة	2.537	0.989

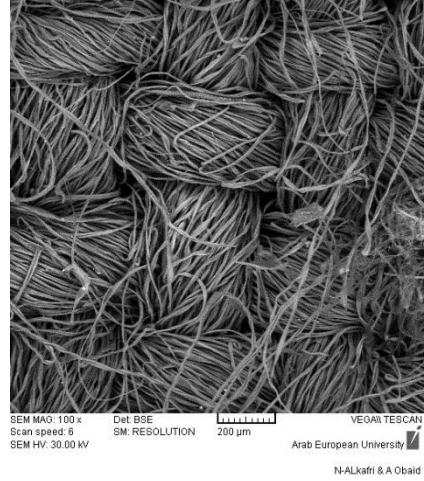
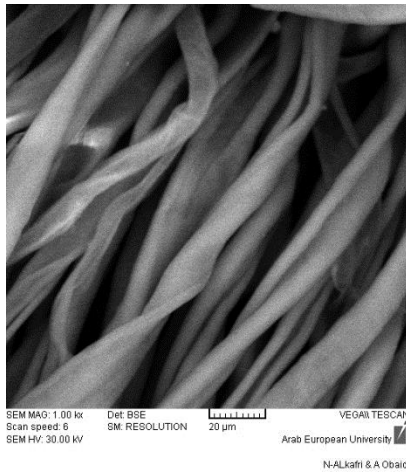


الشكل (8) يبين تغير عمق اللون لبقع القهوة

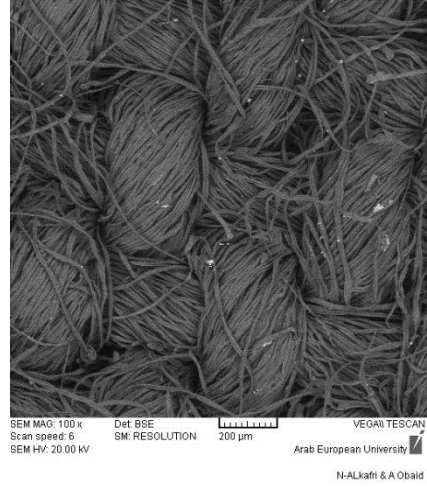
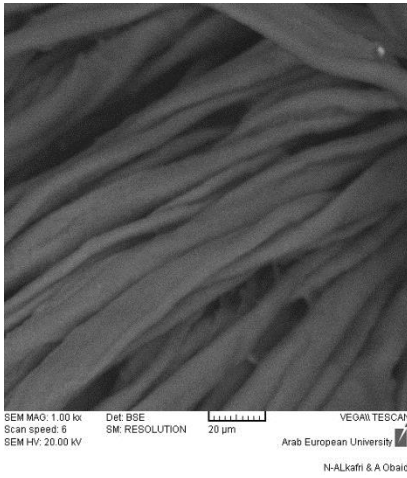
يلاحظ من الجدول والمخطط السابقين أن قوة اللون لبقع القهوة تكون أكبر على أقمشة المبرد غير المعالج ويتناقص بشكل كبير في عينات المبرد المعالجة وخصوصاً العينات المعالجة بنسبة 5% من TiO_2 . ويظهر أن أقمشة السادة غير المعالجة ذات قوة لون لبقعة القهوة أقل من المبرد غير المعالجة ويتناقص بشكل أكبر في العينات المعالجة بنسبة 5% من TiO_2 .

4-4-2- المجهر الإلكتروني:

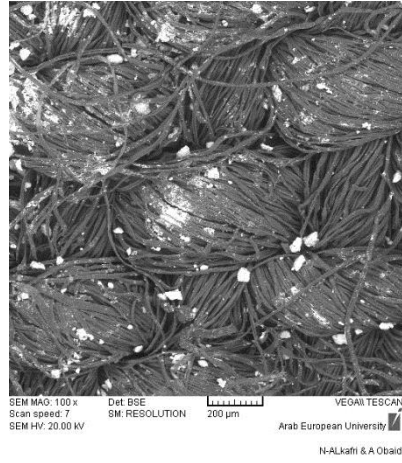
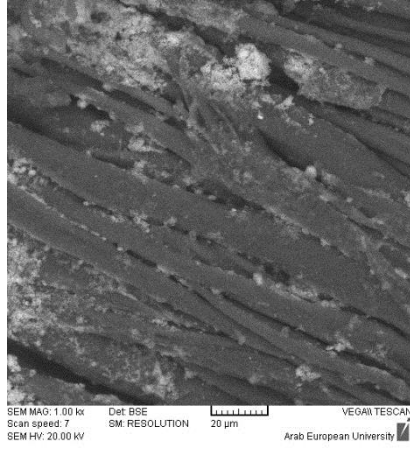
تم أخذ صور للعينات المعالجة وغير المعالجة باستخدام المجهر الإلكتروني الموجود في هيئة الطاقة في دمشق والذي تحدثنا عن مواصفاته سابقاً. حيث تم تصوير العينات المرجعية السادة الشكل (9) والمبرد (10) ثم أخذنا صور للعينات المعالجة بثنائي أكسيد التيتانيوم بنسبة 5% الشكل (11) والشكل (12) و للعينات المعالجة بثنائي أكسيد التيتانيوم بنسبة 10% الشكل (13) والشكل (14).



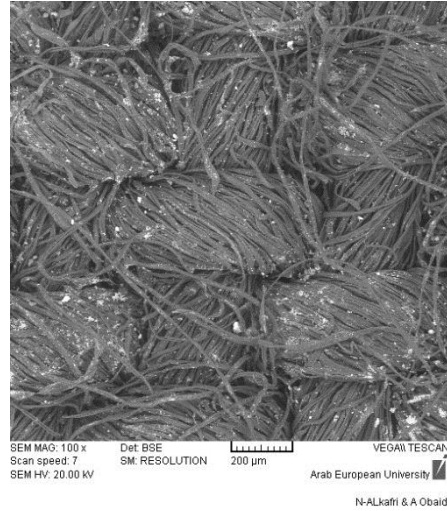
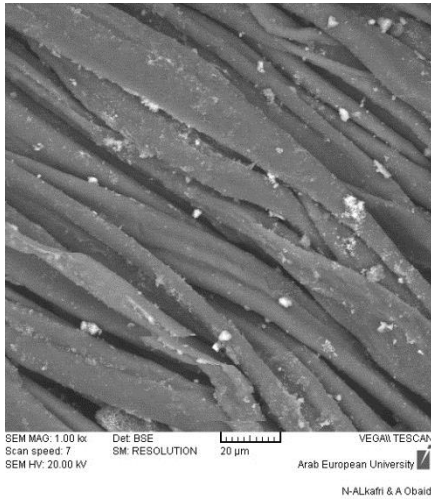
الشكل (9) صور SEM لعينة مرجعية سادة



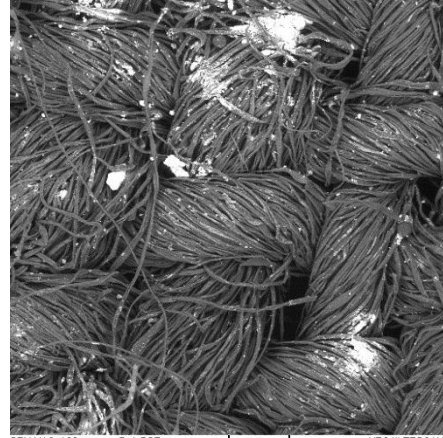
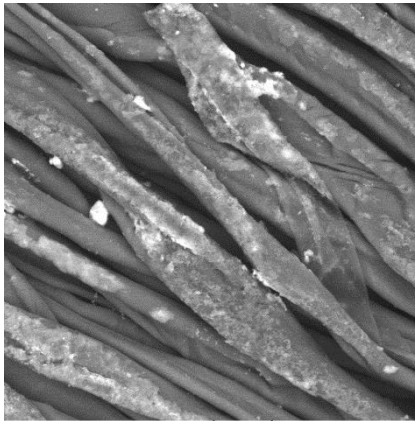
الشكل (10) صور SEM لعينة مرجعية مبرد



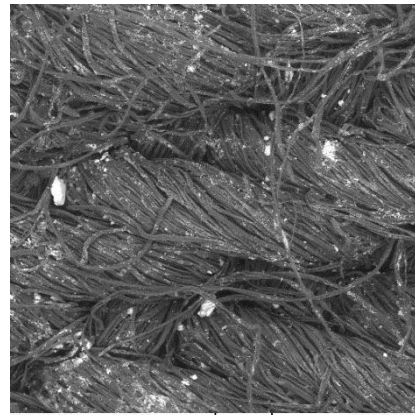
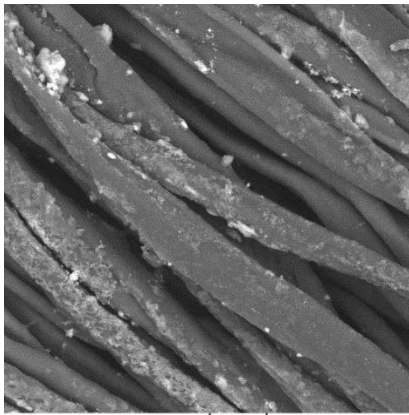
الشكل (11) صور SEM لعينة سادة معالجة ب 5% من TiO_2



الشكل (12) صور SEM لعينة مبرد معالجة ب 5% من TiO_2



الشكل (13) صور SEM عينة سادة معالجة ب 10% من TiO_2



الشكل (14) صور SEM عينة مبرد معالجة ب 10% من TiO_2

يظهر من خلال صور المجهر الإلكتروني السابقة عدم وجود توزع متساوٍ لثنائي أكسيد التيتانيوم على الألياف القطنية كما يظهر أحياناً تكثف للمادة .

5- مناقشة النتائج:

1- عند مقارنة إزالة البقع باستخدام الصور وجدنا أن الإزالة الأفضل كانت لبقع الحبر والقهوة عند نسب 5، 10% من TiO_2 فالنسبة الأعلى من ذلك أعطت تكتل لثنائي أكسيد التيتانيوم على النسيج وبالتالي تقل فاعليته كمحفز ضوئي. فكما يظهر من صور المجهر الإلكتروني تتوزع حبيبات ثنائي أكسيد التيتانيوم على النسيج وتغلف الألياف ولكن يظهر أحياناً تكتل للمادة على النسيج.

2- تظهر نتائج جهاز السيكتروفوتومتر أن تناقص عمق اللون لبقع الحبر كانت للعينات المعالجة بنسبة 5% أكبر من العينات المعالجة بنسبة 10% وكانت لبقع الحبر أكبر من بقع القهوة .

3- إن أقطار حبيبات ثنائي أكسيد التيتانيوم المستخدمة في بحثنا يتراوح بين 75 nm و 150 nm كما بينت صور المجهر الإلكتروني . ومن المعلوم أنه كلما كان الحجم أصغر كلما أعطت فاعلية أكبر لأن المساحة السطحية الفعالة للحجم النانوي أكبر .

4- استخدم تركيبين نسيجين للقماش المعالج (سادة ومبرد) باعتبار أنهما الأكثر شيوعاً في صناعة ملابس الأطفال وبدلات الجيش وملابس العمل حيث تعتبر هذه الألبسة هي الأكثر عرضة للاتساخ.

5- تختلف فاعلية إزالة البقع حسب نوع التركيب النسيجي للقماش المستخدم فقد لوحظ أن استخدام تركيب المبرد أعطى فاعلية أعلى بسبب اختلاف تحميل المادة على القماش وبالتالي يختلف فاعلية التحفيز الضوئي لمادة ثنائي أكسيد التيتانيوم على القماش المعالج ولكن لوحظ أن هذا الاختلاف طفيف.

6- تتوقف إزالة البقع للعينات المعالجة على فاعلية التحفيز الضوئي لطبقة ثنائي أكسيد التيتانيوم التي تتأثر بثلاث عوامل أساسية هي:

- المساحة السطحية الفعالة والتي تزداد كلما صغر حجم حبيبات ثنائي أكسيد التيتانيوم
- شدة الأشعة فوق البنفسجية التي تعمل على إثارة الإلكترونات وتشكيل أزواج (تقوب ، إلكترونات) تعمل على تفكيك الملوثات.

- زمن التعرض للأشعة فوق البنفسجية وبالتالي استمرار عملية التحفيز الضوئي.

6- المقترحات:

- 1- استخدام أنواع أخرى من الأقمشة كالصوفية والحريية والممزوجة والأقمشة الصناعية
- 2- استخدام مذيبيات أخرى لثنائي أكسيد التيتانيوم
- 3- استخدام المايكرويف في المعالجة
- 4- استخدام ثنائي أكسيد التيتانيوم بحبيبات أصغر

المراجع العلمية:

- 1- WALID A. DAOUD. Self-Cleaning Materials and Surfaces, This edition first published 2013 ,2013 John Wiley & Sons, Ltd
- 2-Peter Forbes . Self-cleaning materials , 2008 Scientific American , INC.
- 3- Prathapan Ragesh,a V. Anand Ganesh,b Shantikumar V. Naira and A. Sreekumaran Nair*a , A review on self-cleaning and multifunctional Materials . Article in Journal of materials chemistry A · AUGUST 2014
- 4- Penwisa Pisitsak , Arnon Samootsoot and Nassarin Chokpanich . Investigation of the Self -cleaning properties of cotton fabrics finished with nano- TiO₂ and nano -TiO₂ mixed with fumed silica . KKU Res.J.2013; 18(2):200-211
.http://resjournal.kku.ac.th
- 5-Y.W.H.Wong , C.W.M. Yuen , M.Y.S.Leung , S.K.A.Ku, and H.L.I.Lam . Selected applications of nanotechnology in textiles .Autex Research Journal , Vol.6, No 1 , March 2006 AUTEX.
- 6- D K Maharani , M M S Basukiwardoyo , S T Alawiyah ,Rusmini. The Study of Self-Cleaning Properties of TiO₂ Coated on Cotton Fabrics, Advances in Computer Science Research, volume 95, Copyright © 2019, the Authors. Published by Atlantis Press SARL.

تحسين مؤشرات عمل مجموعة الرفع اعتماداً على عدد الخطوط العاملة المثالية في وحدات الحفر

أ.د محمود حديد أستاذ مساعد في قسم الهندسة البترولية،

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث..

احمد محمد طالب دراسات عليا (ماجستير) في قسم الهندسة البترولية، جامعة البعث.

ملخص البحث

تعتمد معظم وحدات حفر الآبار النفطية والغازية في تصاميمها التقنية على استخدام تركيبية منظومة كابلات أعظمية دون الأخذ بعين الاعتبار الحمولة المعلقة على الخطاف عند حفر آبار متباينة في الأعماق، مما يترتب على ذلك زيادة في الكلفة المادية، وانخفاض في المردود المفيد، مترافق مع زمن رفع وإنزال أكبر .

يتناول هذا البحث تأثير تركيبية الحبال المعدنية على مؤشرات مجموعة الرفع ويعطي الإجابة الواضحة على السؤال التالي: ما هي أفضل مؤشرات عمل مجاميع الرفع عند أقل منظومة للحبال المعدنية متوافقة مع الحمولة القصوى على الخطاف في وحدات حفر الآبار النفطية والغازية ؟

توصلنا في هذا البحث إلى نموذج رياضي يعتمد على الحل التحليلي لجملة من المؤشرات التصميمية لمجموعة الرفع بالعلاقة مع عدد الخطوط العاملة ، وحدد هذا النموذج عدد الخطوط العاملة المثالية قبل البدء بعملية الحفر عند حمولات متعددة على الخطاف بالنسبة لوحدات حفر مختلفة.

كلمات مفتاحية: وحدة الحفر ، مجموعة الرفع، منظومة الكابلات ، الخطوط العاملة، الحمولة على الخطاف ، المؤشرات التصميمية.

Improvement Hoisting System Indicators Depending On Optimal Drilling lines Number in Drilling Units

ABSTRACT

Most of oil and gas wells drilling units depend in its technical design on using great travelling system without taking into consideration hook load when drilling wells of different depths, which causes increase in material cost, decrease the efficiency, with more tripping time.

This research impact of travelling system structure on design parameters of hoisting system and deals with clear answer to the question: what are the best indicators of hoisting systems at less travelling system structure suitable with max allowable load on hook for oil and gas wells drilling units?

In this search we have reached a mathematical model based on graphical solution for set of design parameters of hoisting system in relation to number of drilling lines. This model determined optimal structure before beginning drilling process at multiple hook loads with reference to different drilling units.

Key words: Drilling unit, Hoisting System, Travelling system, Drilling lines, Hook load, Design Parameters.

1- مقدمة

تمثل منظومة الكابلات (Travelling system) أحد الأجزاء الرئيسية في مجموعة الرفع، (Hoisting system) التي تشمل بالإضافة لها كل من الخطاف، والأجهزة الرافعة، ومجموعة الكبح المرافقة، وجهاز تثبيت الطرف الثابت لكبل الحفر.

تضم منظومة الكابلات كل من البكرات المتحركة (Travelling blocks)، البكرات الثابتة (Crown blocks) و حبل الحفر (Drilling line)، حيث تتوضع الخطوط العاملة لحبل الحفر بين مجموعتي البكرات الثابتة والمتحركة، ويؤخذ عدد الخطوط العاملة بالعلاقة ($m=2n$) حيث n عدد البكرات المتحركة، ويرمز إلى تركيبية منظومة الحبال المعدنية من خلال العددين (3×4 ، 4×5 ، 5×6 ، 6×7)، ويشير العدد الأكبر إلى عدد البكرات الثابتة والأصغر إلى عدد البكرات المتحركة [1].

تشير الأبحاث والدراسات السابقة في هذا المجال إلى أن عدد الخطوط العاملة يحدد اعتماداً على عاملين أساسيين هما الحمولة القصوى المسموح بها على الخطاف، والمؤشرات التصميمية والحركية لمجموعة الرفع [1,6]، إلا أن معظم الباحثين قد تناولوا دراسة تأثير تركيبية منظومة الحبال المعدنية على مؤشرات مجموعة الرفع بشكل منفصل، كالعلاقة بين المردود المفيد وعدد الخطوط العاملة وإيجاد معامل فعالية البرج استناداً إلى عدد الخطوط [5]، إضافة إلى دراسة العلاقة بين العزم الدوراني وفعالية منظومة الحبال المعدنية وتأثير عدد الخطوط العاملة في الشد في الطرف المتحرك لكبل الحفر، مع دراسة إمكانية إضافة بكرات وسطية (Idler sheaves) [7] وأوضحوا أن تأثير تركيبية منظومة الكابلات في هذه المؤشرات متعدد الجوانب، إذ يحمل تغيير التركيبية تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية على مؤشرات مجموعة الرفع، وهذه الأبحاث تناولت جزء من المؤشرات، إلا أن هذه الدراسة أخذت بالاعتبار دراسة جميع المؤشرات بصورة مجتمعة بالعلاقة مع عدد الخطوط العاملة، لتحديد العدد الأمثل الذي يؤمن أفضل

مؤشرات عمل مجموعة الرفع عند الحمولة المتوافقة مع أعماق الآبار النفطية أو الغازية في وحدات الحفر.

يعتبر زيادة الوقت المصروف لإنجاز حفرة البئر والكلفة المادية الكبيرة لعملية الحفر الناجمة عن عدم الاختيار المثالي لتركيبية منظومة الحبال المعدنية ، بسبب انخفاض سرعة رفع الخطاف مع انخفاض المردود المفيد لمنظومة الحبال المعدنية وزيادة طول كبل الحفر المستخدم، إلى جانب تقليل المشاكل الناتجة عن الاهتراء والتآكل في مضاجع البكرات وأشرطة الكابح وتقطع في أسلاك كبل الحفر، من أهم مبررات تنفيذ هذا البحث.

2- هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى الاختيار الأمثل لمنظومة الحبال المعدنية عند حمولة معينة على الخطاف ، بالنسبة إلى بارامترات تصميمية محددة لوحدة الحفر باستخدام برنامج MATLAB من خلال نموذج (Model) يعتمد على الحل التحليلي للوصول إلى حالة توازن بين الجوانب الإيجابية والجوانب السلبية لتأثير تغيير المنظومة على المؤشرات التصميمية والحركية لمجموعة الرفع في وحدات حفر الآبار النفطية و الغازية، ومما يضمن أن تكون الجوانب الإيجابية هي الغالبة و تأثير الجوانب السلبية في أدنى قيمة.

3- مواد وطرق البحث

- المؤشرات التصميمية والحركية (Design and kinetic indicators) لمجموعة الرفع والمؤثرة بشدة في فعالية وحدة الحفر، وقد تناول هذا البحث مجموعة من المؤشرات التصميمية كما هو موضح في الجدول(1) والتي قد يؤثر زيادة أو نقصان تركيبية المنظومة سلباً أو إيجاباً عليها، ومن أهمها [1,2]:
✓ الضغط التماسي (p) المؤثر في أشرطة الكابح الرئيسي المتناسب مع عزم الدوران المؤثر في المحور الرفع والذي يقل مع ازدياد منظومة الحبال المعدنية (تأثير إيجابي).

- ✓ طول كبل الحفر (L_w) المستخدم في وحدة الحفر والذي يزداد مع زيادة عدد الخطوط العاملة (تأثير سلبي).
 - ✓ العمر النسبي (L_h) لمضاجع البكرة السريعة ومضاجع مجموعة البكرات والذي يزداد كثيرا مع ازدياد تركيبة منظومة الحبال المعدنية (تأثير إيجابي).
 - ✓ سرعة رفع الخطاف (V_h) عند الاستطاعة المقدمة من محركات الأجهزة الرافعة والتي تقل مع زيادة المنظومة (تأثير سلبي)*.
 - ✓ الحمولة الشاقولية على البرج (F_{DV}) المتناسبة مع الشد في الطرف المتحرك لحبل الحفر والذي يقل مع ازدياد تركيبة منظومة الكابلات (تأثير إيجابي).
 - ✓ المردود المفيد لمنظومة البكرات ($\eta_{t.s}$) والذي يقل مع ازدياد تركيبة المنظومة (تأثير سلبي).
- الجدول (1)- يبين أهم المؤشرات التصميمية والحركية لمجموعة الرفع في وحدات الحفر.

SYMBOL	HOISTING SYSTEM DESIGN INDICATORS	EQUATION
L_w	Drilling line length	$L_w = H(m + 2) + l_p(m + 1) + l_f$
v_h	Hook Velocity	$v_h = \frac{N_e \cdot \eta_{t.s} \cdot N_D}{G_h}$
$\eta_{t.s}$	Efficiency	$\eta_{t.s} = \frac{\beta^m - 1}{m \cdot \beta^m (\beta - 1)}$
L_h	Bearing life	$L_h = \frac{10^4 \cdot D_b \cdot \pi \cdot \eta^3 \cdot C^3 \cdot m^2}{288 \cdot V \cdot G_h^3}$
p	Braking contact pressure	$p = \frac{2 \cdot G_h \cdot D \cdot e^{\mu \cdot \alpha}}{B \cdot D_t^2 (e^{\mu \cdot \alpha} - 1) \cdot m}$
F_{DV}	Derrick load	$F_{DV} = (1 + \frac{2}{m}) \cdot G_h$

- برنامج بناء البئر (FORCAST) لآبار محفورة في مديرية حقول المنطقة الوسطى (Geologic and technical project) بأعماق مختلفة [4]) لحساب الحمولات على الخطاف عند كل عمق، كما يبين الجدول (2) وقد تم ذلك اعتماداً على وزن المتر الطولي من مواسير التغليف الوسطية (intermediate casing) حيث إن تركيبة المنظومة تزداد بازدياد الحمولة المسموح بها على الخطاف مع الأخذ بالاعتبار معامل أمان يصل إلى (120%)، من أجل حل بعض مشاكل الاستعصاء (backing off) التي من الممكن مصادفتها أثناء عمليات الحفر :

الجدول(2)- يبين الحمولات القصوى على الخطاف لكل بئر من الآبار المحفورة في مديرية حقول المنطقة الوسطى.

Well name	Total Depth (m)	Depth of intermediate casing (m)	Max hook load (ton)
ALBREIJ-4	2550	2185	185
ABO RABAH-20	2800	2550	200
QARA-3	3570	3200	236
SADAD-9	3775	3430	260

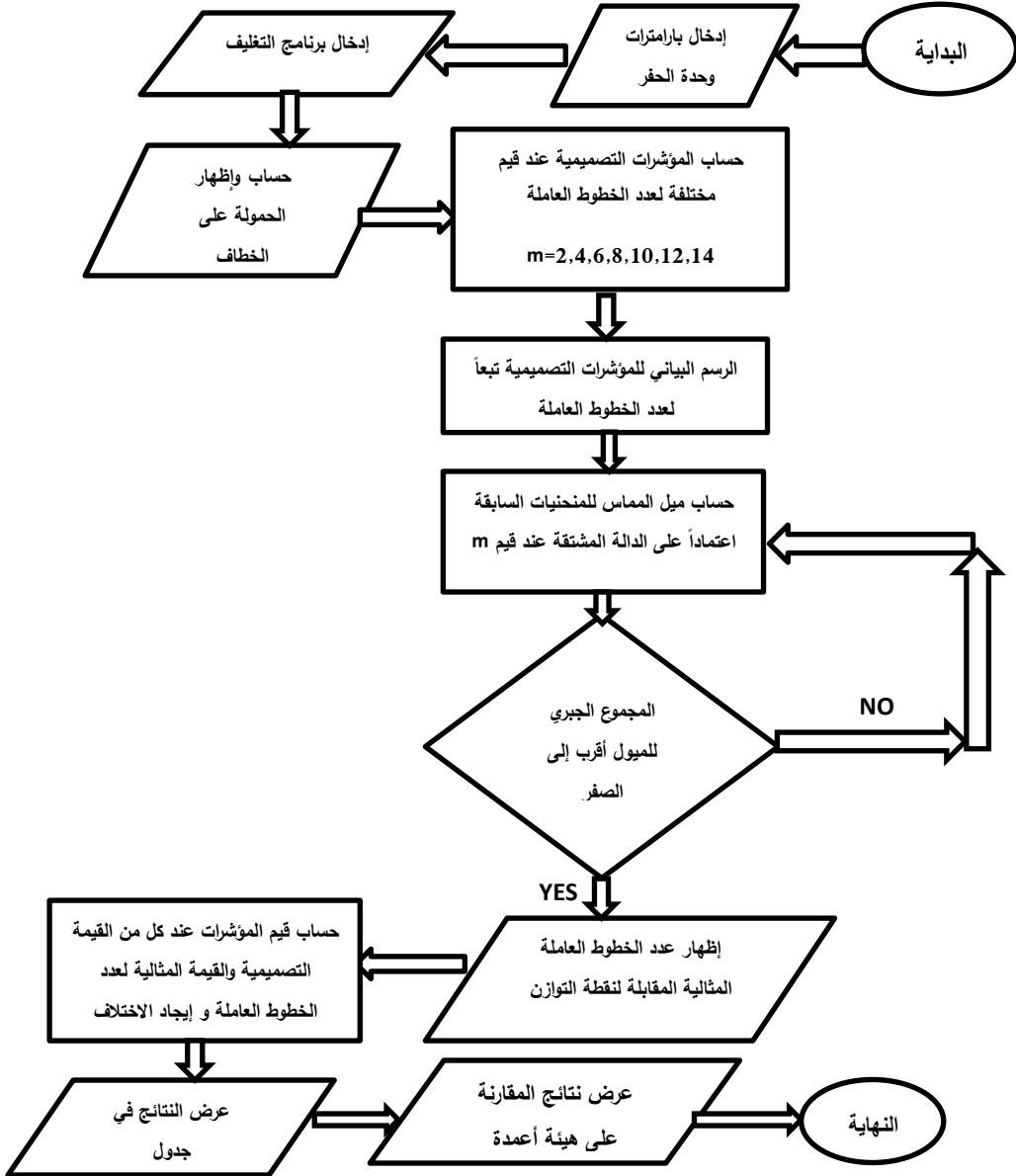
* سرعة رفع الخطاف والمردود المفيد لمنظومة البكرات أخذت ضمناً في علاقة العمر النسبي للمضاجع.

- نماذج عن وحدات الحفر مختلفة، وفيما يلي الجدول (3) يبين أهم المؤشرات التقنية لوحدات الحفر الروسية والأمريكية الصنع [9,10,11]:

الجدول(3)- يبين البارامترات التقنية لوحدات الحفر الروسية والأمريكية الصنع.

Technical parameters	National 1320UE	National 110-M	Nationa 1 B-80	BU5000 L32 DGO.I.	Uralmash 4500\270 :BM-EK	Uralmash 3900\225 :BM-EK	
Max static Hookload (ton)	454	360	220	320	270	225	
Drilling Depth(m)	6069	4877	3000	5000	4500	3900	
Horsepower rating(KW)	2237	1119	750	1100	900	750	
Max line pull(KN)	680	354	317	288	288	288	
Drilling line diameter(mm)	31.8	3 1.8	32	32	32	28	
Main brake	Diameter (mm)	1270	1270	1160	1450	1450	1450
	Band width(mm)	263	263	263	230	230	230
Drilling lines	12	12	10	12	12	10	
Sheaves diameter(mm)	1120	1120	1000	1120	1120	1000	
Mast	Max load (KN)	6030	4780	3750	5000	3750	3750
	Height(m)	43.3	43.3	45	45	45.3	45.3
Drawwork Drum Diameter(mm)	800	685	635	990	800	700	

- تصميم نموذج لمعالجة المعطيات المختلفة لمجاميع الرفع وفق المؤشرات التقنية للقيم الموجودة في الجدول (3) وفق الحمولات المرفقة في الجدول (2) باستخدام برنامج (Matlab) وتم الوصول إلى المخطط الخوارزمي التالي للنموذج [3,8]:

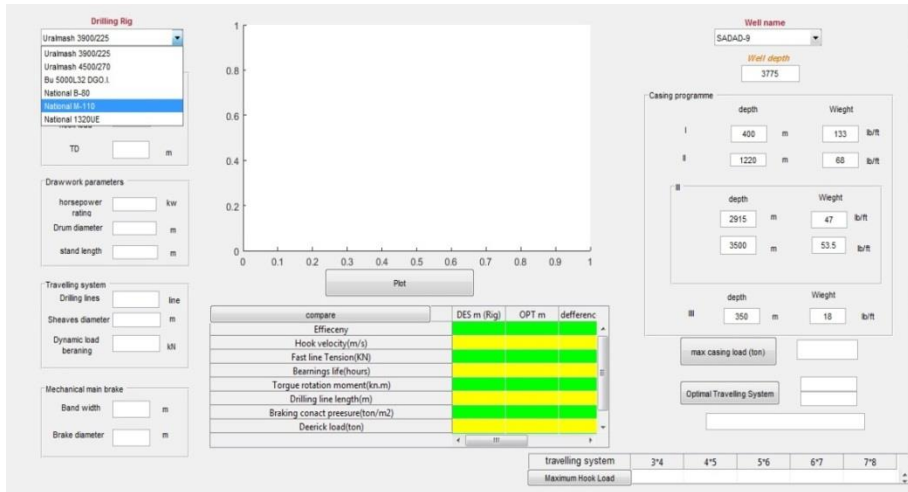


المخطط الخوارزمي للنموذج المقترح (Model flowchart).

4- النتائج ومناقشتها

تم في هذه الدراسة اعتماد الخطوات التالية في مناقشة وتحليل النتائج التي تم الوصول عليها وفق الخوارزمية السابقة:

1- تصميم واجهة رسومية باستخدام MATLAB تحاكي إدخال البيانات اللازمة لوحدة الحفر، إضافة إلى برنامج البئر كما يظهر الشكل (1) للوصول إلى عدد الخطوط العاملة المثالية اعتماداً على الحل التحليلي لجملة من المؤشرات التصميمية لمجموعة الرفع.

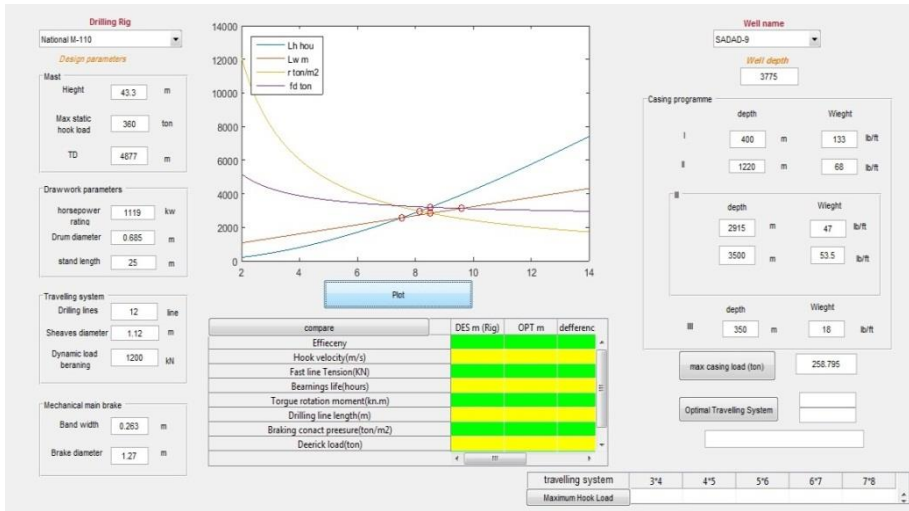


الشكل (1)-يبين الواجهة الرسومية GUI للبرنامج المقترح ويظهر اختيار وحدة الحفر والبئر المراد حساب عدد الخطوط العاملة المناسبة عند الحفر.

2- حساب المؤشرات التصميمية المبينة في الجدول (1) لمجموعة الرفع عند بارامترات وحدة الحفر التي تم اختيارها (الحمولة الحدية، عدد الخطوط العاملة، ارتفاع البرج،

استطاعة الملفات، عدد الخطوط العاملة التصميمية)، والتي تعتبر مثالية بالنسبة لمؤشرات عمل وحدة الحفر المستخدمة عند الحمولة القصوى المسموح بها.

3- إدخال البيانات اللازمة إلى البرنامج المقترح، وإظهار الرسم البياني المبين في الشكل (2) لأهم المؤشرات المذكورة في الجدول (1) عند حمولة معينة على الخطاف وفق الجدول (2)، وبالنسبة لبارامترات وحدات الحفر الموضحة في الجدول (3).



الشكل (2) يبين الرسم البياني الذي يظهره البرنامج لأهم المؤشرات التصميمية لمجموعة الرفع عند استخدام وحدة الحفر National M110 في حفر بئر SADA-9.

4- حساب ميل المماس لكل منحنى من المنحنيات السابقة اعتماداً على الدالة المشتقة، وإيجاد النقطة التي يكون عندها المجموع الجبري للميول عند نفس النقطة أقرب ما يمكن إلى الصفر، والتي تمثل نقطة التوازن بين مختلف المؤشرات التصميمية (التي تتأثر سلباً أو إيجاباً مع تغير عدد الخطوط العاملة)، وعندها تكون عدد الخطوط العاملة مثالية بالنسبة لوحدة الحفر عند الحمولة المختارة كما هو موضح في الجدول (4):

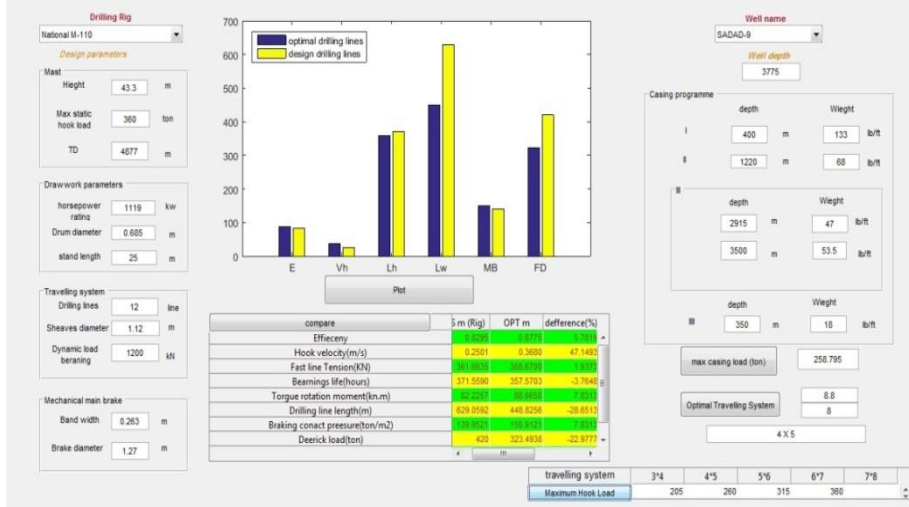
الجدول(4)- يبين عدد الخطوط العاملة المثالية بالنسبة لوحدات الحفر الروسية والأمريكية الصنع عند حمولات مختلفة على الخطاف.

Drilling Rigs Max HKI	Uralmash 3900/225 BK-EM	Uralmash 4500/270 BK-EM	DGO Bu5000 L32.I.	Nationa 1 B-80	Nationa 1 110 M	Nationa I 1320UE
185 t	8	8	6	8	6	6
200 t	10	8	8	10	6	6
236 t	-	10	8	-	8	6
258 t	-	12	10	-	8	8

من خلال النتائج المذكورة في الجدول(4) وضحا التركيبة المثالية عند بئر معين بالنسبة لوحدات الحفر الروسية والامريكية ، ويلاحظ تغير التركيبة عند الحمولة المتناسبة مع عمق البئر حسب البارامترات التصميمية لكل وحدة حفر ،فمثلا عدد الخطوط العاملة الملائمة للحمولة (236 ton) هي (8) خطوط أي التركيبة (4×5) بالنسبة لوحد الحفر الروسية DGO Bu5000L32I. أما بالنسبة لوحد الحفر الأمريكية National 1320UE هي (3×4) مما يعبر عن فعالية مجموعة الرفع بالنسبة لهذه البارامترات والتي تؤمن أفضل مؤشرات لعمل مجاميع الرفع عند الحمولة على الخطاف وتركيبه الحبال المعدنية الملائمة لها.

5 - حساب مؤشرات مجموعة الرفع عند عدد الخطوط العاملة المثالية والحمولة الموافقة لها عند نفس البارامترات الأخرى.

6- إجراء **مضاهاة** مع مؤشرات مجموعة الرفع للتركيبية التصميمية (الخطوة 2) من خلال مخطط الأعمدة الذي يظهره برنامج MATLAB المبين في الشكل (3).



الشكل (3)-يبين التركيبية المثالية حسب البرنامج المقترح، ويوضح تأثير اختيار هذه التركيبية على المؤشرات التصميمية لمجموعة الرفع بالمقارنة مع التركيبية التصميمية.

على سبيل المثال، أنه عند استخدام وحدة الحفر الروسية (BU5000L32 DGO.1) أو الأمريكية (National 110 M) في حفر بئر (SADAD-9) حيث تكون الحمولة القصوى (260 ton) فإن المنظومة المثالية بالنسبة لوحدة الحفر الروسية هي (5×6) ، ولوحدة الحفر الأمريكية (4×5) واللذان تملكان نفس التركيبية التصميمية (6×7) عند حملتان حديتان مختلفتان (320) و (360) طن على التوالي ، وتم توضيح أن التركيبية المثالية تؤمن أفضل المؤشرات التصميمية لمجموعة الرفع عند أقل منظومة متوافقة مع الحمولة حسب مخطط الأعمدة المبين في الشكل (3)، وفق ما يوضحه الجدول (5) .

الجدول(5)-يبين التأثير الحاصل على المؤشرات التصميمية عند التركيبه المثاليه المختارة بالمقارنة مع التركيبه التصميمية لوحدي حفر مختلفين.

Drilling rigs	BU5000L32 DGO.I		National 110M	
Travelling system	6×7	5×6	6×7	4×5
Design Parameters	m=12	m=10	m=12	m=8
Efficiency	0.829	0.853	0.829	0.877
Hook velocity(m/s)	0.276	0.351	0.250	0.368
Bearings life (hou)	1684	1708	1484	1428
Drilling line length (m)	652	559	629	448
Braking contact pressure(ton /m ²)	158	153	140	151
Derrick load (ton)	373	310	420	323

من خلال مخطط الأعمدة المبين في الشكل(3) ، وكذلك الجدول (5) نبين أفضل مؤشرات عمل مجموعة الرفع عند أقل تركيبه متوافقة مع الحمل، حيث تزداد سرعة رفع الخطاف بنسبة تصل إلى (27%) ويزداد المردود المفيد لمنظومة الحبال بنسبة (3%) عند استخدام منظومة كابلات اقل من المنظومة التصميمية وفق الحمولة المناسبة لها مترافقة مع تقليل طول كبل الحفر اللازم بنسبة (14%)، مما يقلل من الكلفة المادية والزمن اللازم لحفر البئر، إضافة إلى انخفاض العزوم الدورانية بنسبة طفيفة وكذلك تقل الحمولات على البرج بنسبة (17%) مع ازدياد في العمر النسبي للمضاجع بنسب تصل إلى (12%)، تبقى هذه المؤشرات ضمن الحدود المثالية لعمل مجموعة الرفع عند التركيبه التصميمية والحمولة الحدية المسموح بها) عند استخدام وحدة الحفر (BU5000L32 DGO.I) في حفر بئر SADAD-9 حيث تركيبه الحبال المعدنية المثاليه هي (5×6).

7- قد تم إغناء البرنامج من خلال حسابات الحمولات الحديدية عند كل منظومة بالنسبة لوحدات حفر مختلفة وفق المخطط الخوارزمي السابق وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول (6) و الجدول(7):

الجدول(6)-يبين الحمولات الحديدية المسموح بها عند كل منظومة بالنسبة لوحدات الحفر الأمريكية.

	Travelling System	3×4	4×5	5×6	6×7
Max Hook load (Ton) For American rigs	National B-80	155	195	220	-
	National 110 M	205	260	315	360
	National 1320UE	255	320	385	450

الجدول(7)-يبين الحمولات الحديدية المسموح بها عند كل منظومة بالنسبة لوحدات الحفر الروسية.

	Travelling System	3×4	4×5	5×6	6×7
Max Hook load (Ton) For Russian rigs	Uralmash 3900\225 BM-EK	160	200	225	-
	Uralmash 4500\270 BM-EK	155	200	240	270
	BU5000L32 DGO.I.	185	235	280	320

اعتماداً على النتائج المبينة في الجداول (6) و (7) تم التوصل إلى الحمولات القصوى الحدية (Critical loads) وفقاً لكل منظومة للحبال المعدنية بالنسبة لكل وحدة حفر، مما يتيح لطاغم الحفر معرفة الحمولات التي من الممكن الشد إليها في حال حدوث استعصاء بتشكيلة الحفر (Sticking drilling string)، ومعرفة درجة الأمان التي تعمل عنده وحدة الحفر.

5- الاستنتاجات

توصلنا في هذه الدراسة إلى الاستنتاجات التالية:

- في هذا البحث تم استخدام برنامج Matlab للنموذج الرياضي وفق المخطط الخوارزمي السابق كما تظهر الأشكال (1,2,3)، وهذا النموذج يمكن من الحصول على عدد الخطوط العاملة لجميع وحدات الحفر الروسية والأمريكية والصينية في حال توفر أهم البارامترات التصميمية لمجموعة الرفع ، ومن الممكن إنشاء جدول خاص بكل حفارة نفطية أو غازية، أو الحصول عليها مباشرة بعد إدخال المعلومات اللازمة.
- إن تغيير عدد الخطوط العاملة إلى القيمة المثالية بشكل متوافق مع الحمل يحسن من فعالية مجموعة الرفع بالكامل من خلال:
 - زيادة سرعة رفع الخطاف عند الاستطاعة المقدمة من الملفاف.
 - زيادة المردود المفيد لمنظومة الحبال المعدنية.
 - تقليل من طول كبل الحفر المستخدم.
 - انخفاض الحمولة الشاقولية على البرج.
 - المحافظة على العمر النسبي للمضاجع والضغط التماسي المؤثر في الكابح الرئيسي ضمن الحدود المثالية بالمقارنة مع عدد الخطوط العاملة التصميمية.
- بالنتيجة تقليل الكلفة المادية والوقت المصروف لإنجاز حفرة البئر .
- تحديد الحمولة القصوى المسموح بها على الخطاف عند كل تركيبة بالنسبة لمختلف وحدات الحفر .

التوصيات

- يلاحظ وفقاً للنتائج المذكورة في الجدول (5) بالنسبة للحفارة الامريكية (National110M) عند الحمولة الحديدية (260 ton) المبينة في الجدول (6) زيادة الضغط التماسي بنسبة (7%) ويقل العمر النسبي للمضاجع بنسبة (4%) مع تحسن بقية المؤشرات، لذلك نوصي في مثل هذه الحالات عند الحمولات الحديدية المسموح بها لكل منظومة استخدام تركيبة منظومة أكبر من المنظومة المثالية المختارة لضمان عمل مجموعة الرفع وفق أفضل المؤشرات.
- نوصي بتبديل المنظومة قبل البدء بعملية الحفر من خلال لف كبل الحفر على البكرات الثابتة والمتحركة للحصول على عدد الخطوط المثالية لكل بئر إذا كانت الحفارة مجهزة بمجموعة بكرات أعظمية ، ومن الصعب استبدالها بمجموعة أقل.
- لا نوصي بتغيير المنظومة مع زيادة العمق أي مع تغيير الحمولة بين أقل قيمة متمثلة بمنظومة الأجزاء المتحركة إلى أقصى قيمة والمتمثلة بوزن عمود المواسير الذي يبلغ طوله عمق المرحلة لأن هذه العملية تتطلب جهداً ووقت طويل وزيادة فترة حفر البئر والكلفة.
- لا بد من تطبيق هذه النتائج حقلياً للحفارات المتواجدة في الحقول السورية، لاختبار مدى دقة النتائج تجريبياً.
- نوصي بتطوير النموذج من خلال إضافة قاعدة بيانات ضخمة لمختلف وحدات الحفر ، إضافة إلى آبار متعددة مما يمكن من إجراء المقارنة بصورة أدق ومن الممكن أن يحدد الحفارة المناسبة حسب عمق كل بئر نفطي أو غازي.

الملحق (1) - يوضح شرح الرموز مع الوحدات للعلاقات الرياضية في
الجدول (1).

الواحدة	المعنى العلمي	الرمز
m	ارتفاع برج الحفر	H
m	طول الكبل الملتف على البكرة	lp
-	عدد الخطوط العاملة	m
m	عدد اللفات الاحتياطية	lf
KW	الاستطاعة المقدمة من المحرك	N_e
$\eta_{t.s}=0.75$	معامل المردود المفيد لمجموعة الحفر	$\eta_{t.s}$
KW	استطاعة مجموعة الرفع	N_D
KN	الحمولة على الخطاف	G_h
-	معامل مقاومة البكرات	β
m	قطر البكرة	$D_b.$
-	معامل المردود لمنظومة الكابلات	η
KN	الحمولة الديناميكية على المضاجع	C
m/s	سرعة رفع الخطاف	V
m	القطر الوسطي لأسطوانة الملفاف	D
m	قطر عجلة الكابح	D_t
m	عرض اللقم	B
-	معامل احتكاك ازواج الصفائح الاحتكاكية	μ
راديان	زاوية إحاطة الشريط بعجلة الفرامل	α

6- المراجع العلمية

1 - أ.د. حديد, محمود -ميكانيك آلات الحفر والإنتاج (1) - القسم العملي

-كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية, منشورات جامعة البعث, 2008-2009 .

2- د. الجواهري, محمد مهدي, دراسة العلاقة بين تركيبية منظومة الحبال والمؤشرات التصميمية لمجموعة الرفع في وحدات حفر الآبار النفطية, مجلة

جامعة البعث, 2002.

3- د. يونس , حميد عبد الكريم , البرمجة بلغة MATLAB, كلية العلوم -

جامعة البصرة, آذار 2009 .

4- الشركة السورية للنفط, برنامج بناء البئر, مديرية الحقول الوسطى, 2017.

5- JACK, F and DAVID, S 1972 -APPLIED DRILLING

ENGINEERING. Richadons.TX, First Edition, U.S.A,

513pages.

6- DAVIS, L .d 1981 - THE BLOCKS AND DRILLING LINE,

Second Edition, Houston, Texas, 51 pages.

7- GABOLDE, G and NGUYEN, J .p1999- DRILLING DATA

HANDBOOK, Third Edition, Richardson. TX, U.S.A, 258

pages.

8- MARCHAND, P and HOLLAND, T- Graphics and GUIs

with MATLAB, CRC Press Company.

9- KCA DEUTAG **T-19 NATIONAL 110M**. April, 2015

10- KCA DEUTAG **T-80 NATIONAL 1320UE** , November ,2015.

11- <http://Moscow.prompetrol.su/goods/3719387/burovaya-ustanovka-uralmash.htm>.

تأثير عملية تخمير جنين القمح في محتوى المركبات الفينولية ومضادات الأكسدة والغلوتاثيون

طالبة الدراسات العليا: سوسن بوطه

كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية - جامعة البعث

اشراف الدكتور: أحمد سمور الابراهيم

الملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير عملية تخمير جنين القمح الخام باستخدام بادئين مختلفين (بادئ العجينة الحامضية، بادئ خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae*) في محتوى الفينولات الكلية والغلوتاثيون ومركب 2,6 ثنائي ميثوكسي بنزوكينون والقدرة المضادة للأكسدة. وتمت عملية التخمير ببادئ العجينة الحامضية عند الدرجة 30°C لمدة 24hrs، وبخميرة الخبز عند درجة حرارة 30°C ولمدة 18hrs، وبعد ذلك تم تجفيفه وحُدِّد فيه: الفينولات الكلية بطريقة كاشف فولين سيكالتو ومركب 2,6 ثنائي ميثوكسي بنزوكينون بواسطة الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC والغلوتاثيون بالمعايرة باستخدام يودات البوتاسيوم ومضادات الأكسدة بطريقة إرجاع الجذر الحر DPPH.

أظهرت نتائج البحث أنه بمقارنة الجنين المخمر ببادئ العجينة الحامضية FRGS مع الجنين المخمر بخميرة الخبز FRGY فقد ازداد بشكل معنوي محتوى المركبات الفينولية وقد ازدادت بنسبة 15.3% و 31.5% على التوالي، كما كانت نسبة الزيادة في تثبيط الجذور الحرة R % بعد التخمير (7.68, 11.68) % في FRGS و FRGY على التوالي، كما ازداد بشكل معنوي 2,6 ثنائي ميثوكسي بنزوكينون (0.93, 0.47) %، كما ارتفع تركيز الغلوتاثيون في FRGY بشكل معنوي حيث بلغ 2.35mmol/g بنسبة زيادة 64.33% وانخفض في FRGS 0.97mmol/g بنسبة انخفاض 32.17%، أدى التخمير ببادئ خميرة الخبز إلى رفع محتوى الجنين من محتوى الفينولات الكلية والغلوتاثيون ومركب 2,6 ثنائي ميثوكسي بنزوكينون والقدرة المضادة للأكسدة بشكل أكبر من بادئ العجينة الحامضية، وكان الجنين المخمر بخميرة الخبز أفتح لوناً فكان *L 77.81 و* a 3.89 و* b 24.47.

الكلمات المفتاحية: تخمير، جنين القمح، خميرة الخبز، العجينة الحامضية، الفينولات الكلية، مضادات الأكسدة

Effect of Wheat Germ Fermentation on the Content of Phenolic Compounds, Antioxidants and Glutathione

Abstract

This research aimed to study effect of fermentation process on raw wheat germ using two different starters (sourdough starter, *Saccharomyces cerevisiae*) on total phenol content, glutathione, 2,6-dimethoxybenzoquinone and antioxidant capacity. The fermentation was carried out in sourdough starter at 30°C for 24 hours, and in baker's yeast at 30°C for 18 hours, after which it was lyophilized and determined: total phenols by the method of Folin-Ciocalteu reagent and 2,6-dimethoxybenzoquinone by HPLC and glutathione. Titration using potassium iodate and antioxidants by DPPH method.

The results of the research showed that by comparing the germ fermented with sourdough starter FRGS and FRGY baker's yeast, the content of phenolic compounds was significantly increased, and the increases percentage was 15.3% and 31.5%, respectively, the increase percentage of free radical inhibition R% was after fermentation (7.68, 11.68)% in FRGS and FRGY, respectively, and increased significantly by 2,6-dimethoxybenzoquinone (0.93, 0.47)%, and the concentration of glutathione in FRGY increased significantly, reaching 2.35 mmol/g with an increase of 64.33% and decreased in FRGS 0.97 mmol/g with a decrease of 32.17%, fermentation with bread yeast starter increased the germ content of total phenols, glutathione, 2,6-dimethoxybenzoquinone and the antioxidant capacity more than the sourdough starter, and the germ fermented with baker's yeast was lighter and was L* 71.81 and a* 3.89 and b* 24.47.

Key words: fermentation, wheat germ, baker's yeast, sourdough, total phenols, antioxidants

مقدمة Introduction:

تُستخدم تقانة التخمير بشكل شائع في الأغذية بهدف تحسين الصفات التغذوية والحسية وإطالة فترة الحفظ، وتشمل إما التخمير الطبيعي للأغذية أو استخدام بادئ تخمير. تكون في التخمير الطبيعي الميكروبات الداخلية التي تنمو بشكل طبيعي هي أساس عملية التخمير، مثل العجينة الحامضية sourdough، بينما يتم إجراء النوع الثاني من التخمير عادةً عن طريق التلقيح بميكروبات محددة مصنفة على أنها آمنة كما في خميرة الخبز [1].

يُعتبر تخمير العجين بطريقة العجينة الحامضية sourdough أحد أقدم عمليات التكنولوجيا الحيوية المستخدمة في إنتاج الغذاء، تعمل العجينة الحامضية على تحسين الرائحة والقوام وتأخر البيات وزيادة الثباتية الميكروبيولوجية والتوافر الحيوي للمعادن وتزيد من كمية المواد النشطة حيويًا وخفض استجابة نسبة السكر في الدم في المنتجات المخبوزة المختلفة، وتكون منتجات التخمير بشكل أساسي حمض اللبن والإيثانول/ حمض الخل، والإيثانول وثاني أكسيد الكربون، ولا يزال التخمير بالعجينة الحامضية أساسياً في إنتاج خبز الجاودار [2],[3].

عند تخمير العجين بخميرة الخبز تستهلك الخميرة في البداية السكريات الأحادية الموجودة في الدقيق، ثم يقوم أنزيم الأميلاز بتحويل النشاء المتهتك في الدقيق إلى سكريات قابلة للتخمير، خلال وبعد عملية المزج وتتضاعف كمية المالتوز في العجين من 10-15 مرة مقارنةً مع الكمية الموجودة في الدقيق عند بداية المزج وتقوم الخميرة بالتخمير الكحولي وهو تحوّل لاهوائي للسكر إلى غاز CO_2 وكحول إيثيلي، تحوّل الخميرة تحت الشروط اللاهوائية أكثر من 95% من الغلوكوز إلى إيثانول و CO_2 ، وبالرغم من أن معظم كمية الإيثانول تُفقد خلال عملية الخبيز إلا أنه يُعدّ عنصراً مهماً في تحديد نكهة الخبز وفقده التدريجي بعد الخبيز هو أحد الأسباب

المرافقة لفقدان النكهة عند بيات الخبز [4].

لوحظ في السنوات الأخيرة تزايد استهلاك الخبز من دقيق القمح عالي الاستخراج أو من دقيق حبة القمح الكاملة أو المدعم بمكونات تُعزز الصحة، وذلك لأن دقيق القمح منخفض الاستخراج مستنفذ من معظم العناصر الغذائية القيمة، مثل الألياف الغذائية والمعادن والفيتامينات والتي يفقدها خلال مراحل الطحن [5].

يُعدّ جنين القمح مصدر أساسي للمواد المغذية نظراً لتركيبه الكيميائي المميز، ويُستخدم سواءً للاستهلاك المباشر أو لتعزيز القيمة الغذائية للمنتجات الغذائية، حيث يُشكّل جنين القمح WG حوالي (2.5-3%) من وزن حبة القمح، ويُعتبر منتجاً ثانوياً عن عملية طحن القمح [6]، عالي القيمة الغذائية فهو المصدر الرئيس لفيتامين E في حبة القمح، كما أنّه غنيّ بمجموعة فيتامينات B والبروتينات ومعظم الأحماض الأمينية الأساسية، حيث تمّ تصنيف بروتينات جنين القمح من أفضل أنواع البروتينات مقارنةً مع البروتينات الحيوانية، والألياف الغذائية والمعادن، كما أنّه غنيّ بالأحماض الدسمة غير المشبعة وبشكل أساسي حمض الأوليك، وحمض اللينولييك، حمض α - اللينولينيك والمركبات الحيوية الوظيفية ومنها الفلافونويدات والستيرولات والغلوتاثيون [7].

تمّ تحديد الغلوتاثيون لأول مرة في جنين القمح عام (1936) من قبل سوليفان وآخرون ووجد أنّه يضرّ بجودة الخبز الناتج، كما أنّ الغلوتاثيون المؤكسد يُؤثر أيضاً على صفات الخبز، ووجد لاحقاً أنّه واحد من اثنين فقط من الببتيدات ثنائية الكبريتيد الذاتية قادرة على إحداث تغيير في الخصائص الفيزيائية لعجين دقيق القمح، وإنّ إضافة الغلوتاثيون إلى العجين يزيد من قابليتها للتمدد ويُقلّل من ثباتها أثناء الخلط. بسبب زيادة معدّل تفاعلات تبادل زمرة الثيول SH- (المجموعة السولفوهيدريلية) / ثنائي الكبريتيد S-S [8].

يعود الاستخدام المحدود لجنين القمح WG في الصناعات الخبزيّة إلى عدم ثباته خلال فترة حفظ المنتجات الخبزيّة، حيث إنّ الفعاليّة العالية لأنزيمات الليياز والليبوكسيداز تُسبّب تشكّل الأحماض الدّسمة الحرّة وبالتالي ظهور الطعم المتزخّ في المخبوزات [9]، إضافةً إلى أنّ وجود جنين القمح يُؤثّر سلباً في الخصائص التكنولوجيّة للدقيق ويشكّل أكبر على ثباتيّة العجين، ويتمثّل التحديّ في عزل وتخزين واستخدام جنين القمح بالحفاظ على هذه الجودة الغذائيّة العالية ومنع أكسدة الدّهون [10].

تمّ اقتراح تخمير جنين القمح WG بواسطة بكتيريا حمض اللّبن كوسيلة لحفظ جنين القمح. زاد التخمير أيضاً من إجماليّ نشاط مضادّات الأكسدة والفينولات والأحماض الأمينيّة الحرّة وزيادة هضم البروتين وانخفاض الغلوتاثيون [6].

ظهرت العديد من الدراسات حول استخدام واعد لمستخلص جنين القمح المخمرّ بواسطة خميرة الخبز والمعروف تجارياً باسم (Aveamar®)، وذلك لفعاليّته المضادّة لتكاثر الخلايا السرطانيّة [10]. وتُعزى فعاليّته بشكل أساسيّ إلى اثنين من الكينونات هما 2 ميثوكسي بنزوكينون (2,MBQ) و6,2-ثنائي ميثوكسي بنزوكينون (2,6-DMBQ)، وهي من المركّبات النشطة بيولوجياً ذات إمكانات واعدة كمكوّنات لأدوية العلاج الكيميائيّ المضادّة للسرطان [11].

من المحتمل أن يكون جنين القمح أفضل خزّان للأشكال الغليكوزيديّة غير النشطة من 2-ميثوكسي بنزوكينون و6,2-ثنائي ميثوكسي بنزوكينون. ويتطلّب تحويل الغليكوزيدات إلى مركّبات غير غليكوزيديّة نشاط أنزيم β -glucosidase الموجود في خميرة الخبز، والذي يُؤدّي إلى زيادة ملحوظة في الأنشطة الوظيفيّة والتأثير المضادّ للسرطان والميكروبات وتنشيط المناعة للأشكال غير الغليكوزيديّة لكلا هذين المركبين [10] [12].

هدف البحث Objective:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تخمير جنين القمح ببادئ من العجينة الحامضية وبادئ خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* على محتوى المركبات الفينولية ومضادات الأكسدة والغلوتاثيون ومركب 2,6 ثنائي ميثوكسي بنزوكينون ومقارنة خصائص الجنين المتخمّر الفيزيائية والكيميائية بكلا البادئين.

المواد وطرائق البحث Materials and Methods:

المواد Materials:

عينات جنين القمح: تم أخذ عينات من جنين القمح من مطحنتين مختلفتين (A و B) تختلفان عن بعضهما بطول خط الإنتاج وفي التكنولوجيا المتبعة في الإنتاج وفي نوعية القمح المستخدم. بالإضافة إلى ذلك تم أخذ عينات جنين لنوعين من القمح من المطحنة (A). استخدمت إحداها في عملية إضافة جنين القمح إلى الدقيق.

طرائق البحث Methods:

اختبارات جنين القمح:

تم تحديد رطوبة عينات جنين القمح المدروسة وفق [14] [13] (AACC, 2000, NO: 104/1)، والرّماد وفق (AACC, 2000, NO: 44-15)، ونسبة الألياف البروتين باستخدام طريقة كلداهل (AACC, 2000, NO: 105/1)، ونسبة الألياف الخام (Crude fiber): تمّ تحديدها وفق طريقة (AOAC, 2000)، والسكرات المرجعة وفق: Lane-Eynon method (AOAC, 2000, NO:923/09)

تخمير جنين القمح Germ Fermentation:

تم تخمير جنين القمح بواسطة بادئين مختلفين، الأول بادئ العجينة الحامضية المحضّر من جنين القمح والثاني خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae*.

الطريقة الأولى تخمير جنين القمح بطريقة العجينة الحامضية FRGS:

- تحضير بادئ طريقة العجينة الحامضية Sourdough Fermented Germ:

تم تخمير جنين القمح بطريقة العجينة الحامضية التقليدية (خميرة طبيعية) وفق [15] حيث تعتمد عملية التخمير في هذه الطريقة على البكتيريا والخمائر الموجودة بشكل طبيعي على حبيبات جنين القمح المطحون حديثاً، وفق النسب (جنين القمح 50g + دقيق 50g) + سكر 25g + ماء 100g

تمت عملية التخمير لمدة سبعة أيام في الحاضنة عند درجة حرارة 27 ± 2 °C حيث كانت الحموضة 0.1N NaOH/10g 13mL ورقم pH 3.84 ونسبة تعداد البكتيريا اللبّنية إلى الخمائر 1:85.7، تم خلط كمية متساوية من البادئ مع جنين القمح مع الماء بحيث كان مردود العجين 160%، وتمت عملية التخمير عند الدرجة 30°C لمدة 24hrs.

الطريقة الثانية تخمير جنين القمح باستخدام خميرة الخبز الطرية FRGY:

استخدام مستخلص من الماء و جنين القمح بنسبة 1:4، وتخمير هذا المستخلص بخميرة الخبز بنسبة 1:2، تخمير لاهوائي عند درجة حرارة 30 °C ولمدة 18hrs. [16,17].

تجفيد الجنين المخمر Freeze Drying:

تم تجفيد جنين القمح المخمر المحضّر بالطريقتين السابقتين في مجفّدة نوع (Freeze Dryer Machine-Type: ALPHA-1-2 LD CHRIST ro.:101021) عند -50 °م وضغط تخلفي 0.1mbar، حفظت العينات بعدها عند -18 °م.

الاختبارات الميكروبيولوجية [18]:

تم أخذ 10 غ من العينة ووضعت في كيس معقم ومزجت مع 90 مل من ماء البيبتون المعقم وتم التهضيم باستخدام 'Stomacher AES Laboratories' لمدة دقيقة واحدة، ثم حضرت سلسلة التمديدات العشرية حتى التركيز 10^{-6} وأنجزت التحاليل الميكروبيولوجية التالية:

تعداد البكتيريا اللبنية (LAB): تم الزرع في العمق على وسط Man Rogosa Sharp agar (MRS, Merck, Germany) وتم التحضين على الدرجة 37°C لمدة 48hrs.

تعداد الفطور والخمائر: تم الزرع على وسط تشابك Czapeks medium (Bio-tech Ltd) عند الدرجة 30°C لمدة 72hrs.

التعداد العام للبكتيريا: تم الزرع على وسط الأغار المغذي Nutrient agar (Hardy Diagnostics) عند الدرجة 30°C لمدة 48hrs.

بعد ذلك تم عدّ المستعمرات الجرثومية (CFU Colony Forming Units) بجهاز عدّ المستعمرات colony counter وتم التعبير عن النتائج بوحدة (CFU/g).
تقدير الفينولات الكلية [19]: تم تقدير الفينولات الكلية لجنين القمح الخام والمجفّد باستخدام طريقة فولين-سيوكالتو Folin-Ciocalteu الذي يتم ارجاعه من اللون الأصفر إلى اللون الأزرق ويعطي أعلى امتصاصية لونية عند طول موجة 765nm، حيث يؤخذ حمض الغاليك كمادة قياسية. حضرت سلسلة عيارية من حمض الغاليك وتم رسم المنحني العياري وكانت المعادلة من الشكل $Y = 0.0016 X + 0.0395$ ، وحُسبت كمية الفينولات الكلية بعدد ميلي غرامات حمض الغاليك في الغرام.

تحضير المستخلص الميثانولي للعينة: يؤخذ 5g من العينة مع 50mL من الميثانول 80%، يُحرّك المزيج لمدة نصف ساعة ثم تم إجراء الطرد المركزي بسرعة 4000 rpm لمدة 10 min بواسطة جهاز طرد مركزي (scilogex llc,usa)، ثم أخذ الجزء الطافي وحُفظ عند درجة الحرارة -18°C .

يؤخذ في أنبوب اختبار 20µL من المستخلص الميثانولي للعينة (أو السلسلة العيارية) مع 100 µL من كاشف فولين-سيوكالتو مع 1.58mL من الماء المقطر ويُحرّك جيّداً ثم انتظار 5min وبعد ذلك يُضاف 300µL من محلول كربونات

الصوديوم 20%، ويُترك المزيج في الظلام مدّة ساعة ونصف، ومن ثمّ قيست الامتصاصيّة عند 765nm باستخدام جهاز السيكتروفومتر نوع (Phylo, Italy).

تحديد القدرة المضادّة للأكسدة بطريقة الجذر الحرّ DPPH (1-2,2-diphenyl-)

: (picrylhydrazyl)

تمّ تقدير القدرة المضادّة للأكسدة بطريقة DPPH لجنين القمح الخامّ والمجفّد وفق [20]، حيث وُضع 1.5 mL من محلول الـ DPPH (0.025 g/L = 63.4 µM) حيث حُلّ DPPH في الميثانول (80%) في أنبوب اختبار، ثمّ أُضيف إليه 37.5 µL من محلول العيّنة (المستخلص الميثانولي)، حُرّك المزيج وتُرك في الظلام مدّة 30min، ثمّ قيست الامتصاصيّة عند طول موجة 517nm باستخدام جهاز السيكتروفومتر. وحُسبت القدرة المضادّة للأكسدة كنسبة مئويّة لتثبيط الجذر الحرّ من العلاقة الآتية:

$$%R = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100$$

حيث: A امتصاصيّة العيّنة، A₀ امتصاصيّة الشاهد، R نسبة تثبيط الجذر الحرّ، %.

تحديد الغلوتاثيون المرجع: تمّ تحديد الغلوتاثيون المرجع باستخدام المعايرة بواسطة يودات البوتاسيوم 0.001N KIO₃ وفق [21].

تحديد 2,6 ثنائي ميثوكسي بنزوكينون: وفق [22] باستخدام

بالكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC: الطور الحامل: محلول الأسيتونتريل 20% Sigma-Aldrich في 0.025M من أحادي فوسفات البوتاسيوم (pH 5.8)، العمود: EC 250/4.6 NUCLEOSIL 100-5 C18، الكاشف: UV-Vis عند طول موجة 290nm.

اختبار اللون: باستخدام جهاز قياس اللون (Konica Minolta CM-3500d, Japan)

الدراسة الإحصائية: Statical Analysis:

تمّ إجراء 3 مكرّرات لجميع الاختبارات ثمّ التقييم الإحصائيّ للنتائج

باستخدام برنامج Minitab الإصدار 19.0 عند مستوى وثوقيّة (p<0.05).

النتائج والمناقشة Result and Discussion

توصيف جنين القمح المستخدم: يُبين الجدول (1) نتائج اختبارات عينات جنين القمح، حيث لوحظ عدم وجود فرق معنوي بين محتوى نوعي الجنين الناتجتين عن المطحنة A ويعود الاختلاف البسيط إلى اختلاف نوع القمح المستخدم، في حين يُلاحظ ارتفاع نسبة البروتين والدسم وانخفاض نسبة الألياف في عينات جنين المطحنة (B) مقارنةً مع عينات جنين القمح من المطحنة (A) دليل على نقاوة الجنين ويعود سبب هذه الاختلافات في تجهيزات المطحنة (B) عن المطحنة (A). بالنسبة للدسم: تُؤكّد النتائج التجريبية المبادئ النظرية التي تُشير إلى ارتفاع كبير في محتوى الجنين من المواد الدسمة، أمّا بالنسبة للرماد فقد وُجد ارتفاع كبير في نسبة الرماد في الجنين وهذا يدلّ على محتوى جنين القمح المرتفع من العناصر المعدنية.

جدول (1): نتائج اختبارات عينات جنين القمح

اسم العينة	الرطوبة، %	البروتين (على الجاف)، %	الدسم (على الجاف)، %	الرماد (على الجاف)، %	الألياف الخام (على الجاف)، %
A-1	10.6±2.03 ^c	23.4±1.07 ^b	7.7±1.23 ^b	4.6±0.06 ^a	6.75±1.21 ^a
A-2	11.2±1.91 ^b	24.3±0.59 ^b	7.0±0.94 ^c	4.8±0.86 ^a	6.65±1.07 ^a
B	13.9±1.57 ^a	27.5±0.62 ^a	8.3±1.04 ^a	3.9±0.48 ^b	5.21±0.56 ^b

* الأرقام التي تتشارك نفس الحرف في العمود الواحد ليس لها تأثير معنوي عند (P<0.05).

مواصفات بادئ العجينة الحامضية: حيث بلغ تعداد البكتيريا اللبنية (CFU/g) 1.2×10^8 والفطور والخمائر (CFU/g) 1.4×10^6 والتعداد العام (CFU/g) 2.0×10^8 .

مواصفات خميرة الخبز: بلغت رطوبتها 70.32% والرماد 2.2% والبروتين 42.64% والغلوتاثيون 12mg/g (على أساس الوزن الجاف) وكانت الخميرة

المستخدمة في الدراسة مطابقة لشروط الخميرة الطرية المنصوص عليها في المواصفة القياسية السورية 143:2016.

نتائج الاختبارات الفيزيائية والكيميائية لجنين القمح الخام والمخمّر:

يُظهر الجدول (2) نتائج كلٍّ من الرطوبة والرّماد والبروتين والفعاليّة المائيّة والسكّريّات لكلٍّ من جنين القمح الخام قبل التخمير RG و جنين القمح المخمّر بالعجينة الحامضيّة FRGS والمخمّر بخميرة الخبز FRGY.

حيث نلاحظ وجود فروق معنويّة مهمّة إحصائيّاً بين قيم الرطوبة والبروتين والرّماد والفعاليّة المائيّة و pH بتخمير جنين القمح بالطريقتين، إذ وجد قيمة الرطوبة لجنين القمح الخام 13.9% والفعاليّة المائيّة 0.63% وانخفضت الرطوبة في الجنين المخمّر بالعجينة الحامضيّة وبخميرة الخبز وفق الآتي: (9.66 , 9.71)% والفعاليّة المائيّة (0.45 , 0.47)% على الترتيب ويعود ذلك لعملية التجفيد التي خضع لها الجنين المخمّر.

بينما أظهرت قيم الرّماد انخفاض معنويّ في الجنين بعد التخمير حيث سُجّلت القيم (3.21, 2.91, 3.90)% لكلٍّ من RG و FRGS و FRGY على التوالي ويعود ذلك إلى الإضافات أثناء عملية تخمير الجنين وفق النسب المذكورة سابقاً.

لوحظ ازدياد نسبة البروتين عند تخمير الجنين بخميرة الخبز 30% ويعود ذلك إلى ارتفاع نسبة البروتين في الخميرة الطرية، وانخفضت قيمته بشكل معنويّ بطريقة العجينة الحامضيّة، حيث بيّنت الدراسات أنّ بروتيناز البكتيريا اللبنيّة أو الخميرة ليست هي المسؤولة عن عملية التحلّل [23]، وإنّما تتمّ عملية تحلّل البروتين إلى ببتيدات بفعل الأنزيمات المحلّلة للبروتين الموجودة في الدقيق والتي تنشط عند pH منخفضة، ويحلّل الببتيداز الموجود في خلايا LAB إلى أحماض أمينيّة [24].

انخفض محتوى السكّريّات المرجعة بشكل معنويّ في كلا الطريقتين ويكون محتواها FRGY أخفض من محتواها في FRGS بحوالي 94% وذلك كون السكّريّات المرجعة هي الوقود الأساسي لعملية التخمير بواسطة خميرة الخبز، كما

أن خميرة الخبز تفرز أنزيمات المعقد الزيمازي بهدف توفير السكريات الأحادية في الوسط، كما ينخفض محتوى المواد الدسمة في FRGS انخفاض معنوي بحوالي 9% و 8% في FRGY وذلك بسبب تحلل المواد الدسمة بفعل أنزيمات الليباز في وهذا يتوافق مع [15].

الجدول (2): مواصفات جنين القمح الخام قبل وبعد التخمير

FRGY	FRGS	RG	المؤشر
بعد التخمير		قبل التخمير	
9.71±1.04 ^b	9.66±1.23 ^b	13.90±0.39 ^a	الرطوبة، %
0.47±0.10 ^b	0.45±0.08 ^c	0.63±0.02 ^a	الفعالية المائية a _w
6.87±1.03 ^b	4.64±0.14 ^c	6.90±0.07 ^a	pH
3.21±0.21 ^b	2.91±0.19 ^c	3.90±0.31 ^a	الرماد % *
35.84±0.22 ^a	25.59±0.16 ^c	27.15±0.12 ^b	البروتين % *
0.501±1.51 ^c	7.77±0.32 ^b	12.97±0.10 ^a	السكريات المرجعة % *
7.65±1.05 ^b	7.56±0.74 ^b	8.32±0.96 ^a	الدسم %

* على أساس الوزن الجاف

** الأرقام التي تتشارك نفس الحرف في السطر الواحد ليس لها تأثير معنوي عند (P<0.05).

يُظهر الجدول (3) نتائج كل من تعداد البكتيريا اللبنية والخمائر والتعداد العام والفينولات الكلية ومضادات الأكسدة و6,2 ميثوكسي بنزوكينون والغلوتاثيون لكل من جنين القمح الخام قبل التخمير RG و جنين القمح المخمر بالعجينة الحامضية FRGS والمخمر بخميرة الخبز FRGY.

حيث نلاحظ وجود فروق معنوية بين قيم تعداد البكتيريا اللبنية والخمائر والتعداد العام بتخمير جنين القمح بالطريقتين، إذ وجد قيمة البكتيريا اللبنية لجنين

القمح الخام 5.2×10^2 CFU/g والخمائر 10 CFU/g و التعداد العام 8.3×10^3 CFU/g ازدادت في الجنين المخمر بالعجينة الحامضية وفق الآتي:
 $(7.6 \times 10^7, 5.5 \times 10^4, 4.1 \times 10^7)$ CFU/g على الترتيب وبخميرة الخبز وفق الآتي:
 $(7.2 \times 10^7, 4 \times 10^7, 3.9 \times 10^5)$ CFU/g وهذا يتوافق مع [25]، الذي أوضح أنّ البكتيريا اللبنية والخمائر تكون متواجدة بشكل طبيعي، ولكن يعتمد نموها بشكل حيوي على كثير من العوامل مثل التركيب الكيميائي والأنزيمي للدقيق، ودرجة الحرارة، وتفاعلات الأكسدة والارجاع، ومحتوى الماء وزمن التخمر، وتهيمن بكتيريا حمض اللبن على العجين المخمر الناضج، حيث يجب أن يصل تعداد الخلايا اللبنية إلى أكثر من 10^8 CFU/g، كما أوضح [26] أنّ نسبة البكتيريا اللبنية: الخمائر تكون عادةً 1:100 في العجائن الحامضية.

يُظهر الجدول (3) كمية الفينولات الكلية ونسبة التثبيط لمضادات الأكسدة في جنين القمح الخام و جنين القمح المخمر بعد عملية التجفيد، ارتفعت في المستخلصات الميثانولية للعينات نسبة المركبات الفينولية بشكل ملحوظ في جنين القمح المجفد حتى $319.9 \text{ mg GA}/100\text{g}$ على الوزن الجاف في FRGS و $364.83 \text{ mg GA}/100\text{g}$ على الوزن الجاف في FRGY وقد ازدادت بنسبة 15.3 %، و 31.5% على التوالي، وهذا يتوافق مع [25]، ولكن كانت نسبة الزيادة أعلى من 33% وذلك بسبب استخدام سلالات معزولة سابقاً، كما أنّ نسبة تثبيط الجذور الحرة R% ارتفعت بشكل معنوي بعد التخمر حتى 79.94% في FRGS و 82.5% في FRGY وهذا يتوافق مع [27]، حيث لوحظ زيادة في الخواص المضادة للأكسدة (اختبار القدرة المضادة للأكسدة بطريقة تثبيط الجذر الحر DPPH) وزيادة في كمية المركبات الفينولية للمستخلصات الميثانولية لهذه المنتجات.

لوحظ ارتفاع معنوي في تركيز مركب 2,6 ميثوكسي بنزوكينون في FRGY حيث كان تركيزه 0.93 % أعلى من FRGS و RG (0.27-0.47) % على

الترتيب، وهذا يتفق [22] مع الذي أوضح أنّ أنزيمات الخميرة هي سبب تشكّل 2,6 ميثوكسي بنزوكينون.

كما ارتفع تركيز الغلوتاثيون بعد عملية التخمير بشكل معنويّ حيث بلغ 2.35 mmol/g في FRGY وانخفض في FRGS 0.97 mmol/g بنسبة انخفاض 32.17%، وقد فسّر [18] ذلك بأنّ البكتيريا اللبنيّة تستخدم الغلوتاثيون كمصدر للأحماض الأمينيّة للنمو، كما أنّ خميرة الخبز تحتوي على الغلوتاثيون، مما يرفع تركيزه في FRGY أكثر من FRGS.

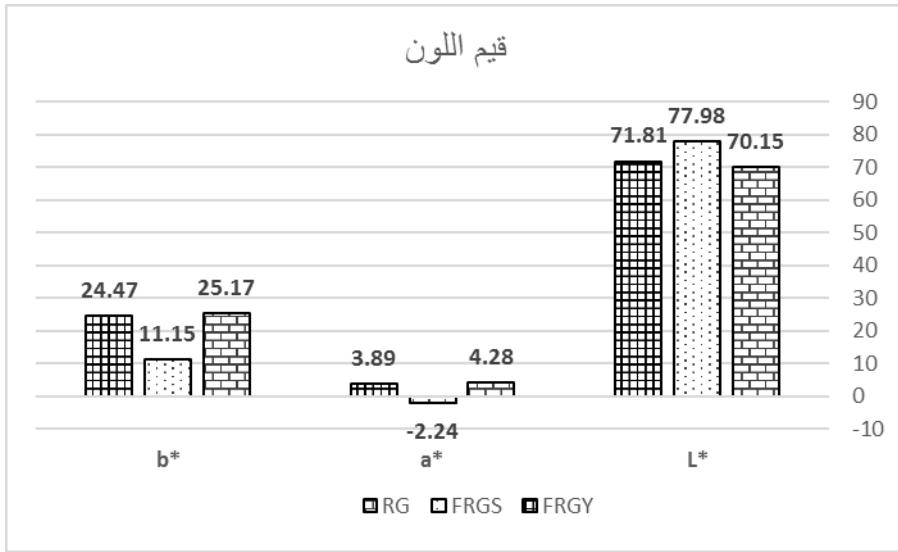
جدول (3): تأثير التخمير على تعداد البكتيريا اللبنيّة والتعداد العامّ والفينولات الكلّيّة ومضادات الأكسدة ومحتوى الغلوتاثيون ومركب 2,6 ميثوكسي بنزوكينون

FRGY	FRGS	RG	المؤشر
بعد التخمير		قبل التخمير	
3.9×10^5	4.1×10^7	5.2×10^2	البكتيريا اللبنيّة CFU/g
4×10^7	5.5×10^4	10<	الخمائر CFU /g
7.2×10^7	7.6×10^7	8.3×10^3	التعداد العام CFU /g
364.83 ^a	319.90 ^b	277.39 ^c	الفينولات الكلّيّة* mg GA/100g
82.5 ^a	79.54 ^b	73.87 ^c	نسبة تثبيط مضادات الأكسدة R%
0.93 ^a	0.47 ^b	0.27 ^c	2,6 ميثوكسي بنزوكينون، %*
2.35 ^a	0.97 ^c	1.43 ^b	الغلوتاثيون، mmol/g*

*على أساس الوزن الجاف،

** الأرقام التي تتشارك نفس الحرف في السطر الواحد ليس لها تأثير معنويّ عند (P<0.05).

نلاحظ من الشكل (1) ارتفاع قيم L^* للجنين المخمر بالعجينة الحامضية 77.98 وبخميرة الخبز 71.81 بينما انخفضت قيم a^* و b^* بشكل معنوي فكانت a^* في FRGS و FRGY (-2.24 , 3.89) على التوالي، وقيم b^* كانت على الترتيب (21.47, 24.47) إلى زيادة قتامة لون الجنين المجفد ببيدئ العجينة الحامضية بشكل أكبر.



الشكل (1): قيم اللون لعينات الجنين الخام والجنين المخمر ببيدئ العجينة الحامضية FRGS والجنين المخمر بخميرة الخبز FRGY

الاستنتاجات:

- 1- وجد أنّ جنين القمح يمتلك قيمة غذائية مرتفعة من الدسم والبروتين والمعادن.
- 2- تُغيّر عملية التخمير من خصائص جنين القمح، حيث ازدادت نسبة البروتين، وانخفض محتوى الرّماد والدسم والكربوهيدرات.
- 3- تعمل عملية التخمير بخميرة الخبز على زيادة محتوى الفينولات الكلية والقدرة المضادة للأكسدة ومركب 2,6 ميتوكسي بنزوكينون ومحتوى الغلوتاثيون وكانت نسب الزيادة (31.52 و 11.68، 244.4، 64.33) % على الترتيب.
- 4- أدت عملية التخمير بالبكتيريا اللبنيّة والخمائر على زيادة محتوى الفينولات الكلية والقدرة المضادة للأكسدة ومركب 2,6 ميتوكسي بنزوكينون وكانت نسب الزيادة

(15.32، 7.68، 74.07) % على الترتيب وهي أقل من نسب الزيادة عند

التخمير بخميرة الخبز.

5- خفضت عملية التخمير بالبكتيريا اللبنية من محتوى الغلوتاثيون المرجع بنسبة

32.17%، وهو يُعتبر من العوامل المضعفة للعجين ريولوجياً.

المراجع الأجنبية:

1. Gan, R. Y., Li, H. Bin, Gunaratne, A., Sui, Z. Q., & Corke, H. (2017). Effects of Fermented Edible Seeds and Their Products on Human Health: Bioactive Components and Bioactivities. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16(3), 489–531.
2. Katina, K., Arendt, E., Liukkonen, K. H., Autio, K., Flander, L., & Poutanen, K. (2005). Potential of sourdough for healthier cereal products. **Trends in Food Science & Technology**, 16(1-3), 104-112.
3. Angioloni, A., Romani, S., Pinnavaia, G. G., & Rosa, M. D. (2006). Characteristics of bread making doughs: Influence of sourdough fermentation on the fundamental rheological properties. **European Food Research and Technology**, 222(1-2), 54–57
4. Struyf, N., Van der Maelen, E., Hemdane, S., Verspreet, J., Verstrepen, K. J., & Courtin, C. M. (2017). Bread dough and baker's yeast: An uplifting synergy. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16(5), 850-867.
5. Mahmoud, A. A., Mohdaly, A. A. A., & Elneairy, N. A. A. (2015). Wheat Germ: An Overview on Nutritional Value, Antioxidant Potential and Antibacterial Characteristics. **Food and Nutrition Sciences**, 06(02), 265–277
6. Boukid, F., Folloni, S., Ranieri, R., & Vittadini, E. (2018). **A** compendium of wheat germ: Separation, stabilization and food applications. **Trends in Food Science and Technology**, 78(June), 120–133.
7. Verni, M., Rizzello, C. G., Coda, R., & Bran, W. (2019).

Fermentation Biotechnology Applied to Cereal Industry By-Products : ***Nutritional and Functional Insights***, 6(April)

8. Rojas Tovar, L. E., & Gänzle, M. G. (2021). Degradation of wheat germ agglutinin during sourdough fermentation. ***Foods***, 10(2). <https://doi.org/10.3390/foods10020340>
9. Giuseppe, C., Luana, R., & Gobbetti, M. (2010). Use of sourdough fermented wheat germ for enhancing the nutritional , texture and sensory characteristics of the white bread. 645–654.
10. Demidov, L. V., Manziuk, L. V., Kharkevitch, G. Y., Pirogova, N. A., & Artamonova, E. V. (2008). Adjuvant fermented wheat germ extract (Avemar™) nutraceutical improves survival of high-risk skin melanoma patients: A randomized, pilot, phase II clinical study with a 7-year follow-up. ***Cancer Biotherapy and adiopharmaceuticals***, 23(4), 477–482. <https://doi.org/10.1089/cbr.2008.0486>
11. Boros, L. G., Nichelatti, M., & Shoenfeld, Y. (2005). Fermented wheat germ extract (Avemar) in the treatment of cancer and autoimmune diseases. ***Annals of the New York Academy of Sciences***, 1051, 529–542.
12. Rizzello, C. G., Nionelli, L., Coda, R., De Angelis, M., & Gobbetti, M. (2010). Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ. ***Food Chemistry***, 119(3), 1079-1089.
13. AACC, 2000. Approved Methods of the AACC, 10th edn. Methods 38-12A, 08-01, 26-95, 26-50, 54-21, 30-10, 56-81B, 54-10, 44-15A, 46-10. St Paul, MN. AACC.
14. AOAC, 2000. Official methods of analysis, (16th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. Bureau, W. G. 2007. History of Whole Grains.
15. Vrancken, G., Rimaux, T., Weckx, S., Leroy, F., & De Vuyst, L. (2011). Influence of temperature and backslopping time on the microbiota of a type I propagated laboratory wheat sourdough fermentation. ***Applied and Environmental Microbiology***, 77(8), 2716-2726.
16. Fermented Wheat Germ Extract. (2020). *Definitions*, 26(10),
17. Granulate, A., Food, D., & Food, S. P. (2013). Avemar Granulate as Dietary Food / *Special Purpose Food for Cancer HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT SECTION*

MINISTRY OF HEALTH.

18. Marti, A., Torri, L., Casiraghi, M. C., Franzetti, L., Limbo, S., Morandin, F., Quaglia, L., & Pagani, M. A. (2014). Wheat germ stabilization by heat-treatment or sourdough fermentation: Effects on dough rheology and bread properties. *LWT - **Food Science and Technology***, 59(2P1), 1100–1106.
19. Shahidi, F. and Naczk, M., 2005. Analysis of Polyphenols in Foods. In: Methods of Analysis of Food Components and Additives, (Semih Ötles eds), **Taylor Francis Group**, LLC, Boca Raton, FL, 9, 199-261
20. Bonina, F., Puglia, C., Ventura, D., Aquino, R., Tortora, S., Sacchi, A., Saija, A., Tomaino, A., Pellegrino, M. L., and DE Capraris, P., 2002. In vitro antioxidant and in vivo photoprotective effects of a lyophilized extract of Capparis spinosa L. buds. *J. Cosmet Sci*, 53, 321–335.
21. Every, D., Morrison, S. C., Simmons, L. D., & Ross, M. P. (2006). Distribution of glutathione in millstreams and relationships to chemical and baking properties of flour. ***Cereal chemistry***, 83(1), 57-61.
22. Tömösközi-Farkas, R., & Daood, H. G. (2004). modification of chromatographic method for the determination of benzoquinones in cereal products. ***Chromatographia***, 60(SUPPL.).
23. Wieser, H., N. Vermeulen, F. Gaertner and R.F. Vogel. 2008. Effects of different Lactobacillus and Enterococcus strains and chemical acidification regarding degradation of gluten proteins during sourdough fermentation. *European **Food Research and Technology***, 226: 1495–1502
24. Di Cagno, R., M. De Angelis, S. Auricchio, L. Greco, C. Clarke, M. De Vincenzi, C. Giovannini, M. D'Archivio, F. Landolfo, G. Parrilli, F. Minervini, E. Arendt and M. Gobbetti. 2004. Sourdough bread made from wheat and nontoxic flours and started with selected Lactobacilli is tolerated in celiac sprue patients. ***Applied and Environmental Microbiology***, 70: 1088–1096.
25. Rizzello, C. G., Portincasa, P., Montemurro, M., di Palo, D. M., Lorusso, M. P., de Angelis, M., Bonfrate, L., Genot, B., & Gobbetti, M. (2019). Sourdough fermented breads are more digestible than those started with baker's yeast alone: An in vivo challenge dissecting distinct gastrointestinal responses. ***Nutrients***, 11(12).
26. M. Gobbetti. (1998). The sourdough microflora: Interactions of

- lactic acid bacteria and yeasts. **Trends in Food Science and Technology**, 9, 267–274.
27. Liukkonen, K. H., K. Katina, A. Wilhelmsson, O. Myllymaki, A.M. Lampi, S. Kariluoto, P. Vieno and K. Poutanen. (2003). Process-induced changes on bioactive compounds in whole grain rye. **Proceedings of the Nutrition Society**, 62: 117–122.

