الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة دمشق
كلية الزراعة
قسم علوم الأغذية

تأثير المعاملات الفيزياكيميائية وطرائق التجفيف في جودة الفطر المحاري واستخدام مجففاته في التطبيقات الغذائية

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في العلوم الزراعية (تخصص علوم الأغذية)

إعداد:

محمد جمال الزعبي

المشرف العلمي

الأستاذ الدكتور أنور الحاج علي

كلية الزراعة –جامعة دمشق–قسم علوم الأغذية

المشرف المشارك

الدكتور بسام العقلة

باحث في الهيئة العامة للتقانات الحيوية

2022

تصريح

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في علوم الأغذية من كلية الزراعة في جامعة دمشق، وهي بعنوان " **تأثير المعاملات الفيزياكيميائية وطرائق التجفيف في جودة الفطر المحاري واستخدام مجففاته في التطبيقات الغذائية** " وإن هذا البحث لم يسبق أن قبل للحصول على أي شهادة ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشح

محمد جمال الزعبي

Declaration

This study has been submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of PH.D in the Department of Food Sciences at the faculty of Agricultural Engineering, Damascus University. It is hereby declared that this study "**Effect of physio-chemical Pretreatments and Drying Methods on Quality Parameters of Oyster Mushroom (Pleurotus spp.) and uses of its dried forms in food applications** "has not already been accepted for any degree, nor it has been submitted concurrently for any other degree.

Candidate

Mohamed Jamal Alzoubi

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة "**تأثير المعاملات الفيزياكيميائية وطرائق التجفيف في جودة الفطر المحاري واستخدام مجففاته في التطبيقات الغذائية**" هو نتيجة بحث عملي قام به المرشح محمد جمال الزعبي، وبأن أي مراجع أخرى ذكرت في هذه الرسالة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها بوضوح في النص وفي قائمة المراجع.

المرشح	المشرف العلمي	المشرف المشارك
محمد جمال الزعبي	ا.د. أنور الحاج علي	د. بسام العقلة

Certification

It is hereby certified that the work described in this thesis:" **Effect of Physio-Chemical Pretreatments and Drying Methods on Quality Parameters of Oyster Mushroom (Pleurotus spp.) and uses of its dried forms in food applications**" is the result of author's own investigation. Any other references mentioned in this work were documented in the text of the treatise

Candidate	Scientific Advisor	participant Advisor
Mohamed Jamal Alzoubi	Prof.Dr. Anwar Alhaj Ali	Dr.Bassam Alokla

كلمة شكر

أود أن أتوجه بالشكر والتقدير لكل من ساعد على إنجاز هذا البحث وأخص بالشكر:

الأستاذ الدكتور أنور الحاج علي والدكتور **بسام العقلة** اللذين ساهما بالإشراف الوثيق على هذا البحث، وتفضلا بإعطائي النصائح والتوجيهات اللازمة لإتمامه.

Acknowledgment

I would like to acknowledge all people who helped me for completing this work. I am also grateful to ***Prof. Dr.*****Anwar Alhaj Ali** *and* ***Dr.Bassam AlOkla*** *who closely supervised and encouraged me to peruse this research.*

فهرس المحتويات

م	الموضوع	رقم الصفحة
	المقدمة	1
	مبررات وأهداف البحث	1
	الفصل الأول	**4**
	الدراسة المرجعية	4
1-1	**التصنيف العلمي للفطر المحاري**	5
2-1	**الوصف المورفولوجي للفطر**	6
3-1	**القيمة الغذائية للفطر**	7
4-1	**الأهمية الطبية والعلاجية للفطر**	8
5-1	**التركيب الكيميائي للفطر**	9
1-5-1	**- المحتوى الرطوبي**	9
2-5-1	**- البروتين**	9
3-5-1	**- الكربوهيدرات**	11
4-5-1	**- الدسم**	12
5-5-1	**- الرماد**	13
6-5-1	**- الفيتامينات**	14
7-5-1	**- الأنزيمات**	14
8-5-1	**- مضادات الأكسدة**	15
9-5-1	**- الفينولات المتعددة**	15
10-5-1	**- الخصائص المضادة للأحياء الدقيقة**	16
11-5-1	**- المركبات المضادة للتغذية**	16
6-1	**التغيرات الكيميائية والفيزيولوجية بالفطر أثناء التخزين والتجفيف**	17
1-6-1	**- فقد الوزن**	17
1-2-6-1	**- التغيرات في اللون**	17
2-2-6-1	**- التغيرات في القوام**	18
3-2-6-1	**- التغيرات في النكهة**	19
3-6-1	**- التغير في الحمولة الميكروبية**	19

4-6-1	- تغير درجة الحموضة (pH)	21
7-1	طرق حفظ الفطر	21
1-7-1	المعاملات الأولية للفطر	22
1-1-7-1	- الغسيل والسلق	22
2-1-7-1	- المعاملة بالمحاليل الكيمائية	23
3-1-7-1	- التغطية	25
8-1	أهم الطرق المستخدمة في تجفيف الفطر	26
1-8-1	- التجفيف الشمسي الطبيعي (التقليدي)	27
2-8-1	- التجفيف بالمجففات الشمسية	28
3-8-1	- التجفيف الميكانيكي بالفرن الهوائي	29
4-8-1	- التجفيف بالتجميد (التجفيد)	30
9-1	الخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر المحاري	31
10-1	معدل الاسترجاع	32
11-1	استخدام مسحوق الفطر المحاري في الصناعات الغذائية	33
	الفصل الثاني	35
1-2	مواد البحث	35
1-1-2	- مكان وزمان تنفيذ البحث	35
2-1-2	- مصدر عينات الفطر المحاري الشتوي	35
2-2	**طرائق البحث**	**35**
1-2-2	- تحضير عينات الفطر للتجفيف	35
2-2-2	- المعاملات الأولية الفيزياكيميائية المطبقة على شرائح الفطر	36
3-2-2	- طرق التجفيف المطبقة على شرائح الفطر	36
4-2-2	- تحضير مسحوق الفطر	37
5-2-2	-الاختبارات العملية	37
3-2	التطبيقات الغذائية من مجففات الفطر المحاري	**52**
1-3-2	- مسحوق حساء الفطر	52
2-3-2	- بسكويت الفطر	53
3-3-2	- برغر الدجاج	55
	الفصل الثالث	57

أولاً	النتائج والمناقشة	57
أ	دراسة التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية للفطر المحاري الشتوي	57
1-3	نتائج التركيب الكيميائي	57
1-1-3	– المحتوى الرطوبي	57
2-1-3	– البروتين	58
3-1-3	– الرماد الكلي	58
4-1-3	– نسبة الألياف الخام	59
5-1-3	– الكربوهيدرات الكلية	59
6-1-3	– الدسم	60
7-1-3	– محتوى الطاقة	60
2-3	نتائج تركيب الأحماض الأمينية	**61**
3-3	نتائج تركيب الأحماض الدسمة	**63**
4-3	نتائج تركيب السكريات	**65**
5-3	نتائج نسب العناصر المعدنية	**67**
6-3	نتائج نسب الفيتامينات	71
7-3	نتائج الخصائص المضادة للأكسدة	75
8-3	نتائج المواد المضادة للتغذية	77
9-3	نتائج الخصائص الفيزياكيميائية	80
10-3	نتائج قيم مؤشرات اللون	81
11-3	نتائج التقييم الحسي	83
ب	تأثير المعاملات الأولية وطرائق التجفيف في خواص جودة الفطر المجفف	84
1-4	نتائج التركيب الكيميائي لعينات الفطر المحاري المجفف	**84**
1-1-4	– محتوى الرطوبة	84
2-1-4	– البروتين	86
3-1-4	– الرماد	89
4-1-4	– الألياف الخام	91
5-1-4	– الدسم	93
6-1-4	– الكربوهيدرات الكلية	94
7-1-4	– درجة الحموضة (pH)	97

8-1-4	– النشاط المائي (a_w)	98
2-4	**نتائج خصائص جودة التجفيف لعينات الفطر المحاري المجفف**	**101**
1-2-4	– زمن التجفيف	101
2-2-4	– مردود التجفيف	103
3-2-4	– معدل الاسترجاع (R.R)	105
4-2-4	– الكثافة الظاهرية	108
5-2-4	– نسبة الانكماش الحجمي	111
3-4	**نتائج الخصائص المضادة للأكسدة لعينات الفطر المحاري المجفف**	113
1-3-4	– الفينولات الكلية	113
2-3-4	– حمض الاسكوربيك	119
3-3-4	– نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز (PPO)	123
4-3-4	– الاسمرار اللاإنزيمي	125
5-3-4	– النشاط المثبط للجذور الحرة (FRSA) بطريقة (DPPH)	128
4-4	**نتائج الخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر المحاري**	131
1-4-4	– القدرة على ربط الماء (WHC) لمسحوق الفطر المحاري	131
2-4-4	– قوة الانتباج (SP) لمسحوق الفطر المحاري	135
3-4-4	– القدرة على ربط الزيت (OHC) لمسحوق الفطر المحاري	138
5-4	**نتائج الحمولة الميكروبية لعينات الفطر المحاري المجفف**	**140**
1-5-4	– التعداد العام للبكتيريا	140
2-5-4	– تعداد الفطور والخمائر	142
3-5-4	– تعداد مجموعة الكوليفورم	145
6-4	**نتائج مؤشرات اللون لعينات الفطر المحاري المجفف**	**146**
1-6-4	– درجة السطوع (اللون الأبيض) L*	146
2-6-4	– درجة اللون الأحمر (a *)	149
3-6-4	– درجة اللون الأصفر (b*)	152
4-6-4	– درجة تغير اللون (ΔE)	154
5-6-4	– مؤشر الاسمرار (BI)	156
7-4	**نتائج التقييم الحسي لعينات الفطر المحاري المجفف**	**158**
1-7-4	– تقييم اللون	158

4-7-2	– تقييم النكهة	161
4-7-3	– تقييم القوام	164
4-7-4	– تقييم المظهر	166
4-7-5	– درجة القبول الكلي	168
ج	تصنيع وتقييم جودة المنتجات الغذائية المصنعة من مجففات الفطر المحاري	171
5-1	نتائج تصنيع حساء الفطر وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر	171
5-1-1	– التركيب الكيميائي لحساء الفطر	171
5-1-2	– الخصائص الفيزيائية لحساء الفطر	174
5-1-3	– الخصائص الحسية لحساء الفطر	175
5-1-4	– التغيرات الحاصلة في خلطات مساحيق حساء الفطر أثناء فترة التخزين	177
5-2	نتائج تصنيع البسكويت وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر	182
5-2-1	– التركيب الكيميائي للمواد الأولية	182
5-2-2	– التركيب الكيميائي لبسكويت الفطر	183
5-2-3	– الخصائص الفيزيائية لبسكويت الفطر	184
5-2-4	– الخصائص الحسية لبسكويت الفطر	185
5-3	نتائج تصنيع برغر الدجاج وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر	187
5-3-1	– الخصائص الفيزيائية لبرغر الدجاج	187
5-3-2	– التركيب الكيميائي لبرغر الدجاج	188
5-3-3	– الخصائص الحسية لبرغر الدجاج	189
ثانياً	الاستنتاجات والتوصيات	190
الفصل الرابع	المراجع العلمية	193

فهرس الجداول

م	اسم الجدول	رقم الصفحة
1-1	تركيب الأحماض الأمينية للفطر المحاري مقارنة ببعض أنواع الخضار	11
2-1	تركيز العناصر المعدنية في الفطر المحاري	13
3-1	مكونات المواد الداخلة في تحضير خلطات مسحوق حساء الفطر المحاري	52
4-1	الخلطات المستخدمة في تصنيع بسكويت الفطر	53
5-1	الخلطات المستخدمة في تصنيع برغر الدجاج	55
1-3	التركيب الكيميائي للفطر المحاري الشتوي	57
2-3	تركيب الأحماض الأمينية للفطر المحاري الشتوي	61
3-3	تركيب الاحماض الدسمة في الفطر المحاري الشتوي	63
4-3	تركيب السكريات في الفطر المحاري الشتوي	65
5-3	نسب العناصر المعدنية الكبرى في الفطر المحاري الشتوي	67
6-3	نسب الفيتامينات في الفطر المحاري الشتوي	72
7-3	المركبات والخصائص المضادة للأكسدة في الفطر المحاري الشتوي	75
8-3	محتوى المواد المضادة للتغذية في الفطر المحاري الشتوي	78
9-3	بعض الخصائص الفيزياكيميائية في الفطر المحاري الشتوي	80
10-3	التقييم الحسي للفطر المحاري الشتوي والفطر الأبيض	83
1-4	محتوى الرطوبة في الفطر المحاري المجفف	84
2-4	نسبة البروتين في الفطر المحاري المجفف	87
3-4	نسبة الرماد في الفطر المحاري المجفف	90
4-4	نسبة الألياف الخام في الفطر المحاري المجفف	92
5-4	نسبة الدسم في الفطر المحاري المجفف	93
6-4	درجة الحموضة (pH) في الفطر المحاري المجفف	97
7-4	النشاط المائي (a_w) في الفطر المحاري المجفف	99
8-4	مردود التجفيف (%) في الفطر المحاري المجفف	104
9-4	معدل الاسترجاع في شرائح الفطر المجفف	105
10-4	الكثافة الظاهرية (غ/سم3) في الفطر المحاري المجفف	109
11-4	محتوى الفينولات في الفطر المحاري المجفف	114

12-4	تركيز حمض الاسكوربيك في الفطر المحاري المجفف	120
13-4	نشاط بولي فينول أوكسيداز (PPO) في الفطر المحاري المجفف	123
14-4	الاسمرار اللاأنزيمي في الفطر المحاري المجفف	125
15-4	القدرة على ربط الماء (مل/غ) في الفطر المحاري المجفف	131
16-4	قوة الانتباج (غ/غ) لمسحوق الفطر المحاري المجفف	136
17-4	القدرة على ربط الزيت (مل/غ) لمسحوق الفطر المحاري المجفف	138
18-4	التعداد العام للبكتيريا في الفطر المحاري المجفف	140
19-4	تعداد الفطور والخمائر في الفطر المحاري المجفف	143
20-4	تعداد الكوليفورم في الفطر المحاري المجفف	145
21-4	درجة الإضاءة (اللون الأبيض) *L في الفطر المحاري المجفف	146
22-4	درجة اللون الأحمر (* a) في الفطر المحاري المجفف	149
23-4	درجة اللون الأصفر (*b) في الفطر المحاري المجفف	152
1-5	التركيب الكيميائي لخلطات مسحوق حساء الفطر المحاري	171
2-5	بعض الخصائص الفيزيائية لمسحوق حساء الفطر المحاري	174
3-5	التغيرات في محتوى الرطوبة (%) في خلطات مسحوق حساء الفطر فترة خلال التخزين	177
4-5	التغيرات في محتوى البروتين (%) في خلطات مسحوق حساء الفطر فترة خلال التخزين	178
5-5	التغيرات في درجة القبول العام في خلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين	180
6-5	التغيرات في تعداد البكتيريا لخلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين	181
7-5	التركيب للمواد الأولية الداخلة في تصنيع بسكويت الفطر	182
8-5	التركيب الكيميائي لبسكويت الفطر عند نسب إضافة مختلفة لمسحوق الفطر	183
9-5	الخصائص الفيزيائية لبسكويت الفطر وفق نسب إضافة مختلفة لمسحوق الفطر	184
10-5	الخصائص الفيزيائية لبرغر الدجاج المقلي وفق نسب إضافة مختلفة لمسحوق الفطر	187
11-5	التركيب الكيميائي لبرغر الدجاج المقلي وفق نسب إضافة مختلفة لمسحوق الفطر	188
12-5	الخصائص الحسية لبرغر الدجاج المقلي وفق نسب إضافة مختلفة لمسحوق الفطر	189

فهرس الأشكال

م	اسم الشكل	رقم الصفحة
1-1	الفطر المحاري الشتوي	4
2-1	الأجزاء المورفولوجية للفطر	6
1-2	مكونات اللون حسب جهاز Hunter Lab	41
2-2	المنحني القياسي للفينولات	42
3-2	المنحني القياسي للفلافونيدات	43
4-2	مخطط مراحل تصنيع بسكويت الفطر	54
1-3	نسب أهم العناصر المعدنية الثقيلة في الفطر المحاري الشتوي	71
2-3	قيم مكونات اللون في الفطر المحاري الشتوي	81
1-4	نسبة الكربوهيدرات الكلية (%) في الفطر المحاري المجفف	91
2-4	زمن التجفيف وفق طرق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة	101
3-4	نسبة الانكماش الحجمي (%) في الفطر المحاري المجفف	111
4-4	النشاط المثبط للجذور الحرة (DPPH) في الفطر المحاري المجفف	128
5-4	درجة تغير اللون (ΔE) في الفطر المحاري المجفف	154
6-4	مؤشر الاسمرار (BI) في الفطر المحاري المجفف	157
7-4	تقييم اللون في الفطر المحاري المجفف	159
8-4	تقييم النكهة في الفطر المحاري المجفف	162
9-4	تقييم القوام في الفطر المحاري المجفف	165
10-4	تقييم المظهر في الفطر المحاري المجفف	167
11-4	درجة القبول الكلي في الفطر المحاري المجفف	169
1-5	تركيز أهم العناصر المعدنية في خلطات مسحوق حساء الفطر	173
2-5	التقييم الحسي لخلطات مسحوق حساء الفطر	176
3-5	التغيرات في حموضة الدسم في خلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين	179
4-5	التقييم الحسي لبسكويت الفطر	186

قائمة الرموز والاختصارات العلمية

الاختصار	الاسم الكامل باللغة الانجليزية	الاسم الكامل باللغة العربية
TPC	Total Phenolic content	محتوى الفينولات الكلية
TFC	Total Flavonied content	محتوى الفلافونيدات الكلية
DPPH	2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl	2،2 ثنائي فينيل -1 بيكريل هيدرازيل
FRSA	Free Radical Scavenging Activity	النشاط المثبط للجذور الحرة
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power	القوة المرجعة لشوارد الحديدي
EDTA	EthyleneDiamineTetraAcetic acid	إيتيلين ثنائي امين رباعي حمض الخل
WHC	Water Holding Capacity	القدرة على ربط الماء
OHC	Oil Holding Capacity	القدر على ربط الزيت
SP	Swelling Power	قوة الانتباج
GAE	Gallic acid equivalent	مكافئ حمض الغاليك
BI	Browning Index	مؤشر الاسمرار

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم القيمة الغذائية للفطر المحاري الشتوي، ودراسة تأثير بعض طرائق التجفيف (التجفيف الشمسي، التجفيف بالهواء الساخن، التجفيف تحت التفريغ، التجفيد) والمعاملات الأولية (السلق، الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم والنقع بحمض الستريك 0.1 و 0.5%) في خصائص جودة الفطر، واستخدام مسحوق الفطر المجفف في تدعيم بعض المنتجات الغذائية (مسحوق حساء، برغر دجاج، بسكويت). أظهرت النتائج تمتع الفطر المحاري الشتوي بقيمة غذائية عالية نتيجة ارتفاع محتواه من البروتين والألياف والرماد وانخفاض نسبة الدسم، مع تميز البروتين بارتفاع محتواه من الأحماض الامينية الأساسية، والدسم بارتفاع نسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة، والسكريات بارتفاع نسبة السكاكر المرجعة وخصوصاً سكر الترهالوز، وارتفاع نسب بعض المعادن خصوصاً البوتاسيوم بنسبة تصل لـ 1% مادة جافة، كما تميز الفطر المحاري بنشاط مرتفع مضاد للأكسدة يعود بشكل أساسي للمركبات الفينولية، وانخفاض نسب المركبات المضادة للتغذية، وحظي نوع الفطر بقبول حسي عالي. كما بينت نتائج التركيب الكيميائي امتلاك عينات الفطر المجففة بالفرن الهوائي لأدنى رطوبة، والمجفدة لأعلى نسبة بروتين وأدنى نسبة كربوهيدرات، ولم تؤثر طرائق التجفيف المختلفة بنسب الرماد والألياف والدسم، وأدت المعاملات الأولية المطبقة لخفض مستوى العناصر الغذائية عدا الكربوهيدرات، كما وجد أن التجفيف بالفرن أعطى أقل زمن تجفيف ونشاط مائي فيما لم تؤثر طرائق التجفيف بمردود الفطر، وأدت المعاملات الأولية لخفض زمن التجفيف والمردود ورفع النشاط المائي مقارنة بالعينات غير المعاملة، كما أوضحت النتائج أن معدل الاسترجاع في الفطر المجفف تراوح بين (1.7–4.2) وكانت العينات المجفدة ذات أعلى استرجاع وأدنى كثافة ظاهرية وانكماش حجمي، وامتلكت لأعلى نشاط مضاد للأكسدة ممثلا بقيمة DPPH والفينولات الكلية وحمض الأسكوربيك، وأدت معاملتي الكبرتة والنقع

بحمض الستريك لتحسين الخواص الوظيفية والخصائص المضادة للأكسدة، فيما أدى السلق لتراجع تلك الخواص. كما أظهرت النتائج امتلاك العينة المجففة بالفرن الهوائي لأعلى خواص ترطيب (القدرة على ربط الماء، قوة الانتباج) وأدنى قدرة على ربط الزيت، وأدت المعاملات الأولية لتحسين تلك الخواص عدا معاملة السلق فقد أدت لتراجعها بشكل كبير وانعدام قوة الانتباج بشكل كامل، كما أدى التجفيف لخفض الحمولة الميكروبية للفطر، وامتلكت العينات المجففة بالفرن تحت تفريغ لأدنى تعداد عام للبكتيريا والفطور والخمائر، وأدت المعاملات الأولية وخصوصاً الكبرتة لخفض الحمولة الميكروبية، كما خلت جميع العينات المجففة من بكتيريا الكوليفورم، بالإضافة لذلك وجد أن التجفيف أدى لخفض درجة الإضاءة ورفع درجتي اللون الأحمر والأصفر وامتلكت العينات المجففة والمكبرتة لأدنى فروق لون ومؤشر اسمرار، وتمتعت بأعلى درجة قبول حسي، في حين كانت العينات المجففة شمسياً ذات أدنى تقييم حسي، وأدت المعاملات الأولية لتحسين اللون وتراجع متفاوت في باقي الصفات الحسية مقارنة بالعينات غير المعاملة، كما أدى تدعيم المنتجات الغذائية بمسحوق الفطر لرفع القيمة الغذائية وتحسين الخواص التصنيعية، وأمكن التدعيم بنسبة استبدال 10% في البسكويت و20% في الحساء وبرغر الدجاج دون الإساءة للخواص الحسية.

الكلمات المفتاحية: الفطر المحاري، طرائق التجفيف، المعاملات الأولية، الكبرتة، حمض الستريك، التجفيف بالهواء الساخن، التجفيد، معدل الاسترجاع.

المقدمة

تعتبر الفطور المأكولة Mushrooms من الأغذية ذات القيمة الغذائية العالية والأهمية الطبية الكبيرة. تشكل زراعة الفطر وسيلة فعالة للاستفادة من المخلفات الزراعية، حيث تساهم في تحويلها حيوياً لبروتين عالي القيمة الغذائية حيث تمتاز الفطور باستجابتها لركائز زراعة مختلفة ومجال واسع من الظروف البيئية كدرجات الحرارة والرطوبة والإضاءة والتهوية. تعتبر زراعة الفطر من المشاريع الصغيرة – خصوصاً في البلدان النامية –حيث تشكل ركناً أساسياً في برامج التنمية الريفية، ويعود ذلك لتوفر المواد الأولية والعمالة الرخيصة وقصر دورة رأس المال.

يزرع الفطر في أكثر من 100 دولة حول العالم وتتركز زراعته في المناطق المعتدلة والاستوائية ويقدر الإنتاج العالمي للفطر بـ 4 مليون طن عام 2020م ويزداد إنتاجه بمعدل سريع كل عام، وتعتبر الصين المنتج المتصدر الرئيس يليها كل من الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية، كما تعتبر كل من كندا، اليابان والهند من الدول المنتجة الأخرى. تعد سورية بلداً زراعياً وهناك إمكانية كبيرة للتوسع في إنتاج الفطر بسبب ملاءمة المناخ المعتدل وتعدد الفصول. تنمو الفطور بشكل طبيعي في البرية ويوجد حوالي 2000 نوع من الفطور القابلة للأكل يشتهر منها 22 نوع، وينتج 6 أنواع فقط على نطاق تجاري، ويعد كل من الفطر الأبيض(الفرنسي) *Agaricus bisporus*، المحاري (الأمريكي).*Plearotus spp* *والشيتاكي* (الصيني) .*Lentinus spp* من بين أكثر الفطور المأكولة إنتاجاً في العالم. يزداد الإدراك اليوم للقيمة الغذائية والطبية للفطور المأكولة وذلك بسبب ارتفاع محتواها من البروتين عالي الجودة والألياف والمعادن والمركبات الفعالة حيوياً وانخفاض محتواها من الطاقة والدسم، لذا تستخدم كمكون غذائي هام في أنظمة الحمية الغذائية. يعد الفطر من الأغذية سريعة الفساد إذ يبقى صالحاً للاستهلاك بشكله الطازج لعدة

ساعات فقط ويشكل ذلك عائقاً أمام توزيعه وتسويقه ويعود ذلك للمحتوى الرطوبي المرتفع الذي يتجاوز 90% والبنية المسامية لجسم الفطر وعدم وجود بشرة متطورة وارتفاع مستوى الكربوهيدرات ومعدل التنفس، كما أن ارتفاع مستوى أنزيم البولي فينول أوكسيداز والمركبات الفينولية في الفطر تجعله عرضة للاسمرار الأنزيمي، بالإضافة إلى أن ضعف حماية الفطر تجعله عرضة للأضرار الميكانيكية والإصابات البكتيرية، لذا يفقد الفطر خلال التخزين خصائص جودته المختلفة والتي تتمثل في دكانة اللون، فقد النكهة، فقد الوزن، طراوة القوام، فقد القيمة الغذائية وارتفاع الحمولة الميكروبية. تستخدم تقانات عديدة في حفظ الفطر كالتبريد، التجميد، التجفيف، التجفيد، التعقيم والتعليب، التشعيع، استخدام أمواج الميكرويف والأشعة فوق الحمراء وفوق البنفسجية، أو التعبئة في أغلفة بوليميرية في ظروف الجو العادي أو المعدل أو تحت تفريغ، ويعتبر التجفيف من أكثر الطرائق استخداماً في حفظ ومعالجة الفطر، كالتجفيف الشمسي، التجفيف بالهواء الساخن، التجفيف تحت تفريغ، التجفيف بالأشعة، التجفيف الأسموزي و التجفيف بالتجميد (التجفيد) وغيرها، ويعتمد التجفيف الصناعي على تجفيف المواد الغذائية بهواء سبق تسخينه، وقد تكون المجففات مفرغة من الهواء بغرض تحسين خصائص الجودة، كما يستخدم التجفيد مع الفطر للحصول على جودة عالية والحفاظ على مركبات النكهة، ومع ذلك يعتبر التجفيد طريقة مكلفة نسبياً كونها تحتاج لتجهيزات أغلى وتستهلك طاقة ووقت أطول. تساهم المعاملات الأولية للفطر قبل التجفيف في التحكم بعملية الاسمرار الأنزيمي وتحسين خصائص الجودة كالغسيل والسلق والنقع بمحاليل كيميائية كالمحاليل السكرية، الملحية، الأحماض العضوية، القلوية، الكبريتية والمركبات المخلبية. تسمح عملية الاسترجاع بإعادة الفطر إلى وضعه الطبيعي

قبل التجفيف وتتم بالغمر بماء فاتر لمدة كافية قبل الاستهلاك، وتعتبر خصائص الاسترجاع مؤشر للتغيرات الفيزيائية والكيميائية الحاصلة خلال عملية التجفيف.

مبررات وأهداف البحث

نظراً للقيمة الغذائية والطبية العالية للفطر المحاري والحاجة لمصادر رخيصة للبروتين عالي الجودة قادرة على تأمين الاحتياجات الغذائية المتزايدة للسكان في البلدان النامية، بالإضافة لانتشار زراعة الفطر المحاري بأنواعه المختلفة في سورية نظراً لتميزه بسهولة الزراعة وعدم الحاجة لأوساط متخمرة وانخفاض تكلفة الإنتاج مع إمكانية الاستفادة من المخلفات الزراعية المتوفرة، ونتيجة لانخفاض فترة صلاحية الفطر والتي لا تتعدى اليوم الواحد، فإن تطبيق بعض المعاملات الأولية وتقانات التجفيف يعد من الأمور الهامة لمنع حصول التغيرات غير المرغوبة في صفات الجودة، ونظراً لعدم وجود دراسات محلية تهتم بحفظ وتصنيع الفطر المحاري وإيجاد أنماط استهلاكية جديدة منه، لذا هدف هذا البحث إلى:

1- دراسة التركيب الكيميائي للفطر المحاري الشتوي.

2- دراسة تأثير المعاملات الأولية (السلق بالماء الساخن، الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم، النقع بحمض الستريك) في خصائص جودة شرائح الفطر المحاري المجفف.

3- دراسة تأثير طرائق التجفيف (التجفيف الشمسي المباشر، التجفيف بالهواء الساخن، التجفيف تحت تفريغ، التجفيف بالتجميد) في خصائص جودة شرائح الفطر المحاري.

4- دراسة الخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر المحاري المجفف.

5- تقييم خصائص جودة المنتجات الغذائية المحضرة من مسحوق الفطر المحاري المجفف (حساء سريع التحضير، برغر الدجاج، البسكويت).

الفصل الأول

الدراسة المرجعية

عرف الإنسان الفطور المأكولة "Mushrooms" منذ القدم كغذاء ودواء، ويعتبر الصينيون أول من بدأ بزراعة الفطر في القرن السابع الميلادي، ثم بدأ إنتاجه التجاري عام 1870م من قبل المزارعين الفرنسيين، وأدخل بعد ذلك إلى دول أوربا وأمريكا الشمالية، وتحولت زراعته حديثاً إلى علم قائم بذاته، وصناعة مستقلة تتداول رؤوس أموال ضخمة، وتتجسد في زراعة الفطر مبادئ علم الأحياء الدقيقة والتخمرات الصناعية والتقانات البيئية (Rai وArumuganathan، 2008). تعتبر زراعة الفطر من المشاريع الصغيرة لانخفاض تكلفة الإنتاج، وعدم الحاجة لخبرة فنية عالية أو مساحة كبيرة، وإمكانية تنميته على المخلفات الزراعية كتبن القمح والأرز، مخلفات الذرة وقصب السكر، نشارة الخشب، أوراق الموز والشاي، بالإضافة لمخلفات التصنيع الغذائي الأخرى (Kalac، 2013). يعتبر الفطر المأكول مكوناً غذائياً ودوائياً فريداً نظراً لقيمته الغذائية العالية وخصائصه الطبية والعلاجية (Chang،2008). يعتبر الفطر المحاري من الأطعمة الفاخرة ويستهلك بطرائق متعددة كالقلي والسلق وتحضير أنواع الحساء والصلصات والحشوات والسلطات، وفي تحسين الطعم لبعض الأطعمة مثل البيتزا، السجق، الكاتشب وبعض الأجبان واللحوم. يفضل استهلاك الفطر بشكله الطازج لكن انخفاض فترة صلاحيته والتي لا تتعدى اليوم الواحد تجعل فقط 45% من الفطر المنتج عالمياً يستهلك طازجاً، بينما يعالج الجزء الآخر عبر عمليات التجفيف والتعليب (Thakur وآخرون، 2022).

1-1: التصنيف العلمي للفطر المحاري:

يتبع الفطر المحاري التصنيف العلمي التالي (Kalac، 2013): المملكة: الفطريات *Mycota* وتحت المملكة الفطريات الحقيقة *Eumycota* وقسم البازيدية *Basidiomycota* وصف الغاريقونيات *Agaricomycetes* ورتبة الغاريقونيات *Agaricales* وفصيلة المحاريات *Pleurotaceae* وجنس المحاري. *pleurotus spp*

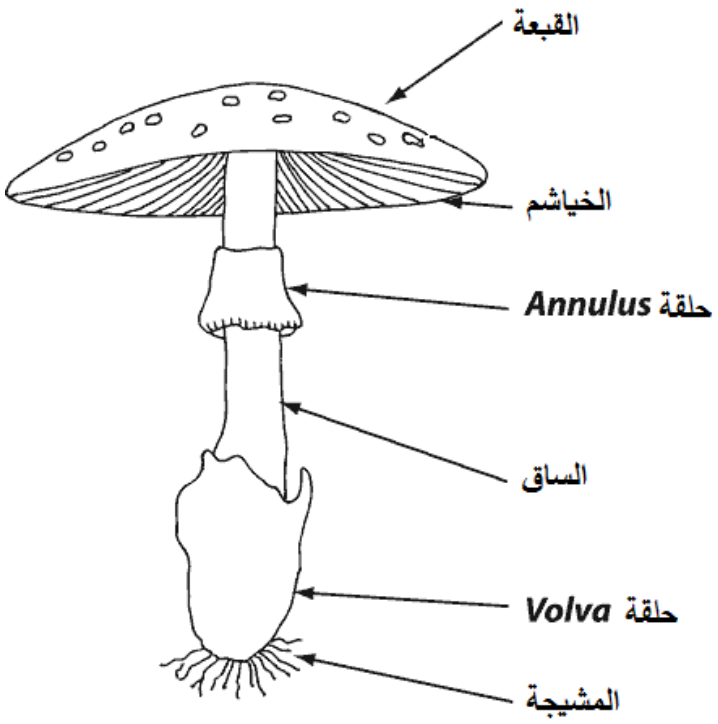
وتعتبر أنواع المحاري الشتوي *P. ostreatus*، الصيفي *P. pulmonarius*، الوردي *djamor P.*، فلوريدا *P. florida*، الرمادي *P.sajor caju* والملكي *P.eryngi* من أشهر انواع الفطر المحاري، ويبين الشكل (1–1) الفطر المحاري الشتوي (المحاري الشائع):



الشكل (1–1): الفطر المحاري الشتوي (Kalac، 2013)

1-2: الوصف المورفولوجي (الشكلي) للفطر:

الفطور المأكولة هي مجموعة من الفطور العملاقة الفقيرة بالكلوروفيل، لذا تحتاج لوسط نمو (ركيزة) من أجل التغذية، حيث تفرز أنزيمات تحلل المادة العضوية المعقدة وتمتص المواد الذائبة. يتألف الفطر الأبيض النموذجي مورفولوجياً من أربعة أجزاء رئيسية وهي: القبعة (Cap) ويكون لها شكل المظلة أو الصدفة، تنتج بداخلها الأبواغ (Spores) المسؤولة عن إنتاج فطور جديدة، حيث تنتش لمشيجة تعطي فطر جديد، والخياشم (Gills) والتي تكون مغلقة وتتفتح مع نضج الفطر، والساق (Stipe) ويشبه الساق عند النبات، وقد يحتوي الفطر على حلقة تحت القبعة تدعى (Annulus)، كما قد يحتوي على قبعة أخرى تدعى (Volva)، وتقابل المشيجة (Mycelia) الجذور عند النبات، ويشكل كل من القبعة والساق الجسم الثمري وهو الجزء الاقتصادي في الفطر (Wang وآخرون،2014) ، ويبين الشكل (1-2) الأجزاء المورفولوجية للفطر:



الشكل (1-2): الأجزاء المورفولوجية للفطر (Kalac، 2013)

1-3: القيمة الغذائية للفطر:

تزايد الإدراك مؤخراً بأهمية الفطر في تغذية الإنسان نظراً لقيمته الغذائية العالية، حيث يعتبر مصدراً غذائياً غنياً بالبروتين داخل النظم الغذائية في البلدان النامية التي يعتمد معظم سكانها في غذائهم على الأغذية المعتمدة على الحبوب (FAO، 1972). تكمن القيمة الغذائية للفطر في ارتفاع نسبة المادة الجافة (8-12)%، وتتراوح نسبة البروتينات بين (3-6)% في الفطر الطازج و45% في الجاف، لذا يسمى الفطر باللحم النباتي أو لحم الفقراء، وتمتاز هذه البروتينات بسهولة هضمها حيث يبلغ معامل الهضم 90%، بالإضافة لارتفاع قيمتها الحيوية كونها تحوي جميع الأحماض الأمينية لاسيّما الأساسية منها، والتي من أهمها الليزين والميثونين والتربتوفان التي تفتقر إليها المصادر النباتية (Dundar وآخرون،2009)، ويحتوي الفطر أيضاً مواداً كربوهيدراتية بنسبة تتراوح بين (3-5)% من الوزن الرطب معظمها تكون على شكل ألياف خام ذائبة كالبيتا غلوكان، بالإضافة لارتفاع محتوى الكيتين والهيميسيللوز، كما تحوي سكاكر بسيطة كالترهالوز والفركتوز ونسبة عالية من السكريات الكحولية كالمانيتول (Duyff، 2006)، بالإضافة لذلك يحوي الفطر على نسبة منخفضة من الدسم (0.2-0.5)% معظم أحماضها الدسمة من الشكل غير المشبع، ويشكل اللينوليك 63-74% من مجملها، ويحوي كميات ضئيلة من أحماض أوميغا 3، وتعتبر الطاقة التي يحويها الفطر منخفضة فكل 100غ فطر طازج تعطي فقط (85-125) كيلوجول (Kalac، 2013)، كما أن الفطر لا يحتوي على الكوليسترول (Wang وآخرون، 2014)، ويعتبر الفطر مصدراً جيداً للفيتامينات الهامة للجسم خصوصا مجموعة فيتامين(B) كالثيامينB1 وحمض البانثوئيك B5 وحمض الفوليك B9 ، كما يعتبر أغنى من اللحوم والخضار في محتواه من الأملاح المعدنية خاصة أملاح البوتاسيوم والفوسفور والحديد (Kalac، 2013).

1-4: الأهمية الطبية والعلاجية للفطر:

ينصح الأطباء بتناول وجبات الفطر كونها مغذية سهلة الهضم منخفضة الطاقة تعتبر غذاءً مثالياً للحميات الغذائية، وكذلك تفيد في علاج الأنيميا لغناها بالحديد وحمض الفوليك، كذلك أثبتت الدراسات فعالية الفطر ضد الأورام السرطانية، كونها ترفع من فعالية جهاز المناعة في جسم الإنسان لاحتوائه على مادتي نبيولارين Nebularin وكالفاسين Calvacin، وتعد مادة البيتا غلوكان ذات كفاءة عالية في مقاومة الأمراض السرطانية، كما يعتبر الفطر مفيداً في علاج الأمراض النفسية كالاكتئاب لما يحتويه من نسبة مرتفعة من مجموعة فيتامين (B) (Chang،2008). ولوحظ أن تناول الفطر يعمل على زيادة الحيوية والنشاط، ويخفض نسبة الكولسترول في الدم، ويعمل على خفض ضغط الدم المرتفع، كما أنه مفيد في حالات الحساسية. كما توجد في الفطر مادة الستاتين Statin بتركيز مرتفع ولها دور في إذابة الكوليسترول المترسب في الأوعية الدموية، مما يساعد في علاج تصلب الشرايين، كما أن مادة الكيتين تساعد في سهولة حركة الأمعاء مما يفيد بمقاومة سرطان القولون، كما يساعد الفطر في الوقاية من أمراض القلب والسكري، وذلك بسبب المحتوى العالي من الألياف وحمض اللينوليك. يمتلك الفطر خصائصاً مضادة للميكروبات والطفيليات كالديدان الخيطية (Wasser، 2010). يستخدم الفطر كعلاج تقليدي في الطب الشعبي والعلاجات الطبية الحديثة، حيث يحوي طيف واسع من نواتج الاستقلاب الفعالة حيوياً كالمركبات الفينولية، الببتيدات المتعددة، التربينات، الستيروئيدات والسكريات المتعددة، والتي تبدي خصائص وظيفية وعلاجية هامة (Kalac،2013).

1-5: التركيب الكيميائي للفطر المحاري:

1-5-1: المحتوى الرطوبي للفطر المحاري: يعتبر الفطر منتجاً مرتفع الرطوبة ويصل محتوى الرطوبة إلى 90% (Alvarez-Parrilla وآخرون،2007). أشار Manzi وآخرون (2001) أن المحتوى الرطوبي لفطور الأبيض والشيتاكي والمحاري تبلغ (89.5،90،88.9) % على التوالي، كما وجد Alam وآخرون، (2008) أن محتوى الرطوبة في الفطر المحاري الشتوي والرمادي وفلوريدا كانت (86، 87، 87.4) % على التوالي، وذكر Khan وآخرون، (2008) أن المحتوى الرطوبي يتراوح بين (85-88) % في ستة أنواع من الفطر المحاري، وتعود هذه الاختلافات لظروف الزراعة مثل رطوبة وسط الزراعة ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية في حجرة الزراعة (Bano وRajaratnam،1988)، كما لاحظ Saxena وRai (1990) أن محتوى الرطوبة في الفطر يتأثر بمرحلة النمو ونظام الري والممارسات التخزينية المتبعة بعد قطاف الفطر. ذكر Frankhuizen وآخرون، (1995) أن المحتوى الرطوبي للفطر المحاري يتناقص بزيادة عدد القطفات، ويمكن أن يكون عالياً جداً ويصل لـ 95% عندما يروى بشكل مفرط.

1-5-2: البروتين في الفطر المحاري: يعرف الفطر بقيمته الغذائية العالية حيث تتراوح نسبة البروتين بين (30-40)% على أساس المادة الجافة، مما يجعله في مقدمة الأغذية الغنية بالبروتين كاللحوم والألبان(Mattila وآخرون،2001)، يحسب محتوى البروتين عادة في الأغذية بطريقة كلداهل عبر تطبيق معامل تحويل من محتوى الآزوت، يختلف من دراسة لأخرى مما يصعّب مقارنة نتائج البروتين بين الأعمال البحثية، كما أن احتواء الفطر على نسبة جيدة من الآزوت اللابروتيني (23-40%) موجود في الأحماض الأمينية الحرة والأحماض النووية والكيتين يجعل استخدام معامل التحويل 6.25 الأكثر شيوعاً للمصادر الحيوانية غير دقيق في حالة الفطر، لذا ينصح Mattila وآخرون، (2001) استخدام معامل تحويل 4.97 في تقدير نسبة البروتين في

الفطر. يحوي الفطر معظم الأحماض الأمينية الأساسية خصوصاً الكبريتية منها، ويعتبر غنياً بالحمض الأميني الليزين، مما يجعل الفطر مكملاً غذائياً جيداً في النظم الغذائية للبلدان النامية المعتمدة على الحبوب. يختلف تركيز وتركيب البروتين في العديد من الدراسات العلمية، اعتماداً على الجزء التشريحي وجنس ونوع وسلالة الفطر، نوع الركيزة ومحتواها من الآزوت، ظروف الزراعة، مرحلة النضج، طريقة التقدير والحساب (Rai وArumuganthan،2008)، ولكن عموماً هناك توافق على تفوقه بالبروتين على معظم أنواع الخضار (Mattila وآخرون،2001). أشار Weaver وآخرون، (1977) وجود تباينات كبيرة في محتوى البروتين بين أنواع وسلالات الفطر المختلفة، حيث تراوحت بين (1.9–4.1) % على أساس المادة الرطبة و (19.4–38.8) % على أساس المادة الجافة، كما ورد في منشورات منظمة الزراعة والأغذية أن محتوى البروتين في الفطر 3.7% على أساس الوزن الرطب (FAO، 1972)، كما ذكر Alvarez-Parrilla وآخرون، (2007) أن محتوى الفطر الأبيض الشائع الطازج من البروتين يتراوح بين (2.3–3.1) % على أساس الوزن الرطب، و (33.4–41.1) % على أساس الوزن الجاف. ذكر Oka وآخرون، (1981) عند دراسته للقيمة الغذائية لسبعة أنواع من الفطر المحاري أن الألانين والغلوتامين والبرولامين والأرجنين هي الأحماض الأمينية الأساسية السائدة. وعلى الرغم من أنّ الفطر المحاري يعتبر مصدراً جيداً للأحماض الأمينية الأساسية إلا أن تناول 100غ من الفطر الطازج لا يؤمن كامل الاحتياجات اليومية للفرد البالغ من الأحماض الأمينية، ويبين الجدول (1–1) تركيب بعض الأحماض الأمينية للفطر المحاري مقارنة مع بعض أنواع الخضار:

الجدول (1-1): تركيب الأحماض الأمينية للفطر المحاري مقارنة ببعض أنواع الخضار (مغ/100غ مادة رطبة)

الحمض الأميني	الاحتياج اليومي (مغ/كغ)	الاحتياج اليومي (مغ/70كغ)	الفطر المحاري	البطاطا	الجزر	الملفوف
ايزولوسين	20	1400	82	77	29	88
لوسين	39	2730	139	110	38	130
ليزين	30	2100	126	120	35	120
ميثونين	10.4	728	35	29	9	31
سيستين	4.1	287	28	17	1	15
فينيل ألانين	25	1750	111	84	26	84
تيروزين	25	1750	219	40	14	52
تيرونين	15	1050	106	71	26	84
فالين	26	1820	112	120	43	140
هيستدين	10	700	65	-	-	-
تربتوفان	4	280	1.37	-	-	-

المصدر: (FAO, 1972)، (Mattila وآخرون، 2001)

1-5-3: الكربوهيدرات في الفطر المحاري: تشكل الكربوهيدرات المكون الأساسي في الفطر، ويتراوح محتواها ما بين (40-60) % على أساس المادة الجافة (Barrosوآخرون،2007). ذكر Liوآخرون، (2015) أن نسبة الكربوهيدرات في الفطر المحاري الشتوي المنمى على أوساط زراعة مختلفة تتراوح بين (38.7-40.2) %. تتألف الكربوهيدرات في الفطر من عدد كبير من المركبات مثل البنتوزات والهكسوزات والأوليغوسكريدات والألياف الغذائية والسكريات الأمينية والكحولية، وتحتوي الفطور المأكولة على سكري المانيتول والترهالوز (سكر الفطر) والتي تشكل الركيزة الأساسية لعملية التنفس، كما تحتوي على الغليكوجين، وهو سكر متعدد مقابل للنشاء في النباتات العليا، ويشكل الكيتين المكون الرئيسي للألياف الغذائية في الفطر (Saxena وRai، 1990). ويعد الفطر المحاري مصدراً جيداً للألياف، ويمكن لـ 100غ منه أن تزود جسم الإنسان بجزء كبير من حاجته اليومية، والتي تقدر بـ 25 غ للأنثى البالغة و40غ للذكر البالغ. أشار Bhattacharya

وآخرون، (2015) إلى أن محتوى الألياف في الفطر المحاري يتراوح بين (17.1–20.5)% على أساس المادة جافة. كما ذكر Manzi وآخرون، (2001) أن فطر المحاري الملكي يحوي 4.64% ألياف غذائية، منها 0.53% ألياف ذوابة، و4.11% ألياف غير ذوابة، 413 مغ /100غ بيتا غلوكان، 0.5% كيتين، وذلك على أساس الوزن الرطب. أشار Obodai وآخرون، (2014) أن محتوى السكاكر الأحادية على أساس المادة الجافة في الفطر المحاري الشتوي كالفركتوز كانت 0.3%، والمانيتول 0.8%، والترهالوز 12.7%، والسكروز دون حد الكشف.

1–5–4: الدسم في الفطر المحاري: يحتوي الفطر على كميات ضئيلة من الدسم مع وجود نسبة عالية من الأحماض الدسمة غير المشبعة (72–85%)، مما يجعلها ملائمة للحميات الغذائية (Reis وآخرون، 2012). أشار Khan، (2010) عند دراسته التركيب الكيميائي لعدة سلالات من الفطر المحاري الشتوي أن محتواها من الدسم يتراوح بين (0.5–5) %، كما ذكر Rashad وآخرون، (2009) أن محتوى الفطر المحاري الشتوي المنمى على أوساط زراعة مختلفة من الدسم الخام يتراوح بين (2.0–5.9) % على أساس المادة الجافة. تتكون المادة الدسمة في الفطر في معظمها من أحماض دهنية غير مشبعة يسود تركيبها كل من أحماض اللينوليك $C_{18:2}$، البالمتيك $C_{16:0}$ ، والأوليك $C_{18:1}$، وقد درس Rashad وآخرون، (2009) تركيب الأحماض الدسمة في عدة أنواع من فطر المحاري، ووجد أنها مؤلفة بشكل أساسي من أحماض البالمتيك (13.0-14.5)%، البالميتوليك (11.5-14.5) % الأوليك(8.6-13.2)%، اللينوليك (43.6-50.0)% ، وبلغت نسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة (72.6–86.2)%.

1-5-5: الرماد في الفطر المحاري:

يعد الفطر المأكول مصدر هام للعديد من العناصر المعدنية وخصوصاً البوتاسيوم والفوسفور، ويختلف محتوى المعادن في الفطر تبعاً للنوع، الركيزة، ظروف الزراعة (Woldegiorgis وآخرون، 2015). يقدّر محتوى الرماد في الفطر الطازج بين (5–12) % على أساس المادة الجافة، فيما يبلغ محتوى الرماد (0.52–1.7) % على أساس المادة الرطبة، وهذه القيمة أعلى من معظم أنواع الفاكهة (0.2–0.8) %، ومقاربة مع محتوى الخضار بقيم تتراوح بين (0.6–1.1)% (Kalac، 2013). أشار Wang وآخرون، (2014) إلى أن عنصر البوتاسيوم يشكل حوالي 45% من الرماد، متبوعاً بالفوسفور والصوديوم والمغنيزيوم والكالسيوم. وجد Bhattacharya وآخرون، (2015) أن محتوى الرماد في الفطر المحاري الشتوي الطازج المنمى على أوساط مختلفة يتراوح بين (8.5–13.0) %. يظهر الجدول (1–2) تركيز العناصر المعدنية في 100غ من الفطر المحاري:

الجدول (1–2): تركيز العناصر المعدنية في 100غ من الفطر المحاري

العنصر المعدني	الوزن الرطب (100غ)	الوزن الجاف (100غ)
الكالسيوم (Ca)	0.001 غ	0.01 غ
البوتاسيوم (K)	2.98 غ	47.3 غ
المغنيزيوم (Mg)	0.16 غ	2.0 غ
الفوسفور (P)	1.11 غ	13.9 غ
الصوديوم (Na)	0.01 غ	0.13 غ
النحاس (Cu)	0.67 مغ	8.4 مغ
الحديد (Fe)	4.3 مغ	54 مغ
المنغنيز (Mn)	0.89 مغ	11 مغ
الزنك (Zn)	6.6 مغ	83 مغ
السيليسيوم (Se)	12 مغ	83 مغ
الرصاص (Pb)	1.6 ميكروغرام	20 ميكروغرام
الكادميوم (Cd)	30 ميكروغرام	380 ميكروغرام

المصدر: (Mattila وآخرون، 2001)

1-5-6: الفيتامينات في الفطر المحاري: يعتبر الفطر مصدراً جيداً للفيتامينات الذوابة في الماء مثل (B) و(C)، لكنها فقيرة بالفيتامينات الذوابة في الدسم، وتحتوي الفطور المصنعة على كمية أقل من الفيتامينات من الطازجة. وجد Furlani وGodoy، (2008) أن الفطر الأبيض يتفوق بمحتواه من فيتامين (B) على معظم أنواع الفطر، لكن هذه الكميات مماثلة لتلك الموجودة في معظم أنواع الخضار. ذكر Mattila وآخرون، (2001) أن الفطر المحاري احتوى على كميات كبيرة من فيتامين النياسين B_3 (65 مغ/100غ مادة جافة) والريبوفلافين B_2 (205 مغ/100غ مادة جافة) والفولات (640 ميكروغرام/100غ مادة جافة)، مع كميات ضئيلة من فيتامين B_{12} (0.6 ميكروغرام/100غ مادة جافة) وفيتامين D (0.3 ميكروغرام/100غ مادة جافة). تشير الدراسات إلى أن الفطر يحوي كميات قليلة من فيتامين C (حمض الاسكوربيك)، ويوجد هذه الفيتامين بكميات ضئيلة إلى معدومة في الفطر المحاري (Barros وآخرون،2007). وفقاً FAO، (1972) يحوي الفطر 2.5 مغ/100غ من فيتامين C على أساس المادة الرطبة. يعتبر الفطر من الأغذية القليلة التي تحوي طبيعياً على فيتامين D وجزء كبير منها ناتج عن تحول طليعة فيتامين D (الإرغيستيرول) عند التعرض للضوء (Mattila وآخرون،2001).

1-5-7: الإنزيمات في الفطر المحاري: يعتبر وجود إنزيمات متعددة من السمات المميزة لتركيب الفطر، وعلى الرغم من وجود محتوى مرتفع من الأوكسيداز، الليباز والبروتياز في الفطور المأكولة إلا أن معظم الدراسات ركزت على أنزيم بولي فينول أوكسيداز كونه مسؤول عن ظاهرة الاسمرار الإنزيمي، وتعد المعاملة الحرارية أبسط طريقة لتثبيط عمل هذا الإنزيم، كما يمكن ذلك عبر المعاملة بالكيماويات، خفض درجة الحموضة ...إلخ ، ويعتبر نشاط هذا الإنزيم في الفطر الأبيض أعلى من المحاري والشيتاكي (Rashad وآخرون، 2009)

1-5-8: مضادات الأكسدة في الفطر المحاري: تعتبر مضادات الأكسدة من أهم المواد التي تنسب إليها الفوائد الصحية للفطر، والتي تقلل من الإجهادات التأكسدية في الجسم. يحدث التأكسد ضرراً في الجسم متمثلاً بأمراض الكلى والقلب والدماغ، وتشكل الأورام والسرطانات. يعتبر الفطر من الأغذية الغنية بمضادات الأكسدة الطبيعية، حيث يحوي الفطر المحاري العديد من المركبات المضادة للأكسدة كالفينولات ومركبات الغلوتاثيون والأرغوثيونين والأنثوسيانينات والكاروتينات والتوكوفيرولات ومستويات منخفضة من فيتاميني A، C (Barros وآخرون، 2007). أشار Alvarez-Parrilla وآخرون، (2007) إلى أن الفينولات تعد أهم مجموعة من المركبات المضادة للأكسدة في مستخلص الفطر، وتعد مسؤولة عن معظم الخصائص المضادة للأكسدة. وجد Yilmaz وآخرون (2017) أن محتوى الفينولات في الفطر المحاري الشتوي المنمى على أوساط زراعة مختلفة تراوح بين (1.0–2.6) مغ حمض غاليك/غ، والفلافونيدات 0.13 مغ مكافئ كويرسيتين/غ، وقيمة DPPH بين (4.9–15.4) مغ/مل. تؤدي عملية التجفيف لحصول انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة في الفطر، ويزداد الانخفاض بزيادة زمن ودرجة حرارة التجفيف (Barros وآخرون، 2007).

1-5-9: الفينولات الكلية في الفطر المحاري: تعد الفينولات مركبات كيميائية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل (OH-) مرتبطة مباشرة بحلقة عطرية، وتعتبر من أكثر مضادات الأكسدة الموجودة في الفطر ويوجد ارتباط قوي بينها وبين الخصائص المضادة للأكسدة (Yang وآخرون،2002)، وتشير الدراسات العلمية إلى وجود تفاوت في محتوى الفينولات الكلية في الفطر المحاري (0.39–15.7مغ/غ مادة جافة)، حيث تذكر بعضها وجود كميات مرتفعة منها تشكل قيمة تغذوية وصحية عالية (Yangوآخرون2001) فيما أشار باحثون آخرون إلى وجود كميات ضئيلة (Mattila وآخرون،2001)، وقد يعود ذلك التباين لعوامل عديدة كاختلاف النوع،

السلالة، ركيزة النمو، ظروف الزراعة، مرحلة النمو، درجة النضج وعمر عينة الفطر، وتوجد الفينولات بكمية أكبر في الفطور البرية من المزروعة (Alvarez-Parrilla وآخرون، 2007). يعبر عن الفينولات الكلية في الفطر كمكافئ حمض الغاليك (GAE) كونه المركب الرئيس المكون لفينولات الفطر (Manzi وآخرون، 2001). تدخل الفينولات في تفاعلات الاسمرار الإنزيمي خلال التخزين أو المعاملات التصنيعية، حيث تبدأ الأكسدة الإنزيمية للفينولات المتعددة بواسطة إنزيم بولي فينول أوكسيداز، والذي يعتبر من الإنزيمات الحاوية على شوارد النحاس، والتي تحفز تفاعلات تحويل الفينولات الأولية إلى أورثو دي فينول وأورثو دي هيدروكسي فينول، ومن ثم إلى أورثوكوينون، مما ينتج عنه لون غير مرغوب يخفض من جودة الفطر (Ferreira وآخرون، 2009). تعتبر الفلافونيدات جزءاً من المركبات الفينولية الموجودة طبيعياً في الفطر، ويتكون الهيكل الأساسي للفلافونيد من حلقتين عطريتين مرتبطتين بحلقة ديهايدروبيرون أو بيرون، وتمنح بنية الفلافونيد خصائص مضادة للأكسدة وفق آليات عديدة والتي تتضمن ربط ذرات الأكسجين النشط، تنشيط الإنزيمات المضادة للأكسدة، خلب المعادن، اختزال مركب الألفا توكوفيرول وتثبيط إنزيم البولي فينول أوكسيداز (Yilmaz وآخرون،2017).

1-5-10: الخصائص المضادة للأحياء الدقيقة للفطر المحاري: يتمتع مستخلص الفطر بخصائص مضادة للأحياء الدقيقة الممرضة من البكتيريا والفطور والخمائر، بين Onuegbu وآخرون، (2017) فعالية خاصة للمستخلص الميتانولي الفطر المحاري الشتوي تجاه البكتيريا الممرضة مثل *Bacillus cereus* و*Esherichia Coli*.

1-5-11: المركبات المضادة للتغذية في الفطر المحاري: يحتوي الفطر المحاري على قيم منخفضة نسبياً من المركبات المضادة للتغذية. ذكر Akindahunsi وOyetayo، (2006) وجود

مستويات منخفضة من مضادات التغذية في الفطر المحاري كالسيانيدات 0.1 مغ/100غ، والفايتات 338مغ/100غ، والتانينات 0.31%.

1-6: التغيرات الكيميائية والفيزيولوجية الحاصلة في الفطر أثناء عمليات التخزين والتجفيف:

1-6-1: فقد الوزن: يتراوح المحتوى الرطوبي للفطر الطازج بين (86.5-92.0) % بمتوسط قدره حوالي 90%، ويعود فقد الوزن الحاصل في الفطر بعد القطاف مباشرة بشكل رئيس إلى فقد الرطوبة وعمليات الاستقلاب نتيجة استهلاك العناصر الغذائية (Celen وآخرون، 2010). أشار Kim وآخرون، (2006) إلى حصول فقد في الوزن بنسبة 3-7% في شرائح الفطر الأبيض خلال ستة أيام من التخزين تبعاً لنوع مادة التغليف، وبيّن Celen وآخرون، (2010) أن لدرجة حرارة التجفيف تأثير معنوي في خصائص الجودة كفقد الوزن نتيجة الانخفاض الكبير في نسبة الرطوبة.

1-6-2: التغير في الصفات الحسية للفطر: تساهم الصفات الحسية كالنكهة، اللون، المظهر، والقوام في درجة قبول المستهلك والقيمة التجارية، ويفضل الفطر بشكله الطازج، ولكن بسبب سرعة الفساد هناك حاجة لطرائق الحفظ التي تساعد في إطالة فترة صلاحية الفطر، ويمكن تقدير معظم الصفات الحسية إما من خلال أجهزة القياس أو التقييم الحسي (Jaworska و Bernas ، 2010).

1-6-2-1: تغير اللون: يعد اللون أحد المؤشرات الهامة في جودة الفطر، والتي ترتبط بشكل أساسي بعمر الفطر، طريقة التداول، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية عند التخزين، الحمولة الميكروبية والمعاملات الفيزياكيميائية كالمعاملات الأولية والتجفيف والتصنيع (Master وآخرون،2000)، ويمكن اعتبار اللون بمفرده مؤشراً هاماً لفترة صلاحية الفطر، وتتحدد جودة لون الفطر بأعلى قيمة ممكنة لـ *L المقاسة بجهاز Hunterlab (Brennan وGormley،1998)،

تم تطوير العديد من طرائق قياس الألوان لتغطي مجال الألوان القابل للتمييز بعين الإنسان، ومن أشهر أنظمة قياس اللون CIE XYZ Soild و Judd-Hunter Lab Solid، كما يمكن قياس اللون بشكل غير مباشر عبر تقدير الصبغات الذائبة في الكحول (Master وآخرون،2000)، وتبقى طريقة التقييم الحسي للون الفطر هي الأكثر شيوعاً (Yang وآخرون،2020). يعود اسمرار الفطر المجفف إلى الأكسدة الإنزيمية للفينولات، الاسمرار اللاأنزيمي، أكسدة حمض الاسكوربيك، الكرملة وأكسدة الدسم (Rai وArumuganathan،2008)، وقد ذكر Nour وآخرون، (2011) أن زوال لون الفطر يتعلق بشدة المعاملة الحرارية، حيث أن حرارة تجفيف الأدنى تؤدي للحصول على فطر أكثر سطوع، حيث تؤدي زيادة درجة حرارة التجفيف إلى انخفاض قيمة سطوع الفطر *L، وازدياد قيمة اللون الأصفر *b، كما تؤدي المعاملات الأولية الفيزياكيميائية المناسبة في الحفاظ على لون الفطر، حيث تساعد عملية الكبرتة في الحفاظ على لون الفطر خلال التجفيف (Kumar وآخرون،2013).

1-6-2-2: **التغير في القوام:** يعبر القوام عن بنية المادة الغذائية وطريقة استجابتها عند تطبيق قوة خارجية، ويعد إحدى خصائص الجودة الفيزيائية الهامة جداً، وفي حالة الفطر يعتبر القوام من الصفات الجوهرية التي يتحدد على أساسها قبول أو رفض المنتج، ويتعلق القوام بالخصائص الفيزيائية والكيميائية. أظهرت بعض الدراسات وجود علاقة بين خصائص القوام والخواص المورفولوجية لبنية الأجسام الثمرية للفطر، فمثلاً وجد أن كثافة الهيفات تعتبر أحد المعايير التي تحدد صلابة الفطر الأبيض، كما تتأثر صلابة قوام الجسم الثمري بزيادة اصطناع الكيتين في جدر الخلايا، وتعود طراوة الفطر بعد القطاف لانخفاض انتفاخ الخلايا، والذي يرجع للتغير في نفاذية الأغشية ونزوح الرطوبة (Master وآخرون، 2000). يتأثر قوام الفطر بعوامل عدة كالمعاملة الحرارية ودرجة الحموضة، ويعود تغير درجة تماسك الفطر خلال التصنيع أو التجفيف أو التخزين

إلى التغيرات الناتجة عن فقد الرطوبة وتحلل بعض المركبات الصلبة، ويلاحظ ذلك في الفطر الأبيض (Argyropoulos وآخرون،2008) والمحاري (Kotwaliwale وآخرون،2007)، ويمكن تقييم القوام بواسطة الطرائق الحسية أو بالطرائق المعتمدة على الأجهزة، وتعتبر الأخيرة هي الأسهل والأسرع للتطبيق، وتساعد على توحيد القياس وإعطاء نتائج موثوقة، وتتطلب أشخاص أقل خبرة، ومن الصفات الحسية المدروسة للقوام العصيرية والمرونة وقابلية المضغ والهشاشية (Giri وPrasad، 2013)، ومن الأجهزة المستخدمة في تقييم قوام الفطر جهاز تحليل القوام Texture Profile Analyzer (Czapski وSzudyga، 2000). تؤثر المعاملات الأولية بشكل كبير في قوام الفطر، وتمتلك عملية السلق تأثيراً مميزاً في خصائص القوام، ووفقاً لـ Czapski وSzudyga، (2000) فإن الفطر المسلوق عندما يجفف يمتلك صلابة أعلى نتيجة التأثيرات الهيدراحرارية في تشوه البروتين والتي تتسبب في ملأ الفراغات الشعرية، كما تزداد صلابة الفطر المجفف بزيادة درجة حرارة التجفيف، وذلك بسبب الإزلة السريعة للرطوبة عند درجات حرارة أعلى، والتي تتسبب في انهيار الفراغات الشعرية داخل المنتج (Kotwaliwale وآخرون،2007).

1-6-2-3: تغير النكهة: تساهم المركبات الطيارة وغير الطيارة في نكهة الفطر، وتتغير مكونات النكهة نتيجة النشاط الفيزيولوجي بعد القطاف والتداول والحفظ والتخزين. تؤدي المعاملات الأولية الكيميائية والتي تضاف لتحسين اللون أو القوام لإنتاج نكهات غير مرغوبة، كما تؤدي عملية التجفيف لفقد في مركبات النكهة (Dermiki وآخرون، 2013).

1-6-3: التغير في الحمولة الميكروبية: يعتبر الفطر من الأغذية سريعة الفساد، وتتضمن آليات فساد الفطر: الجفاف والاسمرار الإنزيمي والفساد الميكروبي. قد يرجع فساد الفطر إلى فعل الأحياء الدقيقة المختلفة كالبكتيريا أو الفطور والخمائر في نسج الفطر، مما يؤدي إلى ظهور التصبغات والتعفنات، وإعطاء رائحة غير مرغوبة (Brennan وGormley،1998). تشير أغلب الدراسات

العلمية المتعلقة بالفساد الميكروبي للفطر أنه ناتج عن نمو بكتيريا جنس *Pseudomonas spp.*، وبينما تنمو هذه البكتيريا داخل أنسجة الفطر فإنها تقوم بتحليل ألياف الفطر، مما يؤدي لطراوة النسج وحصول الإسمرار الإنزيمي، ويعد نوع *Pseudomonas tolaasii* من الأنواع الرئيسة المسؤولة عن الفساد الميكروبي للفطر، والذي ينتج نوعاً من السموم البكتيرية التي تقوم بتحليل خلايا الفطر، مما ينتج عنه صبغات بنية وجروح على السطح، والتي تعتبر من أهم أعراض المرض البكتيري المعروف باللطخة البكتيرية (Brennan وGormley،1998). أشار Lagnika وآخرون، (2014) إلى أن تعداد البكتيريا المحبة للحرارة المتوسطة يتراوح بين (6.2–7.2) log CFU/غ بعد القطاف مباشرة، كما ذكر Doores وآخرون، (1987) أن نسج الفطر السليم الطازج والنظيف تحوي حمولة ميكروبية طبيعية بتعداد كلي يتراوح بين (6.3–7.2) log CFU/غ ، وقد حدد القسم الرئيسي من البكتيريا المعزولة (54%) على أنها *Pseudomonas fluorescencs*، بينما شكلت بكتيريا *Flavobacteria* القسم الرئيس الثاني بنسبة 15% من إجمالي الفلورا الميكروبية الموجودة في نسج الفطر، كما قام Halami وآخرون، (1999) بعزل بكتيريا حمض اللبن المنتمية لجنسي *Lactobacillus spp.* و *Pediococcus spp.* من نسج الفطر الأبيض الطازج، بالإضافة لذلك يحوي الفطر أيضاً على مستويات جيدة من الفطريات والخمائر، حيث أشارت دراسة أجراها Chikthimmah، (2006) إلى أن نسج الفطور المأكولة الطازجة احتوت قرابة (3)log CFU/غ من الفطريات و(6) log CFU/غ من الخمائر في الفطر الطازج. يدعم المحتوى الرطوبي العالي للفطر من النمو الميكروبي، لذا فإن إزالة الرطوبة خلال التجفيف يقلل من احتمالية الفساد (Shewfelt،2009)، ووفقاً لـTiisekwa وآخرون، (2002) فإن محتوى الرطوبة في الفطر المجفف في المجفف الشمسي كانت 6.1% أخفض من المجفف بطريقة التجفيف الشمسي التقليدي 10% مما أثر في الحمولة الميكروبية للعينات حيث

احتوت المجففة بالمجفف الشمسي على حمولة أقل من المجففة بالطريقة التقليدية ، كما أن المنتج المجفف شمسياً كان أكثر عرضة للتلوث الميكروبي من الجو المحيط مقارنة بطرائق التجفيف الميكانيكي كالهواء الساخن (Shewfelt،2009).

1-6-4: تغير درجة الحموضة (pH): تعتبر درجة حموضة المادة الغذائية مؤشراً هاماً يرتبط بتركيب المادة الغذائية، حمولتها الميكروبية والنشاط الإنزيمي. تذكر المراجع أن قيمة pH الفطر قريب من المتعادل (pH=7)، لذا يكون الفطر عرضة للفساد بشكل أكبر من الخضار والفاكهة ذات الحموضة الأعلى، وترتبط قيمة pH الفطر بشكل رئيسي بنمو الأحياء الدقيقة، وإنتاجها الأحماض العضوية (Fang،1971). أشار Heshmati وآخرون، (2019) إلى أن قيمة pH سلالات مختلفة من الفطر الأبيض تتراوح بين (6.7-7)، كما ذكر Fang وآخرون، (1971) أن الحموضة الكلية للفطر الأبيض الطازج تقارب 0.73% معبراً عنها كحمض اللاكتيرونيك مع درجة pH تتراوح بين (6.3-6.4)، كما ذكر Eissa، (2008) أن قيمة pH الفطر الأبيض الطازج كانت بحدود 6.6.

1-7: طرائق حفظ الفطر: يعتبر الفطر مادة أولية صعبة الحفظ، كون الفطر الطازج منتج سريع الفساد، حيث تحصل تغيرات فورية في اللون والقوام خلال التخزين، لذا يفضل الحفظ وفق تقانات عديدة كالتبريد، التجميد، التجفيف، التجفيد، التعقيم والتعليب، التشعيع، استخدام موجات الميكروويف، التجفيف بالأشعة تحت الحمراء، التعريض للأشعة فوق البنفسجية أو التعبئة في أغلفة بوليميرية في ظروف الجو العادي أو المعدل أو تحت تفريغ، أو المعاملات الأولية كالسلق أو المواد الكيميائية أو مواد التغطية والمواد الحافظة، ويعتبر التجفيف من أكثر الطرائق استخداماً في حفظ ومعالجة الفطر، وتعتمد طريقة معالجة الفطر بشكل رئيس على الاستخدام المقصود ومدة الحفظ المطلوبة (Komanowsky وآخرون،1970).

1-7-1: المعاملات الأولية للفطر: تطبق المعاملات الأولية على الفطر عادة لمنع ظهور علامات تراجع الجودة المتمثلة في تغير اللون، القوام وتطور النكهات غير المرغوبة، بالإضافة لتقليل الحمولة الميكروبية، ومن أمثلتها السلق، التدخين، التمليح، الغمر بالأحماض، المحاليل القلوية والكبرتة، بالإضافة لمواد التغطية.

1-7-1-1: الغسيل والسلق: يهدف غسيل الفطر لإزالة جزيئات التربة أو وسط الزراعة العالق وإعطاء منتج جذاب بغرض التسويق، ولكنه بالمقابل يخفض فترة الصلاحية نتيجة زيادة نشاط البكتيريا والاسمرار الإنزيمي، لذا يتم الغسيل عادة باستخدام محاليل تحوي عوامل مضادة للأكسدة وللبكتيريا مثل حمض الاسكوريك والستريك ومركبات الكبريت. يطبق السلق عادة بتغطيس الفطر في ماء ساخن بهدوء لفترة وجيزة، ثم تعرض لتيار ماء بارد لوقف التأثيرات الحرارية للمعاملة، حيث يوقف التعرض القصير للحرارة النشاط الأنزيمي، مما يمنع من التراجع اللاحق في صفات الجودة وتحلل العناصر الغذائية مثل حمض الاسكوربيك ودكانة اللون وتطور النكهات غير المرغوبة، كما يساهم السلق في خفض الحمولة الميكروبية وطرد الغازات في أنسجة الفطر، وله تأثيرات هامة في القوام وانتقال الرطوبة وخفض زمن التجفيف (Saxenaو Rai،1990)، وبالمقابل يتسبب السلق بفقد بعض العناصر الغذائية المنحلة بالماء والتي ترشح إلى ماء السلق، مما يتسبب في خفض القيمة الغذائية، ويمتاز السلق بالبخار بخفض نسبة فقد العناصر الغذائية الراشحة لماء السلق (Gothandapani وآخرون،1997)، ذكر Gothandapani وآخرون، (1997) أن السلق يتم بالغمر في الماء الساخن أو التعريض للبخار، ويتوقف زمن السلق على الزمن اللازم لوصول درجة حرارة مركز المادة الغذائية إلى الدرجة 77م° وهي الدرجة اللازمة لتحطم إنزيم البيروكسيداز، كما ذكر Saxenaو Rai، (1990) أن درجة حرارة ماء السلق المستخدمة عادة في معامل تصنيع الخضار والفاكهة (85-100) °م، ويتم الغمر فيها لمدة (2-6) دقائق، وتستخدم أزمنة سلق مختلفة

تبعاً لحجم الفطر وذلك لمنع علامات السلق الزائد والانكماش. أشار Bano وRajarathnam، (1988) إلى أن سلق الفطر المحاري لمدة دقيقة واحدة كافي للحفاظ على اللون وخفض النشاط الإنزيمي. درس Egbebi و Fakoya، (2014) تأثير سلق الفطر عند درجات حرارة مختلفة (70، 85، 95)°م لمدة (30 ثانية، 1، 2 و 10 دقائق) في إنزيمات الكاتالاز والبيروكسيداز وفي الحمولة الميكروبية، ولوحظ أن السلق عند درجة حرارة 95م° لمدة 2 دقيقة كانت فعالة في الحصول على منتج ذو صفات جودة عالية مع أقل حمولة ميكروبية وأقل نشاط إنزيمي، كما درس Vullioud وآخرون، (2011) تأثير السلق في جودة الفطر المحاري الشتوي باستخدام درجات حرارة وأزمنة ونسبة نقع مختلفة، وجد أن معاملة السلق عند حرارة 70°م لمدة 150 ثانية ومعدل نقع (3:1) فطر لماء كانت الأكثر كفاءة في خفض فقد الوزن والانكماش الحجمي وخفض النشاط الإنزيمي.

1-7-1-2: المعاملة بالمحاليل الكيمائية: تستخدم المعاملات الأولية الكيميائية بغرض تثبيط نشاط إنزيمات الفطر كإنزيم بولي فينول أوكسيدازو والبيروكسيداز والليبوأكسجيناز، والتي تتسبب بتراجع اللون والنكهة والقيمة الغذائية، ويتم ذلك وفق آليات عديدة كالارتباط بالموقع الفعال في الإنزيم، تكاثف ركائز البولي فينول أوكسيداز وتغيير درجة حموضة الوسط pH تحت القيمة المناسبة لعمل الأنزيم (Iyengar و McEvily، 1992)، كما تساهم المعاملات الأولية في خفض الحمولة الميكروبية، مما يجعل استهلاك الفطر آمناً بشكل أكبر، ويتم ذلك بخفض درجة pH السطح الخارجي للفطر، وتستخدم لتلك المعاملات ظروف مثالية كتركيز محلول المادة الكيميائية ودرجة حرارة وزمن النقع، ومن أمثلة تلك المواد: ملح الطعام، حمض الستريك، حمض الأسكوربيك، الماء الأوكسجيني، حمض الفيروسينيك، إيتيلين ثنائي أمين رباعي حمض الخل EDTA، إيزوربات الصوديوم، هيدروكلوريد السيستين، كلوريد الكالسيوم وميتا باي سلفيت الصوديوم والبوتاسيوم (Rahman، 2007) ، وعلى الرغم من أن المعاملات الأولية الكيميائية قد

تساعد في حفظ الجودة، إلا أنها تؤثر بشكل سلبي في الصفات الحسية والقيمة الغذائية عبر رشح المواد الغذائية في ماء النقع، وجد Gothandapani وآخرون، (1997) أن عملية الكبرتة تتسبب بانخفاض في محتوى البروتين والكربوهيدرات في الفطر المجفف عند مقارنته بالعينات غير المعاملة، كما ذكر Rai وArumuganathan، (2008) أن استخدام ميتا باي سلفيت البوتاسيوم وبنزوات الصوديوم ضمن محلول 0.5% لمدة 15 دقيقة قبل عملية التجفيف لم يقلل من القيمة الغذائية عند المقارنة مع العينة غير المعاملة لكنها قللت من القبول الحسي. تتم عملية الكبرتة عادة قبل التجفيف للتحكم بالاسمرار الأنزيمي بغرض تحسين قابلية الاستهلاك للمنتج، وتوفر مركبات السلفيت مزايا كبيرة وهامة عند استخدامها بشكلها الغازي حيث تخفض بشكل كبير من الزمن اللازم للمعاملة، كما تقلل من الفقد الحاصل خلال التجفيف، ويعمل ثنائي أوكسيد الكبريت على حفظ الفطر وفق طرائق مختلفة، حيث يخرب إنزيمات الأكسدة الشائعة، وله خواص مضادة للأكسدة، كما يقلل من الاسمرار اللاإنزيمي لتفاعل ميلارد عبر التفاعل مع المجموعات الألدهيدية للسكر لذا تكون حرة للارتباط مع الأحماض الأمينية، كما يخفض من أعداد الأحياء الدقيقة ويمنع نموها في المنتجات المجففة، كما تساعد الكبرتة في طرد الحشرات أثناء التجفيف وبعد التخزين، وتتم الكبرتة عادة عبر المعاملة بمحاليل لأملاح السلفيت وأشهرها ميتا باي سلفيت الصوديوم والبوتاسيوم (Afoakwah ،2020). أشار Ahmadi، وآخرون (2020) إلى أن بقايا ثنائي أكسيد الكبريت الناتج عن عملية الكبرتة ضارة للأشخاص الذين يعانون من الربو، كما قد تتسبب بالحساسية وفرط الحركة لدى الأطفال. يستخدم حمض الستريك في معامل الصناعات الغذائية بشكل أساسي كمادة حافظة لتأثيرها في خفض درجة الحموضة pH، كما يستخدم كمادة مساعدة لمضادات الأكسدة بسبب فعله المخلبي للشوارد المعدنية (Javan وآخرون،2015). ذكر Brennan وGormley، (1998) حصول اسمرار أقل للأجسام الثمرية المعاملة بحمض الستريك

مقارنة مع المغسولة بالماء وذلك خلال التخزين لمدة أسبوعين عند درجة حرارة الغرفة، كما وجد Javan وآخرون، (2015) أن معاملة النقع بحمض الستريك 3% كانت فعالة في الحفاظ الخصائص المضادة للأكسدة في شرائح الفطر الأبيض. قام Neha، (2015) بالجمع بين معاملتي الكبرتة مع النقع بحمض الستريك عند المعاملة الأولية للفطر الأبيض، وقد حصل على صفات جودة متفوقة على العينات المعاملة بإحدى المعاملتين. يستعمل كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ قبل التجفيف بغرض تحسين قوام فطر المجفف، وقد أشار Jayathunge وIlleperuma، (2001) إلى أن معاملة نقع الفطر بمحلول من كلوريد الكالسيوم بالإضافة لمساهمتها في تحسين القوام فإنها تحسن من درجة اللون الأبيض للفطر، وذلك لقدرة الكالسيوم على إعطاء الثباتية للفراغات المسامية للأغشية وإبطاء الاسمرار الإنزيمي، كما استخدم Sapers وآخرون، (2001) الماء الأوكسجيني بتراكيز حتى 5% لغسيل الفطر الأبيض ووجد أنها فعالة في تخفيف البقع البنية والإسمرار الأنزيمي وإطالة فترة الصلاحية حتى 8 أيام عند درجة حرارة التبريد.

1-7-1-3: مواد التغطية: تملك بعض المستخلصات النباتية نشاطاً مضاداً للأحياء الدقيقة وتساعد في إطالة فترة حفظ الفطر. استخدم Inam-ul-Haq وآخرون، (2010) مستخلص أوراق الأزدرخت *Melia azedarach* في إطالة فترة صلاحية الفطر الأبيض إلى مدة تزيد عن الأسبوع عند درجة حرارة الغرفة، كما استخدام Valverde وآخرون، (2005) هلام صبار الأوليفيرا *Aloe perfoliata* في تغطية الفطر بغرض إطالة مدة حفظه، وذلك عبر خفض الاسمرار الإنزيمي بنسبة تصل لـ 30%، وتشكيل حاجز يمنع تبادل الرطوبة والأوكسجين وغاز ثاني أوكسيد الكربون، مما يقلل من فقد الوزن وتغير اللون وطراوة النسج ونمو الفطور والخمائر، كما أشار Winward وآخرون، (2008) إلى أن لمستخلصات الثوم والزنجبيل 3% تأثيراً إيجابياً في إطالة فترة صلاحية الفطر. تستخدم السكريات المتعددة كالصموغ النباتية والسكريات البسيطة والبروتينات واسترات

الأحماض الدسمة بشكل تجاري كأغلفة قابلة للأكل تزيد من فترة صلاحية المنتجات الزراعية، حيث تعمل بشكل رئيس كحاجز يمنع فقد الرطوبة (Niazmand وآخرون، 2009)، حيث اقترح Niazmand وآخرون، (2009) إطالة فترة حفظ الفطر الأبيض عبر التغطية بأغلفة من البكتين عالي الأسترة والنشاء التجاري وكربوكسي ميتيل سيللوز، كما استخدم Le Tien وآخرون، (2001) محلول تغطية للفطر مؤلف من 5% بروتين (كازئينات الكالسيوم ومسحوق بروتينات المصل)، 2.5% غليسيرول و0.25% كربوكسي ميتيل سيللوز و0.125% كلوريد الكالسيوم، حيث وجد أنه فعال في تأخير تفاعلات الاسمرار الإنزيمي، كما أشار Eissa، (2008) إلى إمكانية استخدام الكيتوزان 2% في إطالة فترة صلاحية الفطر الأبيض.

1-8: أهم الطرائق المستخدمة في تجفيف الفطر: يعرف التجفيف بأنه العملية التي يتم فيها التخلص من الرطوبة الموجودة في المادة الغذائية عن طريق التبخر أو التسامي عبر تطبيق معاملة حرارية تحت ظروف مضبوطة بغرض خفض النشاط المائي وإطالة فترة صلاحية حفظ المادة الغذائية (Ratti، 2001)، ويترافق انخفاض الرطوبة بانخفاض كبير في الوزن والحجم، مما يقلل من تكاليف التعبئة والتغليف والنقل والتخزين. يعد التجفيف من أقدم الطرائق المستخدمة في حفظ الأغذية حيث اتبعت طريقة التجفيف الشمسي منذ القدم في منطقة حوض المتوسط لحفظ ثمار الفاكهة، ومع تطور الصناعة تم استنباط طرائق أكثر حداثة في تجفيف الأغذية كالتجفيف بالمجففات الشمسية، التجفيف بالهواء الساخن، التجفيف تحت تفريغ، التجفيف بالأشعة تحت الحمراء، التجفيف بالأمواج المغناطيسية، التجفيف بالمايكرويف، التجفيف بالتجميد والتجفيف الأسموزي وغيرها (Selvi وآخرون، 2007)، وتطبق تجارياً تقانات عديدة للتجفيف بالهواء الساخن مثل مقصورات التجفيف Air-Cabient Drier، ومجففات الطبقة المميعة Fluidized Bed Drier، ومجففات الطبقة الرقيقة Thin Layer Driers. ومن العوامل المؤثرة في معدل التجفيف

طريقة التجفيف، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية للهواء المستخدم في التجفيف والمعاملات الفيزياكيميائية الأولية(Rama وJohn،2000). ذكر Rama وJohn، (2000) أن مدة صلاحية الفطر المجفف المعبأ في أكياس محكمة الإغلاق تصل لمدة عام. تخضع المادة الغذائية خلال عملية التجفيف لتغيرات عديدة تؤثر في جودة الأغذية المجففة، تقسم إلى تغيرات فيزيائية، كيميائية، حسية وتغذوية، وتشمل التغيرات الفيزيائية تحطم البنية وانكماش الحجم، مما يترتب عليه تغير في الكثافة والقوام والوزن وتشوه المظهر وانخفاض القدرة على الاسترجاع، وتشمل التغيرات الكيميائية والحسية تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي، فقدان مكونات النكهة، أكسدة الدهون، تحطم الصبغات وتثبيط الأنزيمات، مما يترتب على ذلك من دكانة اللون وتراجع الطعم والرائحة وتشكل نكهات غير مرغوبة، وتشمل التغيرات التغذوية تشوه البروتينات وتحطم الفيتامينات (Ratti، 2001).

1-8-1: التجفيف الشمسي الطبيعي (التقليدي):

تعتمد طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي على نشر شرائح الخضار والفاكهة تحت أشعة الشمس المباشرة عدة أيام حتى الوصول إلى رطوبة مناسبة، ولا تزال هذه الطريقة تستخدم حتى الآن في تجفيف ثمار العنب والمشمش والتين (Asgar وآخرون،2003). يعد التجفيف الشمسي مناسباً في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، حيث توجد أشعة شمس كافية لساعات طويلة وتندر الهطولات المطرية، وتعتبر أشعة الشمس بطبيعتها منخفضة الحرارة نسبياً وملائمة جداً لعملية التجفيف، وحتى خلال فترة عدم الإشعاع الشمسي فإن الطاقة المخزنة من المنتج نفسه تساعد في إزالة الرطوبة الزائدة، ويعاب على التجفيف الشمسي وجود تقلبات بكفاءة التجفيف خصوصاً عندما تسود الظروف الغائمة، حيث يصبح الجو المحيط بالفطر أبرد ومعدل التجفيف يسير بشكل أبطأ (Kumar وآخرون،2013)، ووفقاً لـ Kumar وآخرون، (2013) فإن عينات الفطر خلال

التجفيف الشمسي تكون مفتوحة على البيئة المحيطة مما يجعلها عرضة للحشرات والقوارض، ويكون المحتوى الرطوبي النهائي للمنتج المجفف أعلى مقارنة بطرائق التجفيف الميكانيكي، مما يقلل من فترة الصلاحية ويخفض من خصائص الجودة كاللون والطعم والقوام ويكون ناتج التجفيف غير صحي (Gothandapani وآخرون،1997)، ويمكن التجفيف تحت أشعة الشمس المباشرة Open Sun Drying أو التجفيف بالظل Shade Sun Drying، حيث يقلل التجفيف بالظل من بعض التأثيرات السلبية للتجفيف بأشعة الشمس المباشرة، ويستغرق التجفيف الشمسي عادة عدة أيام، ويتوقف زمن التجفيف على عدد أيام السطوع الشمسي ودرجة الحرارة وسماكة وطبيعة المادة الغذائية المجففة (Kumar وآخرون،2013). يؤدي التجفيف الشمسي لإعطاء فطر ذو لون أكثر دكانة من طرائق التجفيف الميكانيكي (Aishah وRosli،2013).

1-8-2: التجفيف بالمجففات الشمسية: أشار Kumar وآخرون، (2013) إلى كفاءة المجففات الشمسية في تجفيف محاصيل زراعية معينة، وتعد المجففات الشمسية أكثر فعالية وتتطلب زمن أقصر من طريقة التجفيف الشمسية التقليدية، حيث يأخذ تجفيف الفطر في المجففات الشمسية حوالي 13-14 ساعة، بينما يتطلب التجفيف الشمسي التقليدي 2-3 يوم، ويعود ذلك لوجود درجة حرارة أعلى ورطوبة نسبية أخفض داخل المجفف، كما تحافظ المجففات الشمسية على الحرارة داخل المجفف خلال الطقس الغائم، مما يساعد على التخلص المستمر من الرطوبة وفق معدل متزايد ولا ينخفض معدل التجفيف عند عودة الاشعاع الشمسي، كما تمتاز المنتجات المجففة بالمجففات الشمسية عن الطريقة التقليدية بارتفاع خصائص الجودة من حيث الصفات الحسية والاسترجاع، وانخفاض الحمولة الميكروبية، والإصابة بالحشرات والقوارض، والتلوث بالأتربة والغبار (Asgar وآخرون،2003). بيَن Mustayen وآخرون، (2015) تفوق الفطر المحاري

المجفف بالمجفف الشمسي في صفات الجودة كاللون، انخفاض تكاليف التجفيف، حيث تم الوصول لرطوبة منخفضة 7.9% خلال زمن قصير نسبياً عند درجات حرارة 48-62ºم مقارنة بالطريقة التقليدية.

1-8-3: ا التجفيف الميكانيكي بالهواء الساخن: يعتمد التجفيف الصناعي على تجفيف المواد الغذائية بهواء سبق تسخينه عن طريق حرق الوقود أو باستخدام الكهرباء، ويتم ذلك في أفران خاصة تعرف بالمجففات، والتي قد تكون مفرغة من الهواء للمحافظة بشكل أكبر على صفات الجودة والقيمة الغذائية، وتتراوح درجة الحرارة المناسبة للتجفيف بين (50-80) ˚م. يتراوح زمن تجفيف الفطر في الهواء الساخن بين (6-12) ساعة، وذلك اعتماداً على نوع الفطر، محتوى الرطوبة الابتدائية، طريقة التجفيف، والشروط المستخدمة أثناء عملية التجفيف كدرجة الحرارة والرطوبة النسبية لهواء التجفيف وسرعة تدفق الهواء، ويستمر التجفيف حتى الوصول لوزن ثابت (Kibar، 2021). ذكر Singh، (1996) أن استخدام درجة حرارة 60ºم مناسبة لتجفيف الفطر، مع إمكانية استخدام عملية تجفيف متعددة المراحل، حيث وجد أنها تعطي منتجاً ذو جودة أعلى ولون أفضل، كما ذكر Hassan وMedany، (2014) أن زمن تجفيف الفطر المحاري الشتوي تراوح بين (7-12) ساعة و (6.5-11) ساعة في المحاري الملكي باستخدام الهواء الساخن عند درجات حرارة (50-70)ºم، كما أشار Apati وآخرون، (2010) إلى أن زمن التجفيف بالهواء الساخن في الفطر الأبيض الشائع تراوح بين (8.5-10.5) ساعة، ولفطر محاري فلوريدا (6.5-8.5) ساعة عند درجات حرارة تتراوح بين (50-60)ºم. يؤدي استخدام درجة حرارة أعلى إلى انخفاض جودة الفطر عند التجفيف بالهواء الساخن حيث ذكر Naik وآخرون، (2006) أن فطر محاري فلوريدا *P.florida* المجفف بالهواء الساخن عند حرارة 60ºم كان أفضل من حيث خصائص الجودة ومعدل الاسترجاع بالمقارنة مع التجفيف عند درجتي حرارة 55 و 70ºم،

والمجففة بـالمجفف الشمسـي عنـد (40–70)°م، والميكروويـف عنـد 40°م، كمـا أشـار Nour وآخرون، (2011) إلى أن عينة الفطر الأبيض المجففة بالهواء الساخن عند 50°م كانت أفضل جودة من المجففة عند 70°م.

1-8-4: التجفيف بالتجميد (التجفيد): تعد طريقة التجفيد من أحدث التقانات المستخدمة في حفظ الأغذية، وتتم عملية التجفيد بتجميد المواد الغذائية أولاً، ثم تقليل الضغط المحيط بها ما يؤدي إلى تسامي المياه الموجودة فيها بشكل مباشر من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية، مما يسمح بإنتاج منتجات عالية الجودة تقارب جودتها جودة العينة الطازجة وذات فترة صلاحية طويلة، إلا أنها تعتبر تقانة مكلفة لذا فإن تطبيقها في عمليات تجفيف الفطر بشكل صناعي ما يزال محدوداً (Giri و Prasad، 2013). بيّن Tiram عام (2013) أن عينات الفطر المجفدة تمتلك محتوى مرتفع من مضادات الأكسدة وحمض الأسكوربيك والمعادن كالكالسيوم والفوسفور والحديد، وذلك بالمقارنة مع العينات المجففة بالهواء الساخن أو بالتجفيف الشمسي، كما أشار Amina وآخرون، (2016) إلى حصول تغيرات طفيفة في تركيب الفطر في العينات المجفدة خلال أربعة شهور التخزين مقارنة بالعينات المجففة شمسياً، حيث انخفضت درجة الحموضة بمقدار ضئيل، كما انخفض محتوى الآزوت الطيار والفوسفور، بينما لم يتغير محتوى الكالسيوم، وكذلك كان الانخفاض طفيفاً في محتوى البروتين وحمض الأسكوربيك، كما ذكر Xu و Duan، (2015) أن عينات الفطر المجفدة كانت ذات صفات جودة أفضل بقيمة سطوع أعلى وقوام أفضل مع كثافة أقل مقارنة بطرائق التجفيف الأخرى كالتجفيف بالميكروويف وبالهواء الساخن. أشار Martinez-Soto وآخرون، (2001) إلى ارتفاع معدل الاسترجاع والقبول الحسي للفطر المحاري الشتوي في العينة المجففة بالتجفيد مقارنة بطريقتي التجفيف بالهواء الساخن وتحت تفريغ، كما وجد Tian وآخرون، (2016) أن التجفيد ساعد في الحفاظ على مركبات النكهة في فطر *Lactaricus*

delicisous متبوعاً بالتجفيف بالهواء الساخن، أما التجفيف الشمسي فقد أدى إلى فقد كبير في مركبات النكهة.

1-9: الخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر المحاري: تعتبر خاصية القدرة على ربط الماء من الخصائص الهامة في تطوير الأغذية الجاهزة، حيث تضمن هذه الخاصية تماسك المنتج وعدم انفصاله عند التحضير، وتعتبر مؤشراً لإمكانية استخدام مسحوق المادة الغذائية في النظم الغذائية، والتي تتطلب عملية ترطيب أو إضافة الماء لتحسين عمليات التداول والتصنيع (Ogunlakin وآخرون، 2012)، كما أنها ذات أهمية تكنولوجية واقتصادية عالية كونها تزيد من المردود وزناً وحجماً، مما يزيد من نسبة مشاركتها في الوصفات والخلطات الغذائية في عجائن منتجات الخبيز كالكيك والمعكرونة، ومستحلبات اللحوم، والحساء، والأغذية الهلامية لتحسين التشكيل والتداول والقوام، والحفاظ على طزاجة المنتج عند التخزين ومنع الجفاف وزيادة الصلاحية كونها تحتفظ بكمية أكبر من الرطوبة (Dossou وآخرون، 2014)، كما تعكس قوة الانتباج جودة امتصاص الماء من قبل مسحوق المادة الغذائية (pruthi وآخرون، 1978)، في حين تعتبر خاصية القدرة على ربط الزيت لمساحيق المادة الغذائية ذات أهمية كبيرة في تحضير المنتجات الغذائية التي تتضمن خلط الزيوت والدهون معها مثل مستحلبات اللحوم والحساء، مما يساعد في تعزيز الطعم والاستساغة والشعور بامتلاء الفم وإطالة فترة الصلاحية (Pomeranz، 2012)، وترتبط القدرة على ربط الزيت بمحتوى البروتينات من الأحماض الأمينية القطبية ومحتوى السكريات المتعددة من المجموعات الكارهة للماء(Caprita وCaprita، 2010). وجد Zhang وآخرون، (2012) عند دراسته للخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر الشيتاكي أن القدرة على ربط الماء تتراوح بين (3.1-39.0) غ/غ، الانحلالية بالماء (21.6-27.3)%، قوة الانتباج (4.7-5.7) مل/غ، الكثافة (0.18-0.22)غ/مل، انحلالية البروتين (39-64)%، كما وجد Oluwafemi وآخرون،

(2016) في مسحوق الفطر المحاري المجففة بالهواء الساخن أن القدرة على ربط الماء بلغت 5.3%، والقدرة على ربط الزيت 3.3%، والكثافة 0.5 غ/ل، والقدرة على الاستحلاب 9.5% والقدرة على تشكيل الرغوة 20.7%. تؤثر المعاملات الأولية وطرائق التجفيف في الخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر (Maray وآخرون،2017)، حيث وجد Dunkwal وآخرون، (2007) أن لمسحوق الفطر المحاري الرمادي للعينات المنقوعة بحمض الستريك 0.25% والمجففة بالفرن قدرة أكبر على ربط الماء، وقوة انتفاخ أعلى، وخصائص حسية أفضل من حيث اللون والنكهة والملمس من العينات غير المعاملة والمسلوقة بالبخار أو المجففة بطرائق أخرى كالتجفيف الشمسي التقليدي، كما ذكر Maray وآخرون، (2017) أن معاملة السلق للفطر المحاري تؤدي إلى انخفاض القدرة على ربط الماء وانعدام قوة الانتباج لمسحوق الفطر، في حين تؤدي معاملتي النقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت الصوديوم إلى تحسين خواص الترطيب.

1-10: معدل الاسترجاع (التشرب): تستخدم خصائص الاسترجاع للمنتجات المجففة كمؤشر للتغيرات الفيزيائية والكيميائية الحاصلة خلال عملية التجفيف، وترتبط بشكل كبير بالبنية الشعرية والمسامية للمنتج المجفف، والتي تتعلق بنوع معاملة التجفيف المستخدمة (Ratti،2001). يعرف معدل الاسترجاع بأنه نسبة وزن العينة المجففة إلى الوزن الجاف للعينة قبل التجفيف (Giri وParasad، 2007). يتم الاسترجاع عبر غمر المنتج المجفف في الماء قبل الاستهلاك مباشرة وذلك بوضع 10غ من العينة المجففة في 150 مل ماء مقطر، ومن ثم الغلي عند حرارة 100م° لمدة خمس دقائق (Qiu وآخرون،2021)، وقد ذكر Kotwaliwale وآخرون، (2007) أن المنتج المسترجع ذو محتوى رطوبي أدنى، وصلابة أعلى، و لون أكثر دكانة مقارنة بالمنتج الطازج. يبدي الفطر المحاري نسبة استرجاع تتراوح بين (2.3-3.4) تحت ظروف تجفيف مختلفة من الضغط والحرارة. يتأثر معدل الاسترجاع بنوع الفطر، وحرارة التجفيف، والمعاملات الأولية

المستخدمة (Ratti،2001). أشار Kulshreshtha وآخرون، (2009) إلى أن معدل الاسترجاع في الفطر المحاري الملكي كانت أعلى من المحاري الشتوي عند ظروف التجفيف نفسها، ويعود ذلك إلى وجود فروقات في بناء الأنسجة. وجد Nour وآخرون، (2001) أن استخدام درجة حرارة أعلى من 70°م في تجفيف الفطر الأبيض أدى إلى إعطاء نسبة استرجاع أدنى بالمقارنة مع العينات المجففة عند حرارة 50°م نتيجة حصول تحطم خلوي أقل، مما يجعل نسج الفطر قادرة بشكل أكبر على امتصاص الماء عند الاسترجاع. يؤدي سلق الفطر إلى إعطاء منتج أقل مسامية وأكثر انضغاطاً بعد الاسترجاع، مما يؤثر سلباً في خصائص جودة الفطر المسترجع وإعطاء نسبة استرجاع أقل، ويعود ذلك لتأثير المعاملة الحرارية في بنية البروتين ونفاذية جدر خلايا الفطر (Radzki وآخرون،2016). وجد Apati وآخرون، (2010) أن نسبة استرجاع الفطر المحاري الأعلى كانت عند التجفيف عند درجة حرارة 40°م والاسترجاع عند درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة.

1-11: استخدام مسحوق الفطر في الصناعات الغذائية: أشار Rai وArumuganathan، (2008) إلى إمكانية تصنيع منتجات غذائية متنوعة من شرائح ومسحوق الفطر المحاري المجفف مثل مخلل الفطر، حساء الفطر، بسكويت الفطر، ناغيت الفطر، معجون الفطر، كاتشب الفطر، حلوى الفطر، مربى الفطر وشيبس الفطر. تشير الدراسات المرجعية إلى استخدام الفطر المحاري في تحضير العديد من المنتجات الغذائية، فمثلاً حضر Sufer وآخرون، (2016) وجبات خفيفة مناسبة للحميات الغذائية باستبدال دقيق القمح بمسحوق الفطر المحاري بنسب مختلفة حتى 30% بوجود إضافات عديدة ثم العجن والتشكيل والشوي بالفرن، مما أدى إلى الحصول على وجبة منخفضة الكربوهيدرات والدسم نسبياً ومرتفعة محتوى البروتين والألياف الغذائية، كما حضر كرات لحم لاقت قبولاً حسياً عالياً مع خصائص جودة مقبولة باستبدال اللحم جزئياً بمسحوق الفطر

المحاري بنسب تصل إلى 10% حيث وجد أنها ساهمت في تحسين القوام وزيادة العصيرية، تحسين الخواص الحسية والقدرة على ربط الزيت، كما قام Lakshmipathy وآخرون، (2013) بتحضير مربى فطر ذو درجة تقييم حسي مرتفع باستبدال 50% من فاكهة التفاح بمسحوق الفطر المحاري، كما قام بتصنيع شراب من الفطر عالي القبول بمزج مستخلص الفطر مع عصير كل من العنب والليمون وشراب الذرة، وضبط التركيز عند 52%، كما وجد Yang و Zhang، (2009) أن إضافة مسحوق الفطر إلى حليب الصويا يساعد على التخمر، كذلك قام Kundal وآخرون، (2012) باستخدام مسحوق الفطر المحاري المجفف في تدعيم البسكويت الحلو والمالح، كما قام Arora وآخرون، (2018) باستخدام مسحوق الفطر المحاري المجفف في صناعة النودلز، ووجد أن الإضافة بنسب معينة تؤدي إلى زيادة القيمة الغذائية ودرجة القبول الحسي وزيادة فترة الصلاحية، كما درس Tupamahu وBudiarso، (2017) تأثير إضافة مسحوق الفطر المحاري الشتوي بنسب مختلفة في جودة اللبن المصنع، ووجد أن نسبة الإضافة 1% حسنت من الحموضة والصفات الحسية وخفضت التعداد الميكروبي، وأعد Ozunlu و Ergezer، (2021) سلامي البقر المدعم بمسحوق الفطر المحاري الشتوي، كذلك حضّر Bahri، (2016) محلول نقع الأعشاب لتتبيل اللحوم مما ساهم في تحسين النكهة، وحضّر Wan Rosli وآخرون، (2015) بقسماط لتغطية قطع الدجاج المقلي باستخدام نسب مختلفة من مسحوق الفطر المحاري، كما أعد Farzana ، وآخرون ،(2017) مسحوق حساء صحي عالي القيمة الغذائية مدعم بدقيق الصويا ومسحوق الفطر وأوراق المورينغا، ووجد أنه ذو درجة قبول حسي عالية ومحتوى عالي من البروتين والألياف وفيتاميني C وD، وذو فترة صلاحية تزيد عن ستة أشهر، كذلك قيم Singh وآخرون، (2017) خلطات حساء سريعة التحضير ذات نسب متدرجة من مسحوق الفطر الشيتاكي ، حيث وجد أن القيمة غذائية تزداد بزيادة نسبة التدعيم.

الفصل الثاني

مواد البحث وطرائقه

2-1: مواد البحث:

2-1-1: مكان وزمان تنفيذ البحث: نفذ البحث خلال الفترة (2018-2021) في مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة بدمشق، مخابر التقانات الحيوية التابعة للهيئة العامة للتقانات الحيوية بدمشق، مخبر التموين المركزي التابع لوزارة التجارة الداخلية وحماية المستهلك بدمشق، مخبر الأبحاث الصناعية التابع لوزارة الصناعة، ومخبر تحليل الأعلاف التابع لإدارة بحوث الثروة الحيوانية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في ريف دمشق في سورية.

2-1-2: جمع عينات الفطر المحاري الشتوي: جمعت عينات الفطر المحاري الشتوي *Pleurotus Ostreatus* من مزرعة الفطر التابعة للهيئة العامة للتقانات الحيوية، حيث استخدم تبن القمح كركيزة للزراعة دون إضافات، وتمت الزراعة ضمن غرف مجهزة تتوفر فيها الظروف البيئية المناسبة خلال طوري النمو الخضري والثمري. أخذت العينات /2كغ/ من القطفتين الأولى والثانية، واختيرت الأجسام الثمرية السليمة والطازجة ذات الحجم 7-9سم ودرجة النضج المناسبة.

2-2: طرائق البحث:

2-2-1: تحضير عينات الفطر للتجفيف: غسلت الأجسام الثمرية بلطف تحت ماء جاري لإزالة المواد الغريبة الملتصقة بسطح الفطر، غمست لمدة دقيقة بمحلول هيبوكلوريد الصوديوم 0.1% بغرض خفض الحمولة الميكروبية، جففت بقايا المياه بورق نشاف وقُطِعَت لشرائح بسماكة 0.3مم بواسطة سكين حادة (Walde وآخرون، 2006).

2-2-2: المعاملات الأولية الكيميائية المطبقة على شرائح الفطر: نقعت شرائح الفطر في المحاليل المائية للمعاملات الفيزيائية والكيميائية المدروسة بنسبة (5:1) عند درجة حرارة الغرفة العادية 25 م° لمدة 10 دقائق (Hassan وMedany، 2014) وفق التالي:

- **شاهد** (دون معاملة).
- **السلق:** بماء ساخن عند درجة حرارة 95م° لمدة 5 دقائق (Ruat، 2011) كونها أدنى معاملة حرارية كافية للقضاء على أنزيم البيروكسيداز في الفطر المحاري الشتوي.
- **النقع:** بمحلول من حمض الستريك (C.A) عند تركيزين هما (0.1% و0.5%).
- **الكبرتة:** عبر النقع بمحلول من ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (KMS) عند تركيزين هما (0.1% و0.5%).

2-2-3: طرائق التجفيف المستخدمة في البحث:

1-التجفيف الشمسي التقليدي (الطبيعي): تم التجفيف في جو من الهواء المفتوح تحت أشعة الشمس المباشرة Open Sun Drying (Eshak، 2018) وNdawula وآخرون، (2004)) خلال شهر حزيران بدرجة حرارة بحدود 40±2م° خلال 3-4 أيام من التجفيف نهاراً بمعدل 8 ساعات يومياً، حيث قلبت العينات لوجهها الآخر كل 4 ساعات. استمرت عملية التجفيف حتى الوصول إلى وزن ثابت، وقيس الوزن كل نصف ساعة عند اقتراب انتهاء عملية التجفيف.

2 -**التجفيف بالهواء الساخن:** وضعت شرائح الفطر على صواني من الستانلس ستيل (30×20×5) سم في مجفف بالهواء الساخن (J.P. Selecta) إسباني المنشأ، عند درجة حرارة 60 ±1م°، سرعة هواء التجفيف 1.5م/ثا، رطوبة نسبية 50% مسخن بشكل مسبق إلى درجة الحرارة المطلوبة لمدة ساعة كاملة، حيث وضعت شرائح الفطر بشكل متجاور بطبقة واحدة (بكمية 1 كغ لكل دفعة تجفيف)، وجففت حتى ثبات الوزن، وقيس الوزن كل نصف ساعة.

3 –التجفيف تحت التفريغ: في فرن التجفيف تحت التفريغ ماركة Vision موديل VS-1202V5 كوري المنشأ عند درجة حرارة 60±1م˚ وتفريغ قدره 1334 باسكال.

4 – **التجفيف بالتجميد(التجفيد):** ضمن وحدة التجفيد عند درجة حرارة غرفة التجفيف –60 ±1م˚، مع تفريغ قدره 13 باسكال، ودرجة حرارة المكثف –50±1م˚ (Bashir وآخرون، 2019).

2-2-4: تحضير مسحوق الفطر: طحن الفطر المجفف بمطحنة مخبرية نوع بربندر ألمانية الصنع، ثم نخلت بمنخل 80 مش (0.1 مم).

2-2-5: الاختبارات العملية:

تعيين التركيب الكيميائي: قدر التركيب الكيميائي وفق الطرائق المعتمدة من قبل هيئة المحللين الكيميائيين (AOAC،2005):

- **تقدير المحتوى الرطوبي والمادة الجافة:** قُدّر المحتوى الرطوبي للعينات بالتجفيف عند درجة حرارة 105م˚ حتى ثبات الوزن بفرن تجفيف ماركة Selecta إسباني المنشأ، وحُسبت المادة الجافة (%) بطرح محتوى الرطوبة من 100.
- **تقدير الرماد:** بوزن 2–5غ من العينة المجنسة، وتوضع في بوتقة الترميد ماركة الشامي سورية المنشأ، ثم ترمد بالمرمدة عند درجة حرارة 550م˚ حتى ثبات الوزن، ثم تبرد البواتق بالمجفف الزجاجي، ويحسب محتوى الرماد باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{محتوى الرماد(غ/100غ)} = \frac{\text{وزن البوتقة بعد الترميد–وزن البوتقة قبل الترميد}}{\text{وزن العينة المأخوذة}} \times 100$$

- **تقدير البروتينات:** قدر البروتين وفق طريقة Kjeldahl بجهاز ماركة Foss سويدي المنشأ، أُخذ 0.7 غ من الفطر ووضعت في زجاجة الهضم، وأُضيف لها 1غ من سلفات

النحاس، و10غ من سلفات البوتاسيوم، و20 مل من حمض الكبريت المركز 98%، وبعد إتمام الهضم، نقلت المحتويات لوحدة التقطير الحاوية على هيدروكسيد الصوديوم بوجود حمض البوريك، ثم تعاير القطارة الناتجة بحمض كلور الماء 0.1 نظامي بوجود مزيج متساوي من كاشفي (أحمر الميتيل مع أزرق الميتلين)، حيث انقلب اللون من الأرجواني للأخضر، وتحسب نسبة البروتين كالتالي:

$$\%\ \text{الآزوت} = \frac{\text{معايرة الشاهد} - \text{معايرة العينة}}{\text{وزن العينة}} \times 0.014 \times 100$$

$$\%\text{البروتين} = \%\text{الآزوت} \times 4.97\ \text{(Mattila وآخرون، 2001)}$$

- **تقدير الدسم:** حسب تعلميات تشغيل الجهاز حيث وزن 5غ من عينة الفطر المجنس، ثم استخلص بالإيتر البترولي في وحدة استخلاص جهاز سوكسيلت Foss™ Soxhlet 2045 سويدي المنشأ، حيث يتم الاستخلاص عند حرارة 135م°، وفق 3 مراحل (الغليان 20دقيقة، ثم الشطف 40 دقيقة، ومن ثم استرجاع المذيب والتبريد 15 دقيقة)، ثم جفف المستخلص عند حرارة منخفضة، ووضع بالمجفف الزجاجي وحسب الوزن، ثم قدرت نسبة الدسم وفق الصيغة:

$$\%\ \text{الدسم} = \frac{\text{وزن دورق الاستخلاص مع الدسم المستخلص} - \text{دورق الاستخلاص فارغ}}{\text{وزن العينة}} \times 100$$

- **تقدير محتوى الألياف الخام:**حسب AOAC عام (2005) قدرت باستخدام وحدة تقدير الألياف (Fibertec8000/Foss) سويدية المنشأ، حيث أخذ 5 غ من العينة المستخلصة بالإيتر البترولي والخالية من الدسم في دورق مخروطي، وأضيف لها 200مل من حمض

الكبريت المخفف، وتمّ الغليان لمدة 30 دقيقة بوجود مكثف مرتد للدورق، ثم نقلت المحتويات لدورق آخر، وأضيف هيدروكسيد الصوديوم، ويتم الغليان مرة أخرى لمدة 30 دقيقة بوجود المكثف، ثم تفلتر محتويات العينة وتغسل بماء مغلي ثم بالإيتانول، ثم تجفف المواد المتبقية عند حرارة 105م° لمدة ساعتين، ثم رمدت بالمرمدة عند درجة حرارة 660م°، ووزنت البوتقة بعد الترميد ، وحسبت نسبة الألياف وفق التالي:

$$\% \text{ الألياف الخام} = \frac{\text{وزن البوتقة قبل الترميد} - \text{وزن البوتقة بعد الترميد}}{\text{وزن العينة}} \times 100$$

- **تقدير الكربوهيدرات الكلية:** وحسب بطريقة الفرق Difference Method حسب AOAC عام (2005) وفق التالي:

% الكربوهيدرات الكلية =100 – (%الرطوبة+ %الرماد+ %البروتين+ %الدسم+ %الألياف).

- **حساب الطاقة (محتوى السعرات الحرارية):** وتمّ وفقاً للصيغة الموضوعة من قبل (AOAC,2005) وفق التالي:

$$E\ (KCAL/100g) = (4\times CP) + (9\times CF) + (4\times NFE)$$

حيث: CP: نسبة البروتين الخام.

CF: نسبة الدسم الخام.

NFC: المستخلص الخالي من الآزوت (الكربوهيدرات الكلية).

تقدير درجة الحموضة pH: وذلك باستخدام جهاز PH-meter أمريكي المنشأ Orion ,240A، حسب تعليمات عمل الجهازوتمّ بغمس الكترود الجهاز بعد المعايرة بمحاليل موقية قياسية 4 ،7، 10.

تقدير الحموضة الكلية: وذلك حسب (AOAC،2005) عن طريق المعايرة الكيميائية بماءات الصوديوم 0.1 نظامي بوجود مشعر الفينول فتالئين، وعبر عن النتيجة على أساس حمض ستريك.

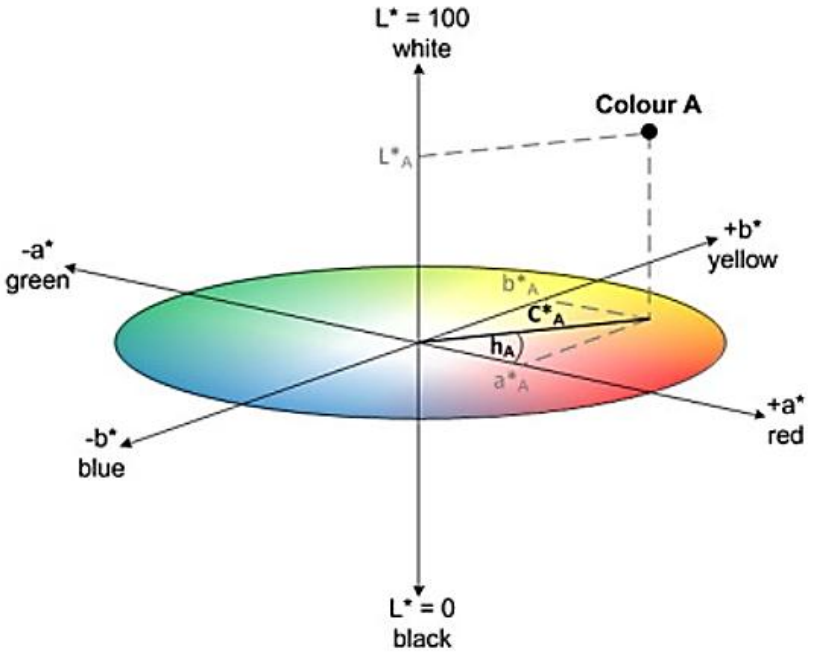
2-2-8: قياس النشاط المائي(a_w) : وذلك بوضع 2.5غ تقريباً من عينة الفطر المجنسة في الحجرة الخاصة بجهاز قياس النشاط المائي TESTO 650 أمريكي المنشأ عند درجة حرارة 25م° بعد إجراء عملية المعايرة وفق تعليمات دليل تشغيل الجهاز.

تقدير السكريات المرجعة: حسب طريقة لين وإينون Lane and Enyon وفق (AOAC،2005).

تعيين تركيب السكريات: قدرت تركيب السكريات باستخدام جهاز HPLC وفقاً لطريقة Obodai وآخرون، (2014).

تعيين اللون: عينت مؤشرات اللون وهي درجة السطوع *L (فاتح، داكن)، ويتراوح بين(0-100)، درجة اللون الأحمر *a (أحمر، أخضر) ويتراوح بين (-60، +60) ، درجة اللون الأصفر *b (أصفر، أزرق) ويتراوح بين -60،+60 ، كما يظهر في الشكل (2-1) ، باستخدام جهاز (Hunter Lab) نوع Chroma-Merer CR-410 ياباني المنشأ حسب تعليمات تشغيل الجهاز، حيث عوير الجهاز مسبقاً بالقرص الأبيض المزود به ، وقيس اللون من ثلاثة نقاط متباعدة من

سطح الفطر:



الشكل (2-1): مكونات اللون حسب جهاز Hunter Lab

ثم تم حساب القيم اللونية التالية (Palou وآخرون، 1999):

درجة تغير اللون (ΔE): وتحسب وفق التالي:

$$\Delta E=\sqrt{\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2}$$

مؤشر الاسمرار Browning Index (BI) وفق التالي:

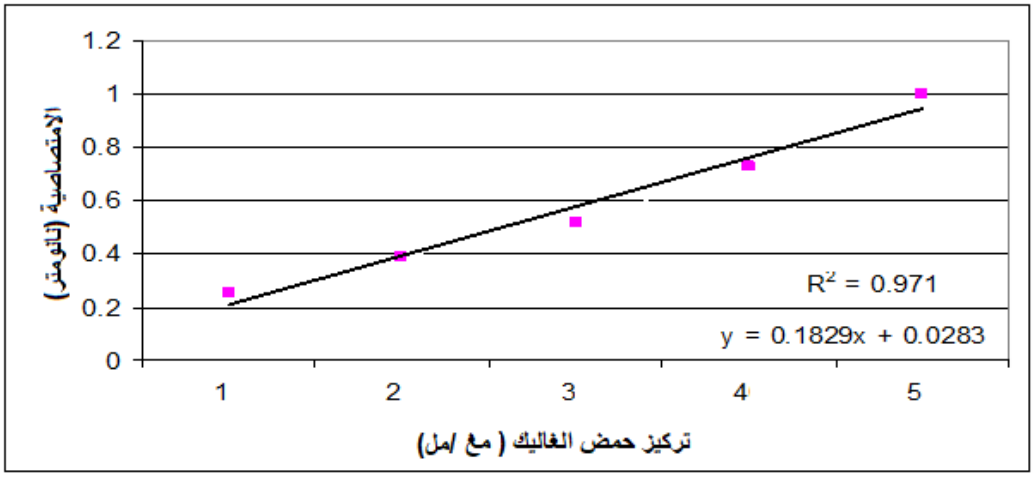
$$BI=[100(X-0.31)]\times 10.72$$

$$\text{Where: } X=(a^*+1.75L^*)/(5.645L^*+a^*-3.012b^*)$$

تعيين حمض الاسكوربيك (فيتامين C): عبر المعايرة الكيميائية بصبغة 6،2 ثنائي كلوروفينول إندوفينول والتي تعتمد على تغير لون الصبغة نتيجة إرجاع حمض الاسكوربيك (AOAC،2005).

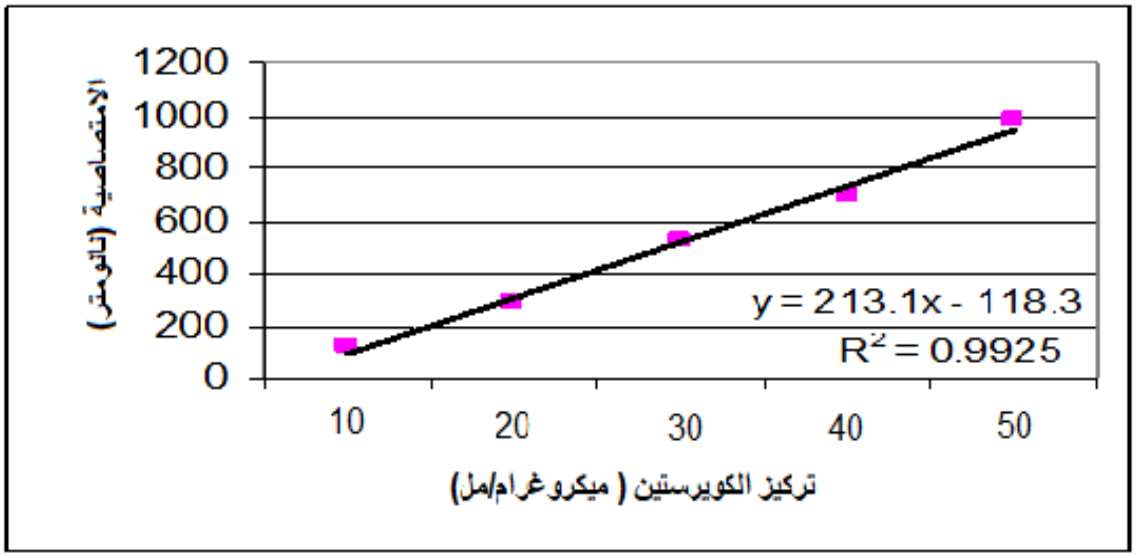
استخلاص مضادات الأكسدة: وفق طريقة Wada وOu، (2002) وفق التالي: أخذ 10غ من العينة المجنسة ووضعت في بيشر زجاجي سعة 50 مل، وأضيف لها 30 مل إيتانول مطلق، ثم مزجت بشكل جيد باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى، وبدرجة حرارة الغرفة لمدة ساعة واحدة، ثفلت بعدها العينة باستخدام جهاز الطرد المركزي بسرعة 3200دورة/الدقيقة لمدة 5 دقائق، تم تبخير المستخلص بالمبخر الدوراني عند حرارة 40م˚ حتى تمام الجفاف، ثم أعيد حله بتركيز 10مغ/مل، وحفظ عند درجة حرارة التبريد 4م˚ حتى إجراء التحليل.

- **تقدير الفينولات الكلية (Total phenolics Content (TPC:** طريقة Folin Ciocalteu وفق Asami وآخرون، (2003)، حيث أخذ 2مل من المستخلص الإيتانولي ، أضيف لها 3مل من ماء مقطر، و0.2 مل كاشف فولين، ووضعت في دورق معياري سعة 10مل، رج المزيج باستخدام محرك كهربائي لمدة دقيقتين عند حرارة الغرفة، ثم أضيف لها 4 مل من كربونات الصوديوم (7%)، وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، ثم خلط المزيج السابق، وترك لمدة ساعتين عند حرارة الغرفة، بعدها ثفل ورشح، وقيس الامتصاص بالمطياف الضوئي عند طول موجة 750 نانومتر، ويعبر عن النتيجة بـ مغ/غ من المادة الجافة على أساس مكافئ حمض غاليك (GAE)، استخدمت تراكيز بين(0–5) مغ/مل لرسم المنحني القياسي.



الشكل (2–2): المنحني القياسي للفينولات

- **تقدير الفلافونيدات الكلية(TFC)** : قدرت الفلافونيدات الكلية وفق Hussein وآخرون ، (2015)، حيث أخذ 1 مل من المستخلص الإيتانولي للفطر، ومدد بـ 4.3 مل من كحول إيتيلي 80%، و 0.1مل من نترات الألمنيوم 10%، و 0.1 مل من خلات البوتاسيوم تركيز 1 مول/ل، ثم حضن عند درجة حرارة الغرفة، وقيس الامتصاص بجهاز الامتصاص الضوئي عند طول موجة 415 نانومتر، وحضر منحني قياسي من الفلافونيدات (0-50) ميكروغرام/مل، ليستخدم في قياس التركيز في العينة.



الشكل (2-3): المنحني القياسي للفلافونيدات

- **تقدير بيتا كاروتين:** قدر وفق طريقة Nagata وYamashita، (1992)، حيث أخذ 10 مل من المستخلص الإيتانولي الفطر، ورج بقوة مع 10مل مزيج (أسيتون: هكسان) بنسبة (3:92) لمدة دقيقة، وفلتر بورقة ترشيح سريع Whatman رقم 4، ثم قيس الامتصاص الضوئي عند أطوال موجة 453و505و663 نانومتر، وحسب تركيز بيتا الكاروتين من الصيغة التالية:

$$\text{B-Carotene (mg/100g)}=0.216A_{663}-0.304A_{505}+0.452A_{453}$$

- **تقـدير النشـاط المثـبط للجـذور الحـرة وفـق طريقـة (DPPH)**: قدر وفق Hussein وآخـرون، (2015)، بأخذ 1مل من المستخلص الإيتانولي للفطر مـع 1مل من محلـول ميتانول يحوي Mm0.4 من مـادة 2-2-فينيـل-1-بيكريـل هيدرازيل (DPPH)، ثـم رج المزيج بقوة وتركه لمدة 30 دقيقة في مكان مظلم، ثم قيس الامتصاص الضوئي عند طول موجة 515 نانومتر، وحسب النشاط المثبط للجذور الحرة وفق العلاقة:

$$\text{DPPH}\,(\%) = \frac{A0-(A1-A0)}{A0} \times 100$$

حيث: A_1 امتصاص العينة، A_0: امتصاص الشاهد

- **القوة المرجعة لشوارد الحديدي Ferrous Reducing Activity Power (FRAP)**:

قدرت وفق Dinis وآخـرون، (1994)، حيث أخذ 1 مل من المستخلص الإيتـانولي للفطـر، وأضيف له 0.05 مل من محلول كلوريد الحديد 2 ميلي مول/ل، ويبدأ التفاعل بإضافة 0.2 مل من محلول الفيـروزين 5 ميلي مول/ل، ثم رج المزيج بقوة وترك عند درجة حرارة الغرفة لمدة 10 دقائق، ثم قيس الامتصاص الضوئي عند طول موجة 562 نانومتر، وحسبت قيمة FRAP وفق الصيغة التالية:

$$\text{FRAP}\,(\%) = \frac{A0-A1}{A0} \times 100$$

حيث A1: امتصاص العينة A0: امتصاص الشاهد

تقــدير الفيتامينــات: قـدرت الفيتامينـات(B1,B2,B3,A,D,E) باسـتخدام جهـاز الكروماتوغرافيـا السائلة HPLC يابـاني المنشـأ وفق Wani وآخـرون، (2010)، حيث أخذ 1غ من عينـة الفطر المجنسـة، ووضـعت فـي أنبوب بلاسـتيكي ويضـاف لها 2 مـل إيتـانول، ثم أضـيف 0.3مـل من الهكسان بغرض استخلاص الفيتامينات، ثم أجري لها طرد مركزي مرتين، ثم بخر الهكسان بوجود

غاز الآزوت، ثم حلت المواد المتبقية بمزيج من الطور المتحرك (ميتانول: اسيتونتريل: كلوروفورم) بنسب (11:42:47) ح/ح، ثم ضبط طول الموجة على طول موجة مناسب لكل فيتامين، بوجود كاشف الأشعة فوق بنفسجية، بحجم حقنة 20 ميكروليتر، باستخدام عمود ODS-18، مع معدل تدفق 10 مل/د.

تركيب الأحماض الدسمة: قدرت الأحماض الدسمة بجهاز الكروماتوغرافيا الغازية G.C ياباني المنشأ وفق Yilmaz وآخرون، (2006 والتي تعتمد على الهضم بحمض الكبريت المركز ثم الميثلة بهيدروكسيد الصوديوم بوجود الهكسان ثم الفصل بالعمود الشعري بوجود محلول قياسي للأحماض الدسمة.

تقدير العناصر المعدنية: قدرت وفق Adejumo وAwosanya، (2005) عن طريق الهضم الرطب، حيث أخذ 200مغ من عينة الفطر الطازج المجنسة الموزونة بدقة في دورق زجاجي، وأضيف لها 10 مل من حمض الآزوت (70% ح/ح)، و5 مل ماء مقطر وتركت طوال الليل عند حرارة الغرفة، ثم بخرت عند درجة حرارة 90م° حتى الحصول على ملح جاف، أعيد حلها في 25 مل ماء مقطر، ثم قيس تركيز العنصر المعدني باستخدام جهاز الامتصاص الذري، على أطوال موجة مناسبة لكل عنصر.

تركيب الأحماض الأمينية: قدرت الأحماض الأمينية وفق Cheung، (1996)، حيث أخذ 1غ من عينة الفطر المجنسة، وهضم بواسطة 10 مل من محلول حمض كلور الماء تركيز 6 مول/ل يحوي 5مغ/مل فينول لمدة 24 ساعة عند حرارة 110م°، ثم رشحت العينة وقدر محتوى الأحماض الأمينية باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية HPLC ياباني المنشأ.

تقدير المواد المضادة للتغذية :

- **تقـدير القلويـدات:** وفق طريقـة Harbon، (1973)، حيث أخذ 10 غ من عينـة الفطر المجنسة ووضعت في محلول 10% حمض الخل في الإيتانول لتشكيل نسبة (1:10)، وترك المزيج لمدة 4 ساعات عند درجة حرارة 28م°، ثم رشح الدورق بورق ترشيح Whatmanرقم 42، ثم أخذت الرشاحة وركزت لربع حجمها الأصلي عبر مبخر دوراني، ثم أضيف نقطة فنقطة من محلول مشبع من هيدروكسيد الأمونيوم حتى ترسيب القلويدات. أخذت الرسابة عبر ورقة ترشح معلومة الوزن، غسلت بـ 1% محلول أمونيا، ثم جففت بالفرن عند حرارة 60م° لمدة 30 دقيقة، حيث أن فرق الوزن يعبر عن وزن القلويدات بالعينة، ومنها حسبت نسبة القلويدات معبراً عنها بـ مغ/100غ.
- **تقدير الغليكوزيدات:** استخدمت طريقة (El-Olemy، وآخرون، 1994)، حيث أخذ 1غ من مسحوق الفطر ونقع في 10مل كحول الإيتانول 70% لمدة ساعتين، ثم رشحت العينة ونقيت الرشاحة عبر استخدام محلول خلات الرصاص 10% وبيروفوسفات الصوديوم 2%، قبل إضافة كاشف Buljet حديث التحضير (0.95 مل محلول مائي من حمض البيكريك و5مل من ماءات الصوديوم 10%)، ثم قيس الامتصاص الضوئي 470نانومتر للعينة بوجود شاهد وحسب التركيز بالمقارنة مع محلول قياسي للغليكوزيدات بتركيز (0-5مغ/100غ).
- **تقـدير الصـابونينات:**استخدمت طريقة (Brunner،1984)، حيث أخذ 1غ عينة فطر مجنسة جيداً ووضعت في دورق سعة 250مل، ثم أضيف لها 100مل من كحول الإيزوبروبيل، ورج المزيج لمدة 5 ساعات عبر هزاز كهربائي، ثم فلتر عبر ورقة ترشيح Whatman رقم 1 في دورق 100مل، وأضيف لها 20مل من محلول كربونات

المغنيزيوم 40%، ثم فلتر ثانية بنفس ورق الترشيح للحصول على محلول رائق عديم اللون، أخذ بعدها 1مل بماصة لدورق حجمي سعة 50مل، وأضيف لها 2 مل من محلول كلوريد الحديد تركيزه 5%، واكمل الحجم للعلامة بالماء المقطر، وترك لمدة 30 دقيقة ليتطور إلى لون أحمر دموي. حضر منحنى قياسي من الصابونين بتركيز (0–10) جزء بالمليون، وعومل كما معاملة العينة، وقيس امتصاص العينة والمحلول القياسي عند طول موجة 380 نانومتر.

- **تقدير التانينات:** أخذ 2غ عينة فطر مجنسة منزوعة الدسم باستخدام جهاز سوكسيلت لمدة ساعتين، ثم يجفف المتبقي بالفرن عند حرارة 100م° لمدة 6 ساعات، تم الغلي في 300مل ماء مقطر ويمدد لـ 500مل في دورق معياري وررشح بورق قطن، ثم أخذ 25 مل منها ووضعت في كأس بيشر، وعويرت باستخدام برمنغنات البوتاسيوم 0.1 نظامي حتى تحول اللون الأزرق إلى أخضر، ثم ضرب ناتج المعايرة بـ 0.006235 للحصول على كمية التانينات بالعينة مقدرة (مغ/100غ). (AOAC,2005)
- **تقدير الفايتات:** قدرت وفقاً لطريقة (Day وUnderwood،1986)، حيث نقع 4غ فطر مجنس في 100مل من محلول حمض كلور الماء 2% لمدة 3 ساعات، ثم فلتر وأخذ 25 مل من الرشاحة ووضعت في دورق مخروطي، ثم أضيف 5 مل من كاشف ثيوسيانات الأمونيوم 0.03%، وأضيف 53.5 مل ماء مقطر للحصول على حموضة متعادلة، ثم عويرت بأوكسيد الحديد 0.1 نظامي حتى التلون باللون البني وثباته 5 دقائق.

تقدير نشاط أنزيم بولي فينول اوكسيداز(PPO): استخدمت طريقة (Kahn،1985)، حيث تم بداية استخلاص الأنزيم بأخذ 10غ عينة فطر مجنس ووضعها في 20مل من محلول موقي الفوسفات معتدل الحموضة تركيز 0.1 مول/ل، ثم رشحت ترشيحاً مضاعفاً (ورق قطن +

Whatman رقم1) لإزالة الكتلة الخلوية، ثم طرد الراشح مركزياً بقوة 5000ج لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 4م°، وجمع ثم قدر نشاط أنزيم PPO وفق (وحدة أنزيم.دقيقة$^{-1}$.غ$^{-1}$) عبر أكسدة 0.1 مول/ل من ركيزة حمض الغاليك، وقدر الامتصاص عند طول موجة 420 نانومتر كل 3 دقيقة. قيس النشاط الأنزيمي بكمية الأنزيم التي تتسبب بتغير 0.001 بالامتصاص خلال الدقيقة.

قياس النشاط اللاأنزيمي (OD440):قدر النشاط اللاإنزيمي وفقاً طريقة (Jang وآخرون، 2002)، حيث جنس 20 غ عينة فطر في 40 مل ماء مقطر لمدة 2 دقيقة، ثم طردت مركزياً بقوة 800ج لمدة 10 دقائق مع التبريد 4م°، وبعد ساعة أضيف 15 مل من كحول الإيتانول 95% إلى 10مل من المستخلص، رجت جيداً ثم طردت مركزياً بقوة 800ج لمدة 15 دقيقة، ثم قيست الكثافة الضوئية O.D عند طول موجة 440 نانومتر.

الاختبارات الميكروبية (AOAC،2005): استخدمت أوساط من إنتاج شركة HIMEDIA الهندية وعبر عن النتائج بـ log(CFU/g):

- **التعداد العام للبكتيريا:** باستخدام بيئة العد الكلي Plate Count Agar (PCA)، والتحضين عند درجة حرارة 37م° لمدة 48 ساعة.
- **الفطور والخمائر**: باستخدام بيئة Potato Dextrose Agar (PDA)، والتحضين عند درجة حرارة 25م لمدة 7 أيام.
- **مجموعة الكوليفورم:** باستخدام بيئة Violent Red Bile Agar (VRB)، والتحضين عند درجة حرارة 37م° لمدة 24 ساعة.

- **الكشف عن بكتيريا السالمونيلا:** بالإغناء الأولي على بيئة Selenite Cystine broth ثم التخطيط على بيئة Salmonella–Shigella Agar (SSA)، والتحضين عند درجة حرارة 37م° لمدة 24 ساعة حيث تكون المستعمرات النموذجية شفافة ذات مركز أسود.

خصائص التجفيف:

- **نسبة الانكماش الحجمي:** وذلك بقياس الحجم ضمن أسطوانة مدرجة (بطريقة الاستبدال ببذور اللفت وفق AOAC، (2005)) قبل (V_0) وبعد (V) التجفيف، ويكون:

$$SR= (V/V_0)\times 100$$

- **معدل الاسترجاع:** قيس عبر غمر 50غ من الفطر المجفف في ماء فاتر 35م° لمدة نصف ساعة، ثم نشفت العينة بورق نشاف ووزنت (Hameed وآخرون، 2016). وحسب معدل الاسترجاع كالتالي:

$$\text{معدل الاسترجاع}=\frac{\text{وزن الفطر المسترجع}}{\text{وزن الفطر المجفف}}$$

- **مردود التجفيف:** الوزن النهائي لـ 100غ من الفطر الطازج بعد عملية التجفيف.

تقدير الخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر المجفف:

- **القدرة على ربط الماء:** Water Holding Capacity (WHC): قيست وفق طريقة Diniz وMartin، (1997)، وذلك بأخذ 0.5 غ مسحوق فطر وحله بـ 20 مل ماء مقطر، ثم المزج بمحرك مغناطيسي لمدة دقيقة، ثم نقل المحلول المجنس إلى أنبوبة طرد مركزي، والتحضين عند درجة حرارة الغرفة لمدة 6 ساعات، ثم الطرد المركزي بقوة 2800ج لمدة 30 دقيقة، ثم أخذ حجم الرشاحة وعندها يكون:

$$\text{القدرة على ربط الماء(مل/غ)} = \frac{\text{الحجم الابتدائي للماء} - \text{حجم الرشاحة}}{\text{وزن العينة}}$$

- **القدرة على ربط الزيت** Oil Apsorpation capacity (OAC): قيست وفق طريقة Ming، وآخرون، (2015)، وذلك بأخذ 1غ من مسحوق الفطر ضمن أنبوبة طرد مركزي، وأضيف له 6 مل من زيت عباد الشمس المكرر، ثم سجل وزن أنبوبة الطرد المركزي مع المكونات، وطردت لمدة 25 دقيقة بسرعة 4000 د/د، تم التخلص من الزيت الحر بحذر، ووزنت العينة بعد الطرد المركزي، وعندها تكون القدرة على ربط الزيت:

$$\text{القدرة على ربط الزيت(مل/غ)} = \frac{\text{وزن العينة بعد الطرد المركزي} - \text{وزن العينة قبل الطرد المركزي}}{\text{وزن العينة الأصلي}}$$

- **قوة انتباج مسحوق الفطر** Swelling Capacity (SC): قيست وفق طريقة Lecumberri وآخرون، (2007)، وذلك بوضع 1غ من مسحوق الفطر ضمن أسطوانة مدرجة سعة 50مل وسجل الحجم الابتدائي، ثم يضاف 10 مل ماء مقطر ورجت الأنبوبة حتى تمام تجانس المحلول، ثم حضنت على 25م° لمدة 24 ساعة حتى تمام الانتباج من قبل مسحوق الفطر، ثم سجل الحجم الجديد النهائي، وحسبت القدرة على الانتباج من الصيغة التالية:

$$\text{قوة الانتباج (مل/غ)} = \frac{\text{الحجم النهائي} - \text{الحجم الابتدائي}}{\text{وزن العينة}}$$

قياس الكثافة الظاهرية لشرائح الفطر: حددت كثافة شرائح الفطر بطريقة الاستبدال بالحجم (AOAC،2005)، وذلك بوزن 100غ من العينة، ثم قياس حجمها بواسطة الإزاحة ببذور اللفت مع الرج الجيد، ثم قسمة الوزن على الحجم، وعبر عن النتيجة (غ/سم^3).

كثافة مسحوق حساء الفطر: قدرت وفق Zhang وآخرون، (2012)، حيث وضع 100غ عينة مسحوق فطر في أسطوانة مدرجة، ثم تم الرج لمدة دقيقة يدوياً، ثم سجل الحجم وحسبت الكثافة بقسمة الوزن على الحجم(غ/سم^3).

تقدير رقم حموضة الدسم: وفق (AOAC،2005)، حيث عوير الدسم المستخلص بجهاز سوكسيلت بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم 0.01 نظامي بوجود مشعر فينول فتالئين، وعبر عن النتيجة مغ 100/KoH غ دسم.

التقييم الحسي: أجري التقييم الحسي وفق مقياس هيدونيك ذو الخمس درجات Hedonic-5-points scale، والذي يتراوح بين (5 =أرغب كثيراً إلى 1=لا أرغب كثيراً)، وذلك لصفات اللون والقوام والمظهر والنكهة ودرجة القبول الكلي، وذلك من قبل لجنة مؤلفة من عشرة أشخاص متمرسين على عملية التقييم الحسي وفق التالي:

1-لا أرغب كثيراً
2-لا أرغب
3- أرغب أو لا أرغب
4- أرغب
5-أرغب كثيراً

قدمت عينات الفطر الطازجة وشرائح الفطر المجففة بعد تحضيرها بأخذ 100غ عينة فطر، وقليها بـ 10غ زبدة نباتي لمدة دقيقتين، ومن ثم تمليحها وفقاً (Komanowsky وآخرون، 1970).

التحليل الإحصائي: أخضعت البيانات المتحصل لتصميم التجارب العاملية وفق اختبار تحليل التباين ANOVA، وذلك لتحديد الفروقات المعنوية وفق أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5% بين المعاملات المختلفة، وعبر عن النتائج بالمتوسط الحسابي X ± الانحراف المعياري SD، باستخدام برنامج SPSS الإصدار 21.

2-3: التطبيقات الغذائية من مجففات الفطر المحاري:

2-3-1: حساء الفطر المحضرة وفق نسب استبدل مختلفة من مسحوق الفطر:

2-3-1-1: تحضير خلطات مسحوق حساء الفطر: حضرت ثلاث خلطات من مسحوق حساء الفطر (الجدول 1-3)، وفق نسب استبدال (10، 20، 30) % لدقيق القمح بمسحوق الفطر المحاري. عُرّض كل من دقيق القمح، ملح الطعام والتوابل لعملية تجفيف مسبقة بغرض خفض المحتوى الرطوبي للمنتج النهائي، وخلطت المكونات المختلفة بشكل جيد كدقيق القمح، حليب مجفف خالي الدسم، ملح الطعام، السكر، التوابل مع مسحوق الفطر المحاري، ثم أضيفت الزبدة النباتية المذابة فوق الخليط.

الجدول (1-3): نسب مكونات المواد الداخلة في تحضير خلطات مسحوق حساء الفطر المحاري

المكون (غ)	نسبة الاستبدال بالخلطة			
	شاهد 0%	%10 (A)	%20 (B)	%30 (C)
مسحوق الفطر المجفف	0	10	20	30
دقيق القمح (استخراج72%)	45	35	25	15
الحليب المجفف خالي الدسم	25	25	25	25
زبدة نباتية	20	20	20	20
مسحوق بصل مجفف	1.5	1.5	1.5	1.5
مسحوق ثوم مجفف	1.5	1.5	1.5	1.5
ملح طعام	5.3	5.3	5.3	5.3
سكر	1.4	1.4	1.4	1.4
فلفل أبيض	0.1	0.1	0.1	0.1
فلفل أسود	0.1	0.1	0.1	0.1
كمون	0.1	0.1	0.1	0.1
المجموع	100	100	100	100

2-3-1-2: تعبئة وتخزين مسحوق حساء الفطر: عبئت خلطات حساء الفطر في أكياس نظيفة من البولي بروبيلين ثم أغلقت بشكل محكم عبر الختم الحراري وخزنت لمدة عام كامل على درجة حرارة الغرفة حيث أجريت عليها التحاليل المخبرية المختلفة كل ثلاثة أشهر.

2-3-1-3: تحضير حساء الفطر للتقديم: وذلك بمزج 100غ من مسحوق حساء الفطر، مع 500 مل من الماء، ثم غلي المزيج بلطف لمدة 5 دقائق. ثم قدم وهو فاتر لعملية التقييم الحسي.

2-3-1-4: تقييم مسحوق حساء الفطر: قيم مسحوق حساء الفطر بدراءة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحسية والميكروبية والوظيفية.

2-3-2: بسكويت الفطر المحضر وفق نسب استبدل مختلفة من مسحوق الفطر:

2-3-2-1: تحضير الخلطات المستخدمة في صناعة بسكويت الفطر: وفق نسب استبدال مختلفة (5، 10، 15) % من دقيق القمح بمسحوق الفطر المحاري، وفق الجدول (1-4):

الجدول (1-4) الخلطات المستخدمة في تصنيع بسكويت الفطر

المكون	نسبة الاستبدال بالخلطة			
	شاهد (0%)	5%	10%	15%
دقيق القمح (زيرو استخراج 72%)	100	95	90	85
ماء مضاف	50	50	50	50
مسحوق الفطر المحاري المجفف	0	5	10	15
زبدة نباتية	15	15	15	15
سكر	15	15	15	15
شراب الذرة (شراب الغلوكوز)	3.5	3.5	3.5	3.5
بيكربونات الصوديوم	0.3	0.3	0.3	0.3
بيكربونات الأمونيوم	0.2	0.2	0.2	0.2
ملح	0.5	0.5	0.5	0.5
ليسثين الصويا	0.3	0.3	0.3	0.3
فانيليا	0.05	0.05	0.05	0.05

2-3-2-2: تصنيع بسكويت الفطر: نخلت جميع المكونات الجافة بشكل يدوي عبر منخل رقم 50 (0.3 مم)، ثم خلطت مع بعضها بشكل جيد لتحضير خليط متجانس، وتم إذابة الزبدة النباتية عند درجة حرارة 50°م – ثم خلطت مع السكر المطحون والليسثين للحصول على قوام كريمي، ثم خلطت بدورها مع الدقيق والمكونات الأخرى، وثم إضافة الماء بنسبة 50% من وزن الدقيق للحصول على عجينة ذات قوام ملائم، ثم عجنت بشكل يدوي وتم إراحة العجين لمدة 15 دقيقة، ثم تم فرد وترقيق العجين بواسطة مضرب خشبي ناعم على قاعدة خشبية بسماكة 5 مم تقريباً، ثم قطّع العجين بواسطة قالب قطع معدني دائري، ووضع على صينية معدنية مدهونة بالزيت، وخبزت بواسطة الفرن الكهربائي عند درجة حرارة 210°م لمدة 10 دقيقة، ثم ترك البسكويت ليبرد لدرجة حرارة الغرفة، وغلف بورق بولي إيتلين محكم الاغلاق، ثم وضع ضمن عبوات محكمة بلاستيكية الإغلاق عند درجة حرارة الغرفة لحين التحليل. ويبين الشكل (2-4) مخطط مراحل تصنيع بسكويت الفطر:



الشكل (2-4) مخطط مراحل تصنيع بسكويت الفطر

2-3-2-3: تقييم بسكويت الفطر: قيمت الخصائص الكيميائية والفيزيائية والحسية لبسكويت الفطر لمعرفة النسبة الأفضل، مع دراسة الخصائص الفيزيائية التالية:

- **الوزن (غ):** عبر أخذ وسطي وزن 10 قطع من البسكويت باستخدام ميزان 0.01غ.
- **الحجم (سم3):** عبر قياس حجم 10 قطع من البسكويت بطريقة الاستبدال ببذور اللفت (AACC،2000).
- **الكثافة الظاهرية:** حسبت عبر حاصل قسمة الوزن (غ) على الحجم ($سم^3$) (AACC،2000).
- **نسبة الفرد Ratio Spread**: قيست حسب طريقة الجمعية الأمريكية لكيميائيي الحبوب (AACC،2000)، عبر قسمة متوسط قطر البسكويت (مم) على متوسط السماكة (مم) المقاسة بواسطة مقياس مدرج .

2-3-3: برغر الدجاج المحضر وفق نسب استبدل مختلفة من مسحوق الفطر:

2-3-3-1: تحضير برغر الدجاج: حضرت العينات وفق ثلاثة مستويات استبدال للحم صدر الدجاج بمسحوق الفطر المحاري (0، 10، و20)% وفق طريقة Wan Rosli وآخرون، (2006) مع تثبيت نسب باقي المكونات وذلك حسب الخلطات المبينة في الجدول (1-5):

الجدول (1-5): الخلطات المستخدمة في تشكيل برغر الدجاج وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر

المكونات	نسبة الاستبدال (%)		
مسحوق الفطر المحاري	0	10	20
لحم صدر الدجاج	100	90	80
زبدة نباتية	10	10	10
ماء	25	25	25
نشاء الذرة	10	10	10
ملح الطعام	2	2	2
توابل	8	8	8
المجموع	155	155	155

قطع لحم صدر الجاج لقطع صغيرة بواسطة سكين حادة ثم فرم بمحضرة طعام ثم أضيفت باقي المكونات ومزجت بخلاط كهربائي لمدة 3 دقائق ثم قسمت لأجزاء كل منها 70غ ثم شكلت يدوياً لأقراص متماثلة الشكل بقطر 100مم وسماكة 10مم بواسطة قالب بلاستيكي وقليت قلياً عميقاً (سماكة الزيت 5سم) بزيت عباد الشمس المكرر عند درجة حرارة 175م° لمدة 8 دقائق حتى تمام الاستواء (حرارة داخلية لقطعة البرغر حوالي 75م° مقاسة مقياس حرارة الكتروني بشكل حرف T).

2-3-3-2: قياس خصائص الجودة للبرغر المحضر:

أ-**الخصائص الفيزيائية للبرغر**:قيست الخصائص التالية:

-**فقد الوزن خلال عملية القلي:** قيس وزن 5 قطع من البرغر قبل وبعد عملية القلي وفقاً لـ El-Magoli وآخرون عام (1996) :

الفقد في الوزن (%)= (الوزن قبل القلي-الوزن بعد القلي)/الوزن قبل القلي × 100

-**انخفاض القطر (%):** حسب بطريقة مشابهة لفقد الوزن مع قياس وسطي قطر 5 قطع (مم).

-**التغير في السماكة (%):** حسب بطريقة مشابهة مع قياس وسطي سماكة 5 قطع (مم).

-**القدرة على ربط الماء(%):** وفقاً لطريقة Denhettog-Meishchke وآخرون، (1997) حيث مزج 50غ من البرغر مع وزن مماثل من الماء المقطر بالخلاط الكهربائي لمدة دقيقة ثم طردت مركزياً بسرعة 5000 د/د لمدة 10 دقائق وتم الحساب وفق الصيغة:

القدرة على ربط الماء (%)= (وزن الماء قبل الطرد المركزي-وزن الماء بعد الطرد)/وزن العينة ×100

ب-**التركيب الكيميائي لبرغر الدجاج**:استخدمت الطرائق المعتمدة لـ *AOAC* عام (2005) مع استخدام معامل 6.25 لحساب البروتين ، وطريقة الفرق لحساب الكربوهيدرات.

ج-**التقييم الحسي لبرغر الدجاج:** استخدم مقياس هيدونيك ذو 5 درجات لتقييم خصائص الطرواة، العصيرية، النكهة والقبول الكلي من قبل لجنة مؤلفة من 10 أشخاص متمرسين على عملية التقييم الحسي.

الفصل الثالث

أولاً– النتائج والمناقشة

أ: دراسة التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية للفطر المحاري الشتوي:

3–1 :نتائج التركيب الكيميائي للفطر المحاري الشتوي:

3–1–1: نتائج المحتوى الرطوبي في الفطر المحاري الشتوي: يعتبر الفطر المأكول منتجاً مرتفع الرطوبة، وتؤثر نسبة الرطوبة بشكل كبير في القيمة الغذائية للأجسام الثمرية (Reis، 2012). يبين الجدول (3–1) التركيب الكيميائي للفطر المحاري الشتوي:

الجدول (3–1) التركيب الكيميائي للفطر المحاري الشتوي

التركيب الكيميائي	القيمة (X±SD)	
المحتوى الرطوبي (%)	0.91± 88.68	
نسبة المادة الجافة (%)	0.91±11.32	
المكونات	%وزن رطب	%وزن جاف
البروتين (%)	0.04±2.91	0.41±25.70
الرماد (%)	0.03±1.18	0.29±10.42
الألياف الخام (%)	0.09±0.70	1.12±6.18
الكربوهيدرات الكلية (%)	0.09±6.29	0.64±55.56
الدسم (%)	0.05±0.24	0.67±2.14
الطاقة(كيلوكالوري/100غ)	1.22±38.96	10.77±344.12

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3).

يلاحظ من الجدول (3–1) أن المحتوى الرطوبي في الفطر المحاري الشتوي بلغ 88.68%، فيما بلغت نسبة المادة الجافة 11.32%. تتفق هذه النتيجة مع Manzi وآخرون (1999) الذين ذكروا أن المحتوى الرطوبي لأشهر الفطور المأكولة (الأبيض، المحاري، الشيتاكي) يتراوح بين (88.9–90)%،

ومع Bhattacharya وآخرون، (2015) الذين أشاروا إلى أن محتوى الرطوبة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على أوساط زراعة مختلفة يتراوح بين (89.4–90.2)%، لكن نتائجنا كانت أعلى من نتائج Khan وآخرون، (2008) الذين أشاروا إلى أن المحتوى الرطوبي في ستة أنواع من الفطر المحاري يتراوح بين (85.0–88.1) ، وبالمقابل كانت أقل من نتائج Li وآخرون، (2017) بقيم تتراوح بين (91.4–94.2)% في عدة سلالات من المحاري الشتوي، ومن Frankhuizen وآخرون، (1995) الذين ذكروا أن الري المفرط خلال الزراعة يرفع المحتوى الرطوبي للفطر المحاري بشكل كبير ليصل إلى 95%.

3–1–2: نتائج نسبة البروتين في الفطر المحاري الشتوي: يلاحظ من الجدول (3–1) أن نسبة البروتين في الفطر المحاري الشتوي بلغت2.91% على أساس المادة الرطبة و 25.70 % على أساس المادة الجافة. تتفق نتائجنا مع Manjunathan وآخرون، (2011) الذين وجدوا أن نسبة البروتين في عدة أنواع من الفطر المحاري تتراوح بين (26.9-31.9)% على أساس المادة الجافة، ومع Justo وآخرون، (1998) بقيمة (26.6- 28.5)%، لكنها أقل من نتائج Usha و Suguna ، (2014) بقيمة 33.3% في الفطر المحاري الشتوي، وبالمقابل كانت أعلى من Dundar وآخرون، (2009) بقيمة تتراوح بين (14.06-22.15)% ومن Patil وآخرون، (2010) بقيمة بين (20.33-24.66)% في الفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات زراعية مختلفة.

3–1–3: نتائج نسبة الرماد الكلي في الفطر المحاري الشتوي:. يبين الجدول (3–1) أن محتوى الرماد في الفطر المحاري الشتوي بلغ 1.18% على أساس المادة الرطبة و 10.42% على أساس المادة الجافة. تتفق نتائجنا مع Bhattacharya وآخرون ،(2015) عند دراسته لمحتوى الرماد في

الفطر المحاري الشتوي المنمى على أوساط زراعة مختلفة بقيم تتراوح بين8.5 و13.0%، ومع Teklit ، (2015) الذي أشار لمحتوى عالي للرماد في فطر فلوريدا المحاري 9.4%، لكنها كانت أقل مما ذكره Kirbag و Akyuz، (2008) بقيمة 13.2% مادة جافة في فطر المحاري الملكي، وأعلى مما وجده Beluhan و Ranogajec، (2011) بقيمة 7.62% مادة جافة، وChirinang و Intarapiche، (2009) بقيمة 5.81 % مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي.

3-1-4: نتائج نسبة الألياف الخام في الفطر المحاري الشتوي: بلغت نسبة الألياف الخام في الفطر المحاري الشتوي 0.70 % على أساس المادة الرطبة و 6.18% على أساس المادة الجافة. تتفق نتائجنا مع Bisaria و Madan ، (1983) اللذين ذكرا أن نسبة الألياف الخام 8.7% على أساس المادة الجافة في الفطر المحاري الشتوي، لكنها أقل بكثير مما وجده Bhattacharya وآخرون، (2015) بقيمة تتراوح بين (17.1-20.5)%، ومع Li وآخرون، (2017) بقيمة (19.7-23.6)% في أنواع الفطر المحاري.

3-1-5: نتائج نسبة الكربوهيدرات الكلية في الفطر المحاري الشتوي: بلغ تركيز الكربوهيدرات في الفطر المحاري الشتوي 6.29% على أساس المادة الرطبة و55.56% على أساس المادة الجافة. تتفق نتائجنا مع Manjunathan وآخرون، (2011) الذي ذكر أن جنس المحاري يحوي (44.7-53.3)% كربوهيدرات على أساس المادة الجافة، لكنها أعلى من Ahmed وآخرون، (2013) بقيمة (29.2 - 35.4)% في سلالات مختلفة من المحاري الشتوي، وأعلى بكثير من Amabye ، Bezabh، (2015) بنسبة 28.3% في فطر فلوريدا المحاري التجاري في إثيوبيا، لكنها أقل مما وجده Crisan و Sands، (1978) في الفطر المحاري الشتوي بقيمة (57.6- 81.8)%.

3-1-6: نتائج نسبة الدسم في الفطر المحاري الشتوي: بلغت نسبة الدسم في الفطر المحاري الشتوي 0.24% على أساس المادة الرطبة و2.14% على أساس المادة الجافة. تتفق نتائجنا مع Rashad وآخرون، (2009) بقيمة (2.0-5.9)% على أساس المادة الجافة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على أوساط زراعة مختلفة، لكنها تختلف مع Alam وآخرون، (2008) الذين ذكروا أن نسبة الدسم الخام تبلغ 4.60 و 4.30% على أساس المادة الجافة في الفطر المحاري الشتوي وفلوريدا على التوالي وهذه القيمة أعلى من نتائجنا، كما كانت نتائجنا أقل مما وجده Bhattacharya وآخرون، (2015) بقيمة دسم (3.4-4.4)% في الفطر المحاري الشتوي الطازج، كذلك ذكر Amabye وBezabh، (2015) قيمة أعلى بكثير للدسم وصلت لـ 9.41% على أساس المادة الجافة في الفطر المحاري الشتوي التجاري في أثيوبيا.

3-1-7: نتائج محتوى الطاقة في الفطر المحاري الشتوي: بينت النتائج وفق الجدول (3-1) أن مستوى الطاقة في الفطر المحاري الشتوي بلغ 38.96 كيلوكالوري/100غ على أساس المادة الرطبة و 344.12 كيلوكالوري/100غ على أساس المادة الجافة. تتفق نتائجنا مع Barros وآخرون، (2007) بقيمة 385 كيلوكالوري/100غ، في الفطر المحاري الشتوي، لكنها أعلى مما وجده Rashad وآخرون، (2009) بقيم تتراوح بين (189.20و253.20) كيلوكالوري /100غ، ومن Dundar وآخرون، (2009) بقيم (242-255) كيلوكالوري/100غ في الفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات زراعية مختلفة.

3-2: نتائج تركيب الأحماض الأمينية في الفطر المحاري الشتوي:

أدى تحليل الأحماض الأمينية للفطر المحاري الشتوي إلى الكشف عن وجود 18 حمضاً أمينياً، عشرة منها أساسية وثمانية غير أساسية، كما بينت النتائج أن مجموع الأحماض الأمينية كان 21.90 مغ/غ مادة رطبة منها 6.86 مغ/غ أحماض أساسية، وبلغت نسبة الأحماض الأمينية الأساسية بالنسبة للمجموع الكلي 31.32%.

الجدول (3-2) تركيب الأحماض الأمينية في الفطر المحاري الشتوي

	الحمض الاميني	التركيز (مغ/غ)
الأحماض الأمينية غير الأساسية	ألانين	0.05 ±2.00
	أرجنين	0.14 ±3.36
	حمض الأسبارتيك	0.06 ±2.14
	حمض الغلوتاميك	0.08 ±5.11
	غلايسين	0.02 ±0.93
	نورفالين	0.00 ±0.03
	برولين	0.01 ±0.28
	سيرين	0.00 ±1.19
	المجموع	15.04
الأحماض الأمينية الأساسية	هيستدين	0.04 ±0.65
	ايزولوسين	0.00 ±0.66
	ليوسين	0.06 ±1.23
	ليسين	0.09 ±0.70
	ميثونين	0.02 ±0.29
	فينيل ألانين	0.03 ±0.72
	تايرونين	0.07 ±1.01
	تربتوفان	0.05 ±0.16
	تايروزين	0.02 ±0.58
	فالين	0.04 ±0.89
	المجموع	6.86
إجمالي الأحماض الأمينية		21.90
نسبة الأحماض الأمينية الأساسية %		31.32

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)

تتفق نتائجنا مع Chirinang و Intarapichet، (2009) عند دراستهم لتركيب الأحماض الأمينية في نوعي الفطر المحاري الشتوي والرمادي. تميزت أحماض الغلوتاميك 5.11 مغ/غ، الأسبارتيك 2.14مغ/غ و الأرجنين 3.36 مغ/غ بوجودها بتراكيز عالية، تتفق هذه النتيجة مع Mendez وآخرون ،(2005) في الفطر المحاري الشتوي، كما توصل Kayode وآخرون، (2013) إلى نتائج مشابهة عند دراسته لتركيب الأحماض الأمينية للفطر المحاري الرمادي المنمى على مخلفات خشبية، حيث وجد أن الغلوتاميك 17.73 غ/100غ بروتين، والأسبارتيك 10.64 غ/100غ بروتين كانت الأحماض الأكثر وفرة بين الأحماض الأمينية الأساسية الموجودة ويمكن لـ 100غ بروتين فطر محاري تغطي الاحتياجات اليومية للأحماض الأمينية الأساسية للإنسان – ما عدا الميثونين – وذلك وفقاً لتوصيات منظمة الزراعة والأغذية FAO، (1972)، كما وجد Afiukwa وآخرون، (2015) أن الأحماض الأمينية الأكثر وفرة في المحاري الشتوي هي الغلوتاميك 10.45غ/100غ بروتين متبوعاً بالأرجينين 6.09 غ/100 غ بروتين وهذا يوافق نتائجنا. وكانت أحماض الليوسين 1.23 مغ/غ والتيرونين 1.01مغ/غ، والفالين 0.89 مغ/غ هي الأحماض الأمينية الاساسية الأكثر وفرة في الفطر المحاري الشتوي، تتفق هذه النتيجة مع Mdachi وآخرون،(2004) في الفطر المحاري الشتوي، بينما تختلف مع Akindahunsi و Oyetayo، (2006) اللذين ذكروا أن الفالين هو الحمض الأميني الأكثر وفرة بينما يكون التيرونين واللوسين في المرتبتين الثانية والثالثة على التوالي، كما يظهر الجدول (3–2) أن التربتوفان هو الحمض الأميني الأقل وفرة 0.16 مغ/غ بين الأحماض الأمينية الأساسية في الفطر المحاري وتتفق هذه النتيجة مع Mdachi وآخرون، (2004). أشار Mattila وآخرون، (2001) إلى أن الفطور المأكولة ذات محتوى أعلى بكثير من بعض أنواع الخضار كالجزر والبطاطا والقرنبيط من الأحماض الأمينية الأساسية كالتيرونين والفالين والتيروزين والفينيل ألانين. وكانت نتائجنا أقل مما

توصل إليه Akindahunsi و Oyetayo، (2006) الذين ذكرا أن نسبة الأحماض الأمينية الأساسية بالنسبة لمجموع الأحماض الأمينية يبلغ (42.91- 43.69)% في الفطر المحاري الرمادي المنمى على مخلفات زراعية مختلفة.

3-3: نتائج تركيب الأحماض الدسمة في الفطر المحاري الشتوي:

أظهرت نتائج تحليل الأحماض الدسمة في جهاز الكروماتوغرافيا الغازية التعرف على ثمانية أحماض دسمة موجودة بتراكيز مقبولة في دسم الفطر المحاري الشتوي، في معظمها أحماض دسمة طويلة السلسلة الكربونية من 15-20 ذرة كربون بدءاً من حمض البنتاديكانوئيك ($C_{15:0}$) وحتى حمض الأراشيديك ($C_{20:0}$)، يظهر الجدول (3-3) تركيب الأحماض الدسمة في الفطر المحاري الشتوي:

الجدول (3-3): تركيب الاحماض الدسمة (%) في الفطر المحاري الشتوي

م	اسم الحمض الدسم	التركيز (%)
1	حمض البنتاديكانوئيك ($C_{15:0}$)	0.13±0.71
2	حمض البالمتيك ($C_{16:0}$)	0.45±11.36
3	حمض البالميتوليك ($C_{16:1}$)	0.12±0.46
4	حمض الستيايريك ($C_{18:0}$)	0.22±3.71
5	حمض الأوليك ($C_{18:1}$)	0.62±17.49
6	حمض اللينوليك ($C_{18:2}$)	1.87±62.31
7	حمض اللينولينيك ($C_{18:3}$)	0.10±0.13
8	حمض الأراشيديك ($C_{20:0}$)	0.03±0.46
-	أحماض دسمة أخرى	0.14±3.37
الأحماض الدسمة المشبعة (SFA)		1.63±17.12
الأحماض الدسمة غير المشبعة(UFA)		2.01±82.88
الأحماض الدسمة أحادية عدم الإشباع(MUFA)		0.96.±18.21
الأحماض الدسمة عديدة عدم الإشباع(PUFA)		1.92±64.67
نسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة للمشبعة (UFA/SFA) Ratio		0.23±4.84
مجموع الأحماض الدسمة الأساسية (EFA)		1.34±62.44

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)

يعتبر محتوى الدسم في الفطر منخفضاً جداً، ومع ذلك فهو ذو قيمة غذائية عالية لارتفاع نسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة والأساسية كاللينوليك واللينولينيك (Ogwok وآخرون ،2017). يلاحظ من الجدول (3–3) أن حمض اللينوليك ($C_{18:2}$) هو الحمض الدسم الأكثر وفرة 62.31% في الفطر المحاري الشتوي، متبوعاً بالأوليك ($C_{18:1}$) بنسبة 17.49% الذي يأتي في المرتبة الثانية، والبالمتيك ($C_{16:0}$) بنسبة 11.36% في المرتبة الثالثة، بينما وجدت باقي الأحماض الدسمة بنسب ضئيلة. وتكونت الأحماض الدسمة المشبعة بشكل أساسي من البالمتيك (C16:0) متبوعة بالستيايريك ($C_{18:0}$) ثم البنتاديكانوئيك ($C_{15:0}$)، في حين تكونت الأحماض الدسمة غير المشبعة بشكل أساسي من اللينوليك ($C_{18:2}$)متبوعة بالأوليك ($C_{18:1}$)، وكانت أحماض البالميتوليك ($C_{16:1}$)واللينولينيك ($C_{18:3}$)بتراكيز منخفضة بحدود 1%، تتفق نتائجنا مع Bengu، (2020) من حيث أن اللينوليك كان الحمض الدهني السائد 59.44% في الفطر المحاري الشتوي البري، كما تتفق مع Abou Raya وآخرون، (2014) من حيث أن حمض اللينوليك في الفطر المحاري هو الحمض الدسم السائد 62.45% متبوعاً بالأوليك 23.65% ثم البالمتيك 10.0% . كما تتفق مع Ogwok وآخرون، (2017) الذين وجدوا أن محتوى الفطر المحاري من اللينوليك كان 70.8 % متبوعاً بالأوليك 14.8% ثم البالمتيك 11.4%، كما أظهرت النتائج أن تركيب الأحماض الدسمة في الفطر المحاري الشتوي تميز بارتفاع نسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة (UFA) 82.88% مقارنة بالأحماض الدسمة المشبعة (SFA) بقيمة 17.12%، وبلغت نسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة للمشبعة Ratio (UFA/SFA) قيمة 4.84، وهي نسبة مرتفعة مما يدل على القيمة العالية للمادة الدسمة، والتي تؤمن حاجة الإنسان من الأحماض الدسمة الأساسية، تتفق هذه النتيجة مع Gonzalez-Tijera وآخرون، (2014) بنسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة 81.1%، والمشبعة 18.9%، ونسبتهما

لبعضهما 3.07 في الفطر المحاري الشتوي المنمى على تبن الشعير، في حين ذكر Abou Raya وآخرون، (2014) نسبة أعلى للأحماض الدسمة غير المشبعة 89.53%، وأقل للمشبعة 10.47 %، وأعلى لنسبة الأحماض الدسمة غير المشبعة للمشبعة 8.88 في الفطر المحاري الشتوي، كما يلاحظ من الجدول(3-3) ارتفاع نسبة الأحماض عديدة عدم الإشباع (PUFA) بقيمة 64.67%، وبلغت نسبة الأحماض الدسمة الأساسية في الفطر المحاري 62.44 % (Ogwok وآخرون ،2017).

3-4: نتائج تركيب السكريات في الفطر المحاري الشتوي:

يوضح الجدول (3-4) تركيب السكريات في الفطر المحاري الشتوي، حيث لوحظ أن نسبة السكريات الكلية المنحلة بلغت 4.23% والسكاكر المرجعة 3.17% على أساس المادة الرطبة، كما بينت النتائج أن سكر الترهالوز (سكر ثلاثي يعرف بسكر الفطر) هو السائد في الفطر المحاري بنسبة 2.53%، فيما جاء سكر المانيتول وهو سكر كحولي في المرتبة الثانية بنسبة 0.42%، تلاه الغلوكوز 0.21%.

الجدول (3-4) تركيب السكريات في الفطر المحاري الشتوي

السكريات	(%) على اساس المادة الرطبة
سكريات كلية منحلة	0.32±4.23
سكريات مرجعة	0.12±3.17
ترهالوز	0.29±2.53
مانيتول	0.00±0.42
غلوكوز	0.04±0.21
الفركتوز	0.01±0.12
أرابينوز	0.02±0.08
سكروز	N.D
نشاء	N.D

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- ND: دون حد الكشف.

بينت النتائج وجود سكريات أخرى بنسب ضئيلة كالفركتوز 0.12% والأرابينوز 0.08%، فيما خلا الفطر المحاري من كل من النشاء والسكروز وكانت دون حدود الكشف. تتفق نتائجنا مع Duyff، (2006) الذي ذكر أن المواد السكرية الموجودة في الفطر تتألف بشكل أساسي من سكريات أحادية كالغلوكوز والفركتوز، وسكر ثلاثي هو الترهالوز، وسكريات كحولية كالمانيتول، كما تتفق مع Obodai وآخرون، (2014) الذين ذكروا أن محتوى السكاكر الأحادية على أساس المادة الرطبة في الفطر المحاري الشتوي كانت الفركتوز بنسبة 0.3% والمانيتول 0.8% والترهالوز 12.7% والسكروز دون حد الكشف، ومع Roy وآخرون، (2015) الذين وجدوا أن نسبة السكاكر الكلية المنحلة بلغت 4.33% مادة رطبة والسكاكر المرجعة 3.22% في الفطر المحاري الشتوي، كما تتفق نتائجنا مع Reis وآخرون، (2012) حيث ذكروا أن مجموع السكاكر الكلية في الفطر المحاري الشتوي بلغ 4.97% ونسبة الترهالوز 4.42% والمانيتول 0.54% والفركتوز 0.01% مادة رطبة فيما خلا الفطر من السكروز، كما ذكر yang وآخرون، (2001) عند دراسته لتركيب السكاكر المنحلة في الفطر المحاري الشتوي قيمة مقاربة للغلوكوز 10.6 مغ/غ مادة جافة (حوالي 0.106% مادة رطبة)، وللأرابينوز 18.2مغ/غ مادة جافة(0.02 % مادة رطبة)، وقيم أدنى للمانيتول 3.6 مغ/غ مادة جافة (حوالي 0.03% مادة رطبة) وللترهالوز 2.73مغ/غ مادة جافة (0.027% مادة رطبة)، في حين تختلف نتائجنا مع Li وآخرون، (2017) الذين أشاروا لقيم أعلى للسكاكر المرجعة بلغت (11.1-6.3) % مادة رطبة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات زراعية مختلفة ، وبالمقابل ذكر Barros وآخرون، (2007) قيم أدنى بكثير للسكريات المنحلة الكلية في الفطر الأبيض بلغت 20.9 غ/100غ مادة جافة (2.09 % مادة رطبة) وللترهالوز 0.8غ/100غ مادة جافة

(0.08 % مادة رطبة)، فيما حصل على قيمة أعلى للمانيتول 19.6 غ/100غ مادة جافة (1.96% مادة رطبة) وكان هو السكر السائد على خلاف نتائجنا.

3-5: نتائج نسب العناصر المعدنية في الفطر المحاري الشتوي:

يلاحظ من الجدول (3-5) أن عناصر البوتاسيوم (K) والفوسفور (P) والكبريت (S) والحديد (Fe) هي العناصر المعدنية الكبرى الأكثر توافراً في الفطر المحاري الشتوي، حيث تعتبر من العناصر الغذائية الهامة لجسم الإنسان، حيث تؤدي وظائف حيوية كبيرة، مع ملاحظة أن البوتاسيوم **(K)** هو العنصر السائد بين جميع العناصر المعدنية، حيث يعتبر من العناصر الهامة لصحة الجسم إذ يفيد في تنظيم ضغط الدم والمحافظة على صحة العظام والعضلات (Kalac، 2013).

الجدول (3-5) نسب أهم العناصر المعدنية في الفطر المحاري الشتوي

العنصر المعدني	التركيز (مغ/100غ مادة جافة)
البوتاسيوم (k)	14.0±1212.4
الفوسفور (P)	22.0±860.5
الكبريت (S)	6.9±116.7
الحديد (Fe)	1.2±62.2
الزنك (Zn)	0.3±20.2
الصوديوم (Na)	0.5±38.8
الكالسيوم (Ca)	1.1±28.6

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)

يلاحظ من الجدول (3-5) أن تركيز البوتاسيوم في الفطر المحاري الشتوي بلغ 1212.4 مغ/100غ مادة جافة. تتفق نتائجنا مع Bhattacharya وآخرون، (2015) بقيمة (1.1-1.3)% (1100-1300 مغ/ 100غ) مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على نشارة الخشب، كما تتفق مع Ahmed وآخرون، (2013) بقيمة (12-14) غ/كغ (1200-1400 مغ/ 100غ) مادة جافة، ومع Paul وآخرون، (2015) بقيمة (1.1-1.3)% (1100-1300مغ /100غ) مادة جافة في محاري فلوريدا ،

لكنها أدنى مما وجده Patil وآخرون، (2010) بقيمة (1900-2300 مغ/ 100غ) مادة جافة في المحاري الشتوي المنمى على مخلفات زراعية مختلفة (قمح ، صويا و قطن)، ومن Sarker وآخرون، (2007) بقيمة 1.81% (1810 مغ/ 100غ) مادة جافة في الفطر المحاري المنمى على نشارة الخشب، وأدنى بكثير مما وجده Kalac، (2013) بقيمة (2-4)% (2000-4000 مغ/100غ) مادة جافة في أنواع الفطر البرية الأوروبية، وبالمقابل كانت نتائجنا أعلى من Roy وآخرون، (2015) بقيمة 425 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي التجاري في بنغلاديش.

يعتبر **الفوسفور (P)** من العناصر الهامة لتركيب العظام وإنتاج الحمض النووي وتحقيق توازن الأملاح في الجسم (Kalac، 2013). يتبين من الجدول (3–5) أن تركيز الفوسفور في الفطر المحاري الشتوي بلغ 860.5 مغ/100غ مادة جافة، تتفق هذه النتيجة مع Kalac، (2013) بقيمة (0.5- 1)% (500-1000مغ/100غ) مادة جافة في المحاري الشتوي البري في أوروبا، ومع Bhattacharya وآخرون، (2015) بقيمة (0.77-0.91)% (770–910 مغ/100غ) مادة جافة في المحاري الشتوي المنمى على ركائز خشبية مختلفة، لكنها أعلى مما وجده Oyetayo و Ariyo، (2013) بقيمة 519–567 مغ /100غ مادة جافة في المحاري الشتوي المنمى على نشارة خشب تابعة لأنواع أشجار مختلفة في نيجيريا ومن Roy وآخرون، (2015) بقيمة 212 مغ/100غ في المحاري الشتوي التجاري في بنغلاديش.

يعد **الكبريت (S)** من العناصر الهامة لبناء البروتين في الجسم حيث يدخل في تركيب بعض الأحماض الأمينية، كما أنه مفيد لصحة البشرة ويملك خصائص معززة لجهاز المناعة (Kalac، 2013). بينت النتائج (كما يظهر في الجدول 3–5) أن الفطر المحاري الشتوي يحوي تراكيز مرتفعة من الكبريت بلغت 116.7 مغ/100غ مادة جافة. تتفق هذه النتيجة مع (Kalac، 2013) بقيمة

(0.1–0.3) (100–300مغ/100غ) مادة جافة في الفطر المحاري البري الأوروبي، وكانت أقل مما توصل إليه Roy وآخرون،(2015) بقيمة251مغ/100غ في المحاري الشتوي التجاري في بنغلاديش.

يعتبر **الحديد (Fe)** من العناصر المعدنية الهامة لتكوين خضاب الدم وتنظيم حرارة الجسم والتمثيل الغذائي والنقل العصبي وعمل الجهاز المناعي (Kalac ، 2013). يلاحظ من الجدول (3–5) أن الفطر المحاري الشتوي يحوي على كمية جيدة من الحديد تبلغ 62.2 مغ/100غ مادة جافة. كانت هذه النتيجة أعلى Alam وآخرون، (2008) بقيمة 55.4 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، ومن نتائج Paul وآخرون ،(2015) بقيمة (40.7–42.2) مغ/100غ في المحاري الشتوي و 33.4 مغ/100غ في المحاري الرمادي و 43.2 مغ/100غ في محاري فلوريدا، وأعلى مما وجده Patil وآخرون، (2010) بقيمة (13.1–14.9) مغ /100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي المرزوع على مخلفات زراعية مختلفة، وأعلى بكثير مما وجده Roy وآخرون، (2015) بقيمة 2.19 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي التجاري، وبالمقابل كانت أدنى مما وجده Sarker وآخرون، (2007) بقيمة (92.0–118.4) مغ/100غ في الفطر المحاري الشتوي.

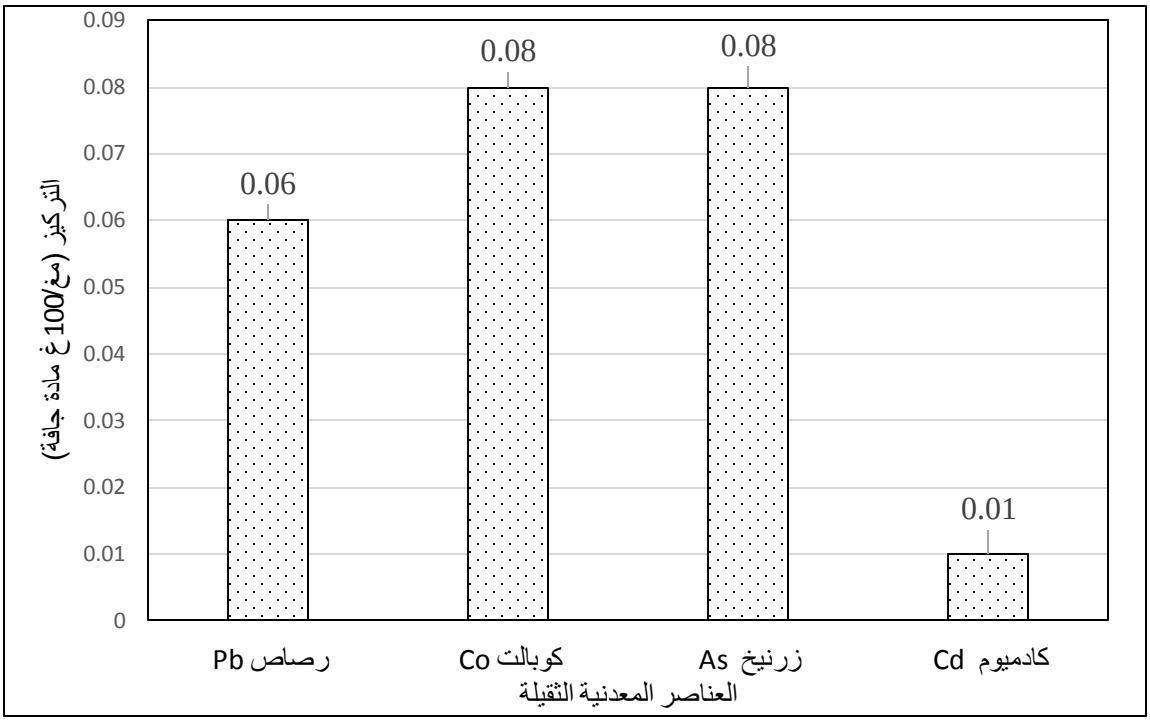
يعتبر **الزنك (Zn)** من العناصر الهامة للخصوبة ويساعد في التئام الجروح (Kalac، 2013) ويتبين من الجدول (3-5) أن تركيز الزنك بلغ في العينة المدروسة قيمة 20.2مغ/100غ مادة جافة، تتفق هذ النتيجة مع Bhattacharya وآخرون، (2015) بقيمة (20.5–27.6) مغ/100غ في جنس المحاري، ومع Alam وآخرون، (2008) بقيمة تتراوح بين (16.0–26.5) مغ/100غ في عدة أنواع من الفطر المحاري، لكنها أعلى مما وجده Roy وآخرون، (2015) بقيمة 0.5 مغ/100غ، و Khan وآخرون، (2008) بقيمة (0.5–3.0) مغ/100غ في الفطر المحاري الشتوي.

يساعد **الصوديوم (Na)** في تنظيم مستوى السوائل في الجسم ويعتبر عنصراً أساسياً للنقل العصبي ولعمل العضلات إلا أن زيادته تتسبب في ارتفاع الضغط الشرياني للدم (Kalac، 2013). يلاحظ من الجدول (3–5) أن تركيز الصوديوم بلغ في الفطر المحاري الشتوي قيمة 38.8 مغ/100غ مادة جافة ، تتفق هذه النتائج مع Kalac، (2013) بقيمة 0.01–0.04% (10–40 مغ/100غ) مادة جافة في الفطور البرية الأوروبية، لكنها أعلى مما وجده Oyetayo و Ariyo، (2013) بقيمة (4–4.3) مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على ركائز خشبية مختلفة في نيجيريا ومن Roy وآخرون، (2015) بقيمة 2.9 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي في بنغلاديش. أشار Bano، (1981) إلى أن الفطر ذو محتوى منخفض عموماً من الصوديوم لذا ينصح به لمرضى القلب أو لاستخدامه في النظم الغذائية منخفضة الصوديوم.

يعتبر **الكالسيوم (Ca)** من العناصر الهامة لصحة العظام والأعصاب والجلد (Kalac، 2013). يلاحظ من الجدول (3–5) أن الفطر المحاري الشتوي يحوي نسبة منخفضة من الكالسيوم تبلغ 28.6 مغ/100غ مادة جافة. تتفق هذه النتيجة مع Kalac، (2013) بقيمة (0.01–0.05)% (10–50 مغ/100غ) مادة جافة في أنواع الفطر البرية الأوروبية، ومع Paul وآخرون، (2015) بقيمة (27.6–33.3) مغ/100غ في محاري فلوريدا، لكنها أعلى مما وجده Oyetayo و Ariyo، (2013) بقيمة 5.3–8.8 مغ/100غ، و Roy وآخرون، (2015) بقيمة 1.78 مغ/100غ في الفطر المحاري الشتوي، وبالمقابل كانت نتائجنا أدنى بكثير مما وجده Ahmed وآخرون، (2013) بقيمة (304–338) مغ/100غ في عدة سلالات من الفطر المحاري الشتوي.

يبين الشكل (3–1) نسب العناصر الثقيلة في الفطر المحاري الشتوي، حيث كانت وفق تراكيز منخفضة جداً (أقل من جزء بالمليون) بحيث لا تشكل خطراً صحياً أو تقلل من القيمة الغذائية، حيث

بلغ تركيز الرصاص 0.06 مغ/100غ مادة جافة، والكوبالت 0.08 مغ/100غ مادة جافة، والزرنيخ 0.08 مغ/100غ مادة جافة والكادميوم 0.01مغ/100غ على أساس المادة الجافة.



الشكل(3-1): نسب أهم العناصر المعدنية الثقيلة في الفطر المحاري الشتوي

تتفق نتائجنا مع نتائج Kalac، (2013) الذي وجد أن تركيز الكادميوم يتراوح بين 1-5 جزء بالمليون (0.1-0.5 مغ/100غ)، والرصاص أقل من 1 جزء بالمليون (0.1 مغ/100غ)، وذلك عند دراسته للتركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لأنواع الفطر البرية الأوربية. كما وجد Bhattacharya وآخرون، (2015) أن تركيز الكوبالت تراوح بين 11.8-22.4 مغ/100غ مادة جافة والرصاص بين (0.6-1.1) مغ/100غ في الفطر المحاري الشتوي المنمى على خلطات مختلفة من نشارة الخشب.

3-6: نتائج نسب الفيتامينات في الفطر المحاري الشتوي:

تعتبر الفطور المأكولة مصدراً جيداً للفيتامينات خصوصاً الثيامين (B_1) والريبوفلافين (B_2) والنياسين (B_3) وحمض الأسكوربيك (C) ، إلا أنها تحتوي على كميات ضئيلة من فيتاميني (A) و

(D) وذلك لانخفاض نسبة الدسم في الفطر وهي أقل من معظم أنواع الخضار والفاكهة (Afiukwa وآخرون،2013). يبين الجدول (3–6) نسب الفيتامينات في الفطر المحاري الشتوي:

الجدول (3–6): نسب الفيتامينات في الفطر المحاري الشتوي

اسم الفيتامين	التركيز
فيتامين C (مغ/100غ مادة جافة)	0.82±22.75
ثيامين B_1 (مغ/100غ مادة جافة)	0.01±0.25
ريبوفلافين B_2 (مغ/100غ مادة جافة)	0.22±0.69
نياسين B_3 (مغ/100غ مادة جافة)	0.11±2.21
فيتامين A (مغ/100غ مادة جافة)	1.32±16.15
فيتامين D (وحدة دولية/100غ مادة جافة)	5.14±164.41
فيتامين E (وحدة دولية/100غ مادة جافة)	0.09±1.99

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)

بلغ تركيز حمض الأسكوربيك (C) في الفطر المحاري الشتوي قيمة 22.75 مغ/100غ مادة جافة، وكانت نتائجنا أعلى مما توصل إليه Patil وآخرون، (2010) الذي وجد أن قيمة فيتامين (C) في الفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات زراعية عديدة تتراوح بين 12.5–15.2 مغ/100غ، وتوافقت مع Yim وآخرون،(2010)بقيمة 28–35مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، فيما اختلفت مع Jaworska و Bernas، (2010) اللذين أشارا لمحتوى أعلى من حمض الأسكوربيك (20–30) مغ/100غ مادة رطبة (200–300مغ/100غ مادة جافة) في عدة أنواع من الفطور المأكولة. فيما وجد Afiukwa وآخرون، (2013) قيماً أدنى بلغت 1.7 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، و1.4 مغ/100غ مادة جافة الفطر الأبيض عند دراسته لمحتوى الفيتامينات

في خمسة أنواع من الفطور المأكولة البرية المنشرة في نيجيريا، وكذلك Mattila وآخرون، (2001) بقيمة 1.6 مغ/100غ في المحاري الشتوي، و7 مغ/100غ مادة جافة في الأبيض.

بلغ تركيز **الثيامين(B_1)** في الفطر المحاري الشتوي قيمة 0.25 مغ/100غ مادة جافة. تتفق نتائجنا مع Jaworska و Bernas، (2010) بقيمة 0.29 مغ/10غ مادة جافة في الفطر الأبيض، ومع patil وآخرون، (2010) بقيمة 0.30 مغ/100غ مادة جافة من الثيامين في المحاري الشتوي، فيما كانت أدنى مما وجده Mattila وآخرون، (2001) بقيمة (1.9–2.0) مغ/100غ مادة جافة في المحاري الشتوي، لكنها أعلى من Furlani و Godoy، (2008) بقيمة (0.004–0.008) مغ/100غ مادة جافة في عدد من الفطور المأكولة.

يعتبر **الريبوفلافين (B_2)** من الفيتامينات الهامة في الحفاظ على صحة كريات الدم الحمراء. بلغ تركيز الريبوفلافين في الفطر المحاري الشتوي قيمة 0.69 مغ/100غ مادة جافة، وكانت نتائجنا أعلى مما توصل إليه Jaworska و Bernas، (2010) بقيمة 0.33 مغ/100غ مادة جافة، وكانت قريبة من نتائج Patil وآخرون، (2010) بقيمة 0.6 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، لكنها أعلى مما وجده Furlani و Godoy، (2008) بقيمة (0.04–0.30) مغ /100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، وبالمقابل كانت أدنى مما وجده Yim وآخرون، (2010) بقيمة (1.8–5.1) مغ/100غ مادة جافة في المحاري الشتوي.

بلغ تركيز **النياسين (B_3)** في الفطر المحاري الشتوي قيمة 2.21 مغ/100غ مادة جافة. كانت نتائجنا أعلى مما وجده Afiukwa وآخرون، (2013) بقيمة 0.66 مغ/100غ مادة جافة في المحاري الشتوي و1.65 مغ/100غ في الفطر الأبيض. لكنها أدنى من Patil وآخرون، (2010) الذين وجدوا

أن نسبة النياسين في الفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات زراعية مختلفة تراوحت بين (6.8–9.1) مغ/100غ، وأدنى بكثير مما وجده Mattila وآخرون، (2001) بقيمة 30–65 مغ/100غ مادة جافة.

يظهر الجدول (3–6) أن تركيز الريتانول (**فيتامين A**) كان منخفضاً في الفطر المحاري الشتوي حيث بلغ 16.15مغ/100غ مادة جافة، بين Afiukwa وآخرون، (2013) أن محتوى الفطر المحاري الشتوي من فيتامين (A) كان دون حدود الكشف وهذا يوافق نتائجنا بانخفاض محتوى الفطر من فيتامين (A) ، فيما احتوى الفطر الأبيض على 38 مغ/100غ مادة جافة بنسبة أعلى من نتائجنا.

بلغ تركيز **فيتامين(D)** في الفطر المحاري الشتوي قيمة 164.41 وحدة دولية/100غ (4.11 مغ إرغوكالسيفيرول/100غ مادة جافة باعتبار أن الوحدة الدولية من فيتامين (D) تعادل 0.025 مغ) مادة جافة. تتفق نتائجنا مع Kortei وآخرون، (2017) الذي وجد أن محتوى فيتامين D في المحاري الشتوي المجفف يبلغ 0.049 مغ/غ (4.9 مغ/100غ مادة جافة).

بلغ تركيز **فيتامين E** في الفطر المحاري الشتوي قيمة 1.99 وحدة دولية/100غ مادة جافة (1.31 مغ ألفا توكوفيرول/100غ مادة جافة باعتبار أن الوحدة الدولية لفيتامين E تعادل 0.66 مغ ألفا توكوفيرول/100غ). تتفق هذه النتيجة مع Afiukwa وآخرون، (2013) الذين أشاروا إلى أن الفطور المأكولة ذات محتوى منخفض من فيتامين (E)، حيث تكون معدومة في الفطر المحاري، فيما تصل إلى 5.71 وحدة دولية/100غ في الفطر الأبيض.

3-7: نتائج الخصائص المضادة للأكسدة في الفطر المحاري الشتوي:

تعد **الفينولات المتعددة** مضادات الأكسدة الرئيسة الموجودة في معظم أنواع الفطور المأكولة (Ferreira وآخرون، 2009).يبين الجدول (3-7) تركيز المركبات والخصائص المضادة للأكسدة في الفطر المحاري الشتوي، حيث يلاحظ أن تركيز الفينولات الكلية بلغ 3.99 مغ مكافئ حمض غاليك/غ مادة جافة.

الجدول (3-7) المركبات والخصائص المضادة للأكسدة في الفطر المحاري الشتوي

مضادات الأكسدة	التركيز
الفينولات الكلية مغ مكافئ حمض غاليك/غ مادة جافة	0.12 ± 3.99
فلافونيدات مغ مكافئ كويرسيتين/غ مادة جافة	0.01 ± 0.021
بيتا كاروتين مغ/100غ مادة جافة	0.21 ± 6.30
النشاط المثبط للجذور الحرة **DPPH** (%)	0.81 ± 74.42
القوة المرجعة لشوارد الحديدي **FRAP** ميكرومول كبريتات الحديدي المائية/غ	0.31 ± 9.66

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)

كانت نتائجنا أعلى مما توصل إليه Yilmaz وآخرون، (2017) الذين وجدوا أن محتوى الفينولات الكلية كان 1.07-2.67 مغ مكافئ حمض غاليك/غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات زراعية مختلفة، كما تتفق Hung وNhi، (2012) بقيمة 2600 ميكروغرام مكافئ حمض غاليك/غ مادة جافة (2.6مغ/غ) في الفطر المحاري الشتوي البري في فيتنام، كما تتفق نتائجنا مع Gonzalez-Palma وآخرون، (2016) بقيمة 1.58 مغ /غ مادة جافة في المستخلص الميتانولي في المحاري الشتوي، في حين كانت نتائجنا أدنى مما وجده Parihar وآخرون ، (2015)

بقيمة 24 مغ مكافئ حمض غاليك/غ مادة جافة في الفطر المحاري البري، ومن Stefan وآخرون، (2015) بقيمة 43.6–68.0 مغ حمض غاليك/مل مستخلص ميتانولي للفطر المحاري الشتوي المنمى على ركائز خلطات مختلفة من تين القمح مع البقوليات، لكنها كانت أقل بكثير مما ذكره Iwalokun وآخرون، (2007) بقيمة 330 مغ مكافئ حمض غاليك /غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، كما أن نتائجنا أدنى بكثير مما ذكره Muthangya وآخرون، (2014) بقيمة 350.8–830 مغ مكافئ حمض غاليك/غ مادة جافة في الفطر المحاري المنمى على مخلفات نبات الآغاف الأمريكي Agave Americana. بيّن Reis وآخرون، (2012) أن الفطر المحاري ذو محتوى أقل من الفينولات الكلية 12.54 مغ/غ مادة جافة من الفطر الأبيض 23.40 مغ/غ مادة جافة، لكنه بالمقابل يحوي فينولات أعلى من الفطر الشيتاكي 8.84 مغ/غ مادة جافة. تعود الاختلافات في قيم الفينولات الكلية في الفطر المحاري في الدراسات المرجعية إلى اختلاف ظروف نمو الفطر وخصوصاً نوع الركيزة، واختلاف شروط الاستخلاص كدرجة الحرارة والزمن وتركيز المستخلص ونوع المذيب المستخدم (Kozarskiوآخرون،2015).

يلاحظ من الجدول (3–7) أن تركيز **الفلافونيدات** في الفطر المحاري الشتوي بلغ 0.021 مغ مكافئ كويرسيتين/غ مادة جافة، تتفق نتائجنا مع Stefan وآخرون، (2015) بقيمة 19.4-71.0 ميكروغرام مكافئ كويرسيتين/مل (0.019-0.071 مغ/مل) في المستخلص الميتانولي للفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات من تبن القمح مع البقوليات، ومع Yilmaz وآخرون، (2017) بقيمة 0.130–0.134 مغ/غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على نشارة الخشب، لكنها كانت أعلى مما ذكره Gonzalez-Palma وآخرون، (2016) الذي حصل على قيمة 0.04 مغ مكافئ كويرستين/غ مادة جافة (0.0004 مغ/غ) في الفطر المحاري الشتوي، في حين كانت نتائجنا أقل

بكثير مما وجده Robaszkiewicz وآخرون، (2010) بقيمة 66 مغ/غ في الفطر المحاري الشتوي البري في نيجيريا.

أظهرت النتائج أن تركيز **بيتا كاروتين** في الفطر المحاري الشتوي بلغ 6.30 مغ/100غ مادة جافة. تتفق هذه النتيجة مع نتائج Muthangya وآخرون، (2014) بقيم 4.24–5.07 مع بيتا كاروتين/100غ في الفطر المحاري الشتوي المنمى على مخلفات الآغاف.

أظهرت النتائج أن **القوة المرجعة لشوارد الحديدي** FRAP بلغت في الفطر المحاري الشتوي قيمة 9.66 ميكرومول كبريتات الحديدي المائية/غ مادة جافة. تتفق نتائجنا مع Yilmaz وآخرون، (2017) بقيمة (4.0-12.3) ميكرومول كبريتات الحديدي المائية /غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي المنمى على نشارة الخشب، كما تتفق مع Gonzalez-Palma وآخرون، (2016) بقيمة 11.95 ميكرومول كبريتات الحديدي المائية/غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي. بين Hongfang وآخرون،(2012) وجود علاقة ارتباط إيجابي بين القوة المرجعة لشوارد الحديدي مع النشاط المثبط للجذور الحرة.

3-8: نتائج نسب المواد المضادة للتغذية في الفطر المحاري الشتوي:

يلاحظ من الجدول (3-8) أن تركيز القلويدات بلغ في الفطر المحاري الشتوي 1.21 مغ/100غ مادة جافة، تتفق نتائجنا معMajesty وآخرون، (2018) بقيمة 1.4 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، كما تتفق مع Kayode وآخرون، (2013) الذين أشاروا إلى أن الفطر المحاري الرمادي البري *p.sajur-caju* ذو محتوى عالي من القلويدات مقارنة بغيرها من المركبات المضادة للتغذية. يبين الجدول (3-8) محتوى المواد المضادة للتغذية في الفطر المحاري الشتوي:

الجدول (3-8) محتوى المواد المضادة للتغذية في الفطر المحاري الشتوي

المواد المضادة للتغذية	التركيز (مغ/100غ مادة جافة)
القلويدات	0.06 ±1.21
الفايتات	0.07 ±1.89
الغليكوزيدات	0.05 ±0.65
الصابونيات	0.06 ±0.46
التانينات (مقدرة كحمض تانينيك)	0.03 ±0.24

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)

يبين الجدول(3-8) أن محتوى الفايتات في عينة الفطر المحاري الشتوي بلغ 1.89 مغ/100غ مادة جافة، وتقع هذه القيمة ضمن الحدود الآمنة لتركيز الفايتات الموضوع من قبل منظمة الصحة العالمية WHO، (2003) والبالغ 22.10 مغ/100غ مادة جافة، وعموماً فإن محتوى الفايتات منخفض في الفطر بالمقارنة مع الخضار الورقية (Kalac،2013). تتفق نتائجنا مع نتائج Ogbe و Obeka ، (2013) بقيمة 2.43 مغ /100غ مادة جافة، ومع Oly-Alawuba و Obiakor-Okeke، (2014) بقيمة 1.17مغ/100غ، وMajesty وآخرون، (2018) بقيمة 1.0 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، لكنها أعلى مما وجده Okon وآخرون، (2015) بقيمة (0.57-1) مغ/100غ في الفطر المحاري الشتوي البري في نيجيريا، ومن Blessing وآخرون، (2015) بقيمة 0.098مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي، لكنها كانت أقل مما وجده Woldegiorgis وآخرون، (2015) بقيمة 155 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي عند دراسة التركيب الكيميائي لثلاثة أنواع من الفطور المأكولة.

بلـغ تركيـز الغليكوزيـدات فـي الفطـر المحـاري0.65 مــغ/100غ مـادة جافـة. أشـار Kayode وآخـرون، (2013) لوجـود الغليكوزيدات بتراكيـز متوسـطة فـي الفطـر المحـاري الرمـادي عنـد دراسـة المركبات المضادة للتغذية.

يبين الجدول (3-8) أن محتوى الصابونينات في الفطر المحاري الشتوي بلـغ تراوح 0.46مغ/100غ مـادة جافـة، وهـذه النتيجـة أدنـى ممـا وجده Majesty وآخـرون، (2018) بقيمـة 1.6 مـغ/100غ مـادة جافة فـي المحـاري الشـتوي، وكذلك أدنـى بكثير من Oly-Alawuba و Obiakor-Okeke، (2014) بقيمة 0.66 مغ/غ مادة جافة (66 مغ/100غ) في الفطر المحاري.

أظهرت النتائج أن مستوى التانينات في الفطر المحاري الشتوي بلـغ 0.24 مـغ/100غ مادة جافة مقدرة كحمض تانينيك، تتفق هذه النتيجة معMajesty وآخرون، (2018) بقيمة 0.2 مغ/100غ مادة جافة في الفطر المحاري الشتوي التجاري، كما تتفق مـع Blessing وآخرون، (2015) بقيمـة (0.1-1) مـغ/100غ عند دراستهم لثلاثـة أنواع من الفطور المأكولـة في نيجيريا، لكنها أعلـى مما أشار إليـه Okon وآخرون، (2015) بقيمـة 0.0006 مـغ/غ (0.06 مـغ/100غ) فـي الفطـر المحـاري الشـتوي، وبالمقابل كانت أقل مما وجده Woldegiorgis وآخرون، (2015) بقيمـة 4.8 مـغ/100غ مادة جافة فـي الفطـر المحـاري الشـتوي، كمـا أنهـا أقـل بكثيـر ممـا ذكـره Akindahunsi وOyetayo،(2006) بقيمـة 0.31% (310مـغ/100غ) مـادة جافـة فـي الفطـر المحـاري الشـتوي. أشـار Kayoed وآخـرون، (2013) إلى أن الفطر المحاري الرمادي ذو محتوى منخفض نسبياً من التانينات ، وتعتبر مستويات متدنية كونها أقل من 10% من الوزن الجاف (Osagie، 1998).

3-9: نتائج الخصائص الفيزياكيميائية في الفطر المحاري الشتوي:

يلاحظ من الجدول (3-9) أن درجة حموضة pH الفطر المحاري الشتوي بلغت 6.87 . تتفق هذه النتيجة مع كل من Lagnika وآخرون (2014) بقيمة 6.7، و Gupta وآخرون، (2015) بقيمة 7.0 في الفطر الأبيض الطازج.

الجدول (3-9) الخصائص الفيزياكيميائية في الفطر المحاري الشتوي

الخصائص الفيزياكيميائية	القيمة
درجة الحموضة pH	0.09±6.87
الحموضة الكلية (% مقدرة كحمض ستريك)	0.00±0.11
نشاط إنزيم P.P.O (وحدة إنزيم.د$^{-1}$.غ$^{-1}$)	0.02±0.41

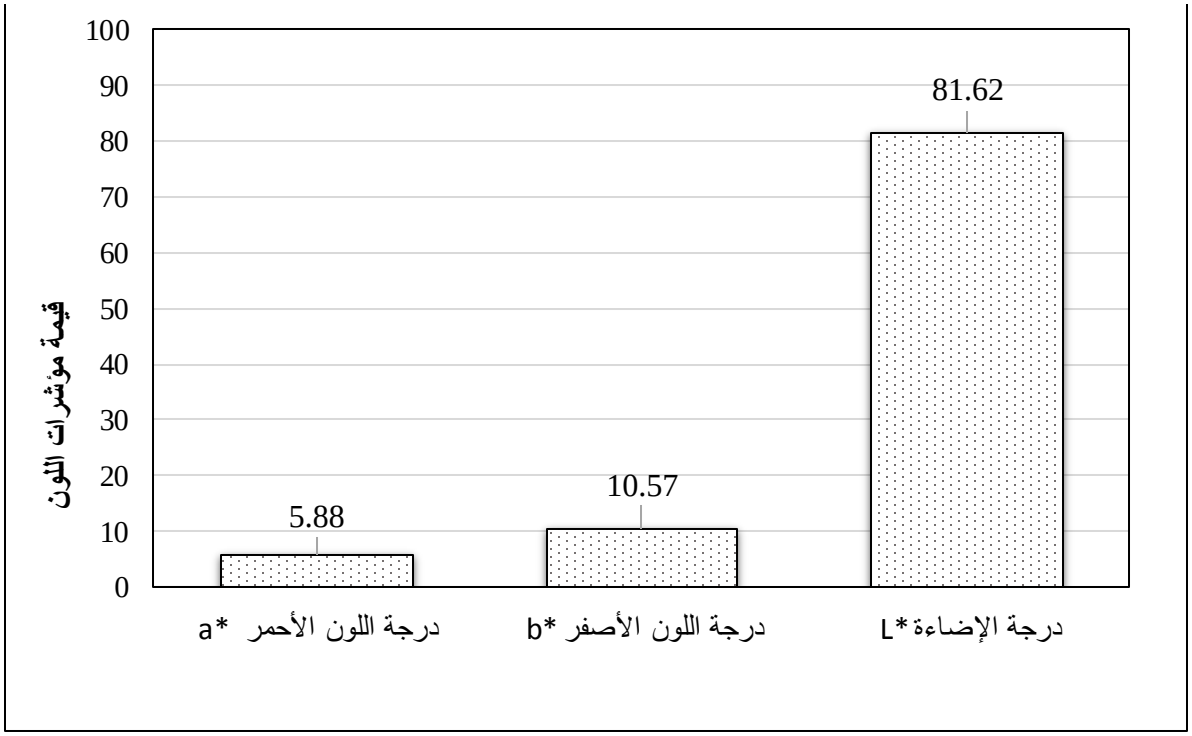
- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)

لكن نتائجنا أعلى مما وجده Ngabo وآخرون، (2016) في الفطر المحاري الشتوي الطازج بقيمة 6.2 عند دراسته لطرائق التجفيف المختلفة. أشار Eissa ، (2008) إلى أن قيمة pH الفطر الأبيض الطازج كانت بحدود 6.6 وانخفضت بعد التخزين عند درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة إلى 6.3 وهذا يفسر اختلاف نتيجتنا مع دراسات مرجعية أخرى، كما يلاحظ من الجدول (3-9) أن نسبة **الحموضة الكلية** في الفطر المحاري الشتوي بلغ 0.11 % مقدرة كحمض ستريك، وتتفق هذه النتيجة مع Eissa ، (2008) في الفطر المحاري الشتوي الطازج بقيمة 10.7 مغ/غ (0.107%) مقدرة كحمض ستريك، لكنها أدنى مما وجده Stojanova وآخرون، (2017) بقيمة 0.13% مقدرة كحمض ستريك في المحاري الشتوي و 0.16% في الفطر الشيتاكي *Lentinus edodes*. تختلف نتائجنا مع Fang وآخرون، (1971) الذين ذكروا قيم أعلى بكثير للحموضة الكلية 0.73% معبر عنها كحمض

لاكتيرونيك في الفطر الأبيض الطازج. يلاحظ من الجدول (3–9) أن **نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز** في الفطر المحاري الشتوي 0.41 وحدة إنزيم . د$^{-1}$. غ $^{-1}$. تتفق هذه النتيجة مع Neha وآخرون، (2015) بقيمة 0.09 وحدة إنزيم . د$^{-1}$. غ $^{-1}$، ومع Eissa، (2008) بقيمة 0.58 وحدة إنزيم . د$^{-1}$. غ $^{-1}$ في الفطر الأبيض الطازج، لكنها أدنى مما وجده Lagnika وآخرون، (2014) بقيمة 1.65 وحدة إنزيم . د$^{-1}$. غ $^{-1}$ في الفطر الأبيض عند دراسة تأثير بعض المعاملات الأولية والأمواج الصوتية في إطالة فترة الصلاحية.

3–10: نتائج قيم مؤشرات اللون في الفطر المحاري الشتوي:

يبين الشكل (3-2) قيم مكونات اللون في الفطر المحاري الشتوي:



الشكل (3–2): قيم مؤشرات اللون في الفطر المحاري الشتوي

يلاحظ من الشكل (3–2) أن **درجة اللون الأحمر (*a)** في الفطر المحاري الشتوي بلغت قيمة 5.88، تتفق القيم المتحصل عليها مع Korley Kortei وآخرون، (2015) بقيمة 4.18 في الفطر المحاري الشتوي عند دراسته لتأثير أشعة غاما في صفات اللون خلال التخزين، وأعلى بكثير مما وجده Martinez-Soto وآخرون، (2001) بقيمة 1.92- في المحاري الشتوي عن دراسة تأثير بعض المعاملات الأولية وطرائق التجفيف في إطالة فترة الصلاحية، تقارب قيمة درجة االلون الأحمر للفطر المحاري تلك الموجودة في الفطر الأبيض *Agaricus bisporus* بقيمة 2.2 (Eissa ، 2008).

بلغت درجة **اللون الأصفر (*b)** قيمة 10.57 في الفطر المحاري الشتوي. تتفق قيم درجة اللون الأصفر مع ما وجده Korley Kortei وآخرون، (2015) بقيمة 14.57 ومع Martinez-soto وآخرون، (2001) بقيمة 11.42 في الفطر المحاري الشتوي، وكذلك مع درجة اصفرار الفطر الأبيض بقيمة 12.8 (Eissa، 2008)، كما بلغت **درجة السطوع (*L)** في الفطر المحاري الشتوي قيمة 81.62 ، تتفق هذه النتيجة مع نتيجة Martinez-soto وآخرون، (2001) بقيمة 82.7 في الفطر المحاري الشتوي، لكنها أعلى مما ذكره Korley Kortei وآخرون، (2015) بقيمة 71.3 في الفطر المحاري الشتوي الطازج.

3-11: نتائج التقييم الحسي للفطر المحاري الشتوي:

يبين الجدول (3-10) نتائج التقييم الحسي للفطر المحاري الشتوي بالمقارنة مع الفطر الأبيض على مقياس هيدونيك ذو الـ 5 درجات ، حيث بلغت درجة تقييم لون الفطر المحاري الشتوي 4.3، والقوام 3.8، والنكهة 3.6، والمظهر 3.6 ودرجة القبول العام 3.9 ، مما يشير إلى أن الفطر المحاري حظي بدرجة قبول حسي جيدة تكاد تقارب درجة قبول الفطر الأبيض 4.1 حيث كان الفطر الأبيض أكثر تفضيلا فيما يتعلق بالقوام والمظهر ومتقارباً من حيث النكهة واللون. تتفق نتائج التقييم الحسي للفطر المحاري الطازج مع Dermiki وآخرون، (2013).

الجدول (3-10): التقييم الحسي للفطر المحاري الشتوي والفطر الأبيض

خصائص التقييم الحسي	الفطر المحاري الشتوي *Pleurotus ostreatus*	الفطر الأبيض *Agaricus bisporus*
اللون	0.1 ± 4.3^{a}	0.3 ± 4.1^{b}
القوام	0.2 ± 3.8^{b}	0.2 ± 4.5^{a}
النكهة	0.1 ± 3.6^{a}	0.2 ± 3.6^{a}
المظهر	0.1 ± 3.6^{b}	0.1 ± 4.1^{a}
القبول العام	3.9^{b}	4.1^{a}

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

ب- نتائج تأثير المعاملات الأولية وطرائق التجفيف في خصائص جودة الفطر المجفف:

4-1-نتائج التركيب الكيميائي لعينات الفطر المجفف:

4-1-1: نتائج محتوى الرطوبة في عينات الفطر المجفف: يبين الجدول (4-1) محتوى الرطوبة في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ انخفاض حاد في قيم الرطوبة نتيجة عملية التجفيف من 88.68% في الفطر الطازج إلى (6.96-11.23) % في الفطر المجفف مما يؤدي بدوره لرفع تراكيز المكونات الكيميائية الأخرى وإطالة فترة صلاحية الفطر، وقد وجد أن العينة غير المعاملة (الشاهد) والمجففة بالهواء الساخن امتلكت أدنى محتوى رطوبة 6.96% مقارنة بالعينات الأخرى، في حين كان للعينة المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق أعلى قيمة رطوبة 11.23%.

الجدول (4-1):محتوى الرطوبة (%) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.21 ± 88.68^{a}				
الشاهد (دون معاملة)	0.16 ± 10.48^{c}	0.09 ± 6.96^{l}	0.12 ± 8.11^{hi}	0.08 ± 9.45^{f}	
السلق عند حرارة 95 م° لمدة 5 د	0.29 ± 11.23^{b}	0.04 ± 7.91^{ij}	0.06 ± 8.72^{g}	0.18 ± 10.09^{e}	
حمض الستريك (0.1%)	0.22 ± 10.88^{bc}	0.25 ± 7.69^{jk}	0.34 ± 8.53^{g}	0.42 ± 9.76^{fe}	0.40
حمض الستريك (0.5%)	0.04 ± 10.69^{c}	0.08 ± 7.67^{jk}	0.25 ± 8.32^{gh}	0.10 ± 9.59^{f}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.40 ± 10.62^{c}	0.15 ± 7.44^{k}	0.26 ± 8.23^{ghi}	0.21 ± 9.70^{fe}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.18 ± 10.66^{c}	0.02 ± 7.41^{k}	0.15 ± 8.26^{ghi}	0.12 ± 9.62^{f}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

تتوافق نتائجنا مع Aishah و Rosli، (2013) اللذين وجدا أن رطوبة الفطر المحاري الرمادي المجفف وفق تقانات تجفيف مختلفة بلغت (8.8–9.5)%، كما تتفق مع Nour وآخرون، (2011) الذين وجدوا أن المحتوى الرطوبي للفطر الأبيض المجفف بالهواء الساخن وفق معاملات أولية مختلفة انخفض من (90–91)% إلى (9–12)%، ومع Tulek، (2011) الذي ذكر أن المحتوى الرطوبي للفطر المحاري المجفف يقارب 10%. وقد لوحظ أن للعينات المجففة بالفرن أقل قيم رطوبة (6.96–7.91)%، تلتها العينات المجففة تحت التفريغ (8.11–8.72)%، ثم العينات المجفدة (9.45–10.09)%، في حين كان للعينات المجففة شمسياً أعلى قيم رطوبة (10.48–11.23)%. تتفق نتائجنا مع Hassan وMedany، (2014) اللذين ذكرا أن الفطر المحاري المجفف بالهواء الساخن عند درجات حرارة (50–70)م° كان ذو رطوبة نهائية (7.61–7.93)% وفق معاملات أولية مختلفة، كما تتفق مع Ta وآخرون، (2017) الذين أشاروا إلى أن رطوبة عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة بالهواء الساخن بلغت (7.3–7.7)% كانت أدنى من العينات المجففة شمسياً (8.6–9.8)% بغض النظر عن المعاملات الأولية المطبقة، وقد فسر Muyanja وآخرون، (2014) ارتفاع رطوبة الفطر المحاري الشتوي المجفف شمسياً (7.29–13.22)% مقارنة بالعينات المجففة بالهواء الساخن (4.23–5.50)% إلى أنه خلال عملية التجفيف الشمسي فإن درجة الحرارة والرطوبة النسبية للتجفيف تتقلب بتقلب الظروف الجوية، بالإضافة للتوازن الرطوبي المستمر الذي يحصل بين العينات المجففة والبيئة المحيطة حيث أنه خلال عملية التجفيف تعود العينة لتمتص الرطوبة من الجو المحيط وبالتالي طول مدة التجفيف وارتفاع رطوبة المنتج المجفف وعدم الوصول للرطوبة المطلوبة، في حين ذكر Maray وآخرون، (2017) أن العينات المجففة تحت التفريغ (9.2–11.2)% كانت ذات محتوى رطوبة أعلى من العينات المجففة شمسياً (8.0–8.8)% وهذا يخالف نتائجنا.

وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي أن لعملية التجفيف تأثيراً أكبر في محتوى الرطوبة من المعاملات الأولية، حيث يلاحظ أن عملية السلق أدت للحصول على أعلى قيم للرطوبة، تلتها العينات المعاملة بحمض الستريك، ثم المعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم وكان لعينة الشاهد (بدون معاملة) أدنى محتوى رطوبة – وذلك بغض النظر عن طريقة التجفيف – ما يشير إلى أن المعاملات الأولية المطبقة أدت لرفع محتوى الرطوبة مقارنة بعينة الشاهد، ويعود ذلك إلى أن عملية السلق بالماء الساخن أو الغمر بالمحاليل الكيميائية أدت لتشرب كمية من الماء ورفع الرطوبة الابتدائية للفطر مقارنة بعينة الشاهد قبل عملية التجفيف، مما يؤدي لرفع الرطوبة النهائية الفطر بعد عملية التجفيف. تتفق نتائجنا مع Argyropoulos وآخرون، (2011) الذين ذكروا أن المعاملة الأولية لفطر *Boletus edulis* كالسلق بماء مغلي والنقع بحمض الستريك وميتا باي سلفيت الصوديوم قبل التجفيف بالهواء الساخن عند درجات حرارة مختلفة (50–70)م° أدت لرفع رطوبة الفطر المجفف مقارنة بالعينة غير المعاملة، وكان للفطر المسلوق قبل التجفيف قيمة الرطوبة الأعلى، كما تتفق مع Muyanja وآخرون، (2014) الذين ذكروا أن عملية السلق زادت من رطوبة عينات الفطر المحاري المجففة شمسياً من 11.51% إلى 13.22%.

4–1–2: نتائج نسبة البروتين في عينات الفطر المجفف:

يبين الجدول (4–2) نسبة البروتين في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ ارتفاع نسبة البروتين من 2.91% في الفطر الطازج إلى (21.46–24.76)% في الفطر المجفف، وذلك نتيجة انخفاض محتوى الرطوبة وارتفاع نسب المواد الصلبة بفعل عملية التجفيف،

وسجلت أعلى نسبة بروتين في العينة المجففة وغير المعاملة 24.76%، فيما سجلت أدنى نسبة في العينة المسلوقة والمجففة شمسياً 21.46%.

الجدول (4–2):نسبة البروتين (%) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.11 ± 2.91^{k}				0.28
الشاهد (دون معاملة)	0.12 ± 22.96^{cdef}	0.15 ± 23.05^{cde}	0.14 ± 23.68^{b}	0.17 ± 24.76^{a}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.38 ± 21.46^{i}	0.11 ± 22.34^{hi}	0.18 ± 22.59^{gh}	0.04 ± 23.84^{b}	
حمض الستريك (0.1%)	0.22 ± 21.62^{j}	0.14 ± 22.56^{gh}	0.06 ± 22.67^{fg}	0.22 ± 23.65^{b}	
حمض الستريك (0.5%)	0.15 ± 21.58^{j}	0.05 ± 22.35^{hi}	0.27 ± 22.25^{i}	0.05 ± 23.59^{b}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.05 ± 22.86^{defg}	0.21 ± 23.19^{c}	0.16 ± 23.11^{dc}	0.06 ± 24.47^{a}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.25 ± 22.79^{defg}	0.08 ± 23.11^{cd}	0.08 ± 23.09^{dec}	0.17 ± 24.51^{a}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

تتفق نتائجنا مع Cokuner وOzedemir، (2000) الذين ذكروا أن محتوى البروتين في الفطور المأكولة المجففة يتراوح بين (19–39)%، كما تتفق مع Kaur، (2016) الذين أشاروا إلى أن نسبة البروتين في الفطر المحاري المجفف وفق تقانات تجفيف ومعاملات أولية مختلفة تراوحت بين (21.33–23.16)%، في حين أشار Hassan و Medany، (2014) لوجود قيم أعلى للبروتين (26.55–29.52)% في الفطر المحاري الشتوي المجفف.

كما أظهرت النتائج أن العينات المجففة بالتجفيد امتلكت أعلى نسبة البروتين (23.60-24.76) %، ، تلتها كل من العينات المجففة تحت التفريغ وبالهواء الساخن (22.35-23.68) % مع عدم ملاحظة فروقات كبيرة بين قيم الطريقتين، في حين كان للعينات المجففة شمسياً أدنى محتوى من

البـروتين (21.46-22.96) %. وجـد Aishah و Rosli، (2013) أن الفطـر المحـاري الرمـادي المجفف بالفرن كان ذو محتوى أعلى من البروتين 23.8% من الفطر المجفف شمسياً 20.89% وهذا يوافق نتائجنا، كما تتفق مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين ذكروا أن عينات الفطر المحاري المجففـة بـالفرن نسـبة أعلـى مـن البـروتين(24.26–26.19) % مـن تلـك المجففـة شمسـياً (24.23–25.80) %، وعلى النقيض وجد Kaur، (2016) أن عينات فطر المحاري الملكي المجففة بـالهواء السـاخن امتلكـت نسـبة بـروتين أدنـى (21.14- 22.51) % مـن تلـك المجففـة شمسـياً (24.36-25.68) %، ويعود امتلاك العينات المجففة شمسياً لمحتوى بروتين أقل من الطرائق الأخرى إلى طول مدة التجفيف وارتفاع سوية تفاعل الاسمرار اللاإنزيمي (ميلارد)، والذي يعتمد على تكاثف البروتينات مع السكاكر المرجعة إلى بوليميرات معقدة مما يؤدي لخفض تركيزها في المنتج النهائي (Ruat،2011). ذكر Yang وآخرون، (2020) أن الفطـر المحـاري الرمـادي المجفـف بالتجفيـد ذو محتوى بروتين أعلى 25.7% من طرائق التجفيف الأخرى كالشمسي والهواء الساخن وتحت التفريغ عند 60م˚ والتي تراوحت قيم البروتين فيها بين (17.5–21.9)%، وهذا يوافق نتائجنا، ويعود ذلك لمحافظة التجفيد على البنية الخلوية والمكونات الجافة، ولانخفاض سوية تفاعلات الاسمرار اللاإنزيمي نتيجة تطبيق درجات حرارة منخفضة.

بينت نتائج التحليل الإحصائي كما يظهر في الجدول(4–2) أن لطريقة التجفيف تأثير أكبر في قيمة البروتين من المعاملات الأولية. وتتفق هذه النتيجة مع كل من Dunkwal وآخرون،(2007) و Maray وآخرون، (2017) في الفطر المحاري الرمادي والشتوي على التوالي، كما أظهرت النتائج أن العينات غير المعاملة امتلكت أعلى نسبة من البروتين (22.96–24.76)%، فيما أدت المعاملات الأولية لخفض قيمة البروتين في الفطر المجفف في كل طرائق التجفيف، حيث أدى السلق لخفض

نسبة البروتين إلى (21.46–23.84) %، وتتفق هذه النتيجة مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين وجدوا أن معاملة السلق أدت لخفض نسبة البروتين من (25.0–25.8)% في العينات غير المعاملة إلى (25.23–24.26)% في العينات المسلوقة المجففة شمسياً وبالهواء الساخن، ويعود ذلك إلى أن السلق في الماء الساخن يؤدي لتمزيق جدر خلايا وتخريب بنية الفطر، مما يسمح لارتشاح جزء من البروتينات في ماء السلق (Ekanem و Ubengama، 2002)، كما يلاحظ من الجدول (4–2) أن معاملتي الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم والنقع بحمض الستريك أدتا لفقد في محتوى البروتين مقارنة بالعينات غير المعاملة، ولكنه أدنى مما في معاملة السلق، وتتفق هذه النتيجة مع Ta وآخرون، (2017)، ويعود الفقد في محتوى البروتين في العينات المعاملة بالكبرتة والحمض لارتشاح بعض البروتينات الذوابة في ماء النقع لهذه المحاليل، كما أن انخفاض حموضة الوسط الناتج عن هذه المعاملات الكيميائية يساعد في ارتشاح البروتينات (Kaur،2016)

4–1–3: نتائج نسبة الرماد في عينات الفطر المجفف:

يظهر الجدول(4–3) نسبة الرماد في الفطر المحاري المجفف وفق طرائ تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ حصول ارتفاع في نسبة الرماد في عينات الفطر المجفف إلى (8.86–10.42)% مقارنة بالفطر الطازج 1.18%، وذلك نتيجة انخفاض الرطوبة وارتفاع المواد الصلبة خلال عملية التجفيف. وكانت أعلى نسبة للرماد في العينات غير المعاملة وأدنى نسبة في العينات المسلوقة بصرف النظر عن طريقة التجفيف. تتفق نتائجنا مع Aishah و Rosli، (2013) اللذين ذكرا أن نسبة الرماد في الفطر المحاري الرمادي المجفف بطرائق مختلفة تتراوح بين (7.48–8.40)، في حين حصل Yang وآخرون ، (2020) على قيم أدنى تراوحت بين (6.3–6.9) % في الفطر المحاري

الشتوي المجفف وفق تقانات متعددة، وبالمقابل أشار Tolera و Abera، (2017) لقيم أعلى للرماد (9.75–12.20) % في الفطر المحاري الشتوي المجفف.

الجدول(4–3):نسبة الرماد (%) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.02 ± 1.18^{i}				0.14
الشاهد	0.06 ± 10.35^{ab}	0.03 ± 10.31^{abc}	0.13 ± 10.42^{a}	0.07 ± 10.32^{ab}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.08 ± 8.86^{h}	0.10 ± 8.96^{f}	0.02 ± 8.92^{h}	0.05 ± 8.94^{f}	
حمض الستريك (0.1%)	0.12 ± 9.89^{j}	0.04 ± 9.96^{j}	0.05 ± 10.07^{ef}	0.04 ± 9.96^{fg}	
حمض الستريك (0.5%)	0.06 ± 10.14^{de}	0.02 ± 10.09^{def}	0.05 ± 10.16^{cde}	0.02 ± 10.23^{bcd}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.08 ± 9.76^{j}	0.08 ± 9.78^{j}	0.06 ± 9.71^{j}	0.05 ± 9.77^{j}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.02 ± 9.87^{j}	0.03 ± 9.82^{j}	0.12 ± 9.90^{j}	0.02 ± 9.88^{g}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

بينت نتائج التحليل الإحصائي أن طريقة التجفيف لم تؤثر معنوياً عند مستوى 5% في محتوى الرماد في العينات المدروسة، وتتفق هذه النتيجة مع Dunkwal وآخرون، (2007) حيث لم تُلحظ فروق معنوية في محتوى الرماد بين طريقتي التجفيف الشمسي وبالهواء الساخن عند حرارة 60م°، كما تتفق مع Yang وآخرون، (2020)، حيث لم تؤثر طرائق التجفيف المختلفة المطبقة (شمسي، فرن هوائي 40،60م°، تحت التفريغ 40،60م°، أشعة تحت حمراء، ميكروويف، تجفيد) في محتوى فطر المحاري الملكي من الرماد الكلي، حيث تراوحت القيم بين (6.3–6.9)%، في حين تختلف النتائج مع Maray وآخرون، (2017)، حيث وجد أن عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة شمسياً احتوت على

أعلى نسبة من الرماد تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن وتحت تفريغ دون إيراد تفسير للنتائج، كما بينت النتائج أن للمعاملات الأولية تأثير واضح في قيم الرماد الكلي في الفطر المجفف، حيث أدت معاملة السلق لخفض نسبة الرماد من (10.31–10.42)% في العينة غير المعاملة (الشاهد) إلى (8.86–8.99) %، ويعود ذلك لتأثير السلق بالماء الساخن في تخريب البنية النسيجية للفطر وارتشاح بعض المكونات الخلوية والعناصر المغذية كالرماد إلى ماء السلق (Maray وآخرون،2017)، وتتفق نتاجنا مع Dunkwal وآخرون، (2017) الذي وجد أن نسبة الرماد انخفضت نتيجة السلق من (8.80–8.86) % في عينة الشاهد إلى (6.50–6.58) % في العينات المسلوقة عند التجفيف بطرائق مختلفة، كما أظهرت النتائج إلى أن معاملتي النقع بحمض الستريك والكبرتة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم أدتا لخفض نسبة الرماد عند كل طرائق التجفيف المطبقة، وقد لوحظ أن المعاملة بحمض الستريك أدت لفقد أقل من معاملة الكبرتة مقارنة بعينة الشاهد، كما أدت زيادة تركيز المعاملة الكيميائية إلى خفض نسبة الفقد، وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Ta وآخرون، (2017) في الفطر المحاري الشتوي المجفف.

4–1–4: نتائج نسبة الألياف الخام في عينات الفطر المجفف:

يبين الجدول (4–4) نسبة الألياف الخام (%) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ حصول ارتفاع في محتوى الألياف الخام في عينات الفطر المجفف إلى(5.05–6.16)% مقارنة بالفطر الطازج 0.70%، وذلك بسبب انخفاض الرطوبة وزيادة تركيز المواد الصلبة خلال عملية التجفيف، تتفق قيم الألياف الخام مع Maray وآخرون، (2017) بقيمة(5.20–7.65)% ، لكنها أعلى مما وجده Ta وآخرون، (2017) بقيمة (3.2–4.3)%.

الجدول(4–4):نسبة الألياف الخام (%) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت االتفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.08 ± 0.70^{e}				
الشاهد	0.12 ± 6.01^{ab}	0.13 ± 6.06^{ab}	0.16 ± 5.99^{ab}	0.08 ± 6.16^{a}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.08 ± 5.18^{gh}	0.05 ± 5.05^{h}	0.14 ± 5.22^{gh}	0.22 ± 5.11^{h}	
حمض الستريك (0.1 %)	0.21 ± 5.56^{def}	0.07 ± 5.48^{ef}	0.26 ± 5.44^{fg}	0.09 ± 5.48^{c}	0.23
حمض الستريك (0.5 %)	0.06 ± 5.62^{def}	0.07 ± 5.56^{def}	0.09 ± 5.74^{cd}	0.11 ± 5.68^{cde}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 %)	0.08 ± 5.68^{cde}	0.08 ± 5.64^{def}	0.14 ± 5.59^{def}	$0.09\pm.570^{cd}$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5 %)	0.10 ± 5.71^{cd}	0.12 ± 5.88^{bc}	$0.06\pm.563^{def}$	0.12 ± 5.89^{bc}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

كما أظهرت النتائج أن العينات غير المعاملة كانت ذات محتوى أعلى من الألياف بغض النظر عن طريقة التجفيف بقيمة تراوحت بين (5.97–6.16)، في حين كانت العينات المسلوقة ذات محتوى أدنى من الألياف بقيمة تتراوح بين (5.05–5.22)% نتيجة تخريب البنية الخلوية والارتشاح لماء السلق(Chandra و Samsher ،2006) ، كما بينت النتائج أن طريقة التجفيف لم تؤثر معنوياً في محتوى الألياف، وتتفق هذه النتيجة مع Kumari و Kumari، (2018) حيث لم يلحظ تأثير لطريقة التجفيف (شمسي، فرن هوائي) في قيمة الألياف الخام في الفطر المحاري الشتوي، فيما تختلف مع Oloruntola و Omotosho، (2019) اللذين وجدا أن التجفيف بالهواء الساخن أعطى نسبة أعلى من الألياف من طرائق التجفيف الأخرى كالتجفيف الشمسي والتجفيف بالميكروويف.

4-1-5: نتائج نسبة الدسم في عينات الفطر المجفف:

يبين الجدول (4-5) نسبة الدسم في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ حصول ارتفاع في نسبة الدسم في الفطر المحاري بعد عملية التجفيف إلى (1.42-1.96) % مقارنة بالفطر الطازج 0.24%.

الجدول(4-5):نسبة الدسم (%) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	$0.24^{h} \pm 0.02$				0.12
الشاهد	$1.59^{f} \pm 0.02$	$1.92^{ab} \pm 0.03$	$1.91^{abc} \pm 0.11$	$1.88^{abcde} \pm 0.06$	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	$1.42^{g} \pm 0.08$	$1.77^{e} \pm 0.04$	$1.78^{de} \pm 0.06$	$.186^{abcde} \pm 0.04$	
حمض الستريك (0.1%)	$1.57^{f} \pm 0.04$	$1.92^{ab} \pm 0.03$	$1.87^{abcde} \pm 0.08$	$1.90^{abcd} \pm 0.05$	
حمض الستريك (0.5%)	$1.58^{f} \pm 0.06$	$1.96^{a} \pm 0.01$	$1.79^{cde} \pm 0.05$	$1.93^{a} \pm 0.02$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	$1.52^{fg} \pm 0.02$	$1.89^{abcde} \pm 0.08$	$1.86^{abcde} \pm 0.06$	$1.86^{abcde} \pm 0.04$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	$.160^{f} \pm 0.01$	$1.80^{bcde} \pm 0.05$	$1.89^{abcde} \pm 0.04$	$1.84^{abcde} \pm 0.02$	

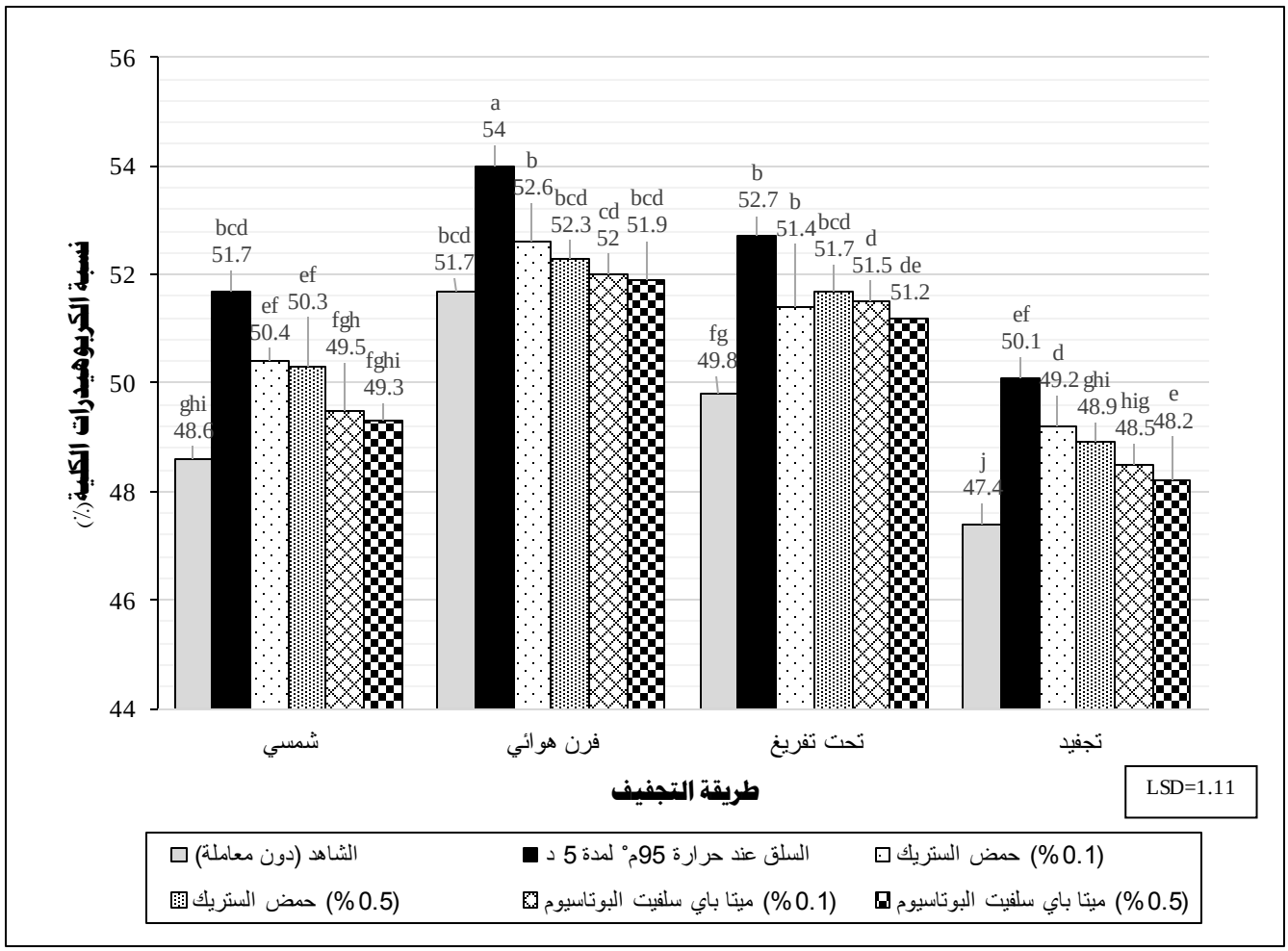
- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

تتفق نتائجنا مع Cornelia و Chandra، (2019) اللذين وجدا أن نسبة الدسم في الفطر المحاري الشتوي المجفف تراوح بين (1.41-1.52)%، ومع Dunkwal وآخرون، (2007) بنسبة دسم بلغت (1.86-1.90)% في الفطر المحاري الرمادي المجفف، فيما وجد Oloruntola و Omotosho ، (2019) قيم أعلى للدسم في الفطر المحاري الصيفي المجفف تراوحت بين (2.09-3.42)% ، وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في محتوى الدسم في الفطر المجفف بالهواء الساخن وتحت التفريغ وبالتجفيد بقيم تراوحت بين (1.77-1.96)%، فيما احتوت المجففة شمسياً على مستوى أدنى (1.42-1.60) %، ويرجع ذلك لطول مدة التجفيف وعملية التحلل المائي

للدهون خلال التجفيف الشمسي حيث أن درجة الحرارة مثالية لعمل إنزيم الليباز بعكس طرائق التجفيف الأخرى، تتفق نتائجنا مع Cornelia و Chandra، (2019) اللذين وجدا أن الفطر المحاري الشتوي المجفف شمسياً كان ذو محتوى دسم 1.41% أدنى معنوياً من المجفف بالهواء الساخن 1.48% وبأنفاق التجفيف 1.51%. كما أظهرت النتائج عدم وجود تأثير معنوي عند 5% لمعاملتي حمض الستريك والكبرتة في محتوى الدسم عند المقارنة مع الشاهد، وذلك في كل طرائق التجفيف، وتتفق هذه النتيجة مع Ta وآخرون، (2017) الذين وجدوا عدم وجود تأثير معنوي لمعاملتي حمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت الصوديوم في محتوى الدسم في الفطر المحاري الشتوي المجفف شمسياً وبالهواء الساخن، وبالمقابل أدت معاملة السلق لخفض محتوى الدسم في العينات المجففة وفق معظم طرائق التجفيف المطبقة حيث انخفضت إلى (1.73–1.86)%، وقد يعود ذلك لتأثير الماء الساخن في تخريب البنية الخلوية للفطر وارتشاح الدسم إلى ماء السلق (Chang وMshigeni ، 2001)

4-1-6: نتائج نسبة الكربوهيدرات الكلية في عينات الفطر المجفف:

يبين الشكل (4-1) النسبة المئوية للكربوهيدرات الكلية في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ حصول ارتفاع كبير في نسبة الكربوهيدرات الكلية من 6.29% في الفطر الطازج إلى(47.43–54.07)% في الفطر المجفف، وأظهرت النتائج أن العينة المسلوقة والمجففة بالهواء الساخن امتلكت أعلى نسبة من الكربوهيدرات الكلية 54.07%، فيما امتلكت العينة غير المعاملة والمجفدة أدنى نسبة من الكربوهيدرات الكلية 47.43%.



الشكل (4-1): نسبة الكربوهيدرات الكلية (%) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة

تتفق نتائجنا مع ما وجده Ta وآخرون ،(2017) بنسبة تتراوح بين (48.85-56.10)%، و Maray وآخرون، (2017) بقيم (49.54-58.28)% في الفطر المحاري الشتوي المجفف وفق معاملات أولية وطرائق تجفيف مختلفة، فيما تختلف النتائج مع Yang وآخرون، (2020) اللذين سجلوا نسب أعلى للكربوهيدرات الكلية بلغت (60.3-71.1)% في عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة بتقانات مختلفة، فيما حصل Kaur، (2016) على قيم أدنى للكربوهيدرات الكلية في فطر المحاري الملكي المجفف بلغت (40.57-44.74)%.

يلاحظ من الشكل (4–1) أن نسبة الكربوهيدرات الكلية كانت أعلى ما يمكن عند التجفيف بالهواء الساخن (51.70–54.07)%، تلتها العينات المجففة تحت تفريغ (49.89–52.77)%، ثم العينات المجففة شمسياً (48.61–51.77)%، فيما امتلكت العينات المجفدة أدنى محتوى من الكربوهيدرات الكلية (47.43–50.16)%. وجد Oloruntola و Omotosho، (2019) أن الفطر المحاري الصيفي المجفف بالهواء الساخن ذو محتوى أعلى من الكربوهيدرات 53.74% من المجفف شمسياً 34.84% وقد فسّر الباحثين ذلك بارتفاع سوية تفاعل ميلارد نتيجة طول مدة التجفيف والذي يعتمد على تفاعل السكريات المرجعة مع المجموعات الأمينية الحرة مما يؤدي لخفض نسبة الكربوهيدرات مقارنة بطرائق التجفيف الأخرى، فيما تختلف النتائج مع Kaur، (2016) الذي وجد أن عينات فطر المحاري الملكي المجفف شمسياً ذو محتوى أعلى من الكربوهيدرات (42.27–44.74)% من العينات المجففة بالهواء الساخن (40.57–43.57)% ، كما يلاحظ أن العينات غير المعاملة ذات محتوى أدنى من الكربوهيدرات (47.43–51.70)% مقارنة مع العينات المعاملة بالكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم والنقع بحمض الستريك والتي امتلكت مستوى كربوهيدات متوسط، فيما أدت معاملة السلق لإعطاء فطر ذو مستوى أعلى من الكربوهيدرات(51.77–54.07)%، وقد يرجع ذلك إلى أن السلق بالماء الساخن يؤدي لتخريب البنية الخلوية للفطر وارتشاح معظم المغذيات كالبروتينات والألياف والعناصر المعدنية بصورة أكبر من الكربوهيدرات، مما يؤدي بالمحصلة لرفع نسبتها في الفطر المجفف. تتفق هذه النتيجة مع Dunkwal وآخرون، (2017) الذين وجدوا أن عملية السلق أدت لرفع نسبة الكربوهيدرات الكلية من (50.56–50.84)% في عينة الشاهد إلى (57.68–57.77)% في العينات المسلوقة.

4-1-7: نتائج درجة الحموضة (pH) في عينات الفطر المحاري المجفف: يبين الجدول (4-6) درجة الحموضة في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، يلاحظ من الجدول (4-6) أن درجة الحموضة pH كانت في الفطر الطازج 6.87، وتغيرت بشكل واضح ارتفاعاً وانخفاضاً نتيجة المعاملات الأولية المطبقة، فيما لم يلحظ أي تأثير معنوي لطريقة التجفيف في درجة الحموضة عند مستوى 5%، كما يلاحظ أن درجة حموضة العينات المجففة غير المعاملة تراوحت مابين (6.41-6.46) وكانت أقل من حموضة الفطر الطازج 6.87، نتيجة فقد الماء بفعل عملية التجفيف وتركيز نسب الأحماض العضوية مما يزيد من درجة حموضة العينات.

الجدول(4-6): درجة الحموضة (pH) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
ماء السلق	7.2 ±0.04				-
محلول حمض الستريك	2.8 (محلول 0.1%) ، 2.4 (محلول 0.5%)				
محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم	5.1 (محلول 0.1%) ، 4.8 (محلول 0.5%)				
الفطر الطازج	6.87^{a} ±0.06				0.18
الشاهد (دون معاملة)	6.41^{b} ±0.10	6.44^{b} ±0.08	6.40^{b} ±0.15	6.46^{b} ±0.03	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	6.92^{a} ±0.04	6.94^{a} ±0.06	6.91^{a} ±0.18	6.96^{a} ±0.09	
حمض الستريك (0.1%)	5.68^{f} ±0.08	5.63^{f} ±0.10	5.61^{f} ±0.16	5.72^{fe} ±0.14	
حمض الستريك (0.5%)	5.11^{g} ±0.06	5.19^{g} ±0.05	5.21^{g} ±0.09	5.16^{g} ±0.12	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	6.10^{c} ±0.11	6.09^{cd} ±0.19	6.08^{cd} ±0.08	6.11^{c} ±0.09	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	6.02^{cd} ±0.02	5.94^{cd} ±0.02	5.91^{de} ±0.05	5.93^{cd} ±0.06	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

أظهرت النتائج أن درجة الحموضة ارتفعت من (6.40–6.46) في العينات غير المعاملة إلى (6.91–6.96) في العينات المسلوقة وذلك عند كل طرائق التجفيف، ويعود ذلك لتشرب الفطر لجزء من ماء السلق ذو الحموضة القريبة من الاعتدال (pH = 7.2) مقارنة بالفطر، في حين أدت كل من معاملة النقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم إلى خفض درجة حموضة الفطر، ويعود ذلك إلى الطبيعة الحامضية للمحاليل المائية لهذه المركبات، وكان تأثير النقع بحمض الستريك أكبر من ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، وأدى زيادة التركيز في المعاملتين لخفض درجة الحموضة، كانت نتائجنا أعلى مع Gupta وآخرون، (2015) بانخفاض درجة الحموضة الفطر الأبيض إلى 4.2 عند معاملته بمحلول يحوي حمض الأسكوربيك والستريك وميتا باي سلفيت البوتاسيوم.

4-1-8: نتائج النشاط المائي (a_w) في عينات الفطر المحاري المجفف:

يعتبر النشاط المائي **(a_w)** مؤشراً مهماً لثبات المادة الغذائية أثناء التخزين ودرجة تعرضها لأنواع الفساد المختلفة الميكروبي والإنزيمي والبيوكيميائي، ويعتبر النشاط المائي مؤشراً أفضل لقابلية فساد الأغذية من محتوى الرطوبة، ويعد انخفاض النشاط المائي إلى ما دون 0.6 مهماً جداً لمنع نمو الأحياء الدقيقة كالبكتيريا والفطور والخمائر عدا أنواع نادرة من الفطور والخمائر متحملة للضغط الإسموزي العالي، ومع ذلك فإن هذه القيمة لا تمنع تفاعلات التحلل الكيميائية والإنزيمية التي تسبب تراجع الجودة كالاسمرار الإنزيمي واللإنزيمي وأكسدة الدهون والتي لا تتوقف إلا عند قيم أقل من0.3 (Tapia وآخرون، 2020). يبين الجدول (4-7) النشاط المائي في الفطر المحاري المجفف:

الجدول(4–7):النشاط المائي (a_w) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.01 ± 0.86^{a}				
الشاهد (دون معاملة)	0.01 ± 0.54^{c}	0.01 ± 0.38^{f}	0.00 ± 0.42^{e}	0.01 ± 0.48^{d}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.0 ± 0.59^{b}	0.01 ± 0.47^{d}	0.01 ± 0.47^{d}	0.01 ± 0.56^{bc}	
حمض الستريك (0.1 %)	0.00 ± 0.56^{bc}	0.00 ± 0.42^{e}	0.02 ± 0.43^{e}	0.00 ± 0.54^{c}	0.03
حمض الستريك (0.5 %)	0.01 ± 0.56^{bc}	0.01 ± 0.42^{e}	0.01 ± 0.42^{e}	0.01 ± 0.53^{c}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 %)	0.01 ± 0.55^{c}	0.00 ± 0.41^{e}	0.01 ± 0.42^{e}	0.00 ± 0.53^{c}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5 %)	0.02 ± 0.53^{c}	0.01 ± 0.40^{f}	0.00 ± 0.41^{e}	0.00 ± 0.50^{cd}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

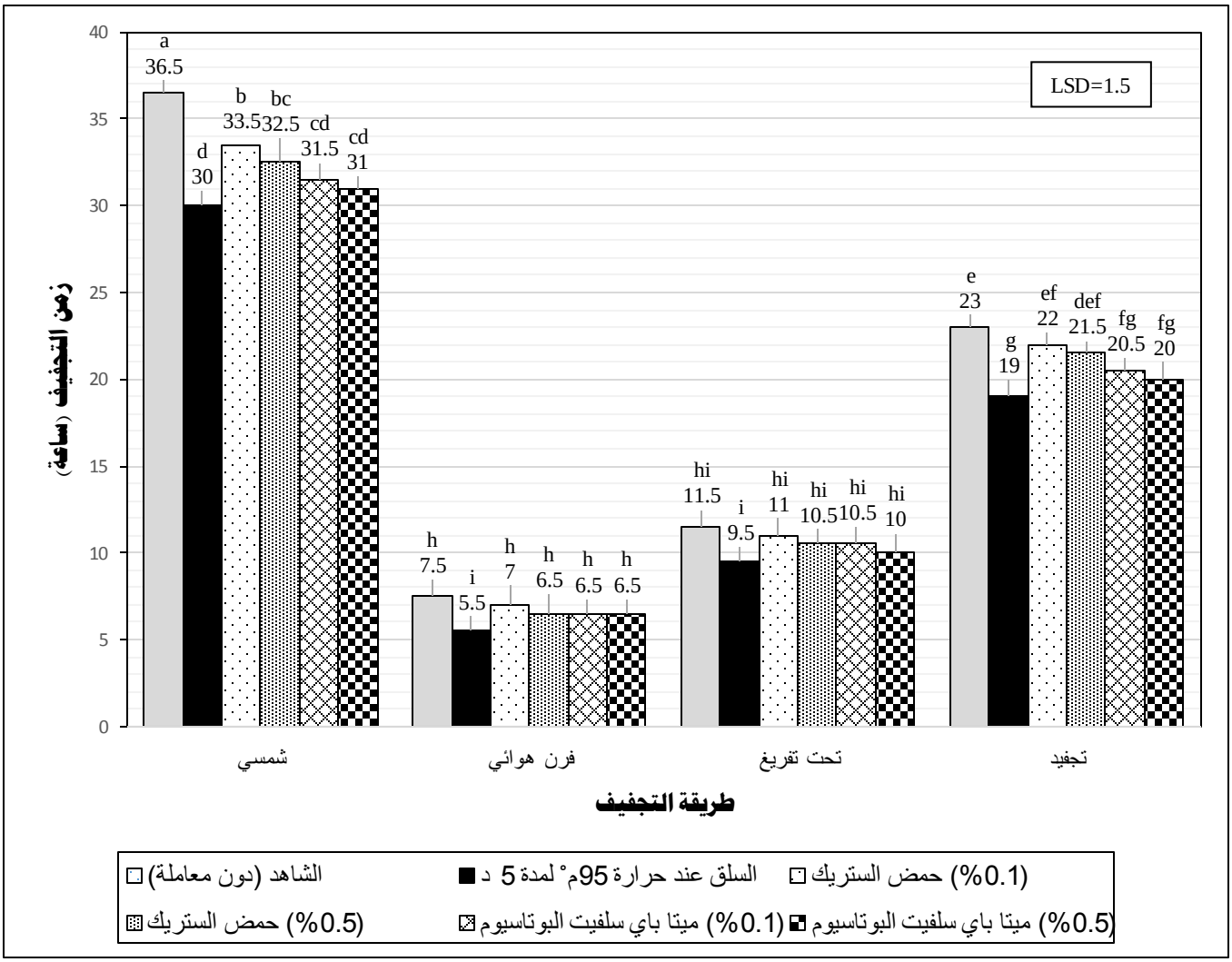
يلاحظ من الجدول (4–7) انخفاض النشاط المائي للفطر المحاري بفعل عملية التجفيف من 0.86 في الفطر الطازج إلى (0.38–0.59) في العينات المجففة، وذلك نتيجة انخفاض الرطوبة الناتج عن عملية التجفيف، وقد كان أعلى نشاط مائي في العينة المسلوقة والمجففة شمسياً 0.59 وأدنى نشاط مائي في العينة غير المعاملة و المجففة بالهواء الساخن 0.38. ذكر Jayathunge و Illeperuma، (2001) أن النشاط المائي للفطر المحاري الطازج بلغ 0.84 وانخفض بعد التجفيف بالهواء الساخن على 45 م° لمدة 5 ساعات إلى 0.56 وهذه القيمة اعلى من نتائجنا، فيما تتفق نتائجنا مع Anshu و Anju، (2018) اللذين ذكرا أن النشاط المائي للفطر المحاري الشتوي المجفف بالهواء الساخن عند 50م° يتراوح بين (0.44–0.59)، وقد كان لطريقة التجفيف تأثير أكبر في النشاط المائي من المعاملات الأولية، حيث حصلت العينات المجففة بالهواء الساخن على أدنى قيم للنشاط المائي (0.48–0.57)، تلتها العينات المجففة تحت التفريغ (0.51–0.57)، ثم المجففة بالتجميد

(0.58–0.66)، في حين كان للمجففة شمسياً أعلى نشاط مائي (0.64–0.69)، ويعود النشاط المائي المنخفض للعينات المجففة بالهواء الساخن لانخفاض الرطوبة الناتج عن استخدام حرارة عالية بمساعدة حركة الهواء الساخن في التخلص من الرطوبة، في حين امتلكت العينات المجففة شمسياً وبالتجفيد نشاطاً مائياً أعلى لارتفاع الرطوبة النسبي لهذه العينات المجففة نتيجة استخدام درجات حرارة منخفضة خلال عملية التجفيف (Piskov وآخرون، 2020). وقد أدت المعاملات الأولية لرفع النشاط المائي للعينات من(0.48–0.64) في العينات غير المعاملة إلى (0.57–0.69) في العينات المسلوقة و إلى (0.52–0.66) في العينات المعاملة بالحمض و (0.50–0.63) في العينات المعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم، ويعود ذلك بشكل رئيس لارتفاع الرطوبة النسبي لهذه العينات وفقد في المكونات الصلبة نتيجة هذه المعاملات، حيث يرتبط النشاط المائي للأغذية بشكل أساسي بنسبة الرطوبة والمادة الجافة بالإضافة إلى التركيب الكيميائي حيث تعمل بعض المكونات الكيميائية على ربط الماء وجعله غير متاح لنمو الاحياء الدقيقة (Tapia وآخرون، 2020). أشار Nayak وآخرون، (2018) إلى أن معاملة السلق والكبرتة تزيد من النشاط المائي لفطر محاري فلوريدا المجفف بالهواء الساخن.

4-2: نتائج خصائص جودة التجفيف لشرائح الفطر المحاري المجفف:

4-2-1: نتائج زمن التجفيف في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الشكل (4-2) نتائج زمن التجفيف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة ، حيث يلاحظ أن زمن التجفيف في عينات الفطر المحاري المجفف تراوح بين (5.5-36.5) ساعة وذلك عند التجفيف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة.



الشكل (4-2): نتائج زمن التجفيف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة

وقد بينت النتائج أن العينة غير المعاملة والمجففة شمسياً تطلبت أعلى زمن تجفيف 36.5 ساعة، في حين تطلبت العينة المسلوقة والمجففة بالهواء الساخن عند حرارة 60 م˚ أدنى زمن تجفيف 5.5 ساعة، وقد لوحظ أن لطريقة التجفيف تأثير أكثر في زمن التجفيف من المعاملات الأولية، كما أظهرت النتائج أن العينات المجففة بالهواء الساخن كانت ذات أقل زمن تجفيف (5.5–7.5) ساعة، تلاه التجفيف تحت تفريغ (9.5–11.5) ساعة، ثم التجفيد(19–23) ساعة، فيما تطلبت عملية التجفيف الشمسي أعلى زمن تجفيف (31.0–36.0) ساعة، ويعود امتلاك العينات المجففة بالهواء الساخن لأقل زمن تجفيف لاستخدام درجة حرارة عالية في التجفيف، بالإضافة إلى أن تيار الهواء الساخن يساعد في سرعة التخلص من الرطوبة، في حين يؤدي استخدام التفريغ عند نفس درجة الحرارة 60م˚ لإطالة فترة التجفيف لعدم الاستفادة من الحمل الحراري للهواء في حجرة التجفيف في التخلص من الرطوبة من على سطح الفطر، وترجع حاجة التجفيف الشمسي والتجفيف بالتجميد لزمن أطول نتيجة استخدام درجات حرارة منخفضة، ومتقلبة أحياناً كما التجفيف الشمسي خلال عملية التجفيف (Martinez-soto وآخرون، 2001). ذكر Hassan و Medany، (2014) أن زيادة درجة الحرارة من 50 إلى 70م˚ تؤدي لانخفاض زمن التجفيف من(10.0–12.0) ساعة إلى (7.0–8.5) ساعة. تتفق نتائجنا مع Kaur، (2016) الذي وجد أن زمن التجفيف استغرق (10.0–12.0) ساعة في فطر المحاري الملكي عند التجفيف بالهواء الساخن عند حرارة 50م˚، وبلغ (4–5) يوم عند حرارة (24–40) م˚عند التجفيف الشمسي، فيما كانت نتائجنا أعلى من نتائج Maray وآخرون، (2017) الذين ذكروا أن تجفيف الفطر المحاري الشتوي تحت تفريغ عند حرارة 60م˚ تطلب 12 ساعة، كما تطلب 3 أيام عند التجفيف الشمسي عند حرارة 40م˚ بمعدل 10 ساعات تجفيف يومياً، في حين ذكر Martinez-soto وآخرون، (2001) إلى أن زمن تجفيف الفطر المحاري الشتوي بالهواء الساخن عند حرارة 65م˚

قارب 3 ساعات فقط وهذه القيمة أدنى من نتائجنا. وقد وجد أن المعاملات الأولية ساهمت في خفض زمن التجفيف بالمقارنة مع العينة غير المعاملة والتي تطلبت زمن أعلى (7.5-36.5) ساعة، حيث أدت معاملة السلق لتخفيض الزمن إلى(5.5–30.0) ساعة، تلتها معاملة معاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم بزمن (6.5–31.5) ساعة، ثم النقع بحمض الستريك بزمن (6.5–33.5) ساعة.

4–2–2: نتائج مردود التجفيف في عينات الفطر المحاري المجفف:

يعرف مردود عملية التجفيف بأنه كمية الفطر المجفف (كغ) الناتجة عن تجفيف 100كغ من الفطر الطازج (Dunkwal،وآخرون، 2007)، يبين الجدول (4–8) مردود التجفيف مقدراً كنسبة مئوية في الفطر المحاري، وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، يلاحظ من الجدول أن مردود التجفيف في عينات الفطر المحاري تراوح بين (6.68–8.62) % وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يعود انخفاض الوزن إثر عملية التجفيف إلى إزالة الرطوبة وفقد العديد من المواد الصلبة نتيجة معاملات السلق والنقع (Kumari وآخرون ،2018).

الجدول(4-8):مردود التجفيف (%) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الشاهد (دون معاملة)	0.05 ± 8.51^{abc}	0.05 ± 8.57^{ab}	0.02 ± 8.62^{a}	0.01 ± 8.60^{a}	0.36
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.02 ± 6.77^{i}	0.01 ± 6.81^{i}	0.11 ± 6.69^{i}	0.02 ± 6.68^{i}	
حمض الستريك (0.1%)	0.02 ± 7.84^{fgh}	0.02 ± 7.81^{gh}	0.04 ± 7.79^{h}	0.02 ± 7.86^{efgh}	
حمض الستريك (0.5%)	0.01 ± 7.96^{defgh}	0.05 ± 7.99^{defgh}	0.05 ± 8.15^{defg}	0.01 ± 8.16^{defg}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.01 ± 8.12^{defgh}	0.01 ± 8.14^{defgh}	0.02 ± 8.12^{defgh}	0.05 ± 8.04^{defgh}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.06 ± 8.18^{cdef}	0.04 ± 8.21^{cde}	0.02 ± 8.20^{cde}	0.02 ± 8.24^{bcd}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

بينت النتائج أن أعلى مردود كان في العينات غير المعاملة عند كل طريقة التجفيف (8.51-8.62)% ، في حين كان أدنى مردود في العينات المجففة المسلوقة عند كل طرائق التجفيف (6.68-6.81) %. تتفق نتائجنا مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين وجدوا أن مردود الفطر المحاري الرمادي وفق معاملات أولية وطرائق تجفيف مختلفة تراوح بين (6.46-9.00) %، فيما وجد Maray وآخرون، (2017) قيم أدنى للمردود من نتائجنا في الفطر المحاري الشتوي تراوحت بين (5.24-6.61) %، وبينت نتائج التحليل الإحصائي أن طريقة التجفيف لم تؤثر في مردود الفطر، وتتفق هذه النتيجة مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين لم يجدوا تأثيراً لطريقتي التجفيف الشمسي والهواء الساخن في المردود، كما أظهرت النتائج أن للمعاملات الأولية تأثيراً ملحوظاً في انخفاض المردود، وكان الانخفاض أعلى ما يمكن في معاملة السلق، نتيجة تخريب حرارة ماء السلق للبنية

النسيجية للفطر وارتشاح العديد من المواد الصلبة المغذية إلى ماء السلق، فيما أدت معاملتي الكبرتة بميتا باي سلفيت الصوديوم والنقع بحمض الستريك إلى انخفاض أقل بالمردود مقارنة بالعينات المسلوقة، وذلك نتيجة ارتشاح جزء أقل من المواد المغذية (Arumuganathan وآخرون،2013). تتفق هذه النتائج مع Maray وآخرون، (2017) الذين وجدوا أن معاملات السلق بالبخار والنقع بحمض الستريك 0.5% أدت لخفض مردود الفطر مقارنة بعينة الشاهد.

4-2-3: نتائج معدل الاسترجاع في شرائح الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4-9) معدل الاسترجاع (كغ رطوبة/ كغ مادة جافة) في شرائح الفطر المجفف، حيث يلاحظ أن معدل الاسترجاع تراوح بين (1.73-4.21)، وقد وُجد أن العينات المكبرتة 0.5% والمجففة بالتجفيد كانت ذات أعلى معدل استرجاع 4.21، في حين كانت العينات المسلوقة والمجففة شمسياً ذات أدنى معدل استرجاع 1.73.

الجدول(4-9): معدل الاسترجاع (كغ رطوبة/ كغ مادة جافة) في شرائح الفطر المجفف

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الشاهد (دون معاملة)	0.16 ± 2.03^{k}	0.08 ± 2.36^{hi}	0.07 ± 2.91^{g}	0.05 ± 3.41^{d}	0.18
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.12 ± 1.73^{l}	0.04 ± 2.04^{k}	0.11 ± 2.29^{ij}	0.07 ± 3.11^{f}	
حمض الستريك (0.1%)	0.07 ± 2.13^{jk}	0.11 ± 2.86^{g}	0.21 ± 3.81^{c}	0.16 ± 3.88^{bc}	
حمض الستريك (0.5%)	0.21 ± 2.27^{ij}	0.10 ± 2.98^{fg}	0.02 ± 3.92^{cb}	0.04 ± 3.99^{bc}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.05 ± 2.29^{ij}	0.03 ± 3.08^{fg}	0.04 ± 3.33^{de}	0.06 ± 4.02^{b}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.12 ± 2.52^{h}	0.04 ± 3.16^{ef}	0.08 ± 3.36^{d}	0.14 ± 4.21^{a}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

تتفق نتائجنا مع Giri و Parasd، (2013) الذين وجدوا أن معدل الاسترجاع تراوح بين (2.5–4.3) في عينات الفطر الأبيض المجففة وفق تقانات مختلفة، كما تتفق مع Ruat، (2011) الذي وجد أن معدل الاسترجاع في العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة أولياً تراوح بين (2.65–3.12)، في حين أشار Martinez-Soto وآخرون، (2001) لقيم أعلى لمعدل الاسترجاع في عينات الفطر المحاري المجففة بالتجفيد (7.7–11.0)، وتحت تفريغ (2.6–6.2)، كما وجد Kumar وآخرون، (2014) بقيم تراوحت ما بين (6.3–11.1) في الفطر المحاري الشتوي المجفف في الهواء الساخن عند درجة حرارة (50–70)م°، كما بينت النتائج أن العينات المجففة شمسياً كانت ذات أدنى معدل استرجاع (1.73–2.52)، وذلك نتيجة طول مدة التجفيف والتي تؤدي لتخريب البنية الخلوية وانضغاط مسامات الفطر بشكل كبير، مما يمنع القنوات الشعرية من امتصاص الماء عند إجراء عملية الاسترجاع ، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن عند حرارة 60م° بقيم تراوحت بين (2.04–3.16)، ويرجع ذلك لتأثير درجة الحرارة المرتفعة وحركة الهواء في التخلص بشكل سريع من الرطوبة، مما يؤدي لتخريب البنية الهيكلية للفطر نتيجة تفكك مركبات البكتين والسيللوز وانضغاط المسامات ويخفض القدرة على امتصاص الماء (Apati،وآخرون، (2010)، ويعود امتلاك العينات المجففة بالهواء الساخن لمعدل استرجاع أعلى من العينات المجففة شمسياً لانتظام وكفاءة نقل الحرارة وسرعة التخلص من الرطوبة (Hameed وآخرون، 2016)، ثم العينات المجففة تحت التفريغ عند حرارة 60م° بقيم (2.29–3.91)، ويرجع انخفاض معدل الاسترجاع في العينات المجففة تحت تفريغ بالمقارنة مع العينات المجففة بالهواء الساخن لتأثير التفريغ في تخفيض الضرر الحاصل في البنية الخلوية، وتقليل تشكل القشرة الخارجية التي تحصل عند التجفيف بالهواء الساخن، والتي تقلل من امتصاص الماء (Sagar و Kumar ، 2010)، في حين امتلكت العينات المجففة بالتجفيد لأعلى

نسبة استرجاع بقيم (3.11–4.21)، ويعود ذلك لطبيعة عملية التجفيد، والتي تعتمد على التخلص من الرطوبة عند درجة حرارة منخفضة بوجود التفريغ، مما يمنع تحطم البنية الخلوية للفطر، كما يساعد التبخر عن طريق التسامي في الحفاظ على البنية المسامية وعدم انضغاط الخلايا (Argyropoulos وآخرون، 2011). تتفق نتائجنا مع Bashir وآخرون، (2019) الذين وجدوا أن عينات فطر محاري فلوريدا المجففة كانت ذات أعلى معدل استرجاع 5.21، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن 3.19، ثم المجففة شمسياً 2.86، كما تتفق مع Lee وآخرون، (2007) في فطر *Inonotus obliquus*، حيث وجد أن معدل الاسترجاع في العينات المجففة بالتجفيد 3.82 كانت أعلى من العينات المجففة تحت التفريغ 3.53، والتي كانت بدورها أعلى من المجففة بالهواء الساخن 3.40، في حين تختلف مع Kaur ،(2016) الذي وجد أن عينات فطر المحاري الملكي المجففة شمسياً كانت ذات معدل استرجاع أعلى من العينات المجففة بالهواء الساخن . كما يظهر الجدول (4–9) أن المعاملات الأولية تباينت في تأثيرها في معدل الاسترجاع لشرائح الفطر المجففة، حيث وجد أن العينات المعاملة بالسلق أدت لخفض معدل الاسترجاع في العينات المسلوقة من (1.73–3.11) مقارنة بالعينات غير المعاملة (2.03–3.41)، ويرجع ذلك لتأثير عملية السلق بالماء الساخن في تحطيم الجدر الخلوية وتخريب بنية للفطر، مما يسبب تدمير المسامات الشعرية ويقلل من امتصاص الماء عند إجراء عملية الاسترجاع (Ruat،2011). تتفق نتائجنا مع Medany، (2014) الذي ذكر أن عملية السلق أدت إلى خفض معدل الاسترجاع في الفطر المحاري المجفف شمسياً وبالهواء الساخن مقارنة بعينة الشاهد، فيما تختلف مع Arora وآخرون، (2003) الذين لم يجدوا أي تأثير لمعاملة السلق في القدرة على الاسترجاع في الفطر الأبيض، كما بينت النتائج أن معاملات النقع بحمض الستريك 0.1 و0.5% أدت لرفع معدل الاسترجاع إلى (2.13–3.99)، والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.1 و 0.5%

أدت لرفع النسبة إلى (2.29–4.21)، وقد لوحظ أن معاملة الكبرتة كانت أكثر كفاءة في تحسين معدل الاسترجاع من معاملة النقع بالحمض، وكانت العينات ذات التركيز المرتفع لكلا المعاملتين ذات نسبة استرجاع أعلى، ويرجع ذلك بشكل أساسي لتأثير هذه المعاملات في خفض زمن التجفيف مما يقلل من الضرر الحاصل للبنية المسامية للفطر مقارنة بالعينة غير المعاملة. أشار Pruthi وآخرون، (1978) إلى أن العينات المعاملة بالكبرتة أو النقع بحمض الستريك ذات نسبة استرجاع أعلى من العينات غير المعاملة. تتفق نتائجنا مع Ruat، (2011) الذي وجد أن معاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت الصوديوم للفطر المحاري المجفف بالهواء الساخن أدت لتحسين معدل الاسترجاع مقارنة بالعينة غير المعاملة، فيما تختلف مع Hassan و Medany، (2014) اللذين وجدا أن عينات الفطر المحاري المجففة بالهواء الساخن والمعاملة أولياً بالكبرتة أو حمض الستريك كانت ذات معدل استرجاع أقل من العينات غير المعاملة.

4-2-4: نتائج الكثافة الظاهرية لعينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4–10) نتائج الكثافة الظاهرية في الفطر المحاري المجفف، حيث يلاحظ أن الكثافة لعينات الفطر المحاري انخفضت نتيجة عملية التجفيف من 0.86 غ/سم^3 في الفطر الطازج إلى (0.27–0.64) غ/سم^3، ويعود ذلك للانخفاض الكبير الحاصل في الرطوبة نتيجة عملية التجفيف مما يخفض الوزن بشكل كبير مع الحفاظ على الحجم، وقد بينت النتائج أن أعلى كثافة كانت في العينة غير المعاملة والمجففة شمسياً 0.64 غ/سم^3، في حال كانت أدنى كثافة في العينة المسلوقة والمجففة بالتجفيد 0.27 غ/سم^3

الجدول(4–10): الكثافة الظاهرية (غ/سم3) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	L.S.D
الفطر الطازج	0.86^{a} ±0.06				
الشاهد (دون معاملة)	0.54^{c} ±0.00	0.48^{cdef} ±0.00	0.44^{defgh} ±0.01	0.36^{hij} ±0.01	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.64^{b} ±0.02	0.52^{cd} ±0.01	0.48^{cdef} ±0.00	0.40^{fgh} ±0.00	
حمض الستريك (0.1 %)	0.50^{cde} ±0.01	0.46^{cdefg} ±0.01	0.40^{fgh} ±0.01	0.31^{ijk} ±0.02	0.08
حمض الستريك (0.5 %)	0.49^{cde} ±0.00	0.44^{defgh} ±0.02	0.38^{ghi} ±0.01	0.28^{jk} ±0.01	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 %)	0.48^{cdef} ±0.01	0.44^{defgh} ±0.07	0.40^{fgh} ±0.03	0.28^{jk} ±0.00	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5 %)	0.45^{defg} ±0.01	0.43^{efgh} ±0.02	0.36^{hij} ±0.01	0.27^{k} ±0.01	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

تتفق نتائجنا مع Jadhav و Patil، (2008) في الفطر المحاري المجفف، كما تتفق نتائجنا مع Bashir وآخرون، (2019) الذي وجدوا أن كثافة فطر محاري فلوريدا المجفف وفق تقانات تجفيف مختلفة تتراوح بين 0.31-0.73 غ/سم^3.

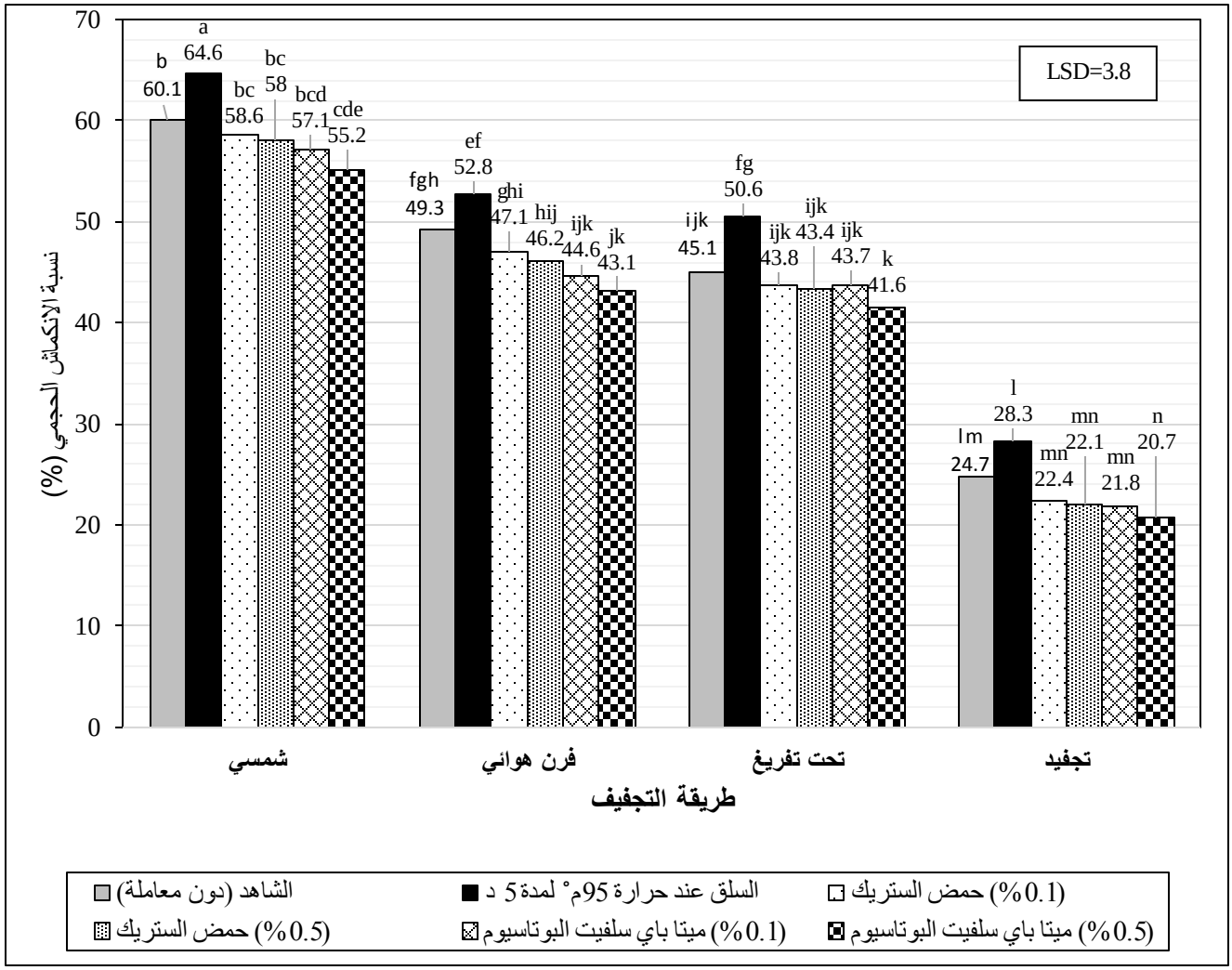
أظهرت النتائج أن لطريقة التجفيف تأثير أكبر من المعاملات الأولية في كثافة الفطر، ووجد أن العينات المجففة شمسياً كانت أعلى كثافة (0.45–0.64) غ/سم^3 وذلك نتيجة حصول انكماش كبير في الحجم نتيجة طول مدة التجفيف، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن (0.44–0.52)غ/سم3 نتيجة انكماش الحجم نتيجة التخلص السريع من الرطوبة، ثم العينات المجففة تحت تفريغ (0.38–0.48)غ/سم^3 نتيجة مساهمة التفريغ في خفض انكماش الحجم، في حين امتلكت العينات المجففة

بالتجفيد على أدنى كثافة (0.27–0.40)غ/سم^{3}كون عملية التجفيد تعتمد على التخلص من الرطوبة عبر التصعيد، مما يحافظ على البنية المسامية للفطر ويمنع انكماش الحجم، وبالتالي الحصول على منتج ذو كثافة منخفضة. تتفق نتائجنا مع Giri وParasa، (2013) الذين ذكروا أن عينات الفطر الأبيض المجففة بالتجفيد كانت ذات كثافة أدنى من العينات المجففة بالميكروويف وبالهواء الساخن، في حين تختلف النتائج مع Cornelia و Chandra، (2019) اللذين ذكرا أن كثافة عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة شمسياً أدنى من المجففة بالهواء الساخن.

بينت النتائج أن المعاملات الأولية للفطر المحاري المجفف تؤدي لحصول انخفاض في الكثافة مقارنة بالعينات غير المعاملة، في حين أن معاملة السلق تؤدي لرفع الكثافة من (0.36–0.54) غ/سم^3 في العينات غير المعاملة (الشاهد) إلى (0.40–0.64)غ/سم^3 في العينات المسلوقة، ويرجع ذلك إلى انكماش الحجم بعد السلق نتيجة تدمير البنية الهيكلية للفطر بفعل الماء الساخن، كما تظهر النتائج أن معاملة النقع بحمض الستريك (0.1 و 0.5)% أدت إلى خفض الكثافة إلى (0.28–0.50)غ/سم^3 ومعاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و 0.5)% إلى خفض الكثافة بشكل أكبر إلى (0.27–0.48)غ/سم^3 دون أن يكون لتركيز المعاملة تأثير معنوي في خفض الكثافة، ويرجع تأثير هذه المعاملات في خفض الكثافة إلى خفض زمن التجفيف، مما يعمل على تقليل الجروح المجهرية التي تحصل في أنسجة الفطر ويساعد في التخلص من الرطوبة مع المحافظة على البنية المسامية للفطر وتقليل انكماش الحجم، حيث تنخفض الكثافة بزيادة درجة مسامية الفطر (Eshak، 2018)، وكذلك نتيجة حصول ارتشاح في المواد الصلبة الذائبة في ماء النقع قبل التجفيف، مما يقلل من الكتلة وبالتالي الكثافة.

4-2-5: نتائج نسبة الانكماش الحجمي في شرائح الفطر المحاري المجفف:

تعتبر نسبة الانكماش الحجمي مؤشراً هاماً لجودة عملية التجفيف والتغيرات البنيوية الحاصلة كانضغاط الأنسجة وانخفاض المسامية والذي يؤثر في قدرة المنتج على امتصاص الماء أثناء عملية الاسترجاع وقدرته على العودة إلى شكله الأصلي، وتعبر نسبة الانكماش الحجمي الأدنى عن جودة أعلى لعملية التجفيف (Wang وآخرون، 2014). يبين الشكل (4-3) نتائج نسبة الانكماش الحجمي (%) في شرائح الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة:



الشكل(4-3): نسبة الانكماش الحجمي (%) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق و معاملات أولية مختلفة

يبين الشكل (4–3) أن نسبة الانكماش الحجمي تراوحت بين(20.7–64.6)% كنتيجة طبيعية للفقد الكبير في المحتوى الرطوبي من حوالي 90% في الفطر الطازج إلى حوالي 10% في عينات الفطر المجففة، والذي ينتج عن انضغاط بنية الفطر المسامية نتيجة تخريب الجدر الخلوية للأنسجة بفعل حرارة التجفيف. تتفق نتائجنا مع Zhang وآخرون، (2006) الذين أشاروا إلى أن نسبة الانكماش الحجمي في عينات الفطر المحاري المجفف وفق طرائق مختلفة تراوحت بين (51.6–54.4)%، في حين ذكر wang وآخرون، (2014) قيماً أدنى لنسبة الانكماش الحجمي في الفطر الشيتاكي المجفف وفق طرائق مختلفة 25–38%. أظهرت النتائج بشكل واضح كما يظهر في الشكل (4–3) أن لطريقة التجفيف تأثير أكبر من المعاملات الأولية في نسبة انكماش حجم عينات الفطر المحاري المجففة. حيث وجد أن العينات المجففة شمسياً ذات درجة انكماش حجمي أعلى (55.2–64.6)%، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن بقيم (43.1–52.8)% نتيجة الحرارة العالية ومعدل التجفيف المرتفع والرطوبة النهائية المنخفضة مما يتسبب في تخريب بنية وهيكل الفطر (Kulshreshtha وآخرون، 2009)، ثم العينات المجففة تحت التفريغ بقيم (41.6–50.6)% والتي امتلكت قيماً أقل، وقد يرجع ذلك إلى انخفاض ضغط الهواء في البيئة المحيطة بالمنتج المجفف مما يقلل من انخفاض الحجم بالمقارنة مع طريقة التجفيف بالهواء الساخن (Kantrong وآخرون، 2014)، كما أن التجفيف تحت التفريغ يؤدي للحصول على منتج ذو بنية مسامية مما يسمح بخروج بخار الماء دون إحداث ضرر كبير بهيكل الفطر مما يقلل من نقصان حجمه (Zhang وآخرون، 2006)، في حين كان للعينات المجففة بالتجفيد أدنى نسبة انكماش حجمي (20.7–28.3). تتفق نتائجنا مع Zhang وآخرون، (2006) الذين وجدوا أن نسبة الانكماش الحجمي في الفطر المحاري المجفف تحت تفريغ 51.6% كانت أقل من العينات المجففة بالهواء الساخن 54.4%، كما تتفق النتائج مع Dutta وآخرون،

(2012) الذين ذكروت أن عينات الفطر المجففة بالتجفيد كانت ذات درجة انكماش أقل من المجففة بالهواء الساخن عند الدمج مع التجفيف بالميكروويف، وكذلك مع Xu و Duan، (2016) الذين أشاروا إلى أن عينات الفطر الشيتاكي المجفدة ذات درجة انكماش أقل من العينات المجففة بالهواء الساخن وبالميكروويف.

كما بينت النتائج أن للمعاملات الأولية تأثيرات متباينة في نسبة الانكماش الحجمي حيث أدت معاملة السلق بالماء الساخن إلى زيادة نسبة الانكماش الحجمي من(24.1–60.1)% في العينات غير المعاملة (الشاهد) إلى (28.3–64.6)% في العينات المسلوقة، كما يظهر الشكل (4–3) أن معاملة النقع بحمض الستريك 0.1% و 0.5% أدت إلى خفض نسبة الانكماش الحجمي إلى (22.1–58.6)%، ومعاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.1% و0.5% إلى خفض نسبة الانكماش الحجمي إلى (20.7–57.1)% مقارنة بالشاهد، ويعود ذلك لتأثير هذه المعاملات في خفض زمن التجفيف حيث أن مدة التجفيف الأطول تعطي المزيد من الوقت للمنتج لكي ينكمش (Wang وآخرون، 2014).

4–3: نتائج الخصائص المضادة للأكسدة للفطر المحاري المجفف:

4–3–1: نتائج محتوى الفينولات الكلية في عينات الفطر المحاري المجفف:

تعد الفينولات المتعددة مضادات الأكسدة الرئيسة الموجودة في معظم الفطور المأكولة والتي تدخل في تفاعلات الاسمرار الإنزيمي خلال التخزين أو المعاملات التصنيعية وتعطي لوناً غير مرغوب (Ferreira وآخرون، 2009) يبين الجدول (4–11) محتوى الفينولات الكلية (مغ حمض غاليك/غ مادة جافة) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة:

الجدول(4–11): محتوى الفينولات (مغ حمض غاليك/غ مادة جافة) في الفطر المحاري المجفف

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	1.0 ± 3.99^{a}				0.21
الشاهد (دون معاملة)	0.08 ± 1.66^{m}	0.11 ± 2.19^{jk}	0.02 ± 3.04^{g}	0.14 ± 3.26^{def}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.02 ± 1.23^{n}	0.05 ± 1.84^{lm}	0.06 ± 1.93^{l}	0.04 ± 2.48^{hi}	
حمض الستريك (0.1%)	0.04 ± 2.04^{kl}	0.09 ± 2.34^{ij}	0.01 ± 3.13^{fg}	0.03 ± 3.46^{cd}	
حمض الستريك (0.5%)	0.08 ± 1.98^{kl}	0.02 ± 2.41^{i}	0.06 ± 3.21^{efg}	0.05 ± 3.41^{de}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.06 ± 2.16^{jk}	0.05 ± 2.65^{h}	0.52 ± 3.28^{def}	0.01 ± 3.64^{bc}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.02 ± 2.01^{kl}	0.06 ± 2.48^{hi}	0.04 ± 3.40^{de}	0.10 ± 3.68^{b}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ من الجدول (4–11) أن محتوى الفينولات الكلية انخفض نتيجة عملية التجفيف من 3.99 مغ حمض غاليك/غ مادة جافة في الفطر الطازج إلى (1.23–3.88) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة في الفطر المجفف، تتفق قيم الفينولات الكلية مع Mutukwa وآخرون، (2019) الذين ذكروا أن محتوى الفينولات الكلية تراوح في الفطر المحاري الشتوي المجفف بين (0.53–9.33) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة، و مع Sezer وآخرون، (2017) الذين لاحظوا انخفاض الفينولات بفعل التجفيف بالهواء الساخن (50–70) م° في كل من الفطر الأبيض والمحاري الشتوي، وكذلك مع Bhattacharya وآخرون، (2014) الذي لاحظ انخفاض الفينولات في الفطر المحاري عند التجفيف بالهواء الساخن عند (60–80)م°، مع ملاحظة زيادة انخفاض الفينولات بزيادة درجة الحرارة، ومع Liaotrakoon و Liaotrakoon، (2018) لاحظ انخفاضاً قدره 75% في محتوى الفينولات في الفطر المحاري

الشتوي عند عملية التجفيف بالهواء الساخن، ومع طلي، (2015) بحصول انخفاض في محتوى الفينولات الكلية في شرائح التفاح المجففة وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة، ويعود انخفاض الفينولات أثناء التجفيف لفعل الإنزيمات المؤكسدة كالبولي فينول أوكسيداز والبيروكسيداز، أو نتيجة لتغير أو تخريب بنية المركبات الفينولية نتيجة حساسيتها للحرارة (Toor و Savage، 2006)، فيما تختلف نتائجنا كلياً مع Sim وآخرون، (2017) الذين ذكروا أن محتوى الفينولات الكلية في الفطر الأبيض ارتفع نتيجة عملية التجفيف بالهواء الساخن وتحت التفريغ مقارنة بالفطر الطازج، ومع Reid وآخرون، (2017) الذي ذكر أن تجفيف فطر الأمانيتا *Amanita Zambiana* عند درجة حرارة الجو لمدة سبعة أيام زاد من محتوى الفينولات الكلية بشكل كبير يقارب عشرة أضعاف، ويعود ذلك لكون اللغنين يعتبر ركيزة للمركبات الفينولية والذي يتراكم نتيجة لارتفاع الحرارة أثناء التجفيف، كما أن حرارة التجفيف تتسبب بتدمير جدر الخلايا النباتية مما يحسن من قابلية استخراج المركبات الفينولية (Jaworska و Bernas، 2010)، كما ذكر من Nyangena وآخرون، (2019) أن الزيادة في محتوى الفينولات الكلية نتيجة التجفيف قد تعود لتشكل نواتج تفاعل ميلارد والتي يعرف بتداخلها مع الفينولات الكلية المقدرة وفق تفاعل فولين كالتشيو Folin Caleau نتيجة نشاطها المضاد للأكسدة، كذلك فسر Kerkhofs وآخرون، (2005) هذا الاختلاف الحاصل في محتوى الفينولات الكلية نتيجة المعاملة الحرارية للتجفيف إلى أن تجفيف البندورة عند درجة حرارة أقل من 80م˚ يؤدي لخفض الفينولات الكلية مقارنة مع البندورة الطازجة نتيجة تخربها بالحرارة وطول زمن التجفيف نسبياً في حين يؤدي استخدام درجة حرارة أعلى من 80م˚ إلى رفع محتوى الفينولات الكلية نتيجة تحرير كمية أكبر من الفينولات المرتبطة نتيجة تخريب الجدر الخلوية، بالإضافة للتخريب الكبير لإنزيم بولي فينول أوكسيداز، لذا اقترح الباحث إخضاع البندورة لمعاملة حرارية مبدئية عالية (80م˚ لمدة 15 دقيقة)

بغرض تخريب إنزيم بولي فينول أوكسيداز ولتحرير المركبات الفينولية ومن ثم خفض درجة حرارة التجفيف وهذا يتوافق مع بحثنا حيث تم استخدام درجات حرارة منخفضة للتجفيف مما يتسبب في التعطيل الجزئي لإنزيم بولي فينول اوكسيداز والذي بدوره أدى إلى أكسدة بعض المركبات الفينولية مما نتج عنه محتوى أقل نسبياً منها في الفطر المجفف مقارنة بالفطر الطازج، ولم يجد Mutukwa وآخرون، (2019) أي تأثير لتجفيف الفطر المحاري بالهواء الساخن عند حرارة 43م˚ في محتوى الفينولات والفلافونيدات الكلية.

أظهرت النتائج كما يتضح من الجدول (4–11) أن لطريقة التجفيف تأثيراً أكبر من المعاملات الأولية في محتوى الفينولات الكلية في عينات الفطر المحاري المجففة، حيث امتلكت العينات المجفدة أعلى محتوى من الفينولات الكلية (2.68–3.88) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة كون التجفيف يتم عند درجات حرارة منخفضة وبوجود التفريغ مما يقلل من الاسمرار الإنزيمي وتحلل الفينولات بفعل نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز ، ويمكن تفسير الانخفاض الحاصل في محتوى الفينولات الكلية رغم عدم تطبيق درجة حرارة مرتفعة إلى أن الأنسجة وفق هذه الطريقة تبقى سليمة مما يجعلها تعمل كحاجز يمنع استخلاص المركبات الفينولية بشكل كامل مما يسبب في انخفاض قيمة الفينولات، تلتها العينات المجففة تحت التفريغ عند حرارة 60م˚ بقيم (2.123–3.60) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة كون التفريغ يساعد في خفض الاسمرار الإنزيمي وتفاعلات الأكسدة نتيجة غياب الهواء (Pedro وآخرون،2010)، ثم العينات المجففة بالهواء الساخن عند 60م˚ بقيم (1.84–2.65) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة نتيجة الحرارة العالية وحركة الهواء التي تنشط الاسمرار الإنزيمي وتفاعلات الأكسدة، حيث أشار Sezer وآخرون،(2017) أن الهواء الساخن عند التجفيف عند حرارة فوق 50م˚

يشكل وسطاً لانتقال الحرارة مما يسبب نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في بداية التجفيف (أول ساعتين) مما يتسبب في تخريب جزء كبير من الفينولات قبل أن يتخرب الإنزيم نفسه في مراحل متقدمة من التجفيف، في حين امتلكت العينات المجففة شمسياً أدنى محتوى من الفينولات الكلية بقيم (1.66–2.16) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة وذلك بسبب طول مدة التجفيف، والتي تنشط تفاعل الاسمرار الإنزيمي بفعل الحرارة المناسبة لنشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز، كما أن العينات تكون عرضة للأكسدة الهوائية كون التجفيف يتم في جو مفتوح.، ذكر Hongfang وآخرون، (2012) أن عينات الفطر الأبيض المجففة شمسياً امتلكت أدنى محتوى من الفينولات نتيجة التفاعلات الإنزيمية الحاصلة خلال مدة التجفيف الطويلة، حيث أن تأثير التجفيف لا يثبط بشكل فوري النشاط الإنزيمي لإنزيم بولي فينول أوكسيداز لذا تتحلل المركبات الفينولية في بداية عملية التجفيف قبل جفاف الفطر، كما أن الظروف المناخية تؤدي لفقدان متفاوت في محتوى الفينولات، كما تتفق نتائجنا مع Hoa وآخرون، (2017) الذين وجدوا أن عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة بالتجفيد حافظت على نسبة أكبر من الفينولات الكلية مقارنة بالعينات المجففة بالهواء الساخن وذلك على ركائز نمو مختلفة، كما تتفق مع Hongfang وآخرون، (2012) الذين وجدوا أن الفينولات الكلية في عينات الفطر الأبيض المجففة بالتجفيد أعلى من المجففة بالهواء الساخن والتي بدورها أعلى من العينات المجففة شمسياً، فيما تختلف نتائجنا كلياً مع Piskov وآخرون، (2020) الذين ذكروا أن محتوى الفينولات في العينات المجففة شمسياً وبالهواء الساخن أعلى من العينات المجفدة.

بينت النتائج أن المعاملات الأولية تباينت بتأثيرها في الفينولات الكلية في عينات الفطر المحاري المجففة. حيث أدت معاملة السلق لخفض محتوى الفينولات الكلية من (1.66–3.51) مغ حمض

غاليك/غ مادة جافة في العينات غير المعاملة إلى (1.23–2.68) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة في العينات المسلوقة، ويرجع ذلك لتأثير حرارة ماء السلق في تخريب المركبات الفينولية، بالإضافة لارتشاح بعضها إلى ماء السلق نتيجة تدمير هيكل الفطر بفعل الحرارة (Mutukwa وآخرون، 2019)، في حين أدت كل من معاملة النقع بحمض الستريك (0.1 و0.5)% لرفع محتوى الفينولات الكلية إلى (1.98–3.66) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة، ومعاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و0.5)% إلى (2.01–3.88) مغ حمض غاليك/غ مادة جافة وذلك بالمقارنة مع العينات غير المعاملة، ويمكن تفسير مساهمة النقع بحمض الستريك في الحفاظ على كمية أكبر من الفينولات في عينات الفطر المجففة نتيجة لتأثير هذه المعاملة في خفض pH الفطر، مما يؤدي لتثبيط نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز، كما أن حمض الستريك يعتبر من المواد المساعدة لمضادات الأكسدة، حيث تعمل على خلب المعادن المحفزة على الأكسدة في الوسط، عدا عن دور المعاملة بحمض الستريك في خفض زمن التجفيف نتيجة تشكيلها لجروج مجهرية تسهل التخلص من الرطوبة مما يقلل ضرر معاملة التجفيف في تخريب المركبات الفينولية، فيما يعود دور ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في الحفاظ على كمية أكبر من الفينولات بالمقارنة مع العينات غير المعاملة إلى التأثير المضاد للأكسدة لميتا باي سلفيت البوتاسيوم حيث تلعب دور مادة مرجعة تقلل من أكسدة الفينولات، كما أن المعاملة بالكبرتة تساهم في تقليل زمن التجفيف مما يقلل من تفكك الفينولات خلال المعاملة الحرارية للتجفيف، بالإضافة إلى أن لتأثيرها في خفض درجة PH الفطر مما يقلل من نشاط إنزيم بولي فينول اوكسيداز، كما أن طبيعة مركبات الكبريت تتداخل مع الفينولات عند تقديرها بطريقة فولين كالتشيو Folin Caleau مما يؤدي عادة لإعطاء قيمة أعلى قليلاً من القيمة الحقيقية كون طريقة التقدير تقيس القدرة الإرجاعية الكلية للركيزة وليس فقط الفينولات الكلية، تتفق نتائجنا مع Mutukwa

وآخرون، (2019) الذين وجدوا أن السلق أدى لخفض محتوى الفطر المحاري الشتوي من الفينولات مقارنة بالعينة غير المعاملة، كما أدت معاملات النقع بالحمض (عصير ليمون، خل) والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم لإعطاء نسبة أعلى من الفينولات أعلى من الموجود في العينة غير المعاملة ، مع تفوق معاملة الكبرتة على معاملة النقع بالحمض، في حين تختلف نتائجنا مع Javan وآخرون، (2015) الذين وجدوا أن النقع بحمض الستريك (1، 3، 5)% لم يؤثر في محتوى الفينولات الكلية في الفطر الأبيض عند التخزين مقارنة مع العينات غير المعاملة.

4-3-2: نتائج محتوى حمض الأسكوربيك في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4-12) تركيز حمض الأسكوربيك (مغ/100غ مادة جافة) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ أن تركيز حمض الأسكوربيك انخفض نتيجة عملية التجفيف من 22.75 مغ/100غ في الفطر المحاري الطازج إلى (4.83-20.25) مغ/100غ مادة رطبة في عينات الفطر المجففة، ويعود ذلك لتأثير حرارة التجفيف بشكل رئيس في تخريب حمض الأسكوربيك الحساس للحرارة، كما أن بعض المعاملات الأولية كالسلق بالماء الساخن تتسبب في زيادة تخريب هذا المركب أو نتيجة عملية الارتشاح كونه من الفيتامينات الذوابة في الماء، تتفق نتائجنا مع Deng وآخرون، (2019) الذي ذكر أن فقد حمض الأسكوربيك خلال عملية التجفيف الصناعي يتراوح بين (10-60)% من محتواه الأصلي في أنواع عديدة من الخضار والفواكه.

الجدول(4–12) :محتوى حمض الأسكوربيك (مغ/100غ) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.06 ± 22.75^{a}				
الشاهد (دون معاملة)	0.06 ± 7.28^{j}	0.09 ± 11.81^{gh}	0.12 ± 12.08^{g}	0.08 ± 18.70^{cd}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.08 ± 3.83^{k}	0.02 ± 7.12^{j}	0.02 ± 9.66^{i}	0.06 ± 12.41^{g}	
حمض الستريك (0.1%)	0.12 ± 10.86^{h}	0.08 ± 12.66^{g}	0.04 ± 16.83^{e}	0.12 ± 18.36^{d}	1.11
حمض الستريك (0.5%)	0.04 ± 12.91^{g}	0.05 ± 12.91^{g}	0.05 ± 16.64^{e}	0.10 ± 19.13^{cd}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.08 ± 14.60^{f}	0.07 ± 14.68^{f}	0.06 ± 18.84^{cd}	0.16 ± 19.74^{bc}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.08 ± 14.88^{f}	0.02 ± 15.05^{f}	0.05 ± 19.11^{cd}	0.12 ± 20.25^{b}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ من النتائج أن لطريقة التجفيف تأثيراً أكبر من المعاملات الأولية في محتوى الفطر المجفف من حمض الأسكوربيك، حيث وجد أن العينات المجففة شمسياً كانت ذات أدنى محتوى من حمض الأسكوربيك (3.83–14.88) مغ/100غ مادة جافة وذلك نتيجة طول مدة التجفيف وزيادة نشاط إنزيم أسكوربيك أسيد أوكسيداز، حيث تعتبر درجة حرارة التجفيف الشمسي مناسبة لنشاط الإنزيم، كما أن التجفيف في جو مفتوح يحفز الأكسدة الهوائية (Oboh وAkindahunsi، 2004)، بالإضافة إلى أن ارتفاع رطوبة العينات المجففة شمسياً يؤدي لزيادة فقد الفيتامينات (Ndawula وآخرون، 2004)، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن عند حرارة 60م° بقيم (7.12–15.05) مغ/100غ مادة جافة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة والتي تتسبب في تخريب حمض الأسكوربيك نتيجة حساسيته للحرارة وتساعد حركة الهواء الجاف في زيادة الأكسدة الهوائية (Nindo وآخرون، 2003)، ثم العينات المجففة

تحت تفريغ بقيم (9.66–19.11) مغ/100غ مادة جافة، حيث يساعد التفريغ في خفض أكسدة حمض الأسكوربيك بالمقارنة مع التجفيف بالهواء الساخن، في حين امتلكت العينات المجفدة أعلى محتوى من حمض الأسكوربيك بقيمة (12.41–20.25)مغ/100غ مادة جافة، نتيجة استخدام درجات حرارة منخفضة مع وجود التفريغ أثناء التجفيف، وتتفق نتائجنا مع ما ذكره Capecka وآخرون، (2005) بأن التجفيف عند درجة حرارة منخفضة كالتجفيف الشمسي أو التجفيف بالهواء الساخن على 40م° لم يساعد في الحفاظ على حمض الأسكوربيك من الفقد في مجموعة الأعشاب كالأوريغانو والنعنع وذلك بسبب طول مدة التجفيف، كما تتفق مع Yasmin وآخرون، (2015) الذين ذكروا أن تجفيف الفطر المحاري الشتوي بالهواء الساخن عند حرارة 60م° أدى لخفض حمض الأسكوربيك من 77.9 إلى 3.8 مغ/100غ مادة جافة نتيجة الحرارة والأكسدة الهوائية. تتفق نتائجنا أيضاً مع Mohamed و Hoo، (1994) بأن التجفيد لم يؤثر معنوياً في محتوى الفطر المحاري الشتوي من حمض الأسكوربيك، كما أشار Nindo وآخرون، (2003) إلى أن تركيز حمض الأسكوربيك في عينات خضار الاسبارجوس المجفدة يقارب تركيز العينات الطازجة، في حين انخفض للثلث تقريباً عند التجفيف بالهواء الساخن.

كما بينت النتائج كما يظهر في الجدول (4–12) أن للمعاملات الأولية تأثيرات متباينة في محتوى حمض الأسكوربيك في الفطر المجفف، حيث أدت معاملة السلق لخفض محتوى حمض الأسكوربيك من (7.28–17.80) مغ/100غ مادة جافة في العينة غير المعاملة إلى (5.83–14.41) مغ/100غ في العينات المسلوقة، ويفسر ذلك بأنه وعلى الرغم من مساهمة حرارة ماء السلق 85م° في تثبيط إنزيم أسكوربيك أسيد أوكسيداز، إلا أنها تؤدي في الوقت نفسه وبشكل أكبر في تخريب نسبة كبيرة من حمض الأسكوربيك، بالإضافة لانحلالية جزء من حمض الأسكوربيك بماء السلق كون من الفيتامينات الذوابة في الماء (Ali وآخرون، 2016)، كما أدت معاملة النقع بحمض الستريك (0.1 و0.5)% إلى

رفع محتوى حمض الأسكوربيك إلى (10.86–19.13) مغ/100غ مادة جافة مقارنة بعينة الشاهد، ويرجع ذلك لتأثير النقع بحمض الستريك في تعديل درجة حموضة الفطر، مما يقلل من نشاط إنزيم أسكوربيك أسيد أوكسيداز، كما أنه يلعب دوراً ماسكاً للمعادن مما يقلل من تفاعلات الأكسدة، بالإضافة لمساهمة حمض الأسكوربيك في تخفيض زمن التجفيف، مما يقلل من الضرر الحاصل خلال عملية التجفيف، كما أدت معاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و0.5)% إلى تقليل الفاقد في حمض الأسكوربيك، حيث حصلت العينات المكبرتة على قيم تتراوح بين(14.60–20.25) مغ/100غ مادة جافة، مع ملاحظة ارتفاع محتوى حمض الأسكوربيك بزيادة تركيز المعاملة، ويعود ذلك لتأثير بيتا باي سلفيت البوتاسيوم في خفض زمن التجفيف مما يقلل الضرر الحاصل خلال عملية التجفيف، كما أن هذا المركب يلعب دور مضاد أكسدة مما يقلل من أكسدة حمض الأسكوربيك (Ahmadi وآخرون، 2020). كذلك تتفق نتائجنا مع طلي، (2015) التي ذكرت أن معاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت الصوديوم 0.1% أدت للحفاظ على محتوى أعلى من حمض الأسكوربيك مقارنة بالعينة غير المعاملة في شرائح التفاح المجففة وفق طرائق مختلفة، ومع Radzki وآخرون، (2016) الذين وجدوا أن معاملة السلق أدت لخفض محتوى حمض الأسكوربيك في الفطر المجفف بالمقارنة مع العينة غير المعاملة، فيما تختلف نتائجنا مع Ruat، (2011) بأن معاملة السلق أدت لرفع نسبة حمض الأسكوربيك في الفطر المحاري الشتوي المجفف بالهواء الساخن مقارنة بالعينات غير المعاملة.

4-3-3: نتائج نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في عينات الفطر المحاري المجفف:

يعتبر تفاعل الاسمرار الإنزيمي من أهم التفاعلات التي تؤدي لتراجع لون وجودة وفترة صلاحية الفطر حيث يعمل إنزيم بولي فينول أوكسيداز على أكسدة الفينولات بوجود أوكسجين الهواء إلى مركبات داكنة اللون (Khan ،2010)، يبين الجدول (4-13) نتائج نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة مقدرة وحدة أنزيم.د$^{-1}$.غ$^{-1}$:

الجدول(4-13) نشاط بولي فينول أوكسيداز في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.01 ±0.41^{a}				0.03
الشاهد (دون معاملة)	0.01 ±0.36^{b}	0.01 ±0.24^{c}	0.02 ±0.11^{fg}	0.01 ±0.08^{gh}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.02 ±0.19^{d}	0.01 ±0.12^{f}	0.01 ±0.06^{hi}	0.01 ±0.01^{k}	
حمض الستريك (0.1%)	0.03 ±0.19^{d}	0.02 ±0.14^{ef}	0.01 ±0.04^{ijk}	0.01 ±0.02^{jk}	
حمض الستريك (0.5%)	0.02 ±0.17^{de}	0.01 ±0.14^{ef}	0.01 ±0.05^{hij}	0.01 ±0.04^{ijk}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.01 ±0.26^{c}	0.04 ±0.17^{de}	0.02 ±0.06^{hi}	0.01 ±0.04^{ijk}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.01 ±0.24^{c}	0.01 ±0.16^{de}	0.02 ±0.05^{hij}	0.01 ±0.04^{ijk}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ من الجدول (4-13) أن نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز انخفض نتيجة عملية التجفيف في الفطر المحاري الطازج من 0.41 إلى (0.01-0.36) وحدة إنزيم.دقيقة$^{-1}$.غ $^{-1}$، ويعود ذلك لتأثير ظروف التجفيف كالحرارة أو التهوية في درجة نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز، وقد أظهرت النتائج أن لطريقة التجفيف تأثير أكبر من المعاملة الأولية في نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز ، ووجد أن

نشاط الإنزيم كان الأعلى في العينات المجففة شمسياً (0.18–0.36)، وذلك لطول مدة التجفيف وكون درجة حرارة التجفيف الشمسي وظروف التهوية تؤدي لنشاط أعظمي للإنزيم ، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن (0.12–0.24)[1] نتيجة تخريب جزء من الإنزيم بفعل الحرارة العالية المطبقة أثناء التجفيف بالهواء الساخن، ثم العينات المجففة تحت تفريغ (0.04–0.11) نتيجة استخدام درجة حرارة عالية تتسبب بتخريب جزء من الإنزيم، كما أن التفريغ وغياب التهوية يخفض من نشاط الإنزيم بالمقارنة مع التجفيف بالهواء الساخن، في حين امتلكت العينات المجفدة أدنى نشاط (0.01–0.08).

أظهرت النتائج أن للمعاملات الأولية تأثيراً إيجابياً في خفض نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز حيث أدت معاملة السلق إلى خفض النشاط الإنزيمي إلى (0.01–0.19) مقارنة بعينات الشاهد بقيم تراوحت ما بين(0.08–0.36) نتيجة تخريب جزء كبير من الإنزيم نتيجة الحرارة العالية لماء السلق، كما أدت معاملة النقع بحمض الستريك إلى خفض نشاط الإنزيم إلى (0.02–0.20)، وذلك لتأثير حمض الستريك في خفض درجة حموضة الفطر pH، مما يخفض نشاط الإنزيم كونه يعمل بشكل أعظمي في الوسط المتعادل، كما أظهرت النتائج أن معاملة الكبرتة أدت أيضاً لخفض نشاط الإنزيم إلى (0.04–0.26) ، ويعود ذلك لكونها تخفض أيضاً من درجة حموضة الوسط، تتفق النتائج مع Lagnika وآخرون، (2014) الذين وجدوا أن معاملة الفطر الأبيض بحمض الستريك تؤدي لخفض نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز، كما تتفق مع Gawlik-Dziki وآخرون، (2007) الذين ذكروا أن معاملة البروكلي بالكبرتة وحمض الستريك قللت من نشاط إنزيم بولي فينول اوكسيداز.

4-3-4: نتائج الاسمرار اللاإنزيمي في عينات الفطر المحاري المجفف:

يعد تفاعل الاسمرار اللاإنزيمي أحد تفاعلات الاسمرار في الفطر والتي تحصل أثناء عمليات التخزين والتجفيف، والتي تتضمن تفاعلات معقدة بين السكاكر البسيطة والأحماض الأمينية أو الببتيدات، مما يؤدي لتشكل بوليميرات معقدة داكنة اللون تدعى بالميلانوئيدات (Kotwaliwale وآخرون، 2007). يبين الجدول (4-14) نتائج الاسمرار اللاإنزيمي في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

الجدول(4-14): الاسمرار اللاإنزيمي في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
الشاهد (دون معاملة)	0.03 ± 0.53^{a}	0.02 ± 0.44^{b}	0.02 ± 0.40^{bc}	0.04 ± 0.29^{fgh}	0.04
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.04 ± 0.34^{de}	0.02 ± 0.28^{ghi}	0.02 ± 0.27^{ghi}	0.01 ± 0.19^{kl}	
حمض الستريك (0.1 %)	0.01 ± 0.40^{bc}	0.01 ± 0.29^{fgh}	0.00 ± 0.31^{efg}	0.04 ± 0.21^{jk}	
حمض الستريك (0.5 %)	0.02 ± 0.38^{cd}	0.03 ± 0.33^{ef}	0.04 ± 0.31^{efg}	0.02 ± 0.25^{hij}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 %)	0.02 ± 0.35^{de}	0.02 ± 0.28^{ghi}	0.01 ± 0.24^{ij}	0.02 ± 0.18^{kl}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5 %)	0.02 ± 0.33^{ef}	0.02 ± 0.22^{jk}	0.05 ± 0.21^{jk}	0.00 ± 0.15^{l}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

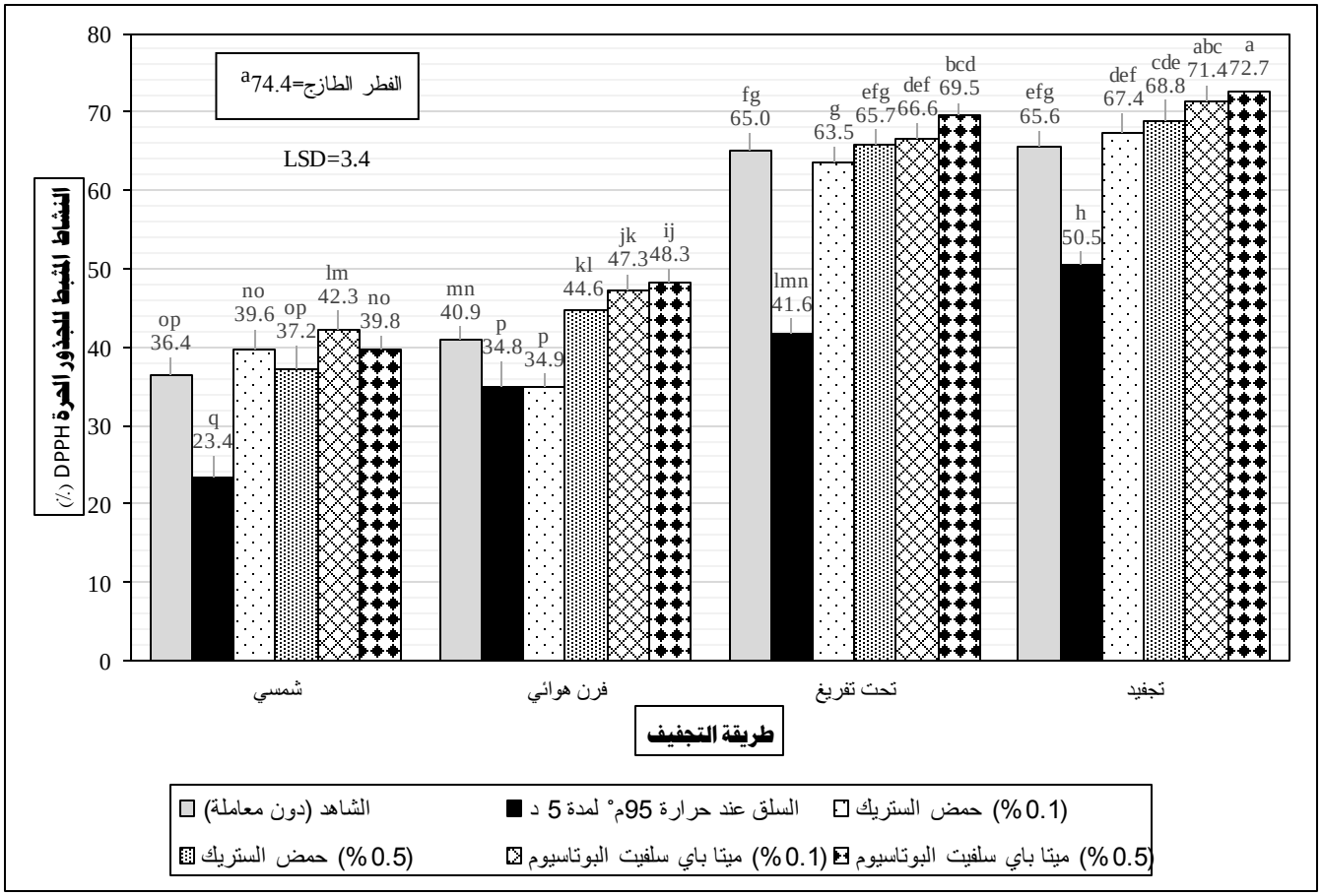
يلاحظ من الجدول (4-14) أن درجة الاسمرار اللاإنزيمي تراوحت بين (0.15-0.53) في عينات الفطر المحاري المجفف، وتتفق نتائجنا مع Hassan وMedany، (2014) اللذين ذكرا أن الاسمرار اللاإنزيمي في الفطر المحاري المجفف بالهواء الساخن وفق معاملات أولية مختلفة تراوح بين (0.23-

0.57)، ومع Suguna و Usha، (1995) بأن قيمة الاسمرار اللاإنزيمي في الفطر المحاري عند التجفيف عند حرارة (60–75) م° تراوحت بين (0.10–0.35).

أظهرت النتائج أن لكل من طريقة التجفيف والمعاملة الأولية تأثير في درجة الاسمرار اللاإنزيمي، حيث وجد أنها كانت أعلى ما يمكن في العينات المجففة شمسياً (0.33–0.53)، وذلك نتيجة طول مدة التجفيف والتي تزيد من درجة الاسمرار اللاإنزيمي (Ali وآخرون، 2016)، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن (0.22–0.44)، ثم العينات المجففة تحت التفريغ (0.21–0.40) نتيجة الحرارة العالية المطبقة أثناء التجفيف (Shi و Maguer، 2000)، في حين امتلكت العينات المجفدة لأدنى اسمرار لاإنزيمي (0.17–0.29) نتيجة استخدام درجة حرارة منخفضة وتفريغ أثناء عملية التجفيف. تتفق نتائجنا مع Bashir وآخرون، (2019) الذين ذكروا أن عينات فطر محاري فلورديا المجفدة كانت ذات أدنى درجة اسمرار لاإنزيمي، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن، ثم العينات المجففة شمسياً بالطريقتين التقليدية والمجفف الشمسي. كما تتفق مع Lee وآخرون، (2007) الذين ذكروا أن الاسمرار اللاإنزيمي في عينات فطر *Inonotus Obliquus* المجففة بالتجفيد كانت ذات درجة اسمرار لا إنزيمي أدنى من العينات المجففة بالهواء الساخن وتحت التفريغ، كما أظهرت النتائج أن للمعاملات الأولية تأثيراً إيجابياً في خفض درجة الاسمرار اللاإنزيمي حيث أدت معاملة السلق إلى خفض درجة الاسمرار اللاإنزيمي إلى (0.19–0.34) مقارنة بالعينات غير المعاملة (الشاهد) نتيجة ارتشاح جزء من البروتينات والسكريات المرجعة في ماء السلق والتي تعتبر ركيزة لتفاعل الاسمرار، كما أدت معاملة النقع بحمض الستريك (0.1 و0.5)% إلى خفض درجة الاسمرار اللاإنزيمي إلى (0.21–0.40)، وقد لوحظ عموماً زيادة انخفاض النشاط الإنزيمي بزيادة تركيز حمض الستريك في محلول النقع وذلك لتأثير حمض الستريك في خفض درجة حموضة الفطر pH، مما يخفض درجة الاسمرار اللاإنزيمي، إضافة لارتشاح جزء من

البروتينات والسكريات المرجعة إلى ماء النقع، كذلك أدت معاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و0.5)% إلى خفض درجة الاسمرار اللاإنزيمي إلى (0.17–0.35)، وقد لوحظ زيادة انخفاض درجة الاسمرار اللاإنزيمي بزيادة تركيز معاملة الكبرتة، ويعود ذلك لكون هذه المعاملة تلعب دوراً في خفض درجة حموضة الوسط، كما أن ثنائي أكسيد الكبريت المتحرر نتيجة معاملة الكبرتة يرتبط بالمجموعات الكربونيلية الموجودة في السكريات المرجعة مما يقلل من مشاركتها في تفاعل الاسمرار اللاإنزيمي، وتتفق نتائجنا مع Anshu وAnju، (2018) وRuat، (2011) الذين ذكروا أن معاملتي الكبرتي والسلق أدتا إلى خفض الاسمرار اللاإنزيمي في عينات الفطر المحاري مقارنة بالعينات غير المعاملة عند التجفيف بالهواء الساخن.

4-3-5: النشاط المثبط للجذور الحرة بطريقة (DPPH) في عينات الفطر المحاري المجفف: يبين الشكل (4-4) قيمة DPPH في عينات الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ انخفاض قيمة النشاط المثبطة للجذور الحرة نتيجة عملية التجفيف من 74.4% في الفطر الطازج إلى (23.4-72.7)% في الفطر المجفف بفعل عملية التجفيف، وقد وجد أن العينة المكبرتة 0.5% والمجففة بالتجفيد كان ذات أعلى قيمة 72.7%، في حين كانت العينة المسلوقة والمجففة شمسياً ذات أدنى قيمة 23.4%، ويعود ذلك للأكسدة الإنزيمية والهوائية للمركبات المضادة للأكسدة، وبشكل أساسي الفينولات نتيجة معاملات وطرائق التجفيف المستخدمة.



الشكل (4-4): النشاط المثبط للجذور الحرة (DPPH) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة

تتفق نتائجنا مع Sezer وآخرون، (2017) الذي ذكر أن النشاط المثبط للجذور الحرة انخفض من 31.6% إلى 19.2% في الفطر المحاري الشتوي المجفف بالهواء الساخن عند درجة حرارة 60م˚. ذكر Radzki وآخرون، (2016) وجود ارتباط كبير بين محتوى الفينولات الكلية والنشاط المثبط للجذور الحرة بطريقة DPPH في الفطر المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة بقيمة معامل ارتباط R^2=0.97 وهذا يوافق نتائجنا، حيث بينت نتائج التحليل الاحصائي أن قيمة معامل الارتباط بلغت R^2=0.89 وهو ارتباط قوي إيجابي، مما يشير إلى أن المركبات الفينولية مسؤولة بدرجة كبيرة عن الخصائص المضادة للأكسدة في الفطر المحاري.

أظهرت النتائج وفق الشكل (4-4) أن العينات المجففة بالتجفيد حافظت على أعلى نشاط مثبط للجذور الحرة (50.5-72.7)% نتيجة استخدام درجة حرارة منخفضة مع التفريغ خلال التجفيف، تلتها العينات المجففة تحت التفريغ (41.6-69.5)% كون التفريغ يقلل من الأكسدة الهوائية للمركبات المضادة للأكسدة (Pedro وآخرون، 2010)، ثم العينات المجففة بالهواء الساخن (34.8-48.3)% نتيجة استخدام درجة حرارة مرتفعة خلال التجفيف، بالإضافة لتأثير حركة الهواء الساخن في زيادة معدل الأكسدة، في حين امتلكت العينات المجففة شمسياً أدنى نشاط مثبط للجذور الحرة (23.4-42.3)% نتيجة طول مدة التجفيف، تتفق نتائجنا مع Hongfang وآخرون، (2012) الذين وجدوا أن النشاط المثبط للجذور الحرة المقدر بطريقة DPPH عينات الفطر الأبيض المجفف بالتجفيد 62% كانت أعلى من العينات المجففة بالهواء الساخن 48% والتي كانت بدورها أعلى من العينات المجففة شمسياً 20%، كما تتفق مع Hoa وآخرون، (2017) الذين ذكروا أن عينات الفطر المحاري الشتوي المنمى على ركيزة من نشارة الخشب والمجففة بالتجفيد أعلى من حيث النشاط المثبط للجذور

الحرة المقاس بطريقة DPPH من العينات المجففة بالهواء الساخن، ومع Sim وآخرون، (2017) الذين أشاروا إلى أن عينات الفطر المحاري المجففة تحت التفريغ كانت ذات نشاط مثبط للجذور الحرة أعلى 25% من العينات المجففة بالهواء الساخن، كما بينت النتائج أن المعاملات الأولية تباينت في تأثيرها في النشاط المثبط للجذور الحرة حيث أدت معاملة السلق لخفض قيمته من (36.6–65.6)% في العينة غير المعاملة إلى (23.4–50.5)% في العينات المسلوقة، ويعود ذلك لتخرب جزء من المركبات المضادة للأكسدة نتيجة الحرارة العالية لماء السلق، بالإضافة لارتشاح جزء من المركبات المضادة للأكسدة لماء السلق، في حين أدت معاملة النقع بحمض الستريك (0.1 و0.5)% إلى رفع قيمة النشاط المثبط للجذور الحرة إلى (37.2–68.6)% ، ويرجع ذلك لتأثير تلك المعاملة في خفض زمن التجفيف، مما يقلل الضرر الحاصل لمضادات الاكسدة خلال التجفيف، كما أن حمض الستريك يلعب دور مركب خالب للمعادن المشجعة للأكسدة كالحديد والنحاس، كما أدت معاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و0.5)% إلى رفع قيمة النشاط المثبط للجذور الحرة إلى (39.8–72.7)%، وذلك لمساهمة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في خفض زمن التجفيف مما يقلل من أكسدة الفينولات، بالإضافة لكونه مركباً ذو طبيعة مرجعة يساهم في النشاط المضاد للأكسدة.

4-4: نتائج الخصائص الوظيفية لمسحوق الفطر المحاري:

4-4-1: نتائج القدرة على ربط الماء لمسحوق الفطر المحاري: يبين الجدول (4-15) القدرة على ربط الماء في عينات الفطر المجفف:

الجدول(4-15): القدرة على ربط الماء (مل/غ) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	1.91^{o} ±0.04				
الشاهد (دون معاملة)	2.41^{kl} ±0.03	3.14^{c} ±0.02	2.85^{ef} ±0.01	2.11^{n} ±0.01	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	1.55^{q} ± 0.02	2.71^{gh} ± 0.01	1.79^{o} ±0.05	1.33^{r} ± 0.03	
حمض الستريك (0.1%)	2.48^{ijk} ± 0.01	3.17^{bc} ± 0.03	2.80^{fg} ±0.02	2.22^{mn} ± 0.01	0.13
حمض الستريك (0.5%)	2.50^{ijk} ±0.01	3.42^{a} ±0.02	2.96^{de} ±0.06	2.31^{lm} ±0.02	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	2.59^{hi} ± 0.02	3.29^{ab} ±0.04	2.78^{fg} ±0.04	2.44^{jkl} ±0.07	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	2.56^{ij} ±0.06	3.42^{a} ± 0.08	2.96^{de} ±0.05	2.37^{kl} ±0.06	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ من الجدول (4-15) أن القدرة على ربط الماء ارتفعت نتيجة عملية التجفيف من 1.91 مل/غ إلى 1.33-3.42 مل/غ في عينات الفطر المحاري المجفف، وتمتعت العينة المكبرتة والمجففة بالهواء الساخن عند حرارة 60م° بأعلى قدرة على ربط الماء 3.42 مل/غ (342%)، في حين امتلكت العينات المجفدة والمسلوقة أدنى قدرة على ربط الماء 1.33 مل/غ (133%). أشار Prodhan وآخرون، (2015) إلى أن القدرة على ربط الماء في مسحوق الفطر المحاري المجفف شمسياً والمعامل بالسلق عند حرارة 100م° لمدة 3 دقائق في محلول يحوي 0.01% من حمض الستريك كانت بحدود 2.4مل/غ وهذا يوافق نتائجنا، كما تتفق مع Zhang وآخرون، (2013) الذين وجدوا أن القدرة على

ربط الماء في الفطر الشيتاكي المجفف بالهواء الساخن والمطحون وفق طرائق طحن مختلفة تراوح بين 3.1–3.9 مل/غ. ذكر Harijono وآخرون، (2013) أن القدرة الأعلى على ربط الماء لمسحوق مادة غذائية ترتبط بشكل مباشر بكمية البروتين ومحتواه من الأحماض الأمينية القطبية، بالإضافة لنوع وكمية السكريات المتعددة والألياف الغذائية. أشار Dossou وآخرون، (2014) أن البروتينات والكربوهيدرات ترتبط مع جزيئات الماء عبر تشكيل روابط هيدروجينية، كما ذكر Suresh وSamsher، (2013) أن المحتوى الأعلى من الكربوهيدرات يؤدي لقدرة أكبر على ربط الماء. كذلك أشار Rwubatse وآخرون، (2014) إلى أن المحتوى المرتفع من الألياف قد يكون مسؤولاً عن القدرة العالية على ربط الماء، كما ذكر Chang، (1996) أن القدرة على ربط الماء ترتبط بكمية وطبيعة المكونات المحبة للماء كالبروتينات والسكريات المتعددة وعلى درجة حموضة الوسط، كما أشار Ahmed وآخرون، (2010) إلى أن القدرة على ربط الماء تزداد بازدياد درجة الحرارة، وذلك بسبب حصول تغير في بنية جزيئات البروتين والسكريات المتعددة وزيادة تعرض الماء للمجموعات المحبة للماء بسبب زيادة توجهها للسطح، كذلك ذكر Ming وآخرون، (2015) إلى أن المعاملة الحرارية كالتجفيف والميكانيكية كالطحن تؤدي لتحطيم سلاسل السيللوز الطويلة إلى العديد من السلاسل القصيرة مما يجعلها تمتص بشكل أكبر كما يحسن من إمكانية تلامس الماء مع سلاسل السيللوز والهيمسيللوز واللغنين وهذا ما يفسر جزئياً زيادة القدرة على ربط الماء. ذكر Che Man وآخرون، (1999) أن خواص الترطيب كالقدرة على ربط الماء تقل بزيادة حجم الجزيئات وزيادة درجة التكتلات. فيما فسر Hayata وآخرون، (2006) القدرة المرتفعة على ربط الماء للمساحيق الغذائية المجففة بالفرن بالمقارنة مع طرائق التجفيف الأخرى إلى أن استخدام حرارة عالية يؤدي لانخفاض رطوبة المنتج المجفف مما يؤدي لقابلية أكبر لامتصاص الماء.

يلاحظ من الجدول (4–15) أن العينات المجففة بالهواء الساخن عند حرارة 60م° كانت ذات قدرة على ربط الماء (2.91–3.42) مل/غ، تلتها العينات المجففة تحت التفريغ بقيمة (1.79–2.96) مل/غ، ثم العينات المجففة شمسياً (1.55–2.59) مل/غ، في حين امتلكت العينات المجفدة أدنى قدرة على ربط الماء (1.33–2.44) مل/غ، ويعود ذلك لاستخدام درجة حرارة مرتفعة في التجفيف في طريقتي التجفيف بالهواء الساخن والتجفيف تحت التفريغ مقارنة بطريقة التجفيف الشمسي التي تكون فيها درجة الحرارة معتدلة، أوالتجفيد التي تستخدم فيها درجات حرارة التجميد، ويتم التخلص من الرطوبة منها عبر عملية التسامي. ذكر Ahlawat وآخرون، (2018) أن القدرة على ربط الماء تزداد في المنتجات المعرضة لمعاملة حرارية كالتجفيف بالمقارنة مع الطازجة، وذلك بسبب الاحتفاظ بمحتوى عالي من البروتين والألياف في المنتجات المجففة، بالإضافة لتأثير المعاملة الحرارية في إحداث تعديلات في قطبية المركبات عبر إنقاص في طول السلسة أو تحويل جزء من المجموعات الكارهة للماء إلى محبة للماء، مما يزيد من خصائص الترطيب كالقدرة على ربط الماء وهذا يفسر نتائجنا بامتلاك العينات المجففة بالهواء الساخن او تحت التفريغ قدرة أعلى على ربط الماء من العينات المجففة شمسياً أو بالتجفيد. تتفق نتائجنا مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين ذكروا أن عينات الفطر المحاري الرمادي المجففة بالهواء الساخن تمتلك أعلى قدرة على ربط الماء مقارنة مع المجففة شمسياً، وفسّر Hussein وآخرون، (2016) امتلاك العينات المجففة شمسياً لقدرة أخفض على ربط الماء مقارنة بالعينات المجففة بالفرن بازدياد نشاط تفاعل ميلارد والذي يتضمن التفاعل بين السكريات المرجعة والأحماض الأمينية الحرة، مما يقلل من مستوى البروتينات المسؤولة بشكل رئيس عن الخصائص الوظيفية في الفطر، كما يمنع من حصول تغير في بنيتها بفعل الحرارة مما يقلل من قدرتها على الارتباط بالماء، كما تتفق نتائجنا مع Basher وآخرون، (2019) الذي ذكر أن خصائص

الترطيب كالقدرة على ربط الماء والانحلالية وقوة الانتباج كانت أعلى ما يمكن في عينات فطر محاري فلوريدا المجففة بالهواء الساخن، تلتها العينات المجففة شمسياً، في حين امتلكت العينات المجفدة أدنى قيم، وتتفق مع Lee وآخرون، (2017) الذين وجدوا أن القدرة على ربط الماء في فطر *Inonotus Obliquus* كانت أعلى ما يمكن في العينات المجففة بالهواء الساخن، تلتها العينات المجففة تحت التفريغ، في حين امتلكت العينات المجفدة على أدنى قيمة. تم التوصل إلى نتائج مشابه من قبل Chung و Choi، (1990) في مسحوق الثوم المجفف، وKim وآخرون، (2003) في مسحوق نوى نبات Ginkgo المجففة، وJimoh وآخرون، (2009) في البطاطا الحلوة، وHussein وآخرون، (2016) في ثمار البندورة، وAhlawat وآخرون، (2018) في مسحوق الباميا، فيما تختلف نتائجنا مع Cornelia وChandra، (2019) الذي ذكر أن القدرة على ربط الماء في الفطر المحاري الشتوي المجفف شمسياً كانت أكبر من الفطر المجفف بالهواء الساخن، وقد فسر الباحثان النتيجة بأن الحرارة العالية حللت كمية أكبر من الألياف عند التجفيف بالهواء الساخن مما قلل من امتصاص الماء.

أظهرت النتائج أن المعاملات الأولية أثرت بشكل متفاوت في القدرة على ربط الماء، حيث أدت معاملة السلق إلى خفض القدرة على ربط الماء إلى(1.33–2.71) مل/غ مقارنة بالعينة غير المعاملة (2.11–3.14) مل/غ، ويعود ذلك إلى تخريب ماء السلق للبنية الخلوية للفطر بفعل الحرارة، بالإضافة لحصول ارتشاح للعناصر المغذية الوظيفية إلى ماء السلق كالألياف والبروتينات والسكريات المتعددة (Dunkwal وآخرون، 2007)، في حين أدت معاملة النقع بحمض الستريك 0.1% و0.5% إلى رفع القدرة على ربط الماء إلى (2.22–3.42) مل/غ، وأدت الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.1% و 0.5% إلى رفع القدرة على ربط الماء إلى(2.37–3.42) مل/غ مع ملاحظة ازدياد القدرة على ربط الماء بازدياد تركيز كل من معاملتي النقع بالحمض والكبرتة. ذكر Pruthi وآخرون، (1979) و Che

Man وآخرون، (1999) أن المعاملات الأولية كالنقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم تؤدي لزيادة مسامية المنتج المجفف نتيجة انخفاض زمن التجفيف، مما يؤدي لانخفاض حجم جزيئات المسحوق الناتج عن الطحن، مما يزيد السطح النوعي للمسحوق والقدرة على ربط الماء، وهذا يفسر الارتفاع في القدرة على ربط الماء في العينات المعاملة بتلك المعاملات. تتفق نتائجنا مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذي ذكر أن معاملة السلق في الفطر المحاري الرمادي المجفف شمسياً وبالهواء الساخن أدت إلى خفض القدرة على ربط الماء مقارنة بالعينات غير المعاملة، في حين أدى النقع بحمض الستريك 0.25% إلى رفع القدرة على ربط الماء مقارنة بالعينات غير المعاملة. ذكر Olawuni وآخرون، (2013) أن القدرة على ربط الماء تحسنت بمعاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم 5% لمدة 5 دقائق وهذا يوافق نتائجنا.

4-4-2: نتائج قوة الانتباج في مسحوق الفطر المحاري:

تعكس قوة الانتباج جودة امتصاص الماء من قبل مسحوق المادة الغذائية (Pruthi وآخرون، 1978)، ويلاحظ من الجدول (4-16) أن قوة الانتباج لجزيئات مسحوق الفطر المحاري المجفف تراوحت بين (0.00-0.65) غ/غ، وقد وجد أن العينة المكبرتة والمجففة بالفرن ذات قوة الانتباخ الأعلى بقيمة 0.65غ/غ، في حين كانت العينات المسلوقة ذات قوة انتباج الأدنى حيث انعدمت فيها هذه الخاصية، وذلك في مختلف طرائق التجفيف المستخدمة. يبين الجدول (4-16) نتائج قوة الانتباج لمسحوق الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة:

الجدول(4–16) :قوة الانتباج (غ/غ) لمسحوق الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
الشاهد (دون معاملة)	0.03 ± 0.28^{i}	0.02 ± 0.46^{efg}	0.04 ± 0.44^{fgh}	0.04 ± 0.15^{k}	0.05
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.00 ± 0.00^{l}	0.00 ± 0.00^{l}	0.00 ± 0.00^{l}	0.00 ± 0.00^{l}	
حمض الستريك (0.1 %)	0.02 ± 0.39^{h}	0.05 ± 0.54^{bcd}	0.04 ± 0.49^{def}	0.02 ± 0.20^{jk}	
حمض الستريك (0.5 %)	0.04 ± 0.41^{gh}	0.04 ± 0.55^{bc}	0.02 ± 0.51^{cde}	0.01 ± 0.22^{j}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 %)	0.05 ± 0.42^{gh}	0.01 ± 0.58^{b}	0.01 ± 0.49^{def}	0.02 ± 0.19^{jk}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5 %)	0.01 ± 0.48^{ef}	0.02 ± 0.65^{a}	0.05 ± 0.58^{b}	0.01 ± 0.22^{j}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

ذكر Maray وآخرون، (2017) أن قيمة قوة الانتباج في عينات الفطر المحاري الشتوي المجفف وفق معاملات أولية تتراوح بين(0.04–0.59) مل/غ وهذا يوافق نتائجنا، كما تتفق مع Prodhan وآخرون، (2015) الذين أشاروا إلى أن قوة الانتباج لمسحوق الفطر المحاري المجفف شمسياً والمعامل بحمض الستريك 0.01% كانت بحدود 0.46 مل/غ، بينت النتائج أن العينات المجففة بالفرن ذات أعلى قوة انتباج بقيم تتراوح بين(0.04–0.65)غ/غ، تلتها المجففة تحت تفريغ(0.00–0.52)غ/غ، ثم العينات المجففة شمسياً(0.00–0.48)غ/غ، في حين امتلكت المجفدة أدنى قيم (0.00–0.22)غ/غ. ذكر Ahlawat وآخرون، (2018) أن القدرة على ربط الماء في المنتجات المعرضة لمعاملة حرارية كالمنتجات المجففة تكون أعلى من الطازجة بسبب الاحتفاظ بمحتوى مرتفع من البروتين والألياف، بالإضافة لتأثير المعاملة الحرارية في إحداث تعديلات في قطبية تلك المركبات عبر إنقاص في طول

السلسة أو تحويل جزء من المجموعات الكارهة للماء إلى محبة للماء، مما يزيد من خواص الترطيب كقوة الانتباج للجزيئات، وهذا يفسر امتلاك العينات المجففة بالهواء الساخن أو تحت التفريغ التي تستخدم فيها درجات حرارة أعلى لقوة انتباج أعلى من العينات المجففة شمسياً أو بالتجفيد. تتفق نتائجنا مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين ذكروا أن قوة الانتباج في العينات المجففة بالفرن كانت أعلى من العينات المجففة شمسياً، في حين تختلف نتائجنا مع Maray وآخرون، (2017) الذين ذكروا أن قوة الانتباج في عينات الفطر المحاري المجففة شمسياً أعلى من العينات المجففة بالفرن وتحت تفريغ وهذا يخالف نتائجنا. كما أظهرت النتائج أن المعاملات الأولية تباينت في تأثيرها في قوة الانتباج فأدت معاملة السلق لانعدام قوة الانتباج للجزيئات بشكل كلي ويعود ذلك لانخفاض مرونة جدر الخلايا والتغير في الخصائص الوظيفية للسكريات المتعددة والبروتينات والفقد في الألياف الغذائية نتيجة عملية السلق والتي تعتبر ذات أهمية كبيرة للقدرة على الاسترجاع لمسحوق الفطر (Purthi وآخرون،1978) تتفق نتائجنا مع Maray وآخرون، (2017) ومع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين وجدوا أن معاملة السلق أدت إلى انعدام قوة الانتباج تقريباً لمسحوق عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة وفق تقانات مختلفة بالمقارنة مع العينات غير المعاملة. يلاحظ من الجدول (4–16) أن كلاً من معاملة النقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم عند تركيزي 0.1% و0.5%، أدت إلى رفع قيمة قوة الانتباج مقارنة بالعينات غير المعاملة (الشاهد)، وذلك بغض النظر عن طريقة التجفيف، حيث ارتفعت قيمة قوة الانتباج من (0.15–0.46) غ/غ في العينات غير المعاملة إلى (0.20–0.55) غ/غ في العينات المنقوعة بحمض الستريك، وإلى (0.19–0.65)غ/غ في العينات المكبرتة، وقد ذكر Pruthi وآخرون، (1979)، و Che Man وآخرون، (1999) أن المعاملات الأولية كالنقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم تؤدي لزيادة مسامية المنتج المجفف نتيجة انخفاض زمن

التجفيف، مما يؤدي لانخفاض حجم جزيئات المسحوق الناتج عن الطحن ويزيد من القدرة على ربط الماء، وهذا يفسر الارتفاع في قوة الانتباج في العينات المعاملة بتلك المعاملات. تتفق نتائجنا مع Maray وآخرون، (2017)، ومع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين وجدوا أن معاملة النقع بحمض الستريك أدت إلى رفع قوة الانتباج.

4-4-3: نتائج القدرة على ربط الزيت (OHC) لمسحوق الفطر المحاري:

يبين الجدول (4-17) القدرة على ربط الزيت (مل/غ) في مسحوق الفطر المحاري، ترتبط القدرة على ربط الزيت بمحتوى البروتينات من الأحماض الأمينية غير القطبية، ومحتوى السكريات المتعددة من المجموعات الكارهة للماء (Caprita وCaprita، 2010).

الجدول(4-17):القدرة على ربط الزيت (مل/غ) لمسحوق الفطر المحاري وفق طرائق و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
الشاهد (دون معاملة)	0.06 ± 1.81^{de}	0.01 ± 1.36^{jkl}	0.02 ± 1.48^{ghij}	0.09 ± 2.43^{a}	0.18
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.02 ± 1.42^{hijk}	0.01 ± 1.06^{n}	0.09 ± 1.18^{lmn}	0.05 ± 2.16^{b}	
حمض الستريك (0.1%)	0.02 ± 1.66^{efg}	0.12 ± 1.24^{klmn}	0.07 ± 1.41^{ijk}	0.01 ± 2.02^{bc}	
حمض الستريك (0.5%)	0.06 ± 1.60^{fgh}	0.11 ± 1.36^{jkl}	0.01 ± 1.37^{jk}	0.04 ± 1.95^{cd}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	0.02 ± 1.59^{fghi}	0.01 ± 1.15^{mn}	0.02 ± 1.33^{jklm}	0.08 ± 1.90^{cd}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	0.08 ± 1.66^{efg}	0.02 ± 1.17^{mn}	0.12 ± 1.30^{jklm}	0.13 ± 1.77^{def}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ من الجدول (4–17) أن القدرة على ربط الزيت لجزيئات مسحوق الفطر المحاري تراوحت بين (1.06–2.43) مل/غ، وقد وجد أن العينات المجففة كانت ذات قدرة أعلى على ربط الزيت بقيم تتراوح بين(2.16–2.43) مل/غ، تلتها العينات المجففة شمسياً (1.42–1.81) مل/غ، ثم العينات المجففة تحت تفريغ(1.18–1.48) مل/غ، في حين امتلكت العينات المجففة بالهواء الساخن أدنى قدرة على ربط الزيت(1.06–1.36) مل/غ. ذكر Ahlawat وآخرون، (2018) أن القدرة على ربط الزيت تنخفض في المنتجات المعرضة لمعاملة حرارية كالمنتجات المجففة بالمقارنة مع العينات الطازجة، وذلك لتأثير المعاملة الحرارية في إحداث تعديلات في قطبية المركبات الوظيفية كالبروتينات أو السكريات المتعددة أو الألياف أو الدسم عبر انقاص طول السلسة أو تحويل جزء من المجموعات الكارهة للماء إلى محبة للماء، وهذا يفسر امتلاك العينات المجففة بالهواء الساخن أو تحت تفريغ لقدرة أدنى على ربط الزيت من العينات المجففة شمسياً أو بالتجفيد.

أظهرت النتائج أن المعاملات الأولية أدت إلى خفض القدرة على ربط الزيت حيث خفضت معاملة السلق القدرة على ربط الزيت إلى(1.06–2.16) مل/غ مقارنة بالعينات غير المعاملة (1.36–2.43) مل/غ، ويعود ذلك بشكل رئيس لارتشاح بعض المكونات الكارهة للماء إلى ماء السلق كالبروتينات والسكريات المتعددة، كما أظهرت النتائج أن كلاً من معاملة النقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم عند تركيزي 0.1% و0.5% أدت إلى خفض القدرة على ربط الزيت، حيث انخفضت إلى(1.24–2.84) مل/غ في العينات المنقوعة بحمض الستريك وإلى (1.15–1.90) مل/غ في العينات المكبرتة، كما ذكر Pruthi وآخرون، (1979) أن المعاملات الأولية كالنقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم تؤدي لزيادة مسامية المنتج المجفف نتيجة انخفاض زمن التجفيف، مما يؤدي لانخفاض حجم جزيئات المسحوق الناتج عن الطحن، ويزيد السطح النوعي

للمسحوق والقدرة على ربط الزيت نتيجة زيادة السطح النوعي للمسحوق، وهذا يفسر الارتفاع في هذه الخاصية في العينات المعاملة بالحمض والمكبرتة.

4-5: نتائج الحمولة الميكروبية لعينات الفطر المجفف:

4-5-1: نتائج التعداد العام للبكتيريا في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4-18) نتائج التعداد العام للبكتيريا (10^3 CFU/غ) في الفطر المحاري المجفف ، حيث يلاحظ انخفاض الحمولة البكتيرية للعينات نتيجة عملية التجفيف من5.2× 10^3 CFU/غ في الفطر الطازج (0-1.8) × 10^3 CFU/غ في العينات المجففة، ويعود ذلك لانخفاض محتوى الرطوبة والنشاط المائي للعينات المجففة بالإضافة لتأثير المعاملات الأولية كالسلق والكبرتة والنقع بالحمض ومعاملات التحضير كالغسيل بمحلول مطهر من هيبوكلوريد الصوديوم 0.1%.

الجدول(4-18):التعداد العام للبكتيريا (10^3 CFU /غ) في الفطر المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	$5.2^{a} \pm 0.4$				
الشاهد (دون معاملة)	$1.8^{b} \pm 0.1$	$0.4^{ef} \pm 0.0$	$0.4^{ef} \pm 0.1$	$0.8^{d} \pm 0.1$	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	$0.7^{de} \pm 0.1$	Nill^{g}	Nill^{g}	Nill^{g}	
حمض الستريك (0.1%)	$1.4^{c} \pm 0.2$	$0.4^{ef} \pm 0.1$	$0.2^{fg} \pm 0.1$	$0.7^{de} \pm 0.1$	0.3
حمض الستريك (0.5%)	$1.2^{c} \pm 0.2$	$0.2^{fg} \pm 0.1$	$0.1^{fg} \pm 0.0$	$0.3^{fg} \pm 0.1$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	$0.8^{d} \pm 0.1$	Nill^{g}	Nill^{g}	$0.4^{ef} \pm 0.1$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	$0.4^{ef} \pm 0.0$	Nill^{g}	Nill^{g}	Nill^{g}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.
- Nill : عدم وجود نمو ميكروبي.

ذكر Komanowsky وآخرون، (1970) أن الفطر الطازج ذو الجودة العالية قد يكون ذو حمولة بكتيرية تصل لمليون وحدة مشكلة للمستعمرة البكتيرية في الغرام الواحد، مما يشير إلى أن العينات الفطر المستخدمة في البحث ذات جودة ميكروبية عالية، ويعود ذلك لتطبيق الممارسات والاشتراطات الزراعية والصحية الجيدة عند زراعة وقطاف عينات الفطر. وجد Kim وآخرون، (2016) أن متوسط الحمولة البكتيرية لثمان عينات مجففة من الفطر الشيتاكي التجاري من السوق المحلية لولاية فرجينيا الأمريكية على شكل شرائح بلغ log7.5CFU/g، وهذه القيمة أعلى من نتائجنا. تتفق نتائجنا مع Kaur، (2016) الذي ذكر أن عينات فطر المحاري الملكي المجففة شمسياً بالطريقة التقليدية (4.2–3.0) × 10^3 CFU/غ احتوت على حمولة بكتيرية أعلى من المجففة بالهواء الساخن (0.6–0.9) × 10^3 CFU/غ ، بينت النتائج أن العينات المجففة تحت تفريغ امتلكت أدنى حمولة بكتيرية (0.4–0.1) × 10^3 CFU/غ ، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن (0.2–0.4) × 10^3 CFU/غ ، ثم العينات المجفدة (0.3–0.8) × 10^3 CFU/غ ، في حين امتلكت المجففة شمسياً أعلى حمولة (0.4–1.8) × 10^3 CFU/غ ، وقد يعود امتلاك العينة المجففة تحت تفريغ لحمولة ميكروبية أقل من المجففة بالهواء الساخن لتضافر كل من درجة الحرارة العالية والتفريغ (غياب الأوكسجين اللازم لنمو البكتيريا) في خفض الحمولة البكتيرية، ويفسر امتلاك العينات المجففة شمسياً لحمولة ميكروبية أعلى لاحتمال التلوث الميكروبي من الوسط المحيط كون التجفيف يتم في جو مفتوح. تتفق نتائجنا مع Lakshmipathy وآخرون، (2013) الذين ذكروا أن الفطر الأبيض المجفف شمسياً يحتوي على حمولة بكتيرية أعلى بالمقارنة بطرائق التجفيف الأخرى ، ومع Ta وآخرون، (2017) الذين ذكروا أن عينات الفطر المحاري المجففة شمسياً ذات حمولة بكتيرية أعلى (0.4–0.8) × 10^3 CFU/غ من

العينات المجففة بالهواء الساخن (0.4–0.6) × 10^3 CFU/غ. كما أظهرت النتائج وجود تأثير كبير للمعاملات الأولية في خفض الحمولة البكتيرية للفطر المجفف، حيث أدت معاملة السلق لخفض الحمولة البكتيرية من (0.4–1.8) × 10^3 CFU/غ في عينة الشاهد إلى (0–0.7) × 10^3 CFU/غ في العينات المسلوقة بالماء الساخن، ويعود ذلك لتأثير المعاملة الحرارية المطبقة أثناء السلق (85م° لمدة 3 دقائق) في القضاء على جزء كبير من الأحياء الدقيقة الموجودة في عينات الفطر قبل عملية التجفيف، كما أدت معاملة الحمض لخفض الحمولة الميكروبية إلى (0.1–1.4) × 10^3 CFU/غ ، وذلك نتيجة مساهمتها في خفض حموضة الوسط مما يعيق نمو معظم أنواع البكتيريا، كما أدت الكبرتة لخفض الحمولة البكتيرية إلى(0–0.8) × 10^3 CFU/غ ، ويعود ذلك للتأثير الحافظ لمادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، وتتفق هذه النتيجة مع Eissa وآخرون، (2009) الذي وجد أن المعاملات الأولية أدت لخفض التعداد العام للبكتيريا مقارنة بالعينة غير المعاملة وكانت معاملة الكبرتة 0.1% أكثر فعالية من معاملة السلق والتي بدورها أفضل من معاملة النقع بحمض الستريك 2%، وقد ذكر أن التأثير يكون أوضح خلال فترة التخزين،كما تتفق مع Kaur، (2016) عند معاملة الفطر المحاري الملكي المجفف بمحلول لحمض الستريك وميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.1–0.15%.

4–5–2: نتائج تعداد الفطور والخمائر في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4–19) تعداد الفطور والخمائر في الفطر المحاري المجفف، حيث يلاحظ انخفاض تعداد الفطور والخمائر من 1.8 × 10^3 CFU/g في الفطر الطازج إلى (0–2.2) × 10^3 CFU/غ في الفطر المجفف، وفق معاملات أولية وطرائق تجفيف مختلفة ما عدا عينة الفطر المجفف شمسياً ودون معاملة أولية فقد ارتفعت حمولتها إلى 2.2 × 10^3 CFU/غ ، ويعود ذلك لاحتمال حصول

تلوث خارجي للعينات المجففة شمسياً من البيئة المحيطة نتيجة التجفيف في جو مفتوح حيث يعتبر ذلك من مساوئ عملية التجفيف الشمسي(Eshak، 2018)

الجدول(4–19):تعداد الفطور والخمائر (10^3 CFU/غ) في الفطر المحاري المجفف

LSD	تجفيد	تحت التفريغ	الهواء الساخن	تجفيف شمسي	
0.2	0.1 ± 1.8^{b}				**الفطر الطازج**
	0.1 ± 1.2^{cd}	0.1 ± 0.4^{hi}	0.0 ± 0.7^{fg}	0.2 ± 2.2^{a}	**الشاهد (دون معاملة)**
	0.0 ± 0.4^{hi}	Nill^{j}	0.1 ± 0.2^{ij}	0.1 ± 0.8^{efg}	**السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د**
	0.1 ± 0.9^{ef}	0.0 ± 0.2^{ij}	0.0 ± 0.7^{fg}	0.1 ± 1.6^{b}	**حمض الستريك (0.1%)**
	0.1 ± 0.7^{fg}	0.0 ± 0.2^{ij}	0.1 ± 0.6^{gh}	0.0 ± 1.3^{c}	**حمض الستريك (0.5%)**
	0.1 ± 0.4^{hi}	Nill^{j}	0.1 ± 0.2^{ij}	0.1 ± 1.0^{de}	**ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)**
	0.0 ± 0.2^{ij}	Nill^{j}	0.0 ± 0.1^{j}	0.1 ± 0.8^{efg}	**ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)**

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.
- Nill: عدم وجود نمو ميكروبي.

يلاحظ من النتائج أن العينات المجففة تحت تفريغ امتلكت أدنى حمولة من الفطور والخمائر (0–0.4) × 10^3 CFU/g، تلتها المجففة بالهواء الساخن (0.1–0.7) × 10^3 CFU/غ ، ثم المجففة بالتجفيد (0.2–1.2) × 10^3 CFU/غ ، في حين امتلكت المجففة شمسياً لأعلى حمولة (0.8–2.2) × 10^3 CFU/غ. يعود الانخفاض الأكبر لتعداد الفطور والخمائر في العينات المجففة تحت التفريغ إلى تأثير كل من درجة الحرارة العالية 60م° وانخفاض الأوكسجين (غياب الهواء بالتفريغ) كون الفطور والخمائر تصنف أنها ذات احتياج هوائي إجباري، كما أدى التجفيف بالهواء الساخن لخفض كبير في تعداد الفطور والخمائر، وذلك نتيجة استخدام حرارة عالية أثناء التجفيف، ويعود تأثير التجفيد في خفض الفطور والخمائر إلى تأثير كل من درجة حرارة التجميد والتفريغ، أما

التجفيف الشمسي فقد أدى لانخفاض نسبي في تعداد الفطور والخمائر نتيجة تأثير الأشعة فوق البنفسجية الموجودة في أشعة الشمس، وكون درجة الحرارة أعلى من درجة الحرارة المثالية 25م° لنمو وتكاثر الفطور والخمائر، بالإضافة لاحتمال حصول التلوث الخارجي (Eshak، 2018). بينت النتائج أن معاملة السلق أدت لخفض حمولة الفطور والخمائر من(0.4–2.2) × 10^3 CFU/غ في الشاهد إلى (0–0.8) × 10^3 CFU/غ في العينات المسلوقة، ويرجع ذلك لتأثير الحرارة العالية لماء السلق في خفض هذه الحمولة، كما أدت المعاملة بحمض الستريك لخفض تعداد الفطور والخمائر إلى (0.1–1.6) × 10^3 CFU/غ ، والكبرتة لانخفاض كبير إلى (0–1.0) × 10^3 CFU/غ ، ويعود ذلك للتأثير الحافظ للسلفيت، حيث أدى استخدام تركيز 0.5% إلى انعدام وجود الفطور والخمائر تقريباً في عينات الفطر المدروسة وذلك في كل طرائق التجفيف. تتفق نتائجنا مع Eissa وآخرون، (2009) الذين وجدوا أن معاملة الكبرتة 0.1% وحمض الستريك 2% والسلق بالماء المغلي، أدتا لخفض تعداد الفطور والخمائر في الفطر المحاري الرمادي مقارنة بالعينة غير المعاملة. أشار Ta وآخرون، (2017) إلى أن تعداد الفطور والخمائر في الفطر المحاري الشتوي (0.7–0.9) × 10^3 CFU/غ أعلى من التعداد العام للبكتيريا (0.4–0.8) × 10^3 CFU/غ عند التجفيف وفق معاملات أولية وطرائق تجفيف مختلفة، ويعود ذلك لانخفاض النشاط المائي للفطر بعد عملية التجفيف، والذي يسمح بنمو الفطريات بينما يمنع نمو البكتيريا ويتفق ذلك مع نتائجنا عند مقارنة محتوى العينات من التعداد العام للبكتيريا ومن الفطور والخمائر.

4-5-3: نتائج تعداد مجموعة الكوليفورم في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4-20) تعداد الكوليفورم للفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة ، حيث يلاحظ من الجدول (4-20) أن عملية التجفيف والمعاملات الأولية المطبقة أدت إلى القضاء على بكتيريا مجموعة الكوليفورم في عينات الفطر المجفف بعد أن كان تعدادها 0.2×10^2 CFU/غ في الفطر الطازج. تتفق هذه النتائج مع Ta وآخرون، (2017) الذي أشار لخلو عينات الفطر المحاري البري المجففة شمسياً وبالهواء الساخن، والمعاملة أولياً بحمض الستريك والكبرتة من بكتيريا الكوليفورم. وجد Victor وآخرون، (2017) عند دراسته للفلورا الميكروبية للفواكة المجففة تجارياً ومنزلياً أن كل العينات المجففة تجارياً خلت من بكتيريا الكوليفورم، في حين احتوت بعض العينات المجففة منزلياً على حمولة من بكتيريا هذه المجموعة نتيجة سوء عمليات التداول والتعبئة بعد التجفيف وهذا يوافق نتائجنا.

الجدول (4-20):تعداد الكوليفورم (10^2 CFU/غ) للفطر المحاري المجفف وفق طرائق و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.0 ± 0.2^a				0.1
الشاهد (دون معاملة)	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	
حمض الستريك (0.1%)	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	
حمض الستريك (0.5%)	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	$Nill^b$	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.
- Nill: عدم وجود نموات جرثومية.

تعتبر بكتيريا الكوليفورم بكتيريا دليلاً للتلوث البرازي وكفاءة إجراءات النظافة والتعقيم خلال عمليات تحضير وتصنيع الأغذية، وقد يعود تلوث الفطر المحاري ببكتيريا الكوليفورم لتلوث أبواغ الفطر المستخدمة في الزراعة بهذه البكتيريا أو تلوث الماء المستخدم في الري أو عدم تمام تعقيم ركيزة النمو (تبن القمح) أو التلوث الحاصل خلال قطاف وتداول الأجسام الثمرية (Gaglio وآخرون ،2019)، ومع ذلك فإن هذه الحمولة البكتيرية الموجودة تعتبر منخفضة عموماً، ويعود ذلك لتطهير عينات الفطر بعد القطاف مباشرة بمحلول من هيبوكلوريد الصوديوم 0.1%. أشار Kim وآخرون، (2016) لاحتواء أكثر من 100 عينة من الفطر الشيتاكي المحلي والمستورد لبكتيريا الكوليفورم

4-6: نتائج مؤشرات اللون في عينات الفطر المحاري:

4-6-1- نتائج درجة السطوع (اللون الأبيض) *L في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4-21) درجة السطوع *L في الفطر المحاري المجفف:

الجدول(4-21):درجة السطوع (اللون الأبيض) *L في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق و معاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	$81.6^{a} \pm 0.1$				
الشاهد (دون معاملة)	$58.3^{o} \pm 0.8$	$63.7^{lmn} \pm 1.8$	$67.0^{hij} \pm 0.1$	$71.3^{f} \pm 0.9$	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	$62.1^{n} \pm 0.5$	$65.1^{klm} \pm 0.6$	$68.8^{ghi} \pm 0.9$	$74.8^{cde} \pm 2.0$	
حمض الستريك (0.1%)	$63.8^{lmn} \pm 0.6$	$63.4^{mn} \pm 1.3$	$67.9^{hi} \pm 0.6$	$76.6^{bc} \pm 0.1$	1.8
حمض الستريك (0.5%)	$65.5^{jkl} \pm 0.4$	$67.2^{hij} \pm 0.7$	$73.7^{e} \pm 1.6$	$77.1^{b} \pm 1.2$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	$66.8^{ijk} \pm 0.8$	$68.1^{ghi} \pm 0.2$	$74.5^{de} \pm 0.4$	$77.6^{b} \pm 0.8$	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	$68.6^{ghi} \pm 1.1$	$69.8^{fg} \pm 0.6$	$76.3^{bcd} \pm 0.3$	$77.5^{b} \pm 1.1$	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ من الجدول (4–21) أن درجة السطوع انخفضت من 81.6 في الفطر المحاري الطازج إلى (58.3–77.6) في الفطر المجفف نتيجة عملية التجفيف، وتسارع التفاعلات التي تؤدي لتراجع صفات جودة الفطر وتزيد من دكانة اللون كالاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي بالإضافة لأكسدة حمض الأسكوربيك (Eissa وآخرون ،2009) ، كما ذكر Kotwaliwale وآخرون، (2007) أن زيادة دكانة لون الفطر على درجات الحرارة العالية قد يعود جزئياً للتأثير السلبي لدرجات الحرارة في المركبات الصباغية الموجود في الفطر. أشار Demiray ، (2019) إلى أن تجفيف الفطر المحاري بالهواء الساخن (45–65)م° أدى لخفض درجة السطوع من 72.6 في العينة الطازجة إلى (67.3–71.9) في العينات المجففة وهذا يوافق نتائجنا، كما وجد Mihalcea وآخرون، (2016) أن درجة سطوع الفطر الأبيض انخفضت نتيجة عملية التجفيف (50–70)م° من 80.6 في الفطر الطازج إلى (60.1–70.0) في العينات المجففة، وقد ازدادت دكانة اللون وانخفضت درجة السطوع بزيادة درجة حرارة التجفيف.

يلاحظ من النتائج أن العينات المجففة بالتجفيد كانت ذات أعلى درجة سطوع (71.3–77.6) ، تلتها المجففة تحت التفريغ (67.0–76.3) نتيجة التجفيف تحت التفريغ والذي يمنع تفاعلات الأكسدة والتي تزيد من دكانة اللون، ثم المجففة بالهواء الساخن (63.7–76.3)، والتي أدت لانخفاض درجة السطوع نتيجة استخدام درجة حرارة مرتفعة واستخدام تيار من الهواء الساخن يحرض على الأكسدة مما يزيد من دكانة اللون، في حين كان للعينات المجففة شمسياً أدنى درجة سطوع (58.3–68.6)، وذلك بسبب طول مدة التجفيف والتي تستمر لبضعة أيام، بالإضافة للتعرض للهواء الجوي الذي يزيد من تفاعلات الأكسدة كون التجفيف يتم في جو مفتوح (Fang وآخرون،1971). تتفق هذه النتائج مع Aishah و Rosli ، (2013) اللذين ذكرا أن التجفيف الشمسي للفطر المحاري الرمادي أعطى لوناً

أكثر دكانة L*=79.4 من الفطر المجفف بالفرن L*=73.6، كما تتفق نتائجنا مع ما وجده Lee وآخرون، (2007) بأن عينات فطر *Inonotus obliquus* المجففة بالتجفيد كانت ذات درجة سطوع أعلى من العينات المجففة تحت تفريغ والتي كانت بدورها أعلى سطوع من العينة المجففة بالهواء الساخن.

يبين الجدول (4–21) أن المعاملات الأولية الفيزيائية والكيميائية ساهمت بشكل كبير في الحفاظ على درجة السطوع بحيث أعطت قيم أعلى من العينة غير المعاملة (الشاهد) (58.3–71.3)، حيث أعطت معاملة الكبرتة قيم (66.8–77.6)، والنقع بحمض الستريك (63.8–76.6)، والسلق (62.1–74.8)، حيث يؤدي السلق لتخريب إنزيم بولي فينول اوكسيداز المسؤول عن الاسمرار الإنزيمي (Suguna وUsha ،1995)، فيما يقوم حمض الستريك بخفض درجة حموضة الوسط مما يقلل من نشاط إنزيم الاسمرار الإنزيمي، كما يقلل من تفاعل الاسمرار اللاإنزيمي (Javan وآخرون ، 2015)، ويعتبر ثنائي أوكسيد الكبريت SO_2 ومشتقاته من أكثر مثبطات إنزيم الاسمرار الإنزيمي، كما أنه يمنع الاسمرار اللاإنزيمي عبر التفاعل مع المجموعات الألدهيدية للسكر، لذا لا تكون حرة للارتباط مع الأحماض الأمينية في الخضار والفاكهة والفطر خلال تجفيفها أو تجميدها أو تخزينها (Afoakwah ،2020)، تتفق نتائجنا مع Anshu و Anju، (2018) اللذين أشارا إلى أن الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم عند تركيزي (0.1 و0.2)% أدت لرفع درجة السطوع من 45.8 إلى 58.3 في الفطر المحاري المجفف بالهواء الساخن عند درجة حرارة 50م°، كما تتفق مع ما وجده Argyropoulos، (2011) بأن المعاملات الأولية ساهمت في الحفاظ على لون فطر *Boletus edulis* حيث أعطت درجة سطوع أعلى من العينة غير المعاملة، كما وجد أن معاملتي الكبرتة ونقع بحمض الستريك كانت أكثر فعالية من معاملة السلق في الحفاظ على لون الفطر.

4-6-2: نتائج درجة اللون الأحمر (* a) في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4-22) درجة اللون الأحمر في الفطر المحاري المجفف ، حيث يلاحظ أنها ارتفعت نتيجة عملية التجفيف من 5.9 في الفطر الطازج إلى (6.3-11.5) في الفطر المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، ويعود ذلك لتشكل مركبات داكنة اللون نتيجة نشاط تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي بوجود الحرارة أثناء عمليات التجفيف، تتفق هذه النتيجة مع Nour وآخرون، (2011) الذين وجدوا أن درجة اللون الأحمر ازدادت عند التجفيف بالهواء الساخن عند درجات حرارة (50-70)م°، كما تتفق مع Isikو Izlin (2014) اللذين ذكرا أن تجفيف الفطر الأبيض بالهواء الساخن (50-70)م° أدى لرفع درجة اللون الأحمر من 2.1 في العينة الطازجة إلى (3.5-4.5) مع ارتفاع درجة اللون الأحمر بزيادة حرارة التجفيف. حين تختلف نتائجنا مع Demiray، (2019) الذي وجد أن درجة اللون الأحمر للفطر انخفضت عند التجفيف بالهواء الساخن (45-65)م°.

الجدول(4-22): درجة اللون الأحمر (* a) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	0.1 ± 5.9^{m}				0.6
الشاهد (دون معاملة)	0.1 ± 14.1^{a}	0.4 ± 12.4^{b}	0.5 ± 9.6^{d}	0.2 ± 8.2^{fghi}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	0.2 ± 11.7^{c}	0.1 ± 8.4^{efgh}	0.1 ± 7.2^{kl}	0.5 ± 8.7^{ef}	
حمض الستريك (0.1 %)	0.5 ± 9.6^{d}	0.1 ± 8.7^{ef}	0.2 ± 7.8^{hijk}	0.2 ± 7.5^{jkl}	
حمض الستريك (0.5 %)	0.2 ± 10.1^{d}	0.2 ± 8.9^{e}	0.3 ± 7.4^{jkl}	0.2 ± 7.0^{l}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 %)	0.1 ± 8.7^{ef}	0.5 ± 8.0^{ghij}	0.1 ± 7.5^{jkl}	0.3 ± 6.2^{m}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5 %)	0.3 ± 8.5^{efg}	0.4 ± 7.8^{hijk}	0.5 ± 7.4^{jkl}	0.3 ± 6.1^{m}	

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ من الجدول (4–22) أنه لكل من طريقة التجفيف والمعاملات الأولية تأثير في درجة اللون الأحمر للفطر، حيث لوحظ أن التجفيف الشمسي أدى لأعلى درجة a* (8.5–14.1)، تلاه التجفيف بالهواء الساخن (7.8–12.4)، ثم التجفيف تحت التفريغ (7.3–9.6)، في حين كان للعينات المجفدة أدنى درجة a* (6.1–8.7)، ويعود امتلاك العينات المجففة بطريقة التجفيف الشمسي لأعلى درجة لون احمر لارتفاع سوية تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي نتيجة توفر الظروف الملائمة من درجة حرارة وتهوية وطول مدة التجفيف التي تستمر لعدة أيام (Kaur،2016)، وقد أعطى التجفيف بالهواء الساخن قيمة متوسطة لدرجة اللون الأحمر لتأثير درجة حرارة التجفيف العالية وحركة الهواء الساخن، والتي تسرع من الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي، ويؤدي التجفيف تحت تفريغ إلى إعطاء قيمة أدنى لدرجة اللون الأحمر وذلك لغياب الأوكسجين و انخفاض سوية الاسمرار الإنزيمي (Martinez-soto، وآخرون، 2001)، في حين أدى التأثير المشترك لدرجات الحرارة المنخفضة والتفريغ في التجفيد إعطاء درجة لون أحمر تقارب الفطر الطازج. تتفق نتائجنا مع Martinez-soto وآخرون، (2001) الذين وجدوا أن عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة بالهواء الساخن امتلكت أعلى درجة لون أحمر (1.4-، 4.2)، تلتها العينات المجففة تحت تفريغ (1.2-،1.7)، في حين امتلكت العينات المجفدة لأدنى درجة (2.5-، 1.2-)، كما تتفق هذه النتيجة مع Lee وآخرون، (2007) في فطر *Inonotus obliquus* الذي وجد أن العينات المجفدة ذات درجة لون أحمر منخفضة مقارنة مع العينات المجففة بالهواء الساخن وتحت التفريغ. تختلف نتائجنا مع Aishah وRosl، (2013) اللذين ذكرا أن الفطر المحاري الرمادي المجفف بالهواء الساخن ذو درجة احمرار أعلى من المجفف شمسياً.

بينت النتائج كما يظهر في الجدول (4–22) أن المعاملات الأولية ساهمت في خفض درجة اللون الأحمر مقارنة بالعينة غير المعاملة، حيث أدت معاملة السلق لخفض درجة اللون الأحمر من

(14.1–9.6) في عينة الشاهد إلى (11.7–7.9)، ويعود ذلك لتأثير الحرارة المستخدمة في عملية السلق في تخريب إنزيم بولي فينول أوكسيداز، مما يقلل من تفاعل الاسمرار الإنزيمي، كما أن ارتشاح جزء من البروتينات والسكاكر المرجعة إلى ماء السلق يقلل من سوية تفاعلات الاسمرار اللاإنزيمي، كما أدت معاملة النقع بحمض الستريك إلى خفض درجة اللون الأحمر إلى (10.1–7.0)، وذلك لتأثير النقع في محلول حمض الستريك في خفض درجة حموضة الفطر، و بالإضافة إلى دور حمض الستريك في خلب للمعادن كالحديد والنحاس، مما يساهم في خفض سوية تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي ويقلل من تشكل مراكبات داكنة اللون، كما بينت النتائج أن معاملة الكبرتة أدت لإعطاء فطر ذو درجة لون أحمر أدنى (7.8–6.1) مقارنة مع العينات المسلوقة أو المعاملة بحمض الستريك، ويرجع ذلك لتثبيط تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي، حيث يلعب دور مضاد أكسدة قوي يمنع من الأكسدة الإنزيمية للفينولات مما يقلل من الاسمرار الإنزيمي (Dunkwal وآخرون، 2017)، كما يرتبط ثنائي أوكسيد الكبريت مع مجموعات الكربونيل الموجودة في السكاكر المرجعة مما يجعلها غير متاحة للارتباط بالأحماض الأمينية الحرة، كما أنه يحول مركبات أورثو-كوينيين O-Quinones، وهي من النواتج الوسطية لتفاعل ميلارد إلى أشكال كبريتية مستقرة عديمة اللون Sulfoquionons مما يمنع تحولها لمركبات الميلانوئيدات داكنة اللون ويثبط تفاعل الاسمرار اللاإنزيمي (Kotwaliwale وآخرون، 2007)، تتفق نتائجنا مع Anshu و Anju، (2018) اللذين وجدا أن الفطر المحاري المعامل بالكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و0.2)% أدى لدرجة لون أحمر أدنى(5.1–5.2) من العينة غير المعاملة 6.4، وذلك عند التجفيف بالهواء الساخن عند 50م°.

4-6-3: نتائج درجة اللون الأصفر (*b) في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الجدول (4-23) نتائج درجة اللون الأصفر في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ أنها ارتفعت بفعل عملية التجفيف من 10.6 في الفطر الطازج إلى (11.0-23.3) في الفطر المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية متعددة. وقد لوحظ أن نسبة زيادة درجة اللون الأصفر تفوق نسبة زيادة درجة اللون الأحمر ويعود ذلك لطبيعة نواتج الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي الحاصلة ونوعية الركائز التي تعمل عليها.

الجدول (4-23): درجة اللون الأصفر (*b) في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة

	تجفيف شمسي	الهواء الساخن	تحت التفريغ	تجفيد	LSD
الفطر الطازج	10.6 ± 0.3^{l}				1.4
الشاهد (دون معاملة)	23.3 ± 0.1^{a}	18.9 ± 0.2^{b}	15.6 ± 0.2^{ef}	14.0 ± 0.1^{hi}	
السلق عند حرارة 95م° لمدة 5 د	19.3 ± 0.8^{b}	18.3 ± 0.8^{bc}	15.5 ± 0.7^{efg}	12.2 ± 0.5^{jk}	
حمض الستريك (0.1%)	18.4 ± 0.4^{b}	15.8 ± 0.2^{ef}	14.5 ± 0.4^{fgh}	12.7 ± 0.1^{ij}	
حمض الستريك (0.5%)	18.0 ± 0.1^{bcd}	15.6 ± 0.1^{ef}	14.0 ± 0.5^{hi}	12.5 ± 0.9^{jk}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1%)	16.9 ± 0.2^{cde}	14.7 ± 0.6^{fgh}	12.7 ± 1.1^{ij}	11.8 ± 0.1^{jkl}	
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.5%)	16.6 ± 0.5^{de}	14.1 ± 0.2^{ghi}	12.3 ± 0.1^{f}	11.2 ± 0.1^{kl}	

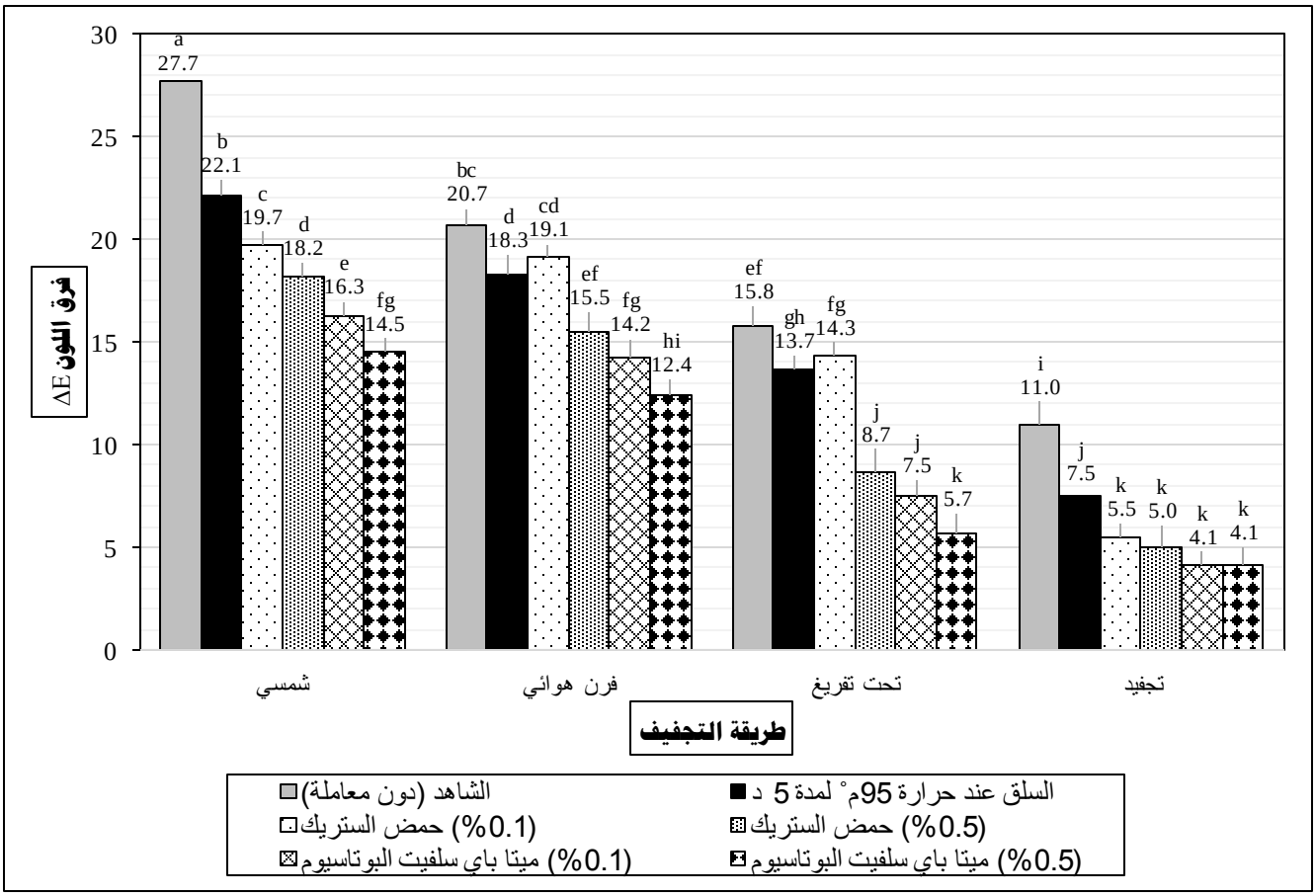
- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) في الجدول إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

تتفق هذه النتائج مع Nour وآخرون، (2011)، ومع Demiray، (2019) بحصول زيادة في قيمة درجة اللون الأصفر في الفطر المحاري الشتوي بعد التجفيف بالهواء الساخن، وقد لوحظ أن العينات المجففة شمسياً كانت ذات قيمة أعلى للون الأصفر (16.6-23.3)، وذلك لارتفاع سوية تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي نتيجة طول مدة التجفيف والتعرض للهواء الجوي، تلتها العينات المجففة

بالهواء الساخن عند حرارة 60م° بقيمة (14.1–18.9) ، ثم تحت التفريغ (12.3–15.6)، في حين امتلكت العينات المجفدة لأدنى درجة لون أصفر (11.2–14.1) وذلك لانخفاض سوية تفاعلات الاسمرار (Li وآخرون، 2007). تتفق نتائجنا مع Martinez-soto وآخرون، (2001) بأن عينات الفطر المحاري الشتوي المجفدة كانت ذات لون أصفر أدنى من المجففة بالهواء الساخن وتحت التفريغ، ومع Kaur، (2016) الذي وجد أن عينات فطر المحاري الملكي وفطر الحليب الأبيض المجففة بالهواء الساخن كانت ذات درجة أصفرار أقل من العينات المجففة شمسياً. بينت النتائج كما يظهر في الجدول (4–23) أن المعاملات الأولية أدت لخفض درجة اللون الأصفر مقارنة بالعينات غير المعاملة بغض النظر عن طريقة التجفيف، حيث وجد أن معاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم كانت الأكثر فعالية في الحفاظ على اللون الأصفر حيث أعطت درجة اصفرار (11.2–16.9) مقارنة بعينة الشاهد (14.1–23.3)، تلتها معاملة النقع بحمض الستريك والتي أعطت لون أصفر أعلى قليلاً من معاملة الكبرتة (12.2–18.4)، في حين أعطت معاملة السلق قيماً أعلى لدرجة اللون الأصفر (12.8–19.3) مقارنة بالكبرتة والنقع بحمض الستريك، تتفق هذه النتائج مع كل من (Anshu و Anju، (2018); Nour وآخرون، (2011)) الذين وجدوا أن معاملات الكبرتة والنقع بحمض الستريك والسلق أدت لخفض درجة اللون الأصفر في الفطر المحاري المجفف مقارنة مع العينات غير المعاملة.

4-6-4: نتائج درجة تغير اللون (ΔE) في عينات الفطر المحاري المجفف:

يلاحظ من الشكل (4-5) أن درجة تغير اللون في عينات الفطر المحاري المجفف تراوحت بين (4.1-27.7) نتيجة التجفيف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، حيث لوحظ أن أكبر تغير للون كان في العينة غير المعاملة والمجففة شمسياً، وأدنى تغير للون كان في العينات المجفدة سواءً المكبرتة أو المنقوعة بالحمض، ويعود تغير اللون نتيجة لتغير كل من قيم السطوع واللون الأحمر واللون الأصفر خلال عملية التجفيف بفعل تفاعلات الاكسدة والاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي، تتفق نتائجنا مع Argyropoulos وآخرون، (2011) الذين وجدوا أن تغير اللون في فطر البوليطس المجفف بالهواء الساخن (50-70)م° والمعامل بمعاملات كيميائية مختلفة تراوح بين (12.0-33.8).



الشكل (4-5): درجة تغير اللون (ΔE) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

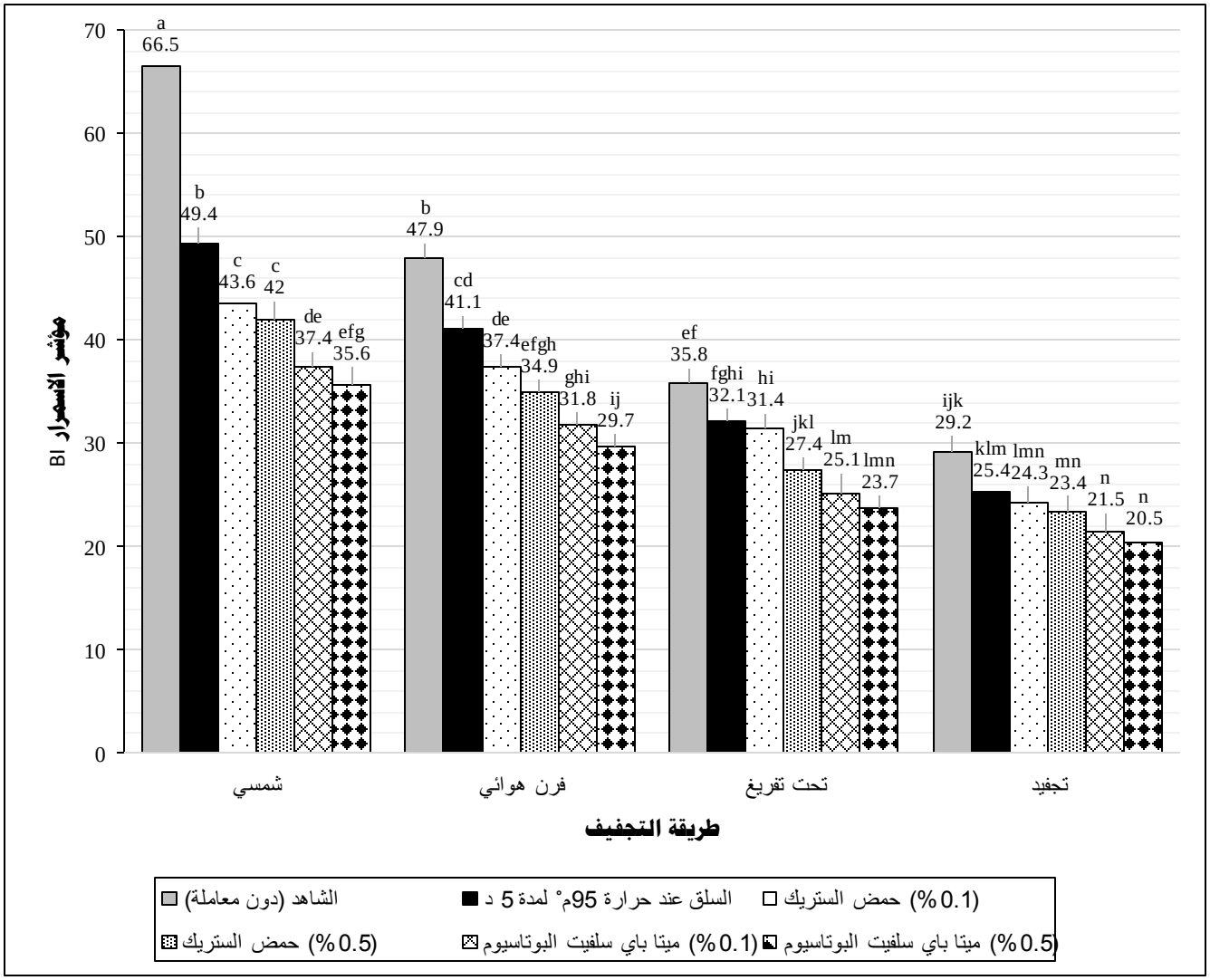
كما تتفق مع Mihalcea وآخرون، (2016) الذين ذكروا أن درجة تغير اللون في الفطر الأبيض المجفف بالهواء الساخن عند حرارة 50م˚ بلغت 10.6، وعند درجة حرارة 60م˚ بلغت 20.73 في حين وجد Giri و Parasad ، (2013) قيماً أعلى لتغير اللون بلغت 34.9 في الفطر الأبيض المجفف عند حرارة 60م˚. بينت النتائج كما يظهر في الشكل (4–5) أن العينات المجففة شمسياً ذات قيم أعلى لدرجة تغير اللون (14.2–27.7)، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن (12.4–20.7)، ثم المجففة تحت التفريغ (5.7–15.8)، فيما امتلكت العينات المجفدة أدنى درجة تغير للون (4.1–11.0)، وتعود الاختلافات بين الطرائق المختلفة لاختلاف سوية تفاعلات الاسمرار والتي تختلف تبعاً لتوفر الظروف الملائمة لها كدرجة الحرارة ووجود الهواء وطول مدة التجفيف، تتفق نتائجنا مع Yang وآخرون، (2020) بأن الفطر المحاري المجفف بالتجفيد امتلك أدنى قيمة لتغير اللون 11.2 مقارنة بالمجفف تحت تفريغ 60م˚ بقيمة 24.4.

كما لوحظ أن للمعاملات الأولية تأثيراً إيجابياً في خفض درجة تغير اللون لعينات الفطر، حيث انخفضت درجة تغير اللون من (11.0–27.7) في العينة غير المعاملة إلى (7.5–22.1) في العينات المسلوقة، نتيجة تأثير السلق في خفض تفاعلات الاسمرار الإنزيمي نتيجة التخريب الجزئي لإنزيم بولي فينول أوكسيداز والاسمرار اللاإنزيمي نتيجة ارتشاح جزء من السكاكر المرجعة والبروتينات لماء السلق مما يؤدي بالمحصلة لتحسين لون الفطر، كما انخفضت درجة تغير اللون في العينات المعاملة بحمض الستريك 0.1% إلى (5.5–19.7)، والعينات المعاملة بحمض الستريك 0.5% إلى (5.0–18.2) مما يشير إلى أن زيادة التركيز تؤدي لخفض درجة تغير اللون، ويعود تأثير حمض الستريك في خفض درجة حموضة الفطر مما يخفض من سوية تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللإنزيمي، بالإضافة لدوره كماسك معادن مما يخفض تفاعل الأكسدة، كما بينت النتائج أن معاملة

الكبرتة أدت إلى أكبر انخفاض في درجة تغير اللون، حيث أدى تركيز 0.1% إلى خفض درجة تغير اللون إلى (4.1–16.3)، وتركيز 0.5% إلى خفض تغير اللون إلى (4.1–14.5)، ويعود ذلك لخفض تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي نتيجة ارتباط ثنائي أكسيد الكبريت الحر مع المجموعات الكربونيلية بالسكاكر البسيطة ما يثبط تفاعل الاسمرار اللاإنزيمي، وكذلك للنشاط القوي المضادة للأكسدة لمادة بيتا باي سلفيت البوتاسيوم مما يمنع أكسدة الفينولات بالاسمرار الإنزيمي. تتفق نتائجنا مع Nour وآخرون، (2011) الذي وجد أن الفطر الأبيض المجفف بالهواء الساخن عند حرارة 50م° والمعامل بميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5% كان ذو درجة تغير لون أدنى 23.5 من المعاملة بحمض الستريك والأسكوربيك بتركيز 0.5% بقيمة 24.1، ومع Argyropoulos وآخرون، (2011) الذين وجدوا أن معاملة الكبرتة لعينات الفطر المجففة أدت لإعطاء درجة تغير لون أدنى من معاملة السلق.

4–6–5: نتائج مؤشر الاسمرار في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الشكل (4–6) مؤشر الاسمرار في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ أن تراوح بين (20.5-66.5) نتيجة عملية التجفيف، وقد كانت العينة غير المعاملة والمجففة شمسياً ذات أعلى قيمة، والمجفدة والمكبرتة ذات أدنى قيمة. تتوافق نتائجنا مع Demiray، (2019) الذي ذكر أن مؤشر الاسمرار في الفطر المحاري المجفف بالهواء الساخن (45–65)م° يتراوح بين (30.0–32.2)، كما تتفق مع ما وجده Korley Kortei وآخرون، (2015) بأن مؤشر الاسمرار في الفطر المحاري الشتوي المشعع والمجفف بالمجفف الشمسي يتراوح ما بين (29.4–35.3).



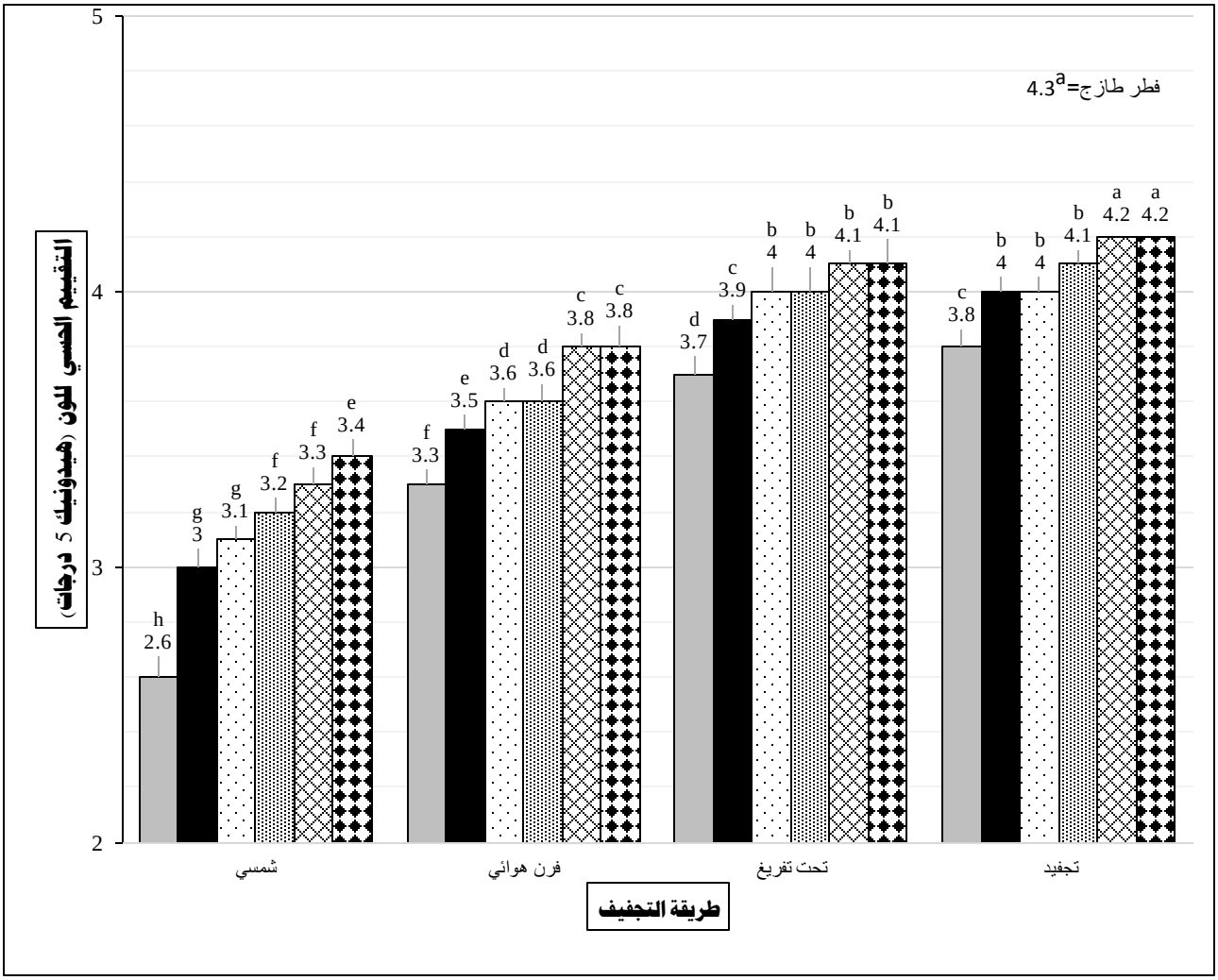
الشكل (4–6) مؤشر الاسمرار (BI) في الفطر المحاري وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

بينت النتائج كما يظهر في الشكل (4–6) أن لكل من طريقة التجفيف والمعاملات الأولية تأثير كبير في مؤشر الاسمرار، حيث وجد أن التجفيف الشمسي للفطر أدى لأعلى مؤشر اسمرار (66.5–35.6) نتيجة طول مدة التجفيف، تلاه التجفيف بالهواء الساخن (47.9–29.7) نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وحركة الهواء والتي تنشط حصول تفاعلات الاسمرار، ثم التجفيف تحت التفريغ (35.8–23.7) نتيجة انخفاض سوية الاسمرار الإنزيمي بفعل التفريغ، في حين كان للتجفيد أدنى

مؤشر اسمرار (20.5–29.2) نتيجة استخدام درجة حرارة منخفضة مع التفريغ في عملية التجفيف، تتفق نتائجنا مع ما وجده Gothandapani وآخرون، (1997) بأن التجفيف الشمسي أعطى مؤشر اسمرار أعلى من تقانات التجفيف الصناعية الأخرى كالتجفيف السريري والتجفيف بالطبقة الرقيقة، كما أظهرت النتائج أن المعاملات الأولية ساهمت في الحفاظ على لون الفطر وخفضت معامل الاسمرار عند كل طرائق التجفيف، حيث أدى السلق لخفض مؤشر الاسمرار من (29.2–66.5) في العينات غير المعاملة إلى (25.4–49.4) في العينات المسلوقة، وأدى النقع بحمض الستريك لخفض مؤشر الاسمرار إلى (23.4–43.6)، وأدت معاملة الكبرتة لأدنى مؤشر اسمرار (20.5–34.7)، وقد لوحظ أن زيادة تركيز كل من المعاملتين السابقتين أدى عموماً لزيادة الانخفاض الحاصل في مؤشر الاسمرار، ويعود ذلك لدور تلك المعاملات في خفض نشاط تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي وفق مستويات متفاوتة.

4–7: نتائج التقييم الحسي لعينات الفطر المجفف:

4–7–1: نتائج تقييم اللون في عينات الفطر المحاري المجفف: يبين الشكل (4–7) نتائج تقييم اللون في الفطر المحاري المجفف، حيث يلاحظ أن درجة تقييم اللون انخفضت نتيجة عملية التجفيف من 4.3 في الفطر الطازج إلى (2.6–4.2) في الفطر المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة، ويعود ذلك إلى تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي والتي تنشط بفعل عملية التجفيف، وأظهرت النتائج أن عينة الفطر المكبرتة 0.5% والمجفدة حصلت على أعلى درجة تقييم للون 4.2، في حين حصلت العينة غير المعاملة والمجففة شمسياً على أدنى درجة تقييم 2.6.



الشكل(4–7): تقييم اللون في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

أظهرت النتائج كما يظهر في الشكل (4–7) أن العينات المجففة شمسياً حصلت على أدنى درجة تقييم للون (2.6–3.4) وذلك لارتفاع سوية تفاعلات الاسمرار نتيجة طول مدة التجفيف والتعرض للظروف الجوية (Kumar وآخرون، 2013)، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن بقيم (3.3–3.8) نتيجة ارتفاع حرارة التجفيف وحركة الهواء المستمرة (Kumar وآخرون، 2014)، ثم المجففة تحت التفريغ (3.7–4.1) لانخفاض سوية تفاعلات الاسمرار الإنزيمي نتيجة غياب الأوكسجين بالتفريغ، في حين حصلت العينات المجفدة على أعلى درجة تقييم (3.8–4.2) تكاد تماثل درجة تقييم الفطر الطازج 4.3، ويعود ذلك لاستخدام درجات حرارة منخفضة وتطبيق التفريغ، مما يجعل نشاط تفاعلات الاسمرار

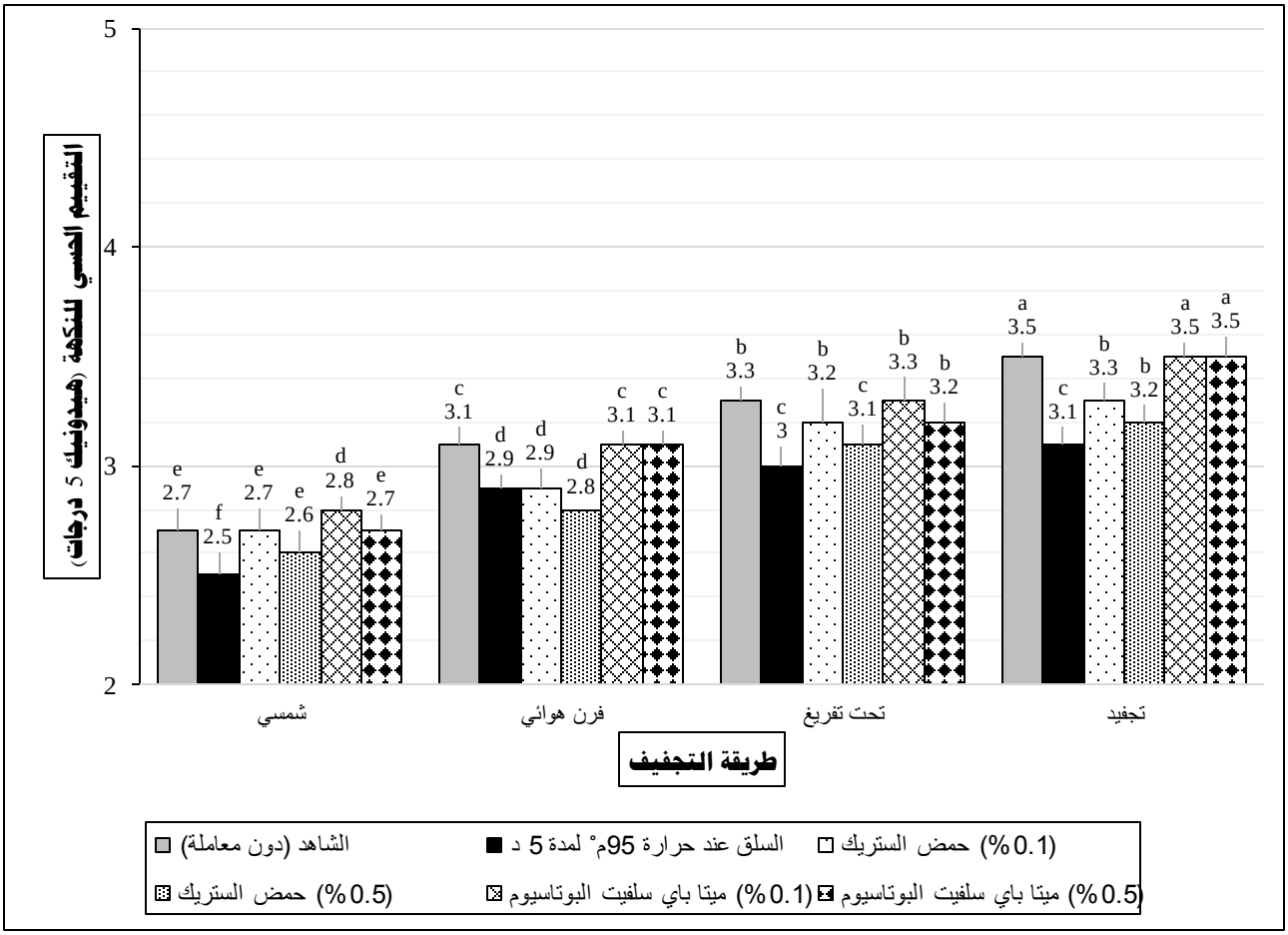
والتي تؤدي لتراجع اللون في حدودها الدنيا. تتفق نتائجنا مع كل من Dunkwal وآخرون، (2007) و Kumari وKumari، (2018) بتفوق عينات الفطر المحاري المجففة بالهواء الساخن من حيث درجة تقييم اللون على العينات المجففة شمسياً بغض النظر عن المعاملات الأولية المطبقة، لكنها تختلف مع Maray وآخرون، (2017) الذين وجدوا أن عينات الفطر المحاري المجففة شمسياً تفوقت على المجففة بالهواء الساخن وتحت التفريغ.

بينت النتائج أن للمعاملات الأولية تأثيراً إيجابياً في لون الفطر، حيث أدى السلق بالماء الساخن لرفع درجة تقييم اللون من (2.6–3.8) في الفطر الطازج إلى (3.0–4.0) في عينات الفطر المسلوقة، ويرجع ذلك لمساهمة السلق في خفض تفاعلات الاسمرار الإنزيمي نتيجة التخريب الجزئي لإنزيم بولي فينول أوكسيداز، والاسمرار اللاإنزيمي نتيجة ارتشاح جزء من الركائز السكرية والبروتينية لماء السلق، كما أدت معاملة النقع بحمض الستريك (0.1 و0.5)% لنتيجة أفضل، حيث رفعت درجة التقييم الحسي اللون إلى (3.1–4.1)، ويعود ذلك لتأثير المعاملة في خفض حموضة الوسط، مما يخفض من نشاط تفاعلات الاسمرار ويحافظ على لون الفطر، في حين كان لمعاملة الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و0.5)% تأثيراً أكبر في تحسين اللون من المعاملات الأخرى، حيث حصلت العينات المكبرتة على أعلى قيم (3.3–4.2)، ويعود ذلك لتأثير الكبرتة في خفض الاسمرار الإنزيمي نتيجة النشاط القوي المضاد للأكسدة، والاسمرار اللاإنزيمي نتيجة لارتباط ثنائي أوكسيد الكبريت المتحرر بالوسط مع المجموعات الكربونيلية في السكريات المرجعة (Kumar وآخرون، 2013)، تتفق نتائجنا مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين ذكروا أن معاملات السلق والنقع بحمض الستريك أدت للحصول على فطر محاري رمادي ذو تقييم لون أفضل من العينات غير المعاملة عند كل طرائق

التجفيف، كما تتفق مع كل من Hassan و Medany، (2014) و Mohamed و Hoo، (1994) بأن عملية كبرته الفطر المحاري بمحاليل السلفيت قبل التجفيف بالهواء الساخن أدت لتحسين درجة تقييم اللون مقارنة بالعينات غير المعاملة، في حين تختلف مع Arumuganathan وآخرون، (2013) الذين أشاروا إلى أن الفطر الأبيض المجفف بالهواء الساخن والمعامل بالسلق أو الكبرتة أو الأحماض العضوية حصل على درجة تقييم لون أدنى من العينة غير المعاملة. تتفق نتائج التقييم الحسي للون عموماً مع نتائج قياس اللون وفق جهاز Hunter Lab والمعبر عنها وفق قيم تغير اللون (ΔE) ومؤشر الاسمرار (BI).

4-7-2: نتائج تقييم النكهة في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الشكل (4-8) نتائج تقييم النكهة (الطعم والرائحة) في الفطر المحاري المجفف، حيث يلاحظ أن درجة التقييم انخفضت نتيجة عملية التجفيف من 3.5 في الفطر الطازج إلى (2.5-3.5) في الفطر المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، ويعود ذلك لتأثير درجة الحرارة المطبقة أثناء التجفيف في تخريب مركبات النكهة، بالإضافة للتأثير السلبي في النكهة لبعض المعاملات الأولية الفيزيائية والكيميائية المطبقة، وقد أظهرت النتائج أن أعلى درجة تقييم للنكهة كانت في عينة الفطر المكبرتة المجففة بالتجميد 3.5، في حين كانت أدنى درجة في العينة المسلوقة والمجففة شمسياً 2.5.



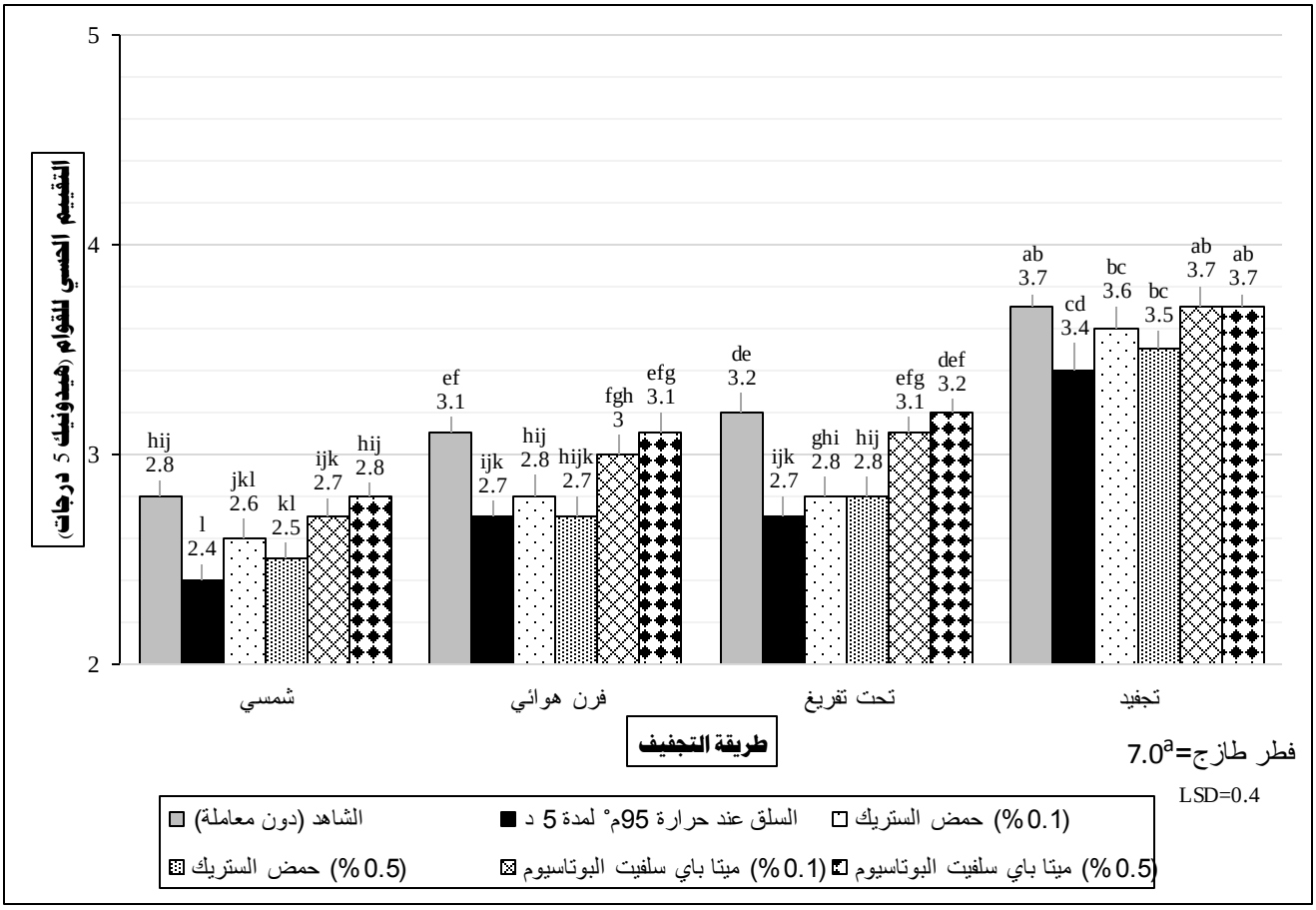
الشكل(4–8): تقييم النكهة في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

بينت النتائج أن لكل من طريقة التجفيف والمعاملات الأولية تأثير في نكهة الفطر المجفف، حيث وجد أن الفطر المجفف شمسياً امتلك أدنى درجة نكهة (2.5–2.8) نتيجة تخرب مركبات النكهة بسبب طول مدة التجفيف وتعرض المنتج للجو الخارجي، تلاه الفطر المجفف بالهواء الساخن (2.8–3.1) نتيجة تأثير الحرارة المرتفعة وحركة الهواء الساخن والتي تتسبب بفقدان مركبات النكهة (Kumar وآخرون، 2014)، ثم العينات المجففة تحت التفريغ والتي امتلكت قيم أعلى قليلاً (3.0–3.3)، حيث يساعد التفريغ وعدم وجود حركة للهواء وغياب الأوكسجين في حفظ مركبات النكهة حيث يحميها من الأكسدة، في حين امتلكت العينات المجفدة لأعلى تقييم للنكهة (3.1–3.5). تتفق نتائجنا مع Kumari وKumari، (2018) اللذين وجدا أن عينات الفطر المحاري الشتوي المجففة بالهواء

الساخن ذات درجة تقييم نكهة أفضل من المجففة شمسياً ، في حين تختلف مع Muyanja وآخرون، (2012) الذين ذكروا أن عينات الفطر المحاري المجففة شمسياً تفوقت من حيث النكهة على العينات المجففة بالهواء الساخن. بينت النتائج كما يظهر في الشكل (4–8) أن معظم المعاملات الأولية عدا معاملة الكبرتة أدت لخفض درجة تقييم نكهة الفطر حيث أدى السلق بالماء الساخن لخفض درجة التقييم من (2.7–3.5) في عينات الفطر غير المعاملة إلى (2.5–3.6) في العينات المسلوقة، ويعود ذلك لارتشاح جزء من مركبات النكهة إلى ماء السلق، كما أدى النقع بحمض الستريك (0.1 و0.5)% لخفض درجة تقييم النكهة إلى (2.6–3.3)، ويمكن تفسير ذلك بازدياد حموضة الفطر المجفف نتيجة تشربه لجزء من ماء النقع قبل عملية التجفيف، بالإضافة لتأثير زيادة درجة حموضة محلول النقع في زيادة نسبة الارتشاح، مع ملاحظة ازدياد انخفاض درجة تقييم النكهة بازدياد تركيز الحمض، فيما أدت معاملة الكبرتة للحفاظ على نكهة الفطر إذا قاربت القيم المتحصل عليها (2.7–3.5) قيم العينة غير المعاملة، وقد يرجع ذلك للتأثير المضاد للأكسدة لمادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والذي يمنع أكسدة مركبات النكهة (Ahmadi وآخرون،2020). تتفق نتائجنا مع Medany وآخرون، (2014) بأن الفطر المحاري المجفف بالهواء الساخن والمعامل بالكبرتة حصل على درجة تقييم نكهة تقارب العينة غير المعاملة، كما تتفق مع Dunkwal وآخرون، (2007) و Arumuganathan وآخرون، (2013) الذين ذكروا أن السلق قبل التجفيف في الفطر المحاري والأبيض على التوالي أدى للحصول على منتج ذو نكهة أدنى من العينات غير المعاملة.

4-7-3: نتائج تقييم القوام في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الشكل (4-9) نتائج تقييم القوام في عينات الفطر المحاري المجفف وفق مقياس هيدونيك ذو 5 درجات، حيث يلاحظ أنها انخفضت من 3.8 في الفطر الطازج إلى (2.4-3.7) في الفطر المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة، ويعود الاختلاف في قوام عينات الفطر لعوامل عديدة كالتركيب الكيميائي وتأثير المعاملات الأولية، بالإضافة لتأثير طريقة التجفيف في الحفاظ على بنية الفطر والانكماش الحجمي الناتج عن عملية التجفيف. تظهر النتائج أن طريقة التجفيف الشمسي أعطت أدنى درجة قوام (2.4-2.8) نتيجة ارتفاع معدل فقد الألياف والتغيرات الكبيرة الحاصلة في بنية وحجم الفطر، تلتها العينات المجففة بالفرن وتحت التفريغ بقوام متقارب بقيم تراوحت بين (2.7-3.2)، في حين كان للعينات المجففدة أفضل قوام (3.4-3.7)، ويعود ذلك لمحافظة التجفيد على البنية النسيجية الفطر، وبالتالي عدم حصول تغير كبير في قوام الفطر.



الشكل(4–9): تقييم القوام في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

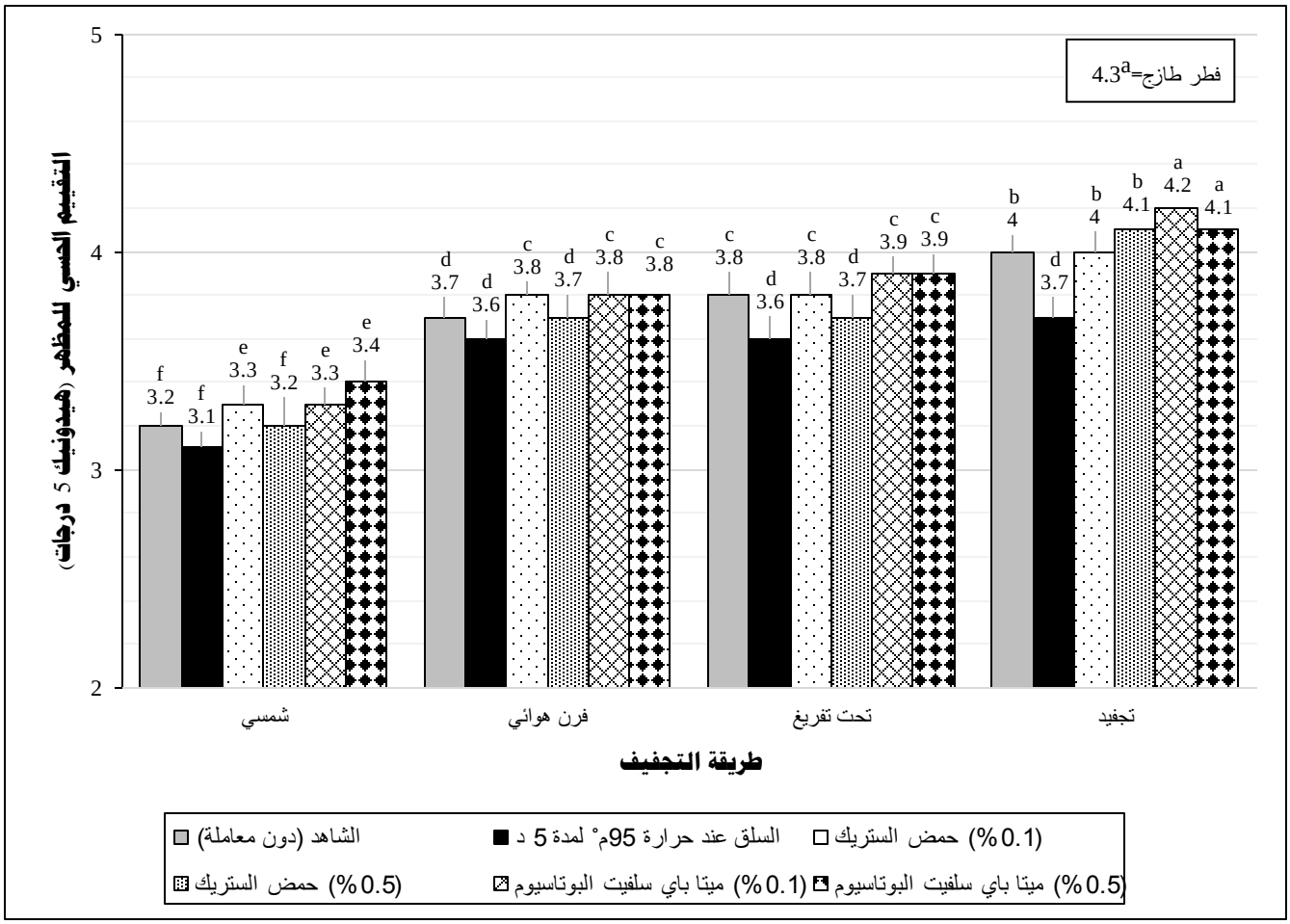
تتفق نتائجنا مع ما وجده Dunkwal وآخرون، (2007) وKumari وKumari، (2018) بأن عينات الفطر المحاري المجففة بالهواء الساخن كانت ذات درجة تقييم قوام أعلى من العينات المجففة شمسياً، فيما تختلف نتائجنا مع Maray وآخرون، (2017) الذين أشاروا بأن الفطر المحاري المجفف شمسياً ذو قوام أفضل من الفطر المجفف بالهواء الساخن وتحت تفريغ.

أظهرت النتائج أن المعاملات الأولية أدت إلى خفض درجة قبول قوام الفطر المجفف، حيث أدت معاملة السلق لخفض درجة القوام من (2.8–3.7) في العينات غير المعاملة إلى (2.4–3.4) في العينات المسلوقة، نتيجة تأثير عملية السلق بالماء الساخن في تخريب بنية الفطر، وحصول فقد

بالمكونات ولا سيما الألياف الخام، في حين أدت معاملة النقع بحمض الستريك (0.1 و0.5)% لتحسين قوام الفطر مقارنة بالسلق حيث حصلت على قيم أعلى (2.5–3.6)، ويعود ذلك لتأثير ماء النقع الحامضي في ارتشاح بعض المواد الصلبة ولا سيما الألياف الخام مما يؤثر في بنية وقوام الفطر (Pruthi وآخرون، 1978)، في حين حصلت العينات المكبرتة على أفضل تقييم للقوام (2.7–3.7) تقارب العينات غير المعاملة. تتفق نتائجنا مع ما ذكره Dunkwal وآخرون، (2007) بأن معاملة السلق أعطت فطر محاري رمادي ذو درجة قوام أدنى من العينات غير المعاملة ، كما تتفق مع Arumuganathan وآخرون، (2013) الذين وجدوا أن الفطر الأبيض المجفف بالهواء الساخن والمعامل بالسلق حصل على درجة تقييم قوام أقل من العينة غير المعاملة في حين أدت معاملات الكبرتة والأحماض العضوية للحصول على قوام مقارب للعينة غير المعاملة، تختلف نتائجنا مع Kumari وKumari، (2018) الذين وجدوا أن المعاملات الأولية كالكبرتة والنقع بحمض الستريك أعطت فطراً مجففاً ذو قوام أفضل من عينة الشاهد عند التجفيف الشمسي وبالهواء الساخن.

4–7–4: نتائج تقييم المظهر في عينات الفطر المحاري المجفف:

يبين الشكل (4–10) نتائج تقييم المظهر وفق مقياس هيدونيك ذو 5 درجات في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق ومعاملات أولية مختلفة، حيث يلاحظ انخفاض درجة تقييم المظهر من 4.3 في الفطر الطازج إلى (3.1–4.1) في الفطر المجفف وذلك نتيجة حصول انكماش حجمي بالدرجة الأولى نتيجة التخلص من الرطوبة وتخريب بنية وأنسجة الفطر بفعل عملية التجفيف، بالإضافة لتأثير المعاملات الفيزيائية والكيميائية المطبقة بغرض حفظ الفطر، وقد وجد أن العينة المسلوقة والمجففة شمسياً كانت ذات أدنى مظهر 3.1، والعينة المكبرتة 0.1% والمجففة ذات أفضل مظهر 4.2.



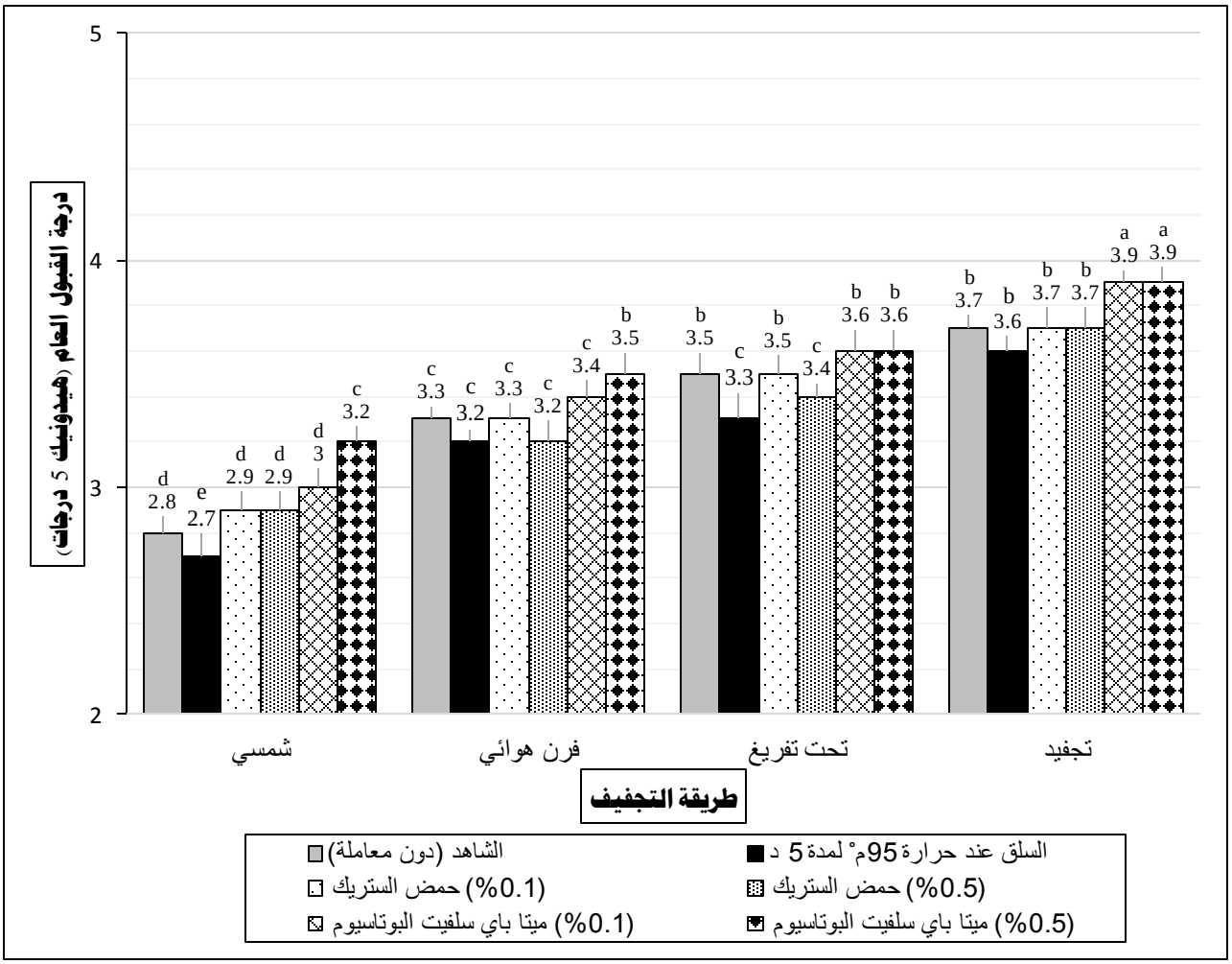
الشكل(4–10): تقييم المظهر في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

يلاحظ من الشكل (4–10) أن لكل من طريقة التجفيف والمعاملات الأولية تأثيراً في مظهر الفطر، حيث امتلكت العينات المجففة شمسياً أدنى درجة تقييم (3.1–3.4) نتيجة ارتفاع معدل الانكماش الحجمي وحصول تخريب في البنية المسامية للفطر المجفف، تلتها العينات المجففة بالهواء الساخن وتحت التفريغ والتي امتلكت قيم تقييم مظهر متقاربة (3.5–3.9) نتيجة حصول انكماش متوسط في الحجم بسبب معدل التجفيف المرتفع وسرعة التخلص من الرطوبة، في حين امتلكت العينات المجفدة أعلى درجة تقييم للمظهر (3.6–4.2) نتيجة اعتماد طريقة التجفيد على التخلص من الرطوبة على عملية التسامي مما يحافظ على بنية الفطر ومساميته ويتسبب بأقل نسبة انكماش حجمي، تتفق نتائجنا

مع Dunkwal وآخرون، (2007) الذين ذكروا أن الفطر المحاري الرمادي المجفف بالهواء الساخن ذو تقييم مظهر أعلى من الفطر المجفف شمسياً، فيما تختلف مع Maray وآخرون، (2017) الذين ذكروا أن الفطر المحاري المجفف شمسياً ذو مظهر أفضل من المجفف بالهواء الساخن.

يلاحظ من الشكل (4–10) أن المعاملات الأولية أدت لتأثيرات متباينة في درجة تقييم المظهر، حيث أدى السلق لخفض تقييم المظهر نتيجة تأثير حرارة ماء السلق في تخريب البنية النسيجية للفطر مما يزيد من انكماش الحجم، في حين أدت معاملة النقع بحمض الستريك والكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1 و0.5)% إلى تحسين مظهر الفطر، وذلك لتأثير معاملتي النقع بالحمض والكبرتة في تقليل التغيرات البنيوية في الفطر والانكماش في الحجم نتيجة تأثيرهما في خفض زمن التجفيف، تتفق نتائجنا مع Anshu وAnju، (2018) اللذين ذكرا أن معاملة الفطر المحاري بالكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.1–0.2)% حسنت من مظهر الفطر مقارنة بعينة الشاهد، فيما تختلف مع Martinez-Soto وآخرون، (2001) الذين وجدوا أن الفطر المحاري المجفف المعامل بالنقع بحمض الستريك أو الكبرته بمحاليل السلفيت ذو مظهر أدنى من الفطر غير المعامل.

4–7–5: نتائج درجة القبول الكلي في عينات الفطر المحاري المجفف: يبين الشكل (4–11) درجة القبول الكلي في الفطر المحاري المجفف، حيث يلاحظ أنها انخفضت نتيجة عملية التجفيف من 4.0 في الفطر الطازج إلى (2.7–3.9) في الفطر المجفف وفق طرائق تجفيف ومعاملات أولية مختلفة، وقد لوحظ وجد أن العينة المكبرتة والمجفدة كان ذات أعلى قبول كلي 3.9، والعينة المسلوقة والمجففة شمسياً ذات أدنى درجة قبول 2.7.



الشكل (4–11): درجة القبول الكلي في الفطر المحاري المجفف وفق طرائق تجفيف و معاملات أولية مختلفة

يلاحظ من الشكل (4–11) أن العينات المجففة شمسياً كانت ذات أدنى درجة قبول (2.7–3.1)، وذلك نتيجة انخفاض مجمل صفاتها الحسية نتيجة طول مدة التجفيف والتعرض للظروف الجوية المحيطة وعدم التحكم الكامل بعملية التجفيف مقارنة بالطرائق الأخرى والذي يؤدي لانضغاط الكتلة وتخرب البنية المسامية وتراجع لون وقوام للفطر، وقد أشار Dunkwal وآخرون، (2007) إلى أن وجود الغبار والحشرات وتقلب درجة حرارة الجو في التجفيف الشمسي عوامل مساعدة في تنشيط تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي مما يؤدي لتراجع في اللون والنكهة والقوام، تلتها العينات

المجففة بالهواء الساخن (3.2–3.5) نتيجة استخدام درجة حرارة مرتفعة في التجفيف مع وجود حركة للهواء الساخن وارتفاع معدل التجفيف والتخلص من الرطوبة بشكل سريع، ثم العينات المجففة تحت التفريغ (3.3–3.6) نتيجة استخدام التفريغ الذي يقلل من التغيرات الحاصلة في الصفات الحسية كاللون والنكهة أثناء التجفيف، في حين حصلت العينات المجفدة على أعلى درجة قبول عام (3.6–3.9) وذلك نتيجة استخدام درجات حرارة منخفضة مع التفريغ أثناء التجفيف والتخلص من الرطوبة عن طريق التسامي دون تخريب البنية النسيجية للفطر وإعطاء بنية مسامية مع الحفاظ على الحجم الأصلي وعدم فقد مركبات النكهة (Arumuganathan وآخرون ،2013)، وقد قاربت درجة قبول العينات المجفدة درجة قبول الفطر الطازج 4.0. تتفق نتائجنا مع Bashir وآخرون، (2019) الذين وجدوا أن الفطر المحاري المجفف بالتجفيد حصل على أعلى درجة قبول كلي، مقارنة بطرائق التجفيف الأخرى كالتجفيف الشمسي التقليدي، والتجفيف بالهواء الساخن والتجفيف بالمايكروويف، كما تتفق مع Naik وآخرون، (2006) الذين ذكروا أن الفطر المحاري المجفف بالتجفيد حصل على أعلى درجة قبول كلي مقارنة بطرائق التجفيف الأخرى، فيما تختلف مع Muyanja وآخرون،(2012) الذين وجدوا أن عينات الفطر المحاري المجففة شمسياً تفوقت من حيث القبول الحسي العام على العينات المجففة بالهواء الساخن. يلاحظ من الشكل (4–11) أن معاملة السلق أدت إلى خفض درجة القبول الكلي بالمقارنة مع العينة غير المعاملة، فيما أدت الكبرتة والنقع بحمض الستريك لتحسين القبول الحسي، تتفق نتائجنا مع Arumuganathan وآخرون، (2013) و Mohamed و Hoo، (1994) في الفطر الأبيض والمحاري على التوالي عند التجفيف بالهواء الساخن وتطبيق معاملات أولية مختلفة.

ج- نتائج التطبيقات الغذائية لمجففات الفطر المحاري:

5-1: مسحوق الحساء المحضر وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر المحاري:

5-1-1: نتائج التركيب الكيميائي لخلطات مسحوق حساء الفطر:

يظهر الجدول (5-1) نتائج التركيب الكيميائي لخلطات مسحوق حساء الفطر:

الجدول (5-1) :التركيب الكيميائي لخلطات مسحوق حساء الفطر المحاري

المكون الكيميائي	نسبة الاستبدال (الخلطة)				L.S.D
	(شاهد) %0	(A) %10	(B) %20	(C) %30	
الرطوبة (%)	0.07±3.12^{d}	0.13±3.86^{c}	0.16±4.06^{b}	0.08±4.39^{a}	0.18
الدسم (%)	0.12± 5.96^{a}	0.17±6.01^{a}	0.09±5.86^{b}	0.21±5.88^{b}	0.06
البروتين (%)	0.26±11.88^{d}	0.29±12.26^{c}	0.09±12.61^{b}	0.18±13.79^{a}	0.31
الرماد (%)	0.09±2.44^{d}	0.20±2.87^{c}	0.16±3.18^{b}	0.11±3.64^{a}	0.18
الألياف الخام (%)	0.11± 0.79^{c}	0.08±0.84^{c}	0.12±1.19^{b}	0.08±1.51^{a}	0.15
الكربوهيدرات الكلية (%)	1.01±75.81^{a}	1.92±74.16^{b}	1.63±73.10^{c}	2.33±70.79^{d}	1.05
السكاكر المرجعة (%)	0.28± 0.54^{d}	0.18±1.02^{c}	0.24±1.25^{b}	0.16±1.65^{a}	0.11
فيتامين C (مغ/100غ)	0.15±6.42^{a}	0.24±5.91^{a}	0.18±6.18^{a}	0.12±6.33^{a}	0.56
درجة الحموضة pH	0.10±6.52^{a}	0.12±6.54^{a}	0.08±6.39^{b}	0.04±6.36^{b}	0.12
الطاقة (كيلوكالوري/100غ)	1.03±357.54^{a}	1.09±353.55^{a}	1.89±349.79^{a}	1.97±346.01^{a}	12.5

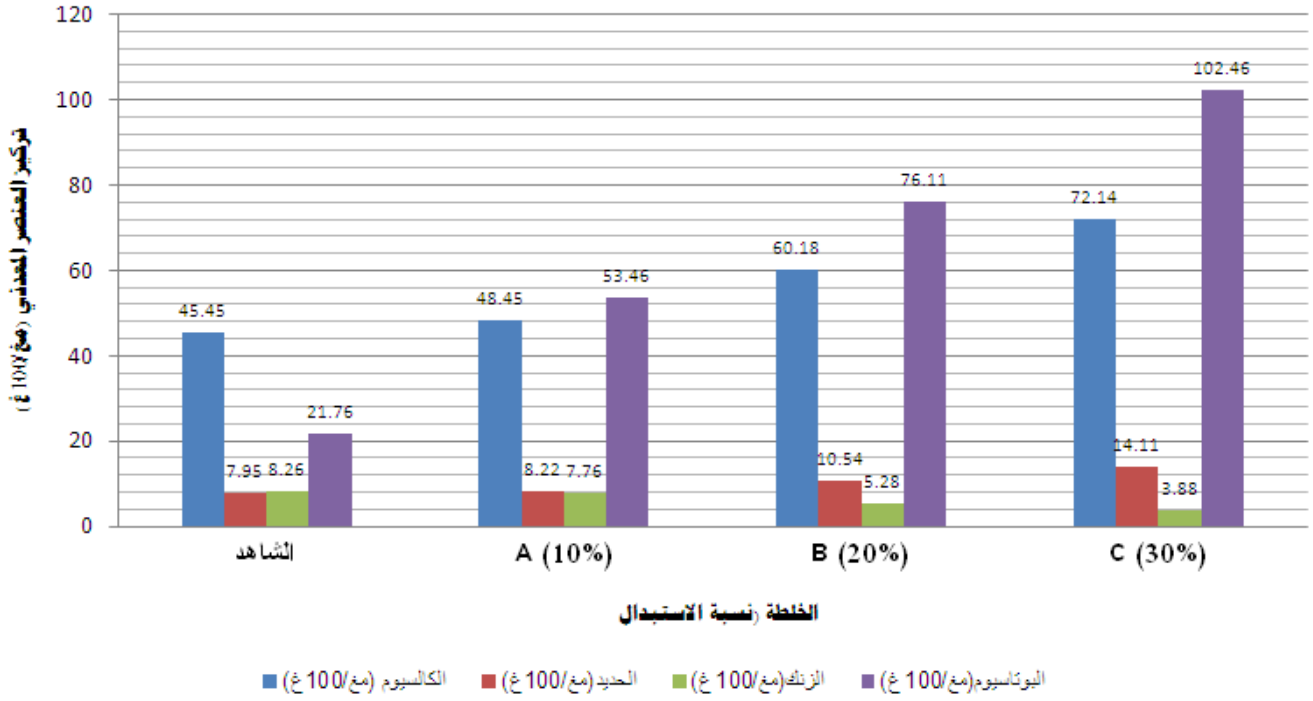
- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة (a,b,c,d) ضمن نفس الصف إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها عند مستوى 5%

يظهر الجدول (5-1) أن خلطات مسحوق حساء الفطر وفق نسب الاستبدال المختلفة احتوت على نسبة دسم تتراوح بين (5.86-6.01)%، وبروتينات بين (12.26-13.79)%، ورماد بين

(2.87–3.64)%، وألياف خام بين (0.84–1.51)%، وكربوهيدرات كلية بين (70.92–74.15)% وسكاكر مرجعة بين(0.54–1.65)%، وطاقة بين(346–353) كيلوكالوري/100غ، وحمض الأسكوربيك بين (5.91–6.33) مغ/100 مادة جافة، كانت درجة pH بحدود(6.36–6.54)، كما يلاحظ زيادة نسبة الرطوبة بزيادة نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الفطر حيث ارتفعت وبشكل معنوي من 3.12% في عينة الشاهد إلى 4.39 % في الخلطة C (30% مسحوق فطر)، ويعود ذلك لارتفاع نسبة الرطوبة في مسحوق الفطر (8-9)% تقريباً مقارنة بدقيق القمح والذي عرض لعملية تجفيف أولية بغرض خفض المحتوى الرطوبي للمنتج النهائي، كما لوحظ انخفاض معنوي في محتوى الدسم 5.86 % عند زيادة نسبة الاستبدال عن 20% مقارنة بعينة الشاهد 5.96 %، ويعود ذلك لانخفاض محتوى الدسم في مسحوق الفطر مقارنة دقيق القمح، ويتوافق ذلك مع Manzi وآخرون، (2001) عند دراسة تدعيم الدقيق بمسحوق الفطر المجفف. كما لوحظ زيادة نسبة البروتين بزيادة نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الفطر حيث ارتفعت من 11.88% في في الشاهد إلى 13.79% في الخلطة C عند نسبة استبدال 30%، ويعود ذلك لارتفاع نسبة البروتين في مسحوق الفطر المحاري (Regula و Siwulski، 2007) مقارنة مع دقيق القمح، كذلك ارتفعت نسبة الرماد بشكل مضطرد في الخلطات المحضرة بزيادة نسبة الاستبدال من 2.44% في عينة الشاهد إلى 3.64 % في الخلطة C (30% مسحوق فطر) ويعود ذلك لارتفاع نسبة الرماد في مسحوق الفطر (7-9)% مقارنة بدقيق القمح والتي لا يتجاوز فيه الرماد 1% (Regula و Siwulski، 2007)، كما لوحظ زيادة نسبة الألياف الخام بزيادة نسبة الاستبدال عند نسبة تفوق 10%، وقد ذكر Alam وآخرون ،(2008) أن جنس المحاري يحوي ألياف بنسبة (13-24)% مادة جافة، كما لوحظ انخفاض معنوي في نسبة الكربوهيدرات في مسحوق حساء الفطر بزيادة نسبة الاستبدال حيث انخفضت من 75.81% في عينة

الشاهد إلى 70.79% في الخلطة C (30% مسحوق فطر) ويعود ذلك لانخفاض محتوى الفطر من الكربوهيدرات الكلية مقارنة بدقيق القمح، كذلك ارتفعت نسبة السكاكر المرجعة بزيادة نسبة الاستبدال حيث ارتفعت من 0.54 % في عينة الشاهد إلى 1.65% في الخلطة C (30% مسحوق فطر) ويعود ذلك لارتفاع نسبة السكاكر المرجعة في مسحوق الفطر مما يزيد من تفاعل ميلارد عند التسخين (Correa وآخرون، 2016). بينت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين الخلطات المختلفة بمحتواها من حمض الأسكوربيك، حيث تراوحت القيم بين (5.9-6.4) مـغ/100غ، كما لوحظ أن درجة pH انخفضت إلى 6.36 بزيادة نسبة الاستبدال عن 20% مقارنة بالشاهد 6.52، كما يلاحظ من الجدول (5–1) تناقص الطاقة بزيادة نسبة الاستبدال بمسحوق الفطر المحاري ويعود ذلك لانخفاض محتوى مسحوق الفطر المحاري من الدسم (Carneiro وآخرون، 2013).

يبين الشكل (5-1) تركيز أهم العناصر المعدنية في خلطات مساحيق حساء الفطر المحضرة:



الشكل (5–1) تركيز أهم العناصر المعدنية "مغ/100غ وزن رطب" في خلطات مسحوق حساء الفطر

يلاحظ من الشكل(5–1) ومن نتائج التحليل الاحصائي حصول زيادة كبيرة في تركيز عنصر البوتاسيوم، حيث ارتفع من 21.76 في عينة الشاهد إلى 102.46 مغ/100غ وزن رطب في الخلطة C التي تم استبدال فيها بنسبة 30%، كما لوحظ وجود زيادة في كل من عنصري الحديد والكالسيوم بزيادة نسبة الاستبدال فيما لوحظ انخفاض في تركيز عنصر الزنك، ويعود ذلك لغنى مسحوق الفطر المجفف بالعناصر المعدنية ولارتفاع نسبة الرماد فيه. ذكر Mattila وآخرون ،(2001) أن الفطور الزراعية ولا سيما جنس المحاري تتميز بغناها بعناصر الحديد والبوتاسيوم والفوسفور. تتوافق هذه النتيجة مع Singh وآخرون،(2017) عند دراسته لتركيز العناصر المعدنية في خلطات حساء فطر الشيتاكي.

5–1–2: نتائج الخصائص الفيزيائية لخلطات مسحوق حساء الفطر:

يبين الجدول (5–2) الخصائص الفيزيائية لمسحوق حساء الفطر المحاري.

الجدول (5–2): الخصائص الفيزيائية لمسحوق حساء الفطر المحاري

الخصائص الفيزيائية	(شاهد)	%10 (A)	%20 (B)	%30 (C)	L.S.D
الكثافة الظاهرية (غ/سم^3)	0.02±0.66^a	0.01±0.58^b	0.01±0.44^c	0.01±0.37^d	0.04
القدرة على ربط الماء (مل/غ)	0.22±16.98^{ab}	0.14±16.95^a	0.20±17.26^b	0.10±17.64^c	0.29
معامل الانحلالية بالماء (%)	0.33±31.15^a	0.56±29.11^b	0.34±26.44^c	0.52±20.18^d	0.64

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها عند مستوى 5%

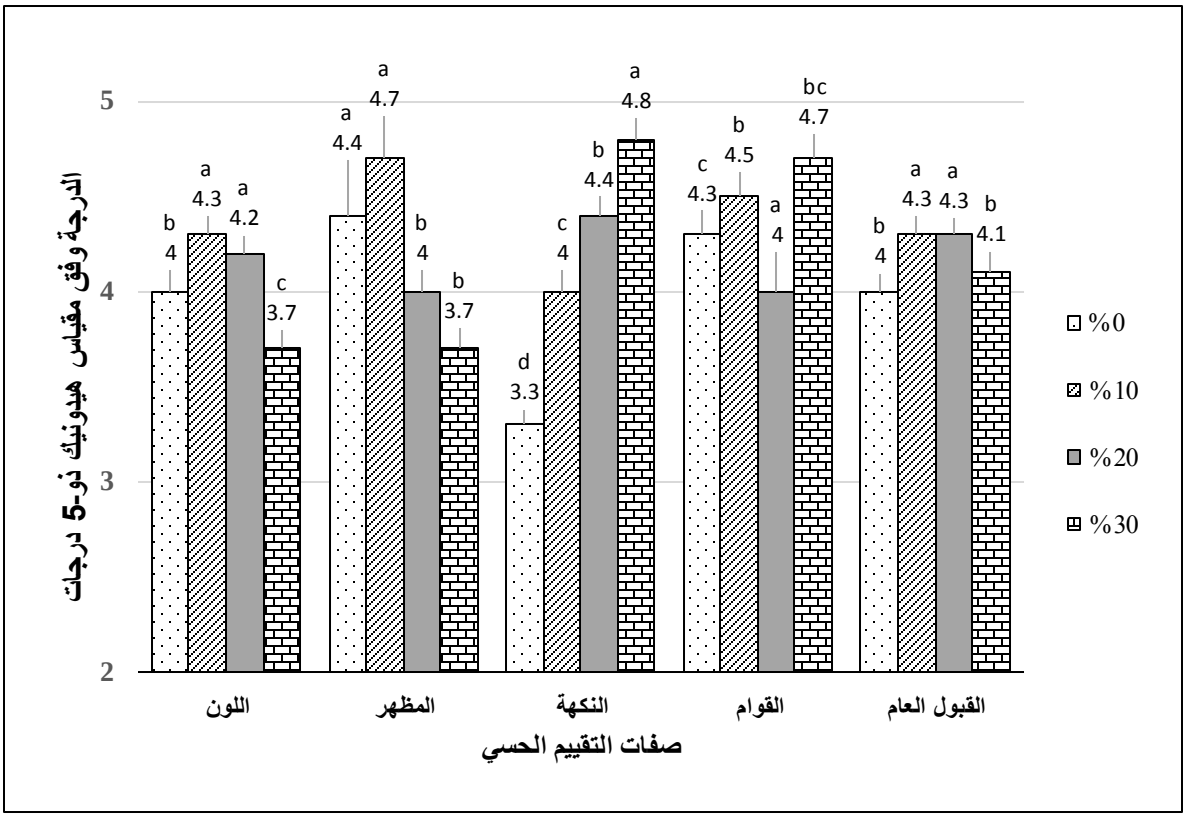
يلاحظ من الجدول أن الكثافة الظاهرية لخلطات حساء الفطر المحضرة تراوحت بين (0.37–0.66)غ/سم^3 حيث تناقصت بزيادة نسبة الاستبدال من 0.66 غ/سم^3 في عينة الشاهد إلى 0.37 غ/سم^3 عند نسبة الاستبدال 30%، ويعود ذلك لانخفاض الكثافة الظاهرية لمسحوق الفطر

مقارنة بدقيق القمح، حيث تتراوح الكثافة الظاهرية لمسحوق الفطر بين (0.35–0.45)غ/سم^3 (Ming وآخرون، 2015)، وهي أخفض من الكثافة الظاهرية لدقيق القمح 0.69غ/سم^3 (Kumar و Saini، 2016)، تتفق هذه النتيجة مع Singh وآخرون، (2003) حيث ذكروا أن الكثافة الظاهرية للحساء المحضر من مسحوق الفطر مع مصل الحليب المجفف تتراوح بين (0.37–0.44) غ/سم^3.

يبين الجدول(5–2) أن القدرة على ربط الماء لخلطات مسحوق حساء الفطر تراوحت بين (16.95–17.64) مل/غ، مع حصول ارتفاع طفيف في القدرة على ربط الماء بزيادة نسبة الاستبدال وذلك لارتفاع نسبة البروتين في مسحوق الفطر وقدرته العالية على ربط الماء (Oluwafemi وآخرون، 2016)، كما أظهرت النتائج أن معامل الانحلالية بالماء تراوح في خلطات مسحوق الفطر بين (20.18–31.15)%، مع ملاحظة انخفاض معامل الانحلالية بالماء بشكل معنوي وكبير بزيادة نسبة الاستبدال ويعود ذلك لانخفاض انحلالية مسحوق الفطر، وتتفق هذه النتيجة مع Singh وآخرون، (2003) عند تطوير مسحوق حساء الفطر مع مصل الحليب.

5–1–3: نتائج الخصائص الحسية لخلطات مسحوق حساء الفطر:

يبين الشكل (5-2) نتائج التقييم الحسي لخلطات مسحوق حساء الفطر، حيث يلاحظ أن درجة تقييم اللون تراوحت بين (3.7–4.3) بمتوسط لون جيد بلغ 4.0، وقد لوحظ انخفاض درجة قبول اللون بزيادة نسبة الاستبدال بمسحوق الفطر عند نسبة 30%.



الشكل (5–2): نتائج التقييم الحسي لخلطات مسحوق حساء الفطر

كما لوحظ الأمر نفسه بالنسبة لمظهر مسحوق خلطات حساء الفطر الذي تراوح بين (3.7–4.7) بمتوسط عام 4.1 أقل من عينة الشاهد 4.6، أما درجة قبول النكهة فقد ازدات بزيادة نسبة الاستبدال حيث ارتفعت من 3.3 في عينة الشاهد إلى 4.8 في الخلطة C عند نسبة استبدال 30% وبمتوسط عام عالي 4.4، مما يدل على درجة قبول عالية لنكهة الحساء المحضر، أما بالنسبة للقوام فوجد أن متوسط قوام الخلطات كان 4.5، وحصلت خلطات الحساء المضاف لها مسحوق الفطر على درجة قوام أعلى من عينة الشاهد 4.3، أما القبول العام لخلطات الحساء المحضرة فقد حصلت على متوسط جيد 4.2، وتفوقت كل من الخلطتين 10 و 20 % على الخلطة 30 % .

5-1-4: نتائج التغيرات الحاصلة في خلطات مساحيق حساء الفطر أثناء فترة التخزين:

يبين الجدول (5-3) التغيرات في المحتوى الرطوبي في خلطات حساء الفطر خلال فترة التخزين، يلاحظ أن الزيادة في محتوى الرطوبة كانت معنوية على مستوى 5% في عينة الشاهد خلال مدة التخزين، حيث ارتفعت من 3.12% إلى 3.8% بعد مرور عام من التخزين، لم تحصل زيادة معنوية في المحتوى الرطوبي في الخلطات 20، 30 % إلا بعد الشهر التاسع من التخزين ويعود ذلك للخصائص الهيغروسكوبية العالية لدقيق القمح مقارنة بمسحوق الفطر.

الجدول (5-3) التغيرات في محتوى الرطوبة (%) في خلطات مسحوق حساء الفطر فترة خلال التخزين

(الخلطة) نسبة الاستبدال	فترة التخزين بالأشهر				
	0	3	6	9	12
%0 (شاهد)	0.02± ^{d}3.12	0.06±^{c}3.36	0.07±^{c}3.44	0.01±^{b}3.67	0.02± ^{a}3.88
%10 (A)	0.01± ^{c}3.86	0.01± ^{c}3.91	0.04± ^{b}4.12	0.02±^{b}4.19	0.04± ^{a}4.33
%20 (B)	0.08±^{b}4.06	0.11± ^{b}4.11	0.09± ^{b}4.15	0.02± ^{b}4.22	0.01± ^{a}4.44
%30 (C)	0.03± ^{b}4.39	0.05± ^{b}4.44	0.03± ^{b}4.48	0.08±^{b}4.51	0.12± ^{a}4.64

- **تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3)**
- **تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى 5%**

تتوافق هذه النتائج مع Kumar، (2015)عند دراسته لفترة صلاحية خلطات حساء من الفطر الأبيض، حيث لم تلاحظ أي زيادة في محتوى الرطوبة حتى بعد عام من التخزين في أغلفة بوليميرية عالية الجودة على درجة حرارة الغرفة العادية، كما تتوافق مع Singh وآخرون ،(2003) عند دراستهم لتغيرات المحتوى الرطوبي في خلطات الحساء عند نسب مختلفة من مسحوق الفطر مع مصل الحليب المجفف، حيث لوحظ ارتفاع الرطوبة في معظم الخلطات المحضرة من حوالي 2% إلى ما يقارب 3.5% عند التخزين على حرارة 30م° ضمن أغلفة من البوليستر لمدة ثمانية أشهر

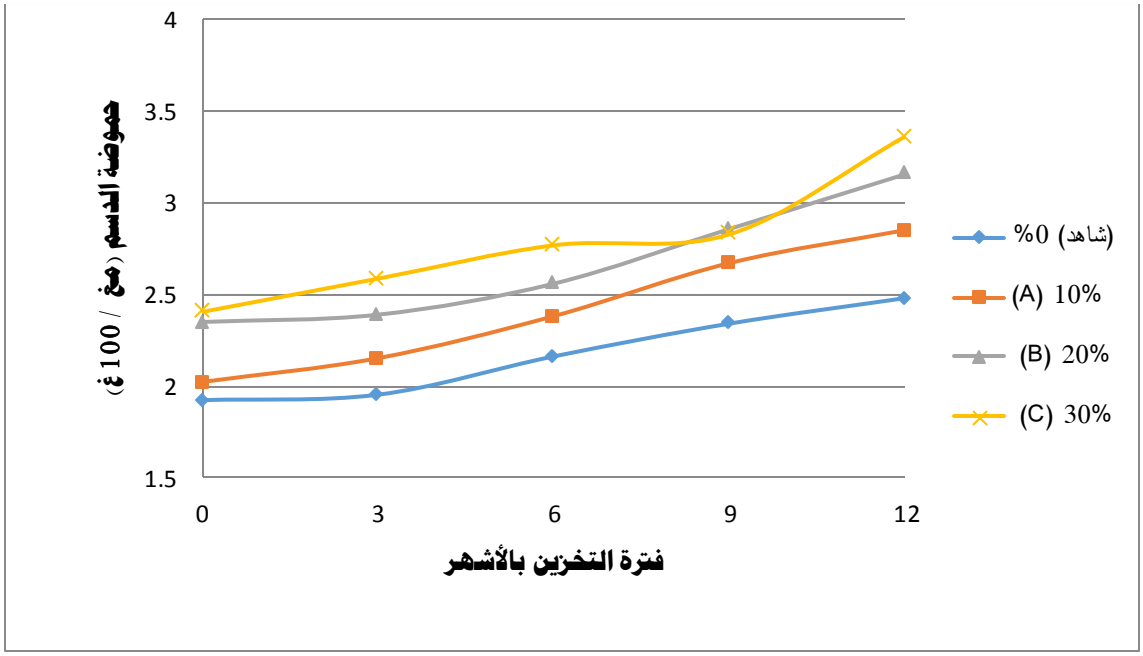
يبين الجدول (5–4) التغيرات في محتوى البروتين (%) في خلطات مسحوق حساء الفطر خلال التخزين:

الجدول (5–4) التغيرات في محتوى البروتين (%) في خلطات مسحوق حساء الفطر فترة خلال التخزين

(الخلطة) نسبة الاستبدال	فترة التخزين بالأشهر				
	0	3	6	9	12
(شاهد) 0%	0.02± ^{a}11.80	0.02±^{a}11.86	0.02± ^{a}11.79	0.02±^{a}11.72	0.02± ^{b}11.61
%10 (A)	0.02± ^{a}12.26	0.02± ^{a} 12.20	0.02± ^{a} 12.04	0.02±^{b} 11.85	0.02±^{c} 11.54
%20 (B)	0.02± ^{a}12.61	0.02± ^{b} 12.35	0.02± ^{c} 12.16	0.02±^{c} 12.02	0.02±^{d} 11.86
%30 (C)	0.02± ^{a}13.79	0.02± ^{a} 13.71	0.02± ^{b} 13.59	0.02±^{b} 13.35	0.02±^{c} 13.11

- **تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3)**
- **تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى 5%**

يلاحظ من الجدول انخفاض نسبة البروتين في جميع عينات خلطات الحساء المحضرة وفق نسب استبدال مختلفة بما في ذلك عينة الشاهد وقد لوحظ أن نسبة الانخفاض ازدادت بزيادة نسبة الاستبدال ويعود ذلك لارتفاع نسبة البروتين في مسحوق الفطر المحاري، وكان الانخفاض معنوي في الخلطة 10% في نسبة البروتين بعد الشهر التاسع من التخزين، حيث انخفضت من 12.26% في بداية فترة التخزين إلى 11.85% بعد 9 أشهر من التخزين فيما حصل الانخفاض المعنوي في نسبة البروتين في الخلطتين 20 و30% بعد ثلاثة وستة أشهر من التخزين على التوالي حيث تم الانخفاض من 12.61 ، 13.79 % إلى 12.35 و 13.59% في الخلطتين 20 و 30% على التوالي.



الشكل (5–3) التغيرات في رقم حموضة الدسم في خلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين

يلاحظ من الشكل (5-3) ازدياد رقم حموضة الدسم في جميع عينات خلطات الحساء المحضرة وفق نسب استبدال مختلفة بما في ذلك عينة الشاهد مع ملاحظة أن الحموضة الابتدائية كانت لخلطات الحساء أعلى من عينة الشاهد، حيث بلغت في الشاهد 1.92 مغ/100غ ولعينات خلطات حساء الفطر 10،20،30% كانت 2.02 ، 2.35 ، 2.41 مغ /100غ على التوالي، ويعود ذلك لارتفاع النشاط الإنزيمي في الفطر الزراعي بما في ذلك إنزيم الليباز قبل وأثناء عملية التجفيف، كما يلاحظ ارتفاع حموضة جميع الخلطات المحضرة خلال فترة التخزين(Shu وآخرون ،2006)، وتعود الزيادة في حموضة الدسم نتيجة النشاط الإنزيمي لإنزيم الليباز الموجود في مكونات خلطات حساء الفطر والمترافق مع زيادة نسبة الرطوبة، وتتوافق هذه النتيجة مع (Singh وآخرون ،2003)عند دراسته لحموضة خلطات من حساء الفطر الشيتاكي المخزنة لمدة 30 يوماً.

يظهر الجدول (5–5) التغيرات في درجة القبول العام في خلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين:

الجدول (5–5) التغيرات في درجة القبول العام في خلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين

(الخلطة) نسبة الاستبدال	فترة التخزين (الأشهر)				
	0	3	6	9	12
(شاهد) 0%	0.1± ^{a}4.0	0.2± ^{a}4.0	0.1±^{a}3.9	0.1±^{b} 3.8	0.1±^{b} 3.7
10% (A)	0.2± ^{a}4.3	0.1±^{a}4.3	0.1± ^{a}4.2	0.1±^{a} 4.3	0.2±^{b} 4.1
20% (B)	0.1± ^{a}4.3	0.3± ^{a}4.2	0.1± ^{b}4.1	0.0±^{c} 4.0	0.1±^{c} 4.0
30% (C)	0.1± ^{a}4.1	0.1±^{a}4.0	0.2± ^{a}4.0	0.1±^{b}3.8	0.1±^{b} 3.8

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى 5%

يلاحظ من الجدول أن متوسط درجة القبول العام انخفضت بشكل معنوي خلال فترة التخزين من (4.3،4.1،4.1) بداية فترة التخزين إلى(4.1،4.0،3.8) بعد 12 شهراً من التخزين للخلطات الثلاث A ، B ، C على التوالي، كما لوحظ الانخفاض المعنوي في درجة القبول العام لعينة الشاهد أيضاً وكان الانخفاض المعنوي الملحوظ في درجة القبول العام عموماً بعد الشهر التاسع من التخزين، ومع ذلك كان متوسط درجة القبول العام في نهاية فترة التخزين 3.8 وهي درجة قبول حسي مقبولة.

يظهر الجدول (5–7) التغيرات في تعداد البكتيريا في خلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين:

الجدول (5–6) التغيرات في تعداد البكتيريا ($CFU\times10^2$/ غ) لخلطات مسحوق حساء الفطر خلال فترة التخزين

(الخلطة) نسبة الاستبدال	فترة التخزين (الأشهر)				
	0	3	6	9	12
(شاهد) 0%	^{a}0.40	^{b}1.56	^{c}1.98	^{d}2.88	^{e}4.08
10% (A)	^{a}0.42	^{b}1.92	^{c}2.42	^{d}3.93	^{e}4.72
20%(B)	^{a}0.55	^{b}2.12	^{c}4.12	^{d}5.12	^{e}6.42
30%(C)	^{a}0.90	^{b}2.53	^{c}4.57	^{d}5.80	^{e}7.80
المتوسط	^{a}0.63	^{b}2.19	^{c}3.70	^{d}4.95	^{e}6.31

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي لعدد الموحدات المشكلة للمستعمرات CFU لخمسة مكررات (N=5)
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها على مستوى 5%

يلاحظ من الجدول (5–6) زيادة التعداد العام للبكتيريا بزيادة نسبة الاستبدال بمسحوق الفطر حيث كانت (0.40 ،0.42 ، 0.55 ، 0.90) $CFU\times10^2$/غ وذلك لعينات الشاهد والخلطات 10، 20 ، 30% على التوالي، كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود زيادة معنوية عند مستوى 5% في التعداد العام للأحياء الدقيقة خلال فترة التخزين في كل خلطات مساحيق حساء الفطر المحضر حيث ازداد متوسط تعداد البكتيريا للخلطات الثلاث من 0.63×10^2 CFU/غ إلى 3.70×10^2 CFU/غ بعد ستة أشهر من التخزين و إلى 6.31×10^2 CFU/غ بعد عام كامل من التخزين. وقد يعود ذلك إلى زيادة المحتوى الرطوبي للمنتج خلال فترة التخزين. وكان متوسط تعداد البكتيريا بعد مرور عام من التخزين الأعلى في الخلطة (30%) 7.80×10^2 CFU/غ متبوعاً بالخلطة (20%) 6.42×10^2 CFU/غ ، وثم الخلطة (10%) 4.72×10^2 CFU/غ ولكن يبقى التعداد العام دون الحدود الخطرة والمذكورة ضمن المواصفة السورية للاشتراطات الخاصة بالأحياء الدقيقة الواجب تحققها في المنتجات الغذائية رقم /2179/ لعام 2007 والتي يجب أن لا تزيد عن 10^5 CFU/غ في الحساء المجفف. وقد

تم الحصول على نتائج مشابهة من قبل Hafeel وآخرون،(2013) عند دراسته لخلطات الحساء الجافة خلال فترة التخزين. فيما بينت النتائج خلو جميع الخلطات المحضرة من بكتيريا الكوليفورم حيث لم يلاحظ نمو أي مستعمرات على بيئة Violent Red Bile Agar ، حيث يعتبر وجود بكتيريا مجموعة الكوليفورم دليلاً على التلوث البرازي، كما لم يظهر اختبار الكشف عن وجود بكتيريا السالمونيلا الحصول على أي عزلات من خلطات حساء الفطر المحضرة وقد يعود ذلك لسلامة المواد الأولية الداخلة في تحضير الخلطات من بكتيريا السالمونيلا خصوصاً ذات المصدر الحيواني منها كالحليب المجفف خالي الدسم.

5-2: نتائج البسكويت المحضر وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر المحاري::

5-2-1: نتائج التركيب الكيميائي للمواد الأولية الداخلة في تصنيع بسكويت الفطر:

يبين الجدول (5-7) التركيب الكيميائي للمواد الأولية المستخدمة في تصنيع بسكويت الفطر. احتوى دقيق القمح على 12.55% رطوبة، 10.50% بروتين، 0.6% ألياف، 1.2% دسم و0.85% رماد. أظهرت التحليل الإحصائي أن مسحوق الفطر أغنى بالبروتين والألياف والرماد مقارنة بدقيق القمح، حيث بلغت نسبة البروتين 23.11% والألياف الخام 5.82% والرماد 9.82%وذلك بسبب استبعاد القشرة (النخالة) بعملية الاستخراج لدقيق القمح.

الجدول (5-7):التركيب للمواد الأولية الداخلة في تصنيع بسكويت الفطر (%)

	الرطوبة	البروتين	الألياف	الدسم	الرماد	الكربوهيدرات
دقيق القمح	0.61±2.55	0.38±10.50	0.14±0.60	0.16±1.20	0.13±0.85	1.44±74.3
مسحوق الفطر	0.57±7.41	0.62±23.11	1.04 ±5.82	0.14±1.80	0.68±9.82	2.62±51.9

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة ضمن نفس الصف إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها عند مستوى 5%

5-2-2: نتائج التركيب الكيميائي لبسكويت الفطر:

يبين الجدول (5-8) التركيب الكيميائي لبسكويت الفطر وفق نسب إضافة مختلفة من مسحوق الفطر، إذ تراوح تركيز البروتين في بسكويت الفطر المحضر من خلط دقيق القمح مع مسحوق الفطر بنسب مختلفة بين(12.15-13.45)%، حيث ازداد تركيز البروتين بزيادة نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الفطر، حيث احتوى بسكويت الفطر ذو نسبة استبدال 15% على أعلى محتوى من البروتين 13.45% مقارنة بعينة الشاهد 12.15%، مما يشير إلى أن البسكويت المدعم ذو محتوى أعلى من البروتين وقيمة غذائية أعلى مقارنة مع البسكويت المصنع من 100% دقيق قمح.

الجدول (5-8) التركيب الكيميائي (%) لبسكويت الفطر عند نسب إضافة مختلفة لمسحوق الفطر

نسبة الاستبدال	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الدسم (%)	الرماد (%)	الألياف الخام (%)	الكربوهيدرات (%)
شاهد (0)	0.12 ± 3.84^{b}	0.19 ± 12.15^{c}	0.08 ± 5.54^{a}	0.12 ± 3.49^{c}	0.09 ± 4.47^{b}	0.45 ± 70.62^{a}
%5	0.18 ± 4.52^{a}	0.20 ± 12.80^{b}	0.11 ± 5.65^{a}	0.15 ± 3.61^{ab}	0.08 ± 4.72^{a}	0.64 ± 68.71^{b}
%10	0.11 ± 4.44^{a}	0.14 ± 13.25^{a}	0.04 ± 5.61^{a}	0.06 ± 3.75^{b}	0.13 ± 4.92^{a}	0.69 ± 67.73^{c}
%15	0.09 ± 4.51^{a}	0.21 ± 13.45^{a}	0.10 ± 5.59^{a}	0.10 ± 4.13^{a}	0.22 ± 5.07^{a}	0.56 ± 66.95^{c}
L.S.D	0.14	0.23	0.12	0.18	0.24	0.88

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة (a,b,c,d) ضمن العمود الواحد إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها عند مستوى 5%

كما يلاحظ من الجدول (5-8) أن نسبة الاستبدال لم تؤثر في محتوى البسكويت من الدسم مقارنة بعينة الشاهد، بالإضافة لذلك وجد أن محتوى الرماد الكلي ازداد مع زيادة مستوى مسحوق الفطر في خلطة البسكويت، حيث سجل محتوى رماد يتراوح بين (3.49-4.13)%، كما حسنت عملية التدعيم بمسحوق الفطر من محتوى الألياف الغذائية حيث ازداد بزيادة نسبة الإضافة حيث كانت(4.72، 4.92

و 5.07)% عند نسب استبدال (5 ،10 و 15)% على التوالي، وكانت الزيادة معنوية عند مستوى إضافة 10%.

5-2-3: نتائج الخصائص الفيزيائية لبسكويت الفطر:

يبين الجدول (5-9) الخصائص الفيزيائية لبسكويت الفطر وفق نسب إضافة مختلفة، حيث بينت النتائج أن عملية تدعيم البسكويت بمسحوق الفطر أثرت بشكل معنوي 5% في الكثافة الظاهرية ونسبة الفرد للبسكويت المصنع، حيث كانت الكثافة الظاهرية للبسكويت المحضر (0.72، 0.80، 0.84 و 0.89) غ/سم^3 عند مستويات إضافة لمسحوق الفطر (0،5،10 و15)% على التوالي.

الجدول (5-9) الخصائص الفيزيائية لبسكويت الفطر وفق نسب إضافة مختلفة

الخواص الفيزيائية	مستوى مسحوق الفطر (%)				L.S.D
	شاهد (0)	5%	10%	15%	
الوزن (غ)	0.03 ± 3.35^{c}	0.05 ± 3.52^{b}	0.08 ± 3.59^{b}	0.11 ± 4.19^{a}	0.17
الحجم (سم^3)	0.05 ± 4.65^{a}	0.06 ± 4.40^{b}	0.04 ± 4.27^{b}	0.12 ± 4.70^{a}	0.18
الكثافة (غ/سم^3)	0.00 ± 0.72^{d}	0.01 ± 0.80^{c}	0.00 ± 0.84^{b}	0.02 ± 0.89^{a}	0.01
نسبة الفرد	0.06 ± 5.86^{a}	0.04 ± 5.78^{a}	0.05 ± 5.63^{b}	0.03 ± 5.54^{c}	0.08

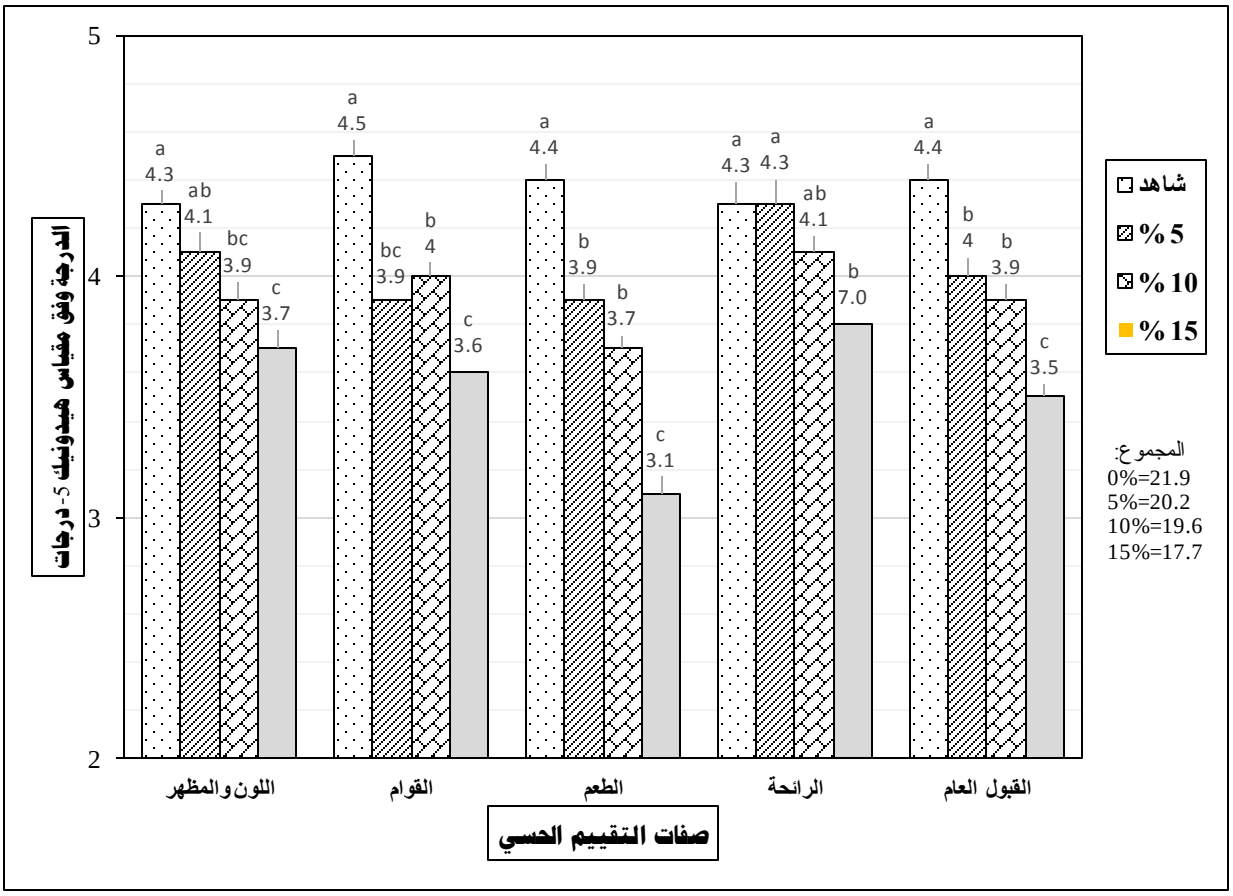
- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات (N=3).
- تشير القيم التي تحمل أحرف مختلفة (a,b,c,d) ضمن الصف الواحد إلى وجود فروقات معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يعكس كل من قطر وسماكة البسكويت ما يعرف بنسبة الفرد، وتعتبر نسبة الفرد العالية صفة مرغوبة في البسكويت (Abou Zaid وآخرون،2011). بينت النتائج أن نسبة الفرد انخفضت بشكل مطرد من 5.86 في عينة الشاهد إلى 5.54 عند نسبة استبدال 15%، مما يعني أن إضافة مسحوق الفطر بنسبة عالية تؤثر سلباً في سماكة وقطر البسكويت، حيث يعود انخفاض نسبة الفرد مع زيادة نسبة تدعيم البسكويت بمسحوق الفطر مقارنة بعينة الشاهد (100% دقيق قمح) إلى انخفاض نسبة

الغلـوتين المسـؤولة عـن تشـكيل الشـبكة الغلوتينيـة وصـفات المرونـة والمطاطيـة (Kirssel و Prentice،1979)، كما بينت النتائج زيادة وزن وكثافة البسكويت بزيادة نسبة الاستبدال ويعود ذلك لارتفاع الكثافة الظاهرية لمسحوق الفطر مقارنة بدقيق القمح، وتتفق هذه النتيجة مع Prodhan وآخرون، (2015) في البسكويت نصف الحلو المدعم بالفطر المحاري الرمادي.

5-2-4: نتائج الخصائص الحسية لبسكويت الفطر:

حيث تبين نتائج التقييم الحسي لبسكويت الفطر وفق نسب استبدال مختلفة، يتبين من الشكل (5-4) أن درجة قبول لون بسكويت الفطر تراوحت بين (3.7-4.3)، وانخفضت بزيادة نسبة إضافة مسحوق الفطر، مع ملاحظة أن بسكويت الفطر المصنع بإضافة 15% من مسحوق الفطر حصل على أدنى درجة تقييم للون والمظهر (3.7) مقارنة مع العينات الأخرى وعينة الشاهد الذي حصل على أعلى درجة لون (4.3)، أما بالنسبة للقوام فقد لوحظ أن عينة الشاهد حصلت على أعلى درجة تقييم (4.5) وكانت مرغوبة بشدة من قبل لجنة التقييم، فيما حصلت العينة المدعمة 10% من مسحوق الفطر على ثاني درجة تقييم (3.8) مقارنة بالعينات الأخرى



الشكل (5-4):التقييم الحسي لبسكويت الفطر وفق نسب استبدال مختلفة

وجد أن عينة الشاهد (100% دقيق قمح) حصلت على تقييم أفضل قليلاً بالنسبة لصفات الطعم والرائحة مقارنة بعينات البسكويت المدعمة بمسحوق الفطر، ولوحظ انخفاض كبير في تقييم النكهة عند نسبة إضافة 15%. أما بالنسبة للقبول العام فقد حصلت جميع العينات على درجة تقييم أعلى من 3 ، مما يشير إلى أن معظم العينات كانت مقبولة حسياً، وحصلت العينات المدعمة بمسحوق الفطر بنسب 5 و10% على مجموع تقييم حسي جيد ومتقارب20.2 و 19.6 على التوالي، بينما حصلت عينة الشاهد على تقييم حسي أعلى 21.9، فيما حصلت العينات المدعمة بنسبة 15% على مجموع تقييم حسي منخفض 17.7، مما يشير إلى أن البسكويت المدعم 10% من مسحوق الفطر هو الأكثر ملاءمة من ناحية القبول الحسي.

5-3: برغر الدجاج المحضر وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر:

5-3-1: نتائج الخصائص الفيزيائية لبرغر الدجاج المقلي:

يبين الجدول (5-10) الخصائص الفيزيائية لبرغر الدجاج خلال القلي والمحضر وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر، يلاحظ من الجدول حصول انخفاض معنوي في فقد الوزن عند إضافة مسحوق الفطر المحاري للخلطة عند نسبتي 10، 20%، حيث انخفض من 26.8% في الشاهد إلى 8.1% و 6.2% عند نسبتي استبدال 10 و 20% على التوالي. تتوافق هذه النتيجة مع Kaya عام (1998) الذي أشار إلى انخفاض فقد الوزن عند زيادة نسب الإضافات النباتية في تحضير البرغر، حيث أن فقد الوزن يرتبط بشكل أساسي بفقد الرطوبة خلال القلي الأمر الذي يظهر واضحاً في عينة الشاهد، حيث توجد علاقة ارتباط بين الاحتفاظ بالرطوبة ومردود القلي وبين نسبة الاستبدال في خلطات برغر الدجاج الأمر الذي يعود للقدرة العالية لبروتين وألياف الفطر على ربط الماء ضمن أقراص برغر الدجاج وتقلل من فقده خلال عملية القلي (Quinon و Poton، 1979).

الجدول(5-10) الخصائص الفيزيائية لبرغر الدجاج خلال القلي والمحضر بنسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر

نسبة الاستبدال بالخلطة	فقد الوزن (%)	انخفاض القطر(%)	تغير السماكة (%)	القدرة على ربط الماء (%)
0 (الشاهد)	$2.1\pm^{a}26.8$	$1.1\pm^{a}18.0$	$2.4\pm^{a}34.1$	$2.1\pm^{c}33.9$
%10	$0.3\pm^{b}8.1$	$0.7\pm^{b}8.3$	$0.4\pm^{b}15.7$	$3.6\pm^{b}50.1$
%20	$0.4\pm^{b}6.2$	$0.5\pm^{b}5.1$	$0.7\pm^{b}12.1$	$3.2\pm^{a}58.2$
LSD	4.9	4.8	6.8	5.8

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لخمسة مكررات (N=5)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

يلاحظ انخفاض في قطر أقراص برغر الدجاج من 18% في عينة الشاهد إلى 8.3 و 5.1% عند نسبتي استبدال 10 و 20% على التوالي مع ملاحظة انخفاض نسبة تغير القطر بزيادة نسبة الاستبدال، مما يشير لمساهمة مسحوق الفطر في تحسين خصائص برغر الدجاج المصنعة وقد لوحظ الأمر نفسه عند قياس تغير السماكة، حيث انخفضت القيم من 34.1% في عينة الشاهد إلى 15.7 و 12.1% عند نسبتي استبدال 10 و 20% على التوالي، كما يلاحظ من الجدول حصول زيادة في القدرة على ربط الماء من 33.9% في عينة الشاهد إلى 50.1 و 58.2% عند نسب استبدال 10 و 20% على التوالي، ويفسر ذلك النتائج الفيزيائية السابقة لكل من فقد الوزن وانخفاض القطر والسماكة مع ملاحظة أن نسبة استبدال 20% أدت للحصول على أفضل نتائج لخصائص الجودة الفيزيائية لبرغر الدجاج مقارنة بالعينات الأخرى.

5-3-2: نتائج التركيب الكيميائي لبرغر الدجاج المقلي:

يبين الجدول (5-11) التركيب الكيميائي لأقراص برغر الدجاج وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر، حيث يلاحظ ارتفاع نسبة الرطوبة بزيادة نسبة الاستبدال من 49.7% في عينة الشاهد إلى 52.2 و 54.1% عند نسبتي استبدال 10 و 20% ويعود ذلك لارتفاع القدرة على ربط الماء بزيادة نسبة مسحوق الفطر ضمن الخلطة.

الجدول (5-11):التركيب الكيميائي لأقراص برغر الدجاج المقلية وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر

نسبة الاستبدال بالخلطة	الرطوبة (%)	بروتين (%)	دسم (%)	الرماد(%)	كربوهيدرات (%)
0 (الشاهد)	1.1± ^{c}49.7	0.4± ^{c}17.1	0.2± ^{a}12.9	0.1± ^{b}2.0	0.9± ^{a}18.4
%10	1.8± ^{b}52.2	0.1± ^{b}17.8	0.2± ^{b}11.8	0.2± ^{b}2.2	0.5± ^{b}16.0
%20	0.9± ^{a}54.1	0.1± ^{a}18.2	0.4± ^{c}10.4	0.1± ^{a}2.5	0.4± ^{c}14.8
LSD	1.6	0.3	0.6	0.3	1.1

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لثلاثة مكررات (N=3)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

كذلك يلاحظ من الجدول (5–11) ارتفاع نسبة البروتين في برغر الدجاج المقلي بزيادة نسبة الاستبدال بمسحوق الفطر، حيث ارتفع من 17.1% في الشاهد إلى 18.2 % عند نسبة استبدال 20% ولوحظ الأمر نفسه بالنسبة للرماد، وقد يرجع ذلك لامتلاك مسحوق الفطر المحاري لنسبة بروتين ورماد أعلى من لحم صدر الدجاج، وبالمقابل انخفضت نسبة الدسم والكربوهيدرات الكلية بزيادة نسبة الاستبدال بمسحوق الفطر، وتتفق هذه النتائج مع *Wan Rosli* وآخرون، (2011).

5–3–3: نتائج الخصائص الحسية لبرغر الدجاج المقلي:

يبين الجدول (5–12) الخصائص الحسية لعينات برغر الدجاج المحضرة وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر، حيث يلاحظ تحسن كل من القوام والعصيرية بزيادة نسبة الاستبدال بمسحوق الفطر المحاري حتى نسبة 20% ويعود ذلك لارتفاع القدرة على ربط الماء عند زيادة نسبة إضافة مسحوق الفطر، كما يلاحظ انخفاض طفيف في النكهة بزيادة نسبة الاستبدال لـ20% بقيمة (4.2)، وقد لوحظ أن نسبة استبدال 20% حظيت بأعلى درجة قبول عام (4.7) مقارنة بعينة الشاهد (4) والعينة ذات نسبة الاستبدال 10% والتي سجلت قيمة (4.5) مما يشير إلى أن عملية الاستبدال أدت عموماً لتحسين درجة القبول الحسي العام.

الجدول (5–12) الخصائص الحسية لعينات برغر الدجاج المحضرة وفق نسب استبدال مختلفة من مسحوق الفطر

نسبة الاستبدال بالخلطة	العصيرية	الطراوة	النكهة	القبول العام
0 (الشاهد)	$0.2\pm^{b}3.7$	$0.1\pm^{c}3.7$	$0.1\pm^{a}4.4$	$0.0\pm^{b}4.0$
%10	$0.1\pm^{a}4.1$	$0.2\pm^{b}4.2$	$0.2\pm^{a}4.5$	$0.1\pm^{a}4.5$
%20	$0.2\pm^{a}4.3$	$0.3\pm^{a}4.7$	$0.1\pm^{b}4.2$	$0.2\pm^{a}4.7$
LSD	0.3	0.4	0.2	0.3

- تمثل القيم في الجدول المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (X±SD) لعشرة مكررات (N=10)
- تشير القيم التي تحمل نفس الحرف (a,b,c….) ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية فيما بينها عند مستوى 5%.

ثانياً –الاستنتاجات والتوصيات

أ – الاستنتاجات

- بينت النتائج ارتفاع المحتوى الرطوبي والنشاط الإنزيمي للفطر المحاري الشتوي مما يجعله عرضة للفساد السريع، وارتفاع قيمته الغذائية لغناه بالرماد والألياف والبروتينات الحاوية على معظم الأحماض الأمينية الأساسية، وانخفاض محتواه من الدسم والطاقة مما يجعله مناسباً لأنظمة الحمية الغذائية، كما تميز بقيمته الصحية العالية لغناه بعناصر البوتاسيوم والحديد والفيتامينات الذوابة بالماء ومضادات الأكسدة.
- امتازت طريقتي التجفيف بالهواء الساخن وتحت التفريغ بمعدل تجفيف أعلى نتيجة انخفاض زمن التجفيف مقارنة بالطرائق الأخرى، كما تمتعت العينات المجففة وفق هاتين الطريقتين بأدنى رطوبة ونشاط مائي ومحتوى ميكروبي مما يشير لإمكانية حفظ أطول، كما تميزت مساحيقها بخواص وظيفية جيدة تمكن من استخدامها في العديد من التطبيقات الغذائية.
- أظهرت النتائج تفوق العينات المجفدة بسائر خصائص الجودة الكيميائية والحسية والميكروبية والوظيفية على الطرائق الأخرى وقاربت جودتها الفطر الطازج، وامتكلت معدل استرجاع مرتفع مما يسهل من عملية التشرب.
- امتلكت العينات المجففة شمسياً أدنى نسبة بروتين ومعدل استرجاع وخصائص مضادة للأكسدة وخواص ترطيب وجودة ميكروبية، كما تميزت بارتفاع سوية تفاعلات الاسمرار وانخفاض القبول الحسي.

- أدت معاملتي الكبرتة والنقع بحمض الستريك إلى خفض زمن تجفيف الفطر مما حافظ على نسبة أعلى من مضادات الأكسدة، وساهمت بخفض الحمولة الميكروبية وسوية تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي مما حسّن من خواص جودة الفطر وإمكانية حفظه.
- أثرت معاملة السلق سلباً في خصائص جودة الفطر المجفف، حيث أدت إلى فقد مرتفع في مردود الفطر وخفض القيمة الغذائية خصوصاً نسبة البروتين والرماد والألياف والمركبات المضادة للأكسدة.
- أدى تدعيم المنتجات الغذائية المختلفة بمسحوق الفطر المحاري إلى رفع القيمة الغذائية وتحسين الخواص الوظيفية، وأمكن استخدام مسحوق الفطر بنسبة استبدال 20% في كل من حساء الفطر وبرغر الدجاج و10% في البسكويت دون التأثير سلباً في الخصائص الحسية.

ب- التوصيات

- التشجيع على زراعة الفطر المحاري ونشر ثقافة استهلاكه ضمن المجتمع وإيجاد أنماط استهلاكيه جديدة منه نظراً لقيمته الغذائية العالية خصوصاً البروتين مرتفع الجودة في ظل انخفاض مصادر البروتين الحيواني.
- توسيع استخدام طريقة التجفيف تحت التفريغ في حفظ الفطر، كونها تعطي مجففات ذات جودة عالية، والاقتصار على طريقة التجفيف الشمسي بوجود معاملات أولية تقلل من الضرر الحاصل في جودة المنتج خلال التجفيف.
- تجنب معاملة السلق للفطر المحاري كونها تسيء بشكل كبير لخصائص الجودة والاسترجاع للمنتج المجفف.
- تطبيق معاملتي الكبرتة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم والنقع بحمض الستريك قبل تجفيف الفطر بغرض الحفاظ على القيمة الغذائية وخصائص جودة المنتج المجفف.
- تدعيم المنتجات الغذائية بمسحوق الفطر المحاري كونه يساهم في رفع القيمة الغذائية والصحية ويحسن من الخواص التكنولوجية.

الفصل الرابع

المراجع العلمية

-طلي، روعة (2015). تـأثير طرائق التجفيف الصـناعي في محتوى شرائح التفاح من مضـادات الأكسدة ومعـايير الجـودة. رسالة دكتوراه في علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

-العقلة، بسام (2008). تـأثير التجفيف الشمسـي والصـناعي في خصـائص جودة ثمـار البندورة. رسـالة ماجسـتير في علـوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

-Abou Raya, M. A., Shalaby, M. T., Hafez, S. A., & Hamouda, A. M. (2014). Chemical composition and nutritional potential of some mushroom varieties cultivated in Egypt. *Journal of Food and Dairy Sciences*, *5*(6), 421-434.

-Abou-Arab, E. A., Mahmoud, M. H., & Abu-Salem, F. M. (2017). Functional properties of Citrus peel as affected by drying methods. *American Journal of Food Technology*, *12*(3), 193-200.

-Abou-Zaid AAM, Ramadan MT & AlAsklany SA (2011). Utilization of faba bean and cowpea flours in gluten free cake production. *Aust J Basic Appl Sci* 5(12); 2665-2672.

-AACC, (2000). Approved Methods of the AACC International, , 10th ed. The Association AACC, St. Paul, MN

-Adejumo, T. O., & Awosanya, O. B. (2005). Proximate and mineral composition of four edible mushroom species from South Western Nigeria.*African Journal of Biotechnology*, 4(10).

-Afiukwa, C. A., Ebem, E. C., & Igwe, D. O. (2015). Characterization of the proximate and amino acid composition of edible wild mushroom species in Nigeria. *AASCIT J. Biosci*, *1*, 20-25.

-Afiukwa, C. A., Ufwu, O. P. C., Okoli, S. O., Idenyi, J. N., & Ossai, E. C. (2013). Contents of Some Vitamins in Five Edible Mushroom Varieties Consumed in Abakaliki Metropolis, Nigeria.*Research Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Science*, *4*(2).

-Afoakwah, A. N. (2020). Anti-browning methods on fresh-cut fruits and fruit juice: A Review.

-Agbemafle, R. (2019). Proximate, Starch, Sugar Compositions and Functional Properties of Cassava Flour. *Journal of Food Security*, *7*(2), 40-46.

-Ahlawat, D., Poonia, D., Ahlawat, M., & Ahlawat, S. S. (2018). Effect of Drying Techniques on Functional and Physico-Chemical Properties of Okara. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, *7*(5), 582-590.

-Ahmadi, F., Lee, W. H., Oh, Y. K., Park, K., & Kwak, W. S. (2020). Microbial, Nutritional, and Antioxidant Stability of Fruit and Vegetables Discards Treated with Sodium Metabisulfite During Aerobic and Anaerobic Storage. *Waste and Biomass Valorization*, 1-11.

-Ahmed, M., Sorifa, A. M., & Eun, J. B. (2013). Effect of pretreatments and drying temperatures on sweet potato flour. *International journal of food science & technology*, *45*(4), 726-732.

-Aishah, M. S., & Rosli, W. W. (2013). The effect of addition of oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju) on nutrient composition and sensory acceptation of selected wheat-and rice-based products. *International Food Research Journal*, 20(1), 183.

-Ajlouni, S. O., Beelman, R. B., Thompson, D. B., & Mau, J. L. (1992). Stipe trimming at harvest increases shelf life of fresh mushrooms (Agaricus bisporus). *Journal of food science*, *57*(6), 1361-1363.

-Ajayi, O., Obadina, A., Idowu, M., Adegunwa, M., Kajihausa, O., Sanni, L., ... & Tomlins, K. (2015). Effect of packaging materials on the chemical composition and microbiological quality of edible mushroom (Pleurotus ostreatus) grown on cassava peels. *Food Science & Nutrition*, 3(4), 284-291.

-Akindahunsi, A. A., & Oyetayo, F. L. (2006). Nutrient and antinutrient distribution of edible mushroom, Pleurotus tuber-regium (fries) singer. *Food Science and Technology*, *39*(5), 548-553.

-Alam, M. S., Gupta, K., Khaira, H., & Javed, M. (2013). Quality of dried carrot pomace powder as affected by pretreatments and methods of drying. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, *15*(4), 236-243.

-Alam, N., Amin, R., Khan, A., Ara, I., Shim, M. J., Lee, M. W., & Lee, T. S. (2008). Nutritional analysis of cultivated mushrooms in Bangladesh–Pleurotus ostreatus, Pleurotus sajor-caju, Pleurotus florida and Calocybe indica. Mycobiology, 36(4), 228-232.

-Ali, M. A., Yusof, Y. A., Chin, N. L., & Ibrahim, M. N. (2016). Effect of different drying treatments on colour quality and ascorbic acid of guava fruit. *International Food Research Journal*, *23*.

-Alvarez-Parrilla E, de la Rosa LA, Martínez N R and González- Aguilar GA. (2007). Total phenols and antioxidant activity of commercial and wild mushrooms from chihuahua, Mexico Fenoles Totalesy Capacidad Antioxidante De Hongos Comercialesy Silvestres De Chihuahua, México. *Cyta-Journal Of Food*, 5(5), 329-334

-Amabye, T. G., & Bezabh, A. M. (2015). Chemical Composition and Nutritional Value of the Most Widely Used Mushrooms Cultivated in Mekelle Tigray Ethiopia. *American Journal of Applied Chemistry*, *3*(5), 164-167.

-Amandikwa, C. (2012). Functional and Proximate Properties of Open-Air, Solar and Oven-dried Cocoyam Flours. Int'l Journal of Aric. And Rural Dev., 15(2), 988-994.

-Amandikwa, C., & Chinyere, E. (2012). Proximate and functional properties of open air, solar and oven dried cocoyam.*International Journal of Agriculture and Rural Development*, *15*(2), 988-994.

-Amina. N, Pascal N , Karl .T , Christina .T,(2016). Contribution to the Study of the Preservation by Drying of Mushrooms Pleurotus Ostreatus P969 Strain, International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR), Vol-2, Issue-5.

-Anshu, S., & Anju, B. (2018). Effect of Pretreatments and Drying on the Quality of Oyster Mushrooms. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, *7*(4), 93-101.

-Antal, T. (2015). Comparative study of three drying methods: freeze, hot air-assisted freeze and infrared-assisted freeze modes. *Agronomy Research*, *13*(4), 863-878.

-AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, 18th edition. Association of the Official analytical Chemists, Washington D.C, USA.

-Apati, G. P., Furlan, S. A., & Laurindo, J. B. (2010). Drying and rehydration of oyster mushroom. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(4), 945-952.

-Arbaayah, H., & Umi Kalsom, Y. (2013). Antioxidant Properties in the Oyster and Split Gill Mushroom (Schizophyllum commune) Ethanolic Extracts. *Mycosphere*, 4, 661-673.

-Argyropoulos, D., Heindl, A., & Muller, J. (2008). Evaluation ofprocessing parameters for hot-air drying to obtain high quality dried mushrooms in the Mediterranean region. InConference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany (pp. 7-9).

-Argyropoulos, D., Khan, M. T., & Müller, J. (2011). Effect of air temperature and pre-treatment on color changes and texture of dried Boletus edulis. *Drying Technology*, 29(16), 1890-1900.

-Arora, B., Kamal, S., & Sharma, V. P. (2018). Nutritional and quality characteristics of instant noodles supplemented with oyster mushroom (P. ostreatus). *Journal of Food Processing and Preservation*, *42*(2), e13521.

-Arora, S., Shivhare, U. S., Ahmed, J., & Raghavan, G. S. V. (2003). Drying kinetics of Agaricus bisporus and Pleurotus florida mushrooms. *Transactions of the ASAE*, *46*(3), 721.

-Arumuganathan, T., Manikantan, M. R., Indurani, C., Rai, R. D., & Kamal, S. (2013). Texture and quality parameters of oyster mushroom as influenced by drying methods. *International Agrophysics*, *24*(4), 339-342.
-Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, D.M. and Mitchell, A.E. (2003). Comparison Of The Total Phenol And Ascorbic Acid Content Of Freeze–Dried And Air Dried Marino Berry, Strawberry And Corn Grown Using Conventional, Organic And Sustainable Agricultural Practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5): 1237-1241
-Asgar, M., Yamauchi, R. and Kato, K. (2003). Structural features of pectins from fresh and sun dried Japanese persimmon fruit. *Food Chemistry*, 87: 247-251.
-Ashebir, D., Jezik, K., Weingartemann, H., & Gretzmacher, R. (2009). Change in color and other fruit quality characteristics of tomato cultivars after hot-air drying at low final-moisture content.*International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *60*(sup7), 308-315.
-Bahri, S. S. (2016). Effect of oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju) addition on the nutritional composition and sensory evaluation of herbal seasoning. *International Food Research Journal*, *23*(1), 262.
-Bano, Z., & Rajaratnam, S. (1988). Biocenversion of Straw by Oyster Mushrooms in Fibrous Residual as Animal Feed. *ICAR. New Delhi*.
-Barros, L., Baptista, P., Correia, D. M., Casal, S., Oliveira, B., & Ferreira, I. C. (2007). Fatty acid and sugar compositions, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chemistry*, 105(1), 140-145.
-Bashir, N., Sood, M., & Bandral, J. D. (2019). Effect of different drying methods on functional and sensory parameters of oyster mushroom (P. florida). *The Pharma Innovation Journal* 8(4): 877-881
-Bauernfeind, J. C., & Desai, I. D. (1977). The tocopherol content of food and influencing factors. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, *8*(4), 337-382.
-Beluhan, S., & Ranogajec, A. (2011). Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms.*Food chemistry*, *124*(3), 1076-1082.
-Bengu, A. S. (2020). The fatty acid composition in some economic and wild edible mushrooms in Turkey. *Progress in Nutrition*, *22*(1), 185-192
-Bhattacharya, M., Srivastav, P. P., & Mishra, H. N. (2014). Optimization of microwave-convective drying of Oyster mushrooms (Pleurotus ostreatus) using response-surface methodology. *International Food Research Journal*, *21*(4).
-Bhattacharya, M., Srivastav, P. P., & Mishra, H. N. (2015). Thin-layer modeling of convective and microwave-convective drying of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus). *Journal of food science and technology*, *52*(4), 2013-2022.
-Bisaria, R., & Madan, M. (1983). Mushrooms: potential protein source from cellulosic residues. *Enzyme and Microbial Technology*, *5*(4), 251-259.
-Blessing, C., Ihediohanma2 Ngozi, C., Onuegbu2 Ngozi, C., & Okafor2 Damaris, C. (2015). Nutritional composition and some anti-nutritional factors of three edible mushroom species in South Eastern Nigeria. European Journal of Food Science and Technology, 3(2), 57-63.
-Boda, R. H., Wani, A. H., Zargar, M. A., Ganie, B. A., Wani, B. A., & Ganie, S. A. (2012). Nutritional values and antioxidant potential of some edible mushrooms of Kashmir valley. *Pak. J. Pharm. Sci*, *25*(3), 623-627.
-Brennan, M. H., & Gormley, R. T. (1998). Extending the shelf life of fresh sliced mushrooms. Teagasc.
-Brunner, J. H. (1984). Direct spectrophotometric determination of saponin. *Analytical Chemistry*, *34*(396), 1314-1326.
-Calıskan, G., Ergun, K., & Dirim, S. N. (2015). Freeze drying of kiwi (Actinidia deliciosa) puree and the powder properties. *Italian Journal of Food Science*, *27*(3), 385-396.

-Caprita A, Caprita R. Modification of the Soluble Protein Content of Heat-Processed Soybean Flour(2010). Not Bot Horti Agrobo. 38(2):98-101 (2010)
-Carneiro, A. A., Ferreira, I. C., Dueñas, M., Barros, L., Da Silva, R., Gomes, E., & Santos-Buelga, C. (2013). Chemical composition and antioxidant activity of dried powder formulations of Agaricus blazei and Lentinus edodes. *Food Chemistry*, 138(4), 2168-2173.
-Celen S, Kahveci K, Akyol U and Haksever A (2010) Drying behaviour of cultured mushrooms. *J Food Processing Preservation* 34: 27-42
-Chandra, S., & Samsher, S. (2002). Studies on quality of dehydrated oyster mushroom as influenced by various pre-treatments and drying method. *Mushroom Research*, *11*, 107-12.
-Chandra, S., & Samsher, S. (2006). Dehydration and sensory quality evaluation of edible mushrooms: A critical review. *Journal of Food Science* & *Technology*, *43*, 221–227
-Chang, R. (1996). Functional properties of edible mushrooms.*Nutrition reviews*, *54*(11-2), S91-3.
-Chang, S. T., & Mshigeni, K. E. (2001). *Mushrooms and Human Health: Their Growing Significance as Potent Dietery Supplements*. University of Namibia.
-Chang, S.T. (2008). Training Manual on Mushroom Cultivation Technology. Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery (APCAEM), China International Science and Technology Convention Centre no. 12, Yumin Road, Chaoyang District, Beijing 100029, P.R. China. 65 pp.
-Chang,C. Lin,H. Chang,C. Liu,Y. (2006), Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes, *Journal of Food Engineering* 77 P 478–485.
-Che Man, Y. B., Irwandi, J., & Abdullah, W. J. W. (1999). Effect of different types of maltodextrin and drying methods on physico-chemical and sensory properties of encapsulated durian flavour.*Journal of the Science of Food and Agriculture*, *79*(8), 1075-1080.
-Cheung, P. C. K. (1996). Dietary fiber content and composition of some cultivated edible mushroom fruiting bodies and mycelia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(2), 468-471.
-Chikthimmah, N. (2006). Microbial ecology of mushroom casing soils and preharvest strategies to enhance safety and quality of fresh mushrooms.
-Chirinang, P., & Intarapichet, K. O. (2009). Amino acids and antioxidant properties of the oyster mushrooms, Pleurotus ostreatus and Pleurotus sajor-caju. *Science Asia*, *35*(2009), 326-331.
-Cho, I. H., Lee, S. M., Kim, S. Y., Choi, H. K., Kim, K. O., & Kim, Y. S. (2007). Differentiation of aroma characteristics of pine-mushrooms (Tricholoma matsutake Sing.) of different grades using gas chromatography-olfactometry and sensory analysis. *J. Agric. Food Chem.*, *55*(6), 2323-2328
-Chung, H. S., & Lee, J. H. (2015). Comparative evaluation of physicochemical properties of pine needle powders prepared by different drying methods. *Preventive nutrition and food science*, *20*(2), 143.
-Chung, S. K., & Choi, J. U. (1990). The effects of drying methods on the quality of the garlic powder. *Korean Journal of Food Science and Technology*, *22*(1), 44-49.
-Cokuner Y and Ozedemir Y (2000) Acid and EDTA blanching effects on the essential element content of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J Sci Food Agric* 80: 2074-76
-Collopy, P. D., & Royse, D. J. (2004). Characterization of phytase activity from cultivated edible mushrooms and their production substrates. *Journal of agricultural and food chemistry*,*52*(25), 7518-7524.
-Cornelia, M., & Chandra, J. (2019). Utilization of white oyster mushroom powder (Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm.) in the making of biscuit as emergency food product. *EurAsian Journal of BioSciences*, *13*(2), 1859-1866.

-Correa, R. C. G., Brugnari, T., Bracht, A., Peralta, R. M., & Ferreira, I. C. (2016). Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of Pleurotus spp.(Oyster mushroom) related with its chemical composition: a review. *Trends in food science & technology*, 50, 103-117.

-Crisan, E. V., & Sands, A. (1978). Nutritional value. In S. T. Chang, & W. A. Hayes (Eds.), The biology and cultivation of edible fungi (pp. 727–793). New York: Academic Press

-Czapski, J., & Szudyga, K. (2000). Frozen mushrooms quality as affected by strain, flush, treatment before freezing, and time of storage. *Journal of food science*, *65*(4), 722-725.

-Davoodi, M. G, P. Vijayanand, S.G. Kulkarni, K.V.R. Ramana (2007). Effect of different pre-treatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder. *Swiss Society of Food Science and Technology*.Vol 40,P1832–1840.

-Day, RA., Underwood, AL (1986). Quantitative analysis. 5 th.Prentice Hall publication. p 701.

-Demiray, E. (2019). Drying characteristics and kinetics of lovastatin degradation of oyster mushroom slices. *Latin American Applied Research-An international journal*,*49*(4), 269-274.

-Denhetog-Meishchke, M.; J. A. Smulders; Vanlogleshting, F. G.M and Vanknap-en , F. (1997).The effect of electrical stimulation on the water holding capacity and protein denaturation of tow bovine muscles .J. Anim. Sci.75:118-124.

-Deng, L. Z., Mujumdar, A. S., Zhang, Q., Yang, X. H., Wang, J., Zheng, Z. A., ... & Xiao, H. W. (2019). Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes–a comprehensive review.*Critical reviews in food science and nutrition*, *59*(9), 1408-1432.

-Dermiki, M., Phanphensophon, N., & Methven, L. (2013). Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat. *Food chemistry*, *141*(1), 77-83.

-Devina, V., Anil, G., Surabhi, S., & Manoj, V. (2011). Standardization of cost effective pretreatments and drying methods for dehydration of Agaricus bisporus. *Mushroom Research*, *20*(1), 27-32.

-Dinis, T.C.P., Madeira, V.M.C., Almeida, L.M., (1994). Action of phenolic derivates (acetoaminophen, salycilate and 5-aminosalycilate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 315, 161–169

-Diniz, F. M., & Martin, A. M. (1997). Effects of the extent of enzymatic hydrolysis on functional properties of shark protein hydrolysate. *LWT-food Science and Technology*, *30*(3), 266-272.

-Djamila, S., & Bahariawan, A. Sharma.A .,(2020). Physical and chemical characteristics of oyster mushrooms flour (Pleurotus ostreatus) using rotary vacuum dryer type batch. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 411, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.

-Doymaz, İ., Tugrul, N., & Pala, M. (2006). Drying characteristics of dill and parsley leaves. *Journal of Food Engineering*, *77*(3), 559-565.

-Doores S, Kramer M and Beelman R (1987) Evaluation of bacterial populations associated with fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). In: Weust PJ (ed) *Development in crop science 10, cultivating edible fungi*. Pp 45-499. Elsevier Publications Co, Amsterdam

-Dossou, V.M., Agbenorhevi, J.K., Combey, S. and Afi-Koryoe, S., (2014). Ackee (Blighia sapida) Fruit Arils: Nutritional, Phytochemicals and Antioxidant Properties, *IJNFS*, 3(6):534-537.

-Dundar, A., Acay, H., & Yildiz, A. (2009). Effect of using different lignocellulosic wastes for cultivation of Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. on mushroom yield, chemical composition and nutritional value. *African Journal of Biotechnology*, 8(4).

-Dunkwal, V., Jood, S., & Singh, S. (2007). Physico-chemical properties and sensory evaluation of Pleurotus sajor caju powder as influenced by pre-treatments and drying methods. *British Food Journal*.

-Dutta, B., Raghavan, G. S. V., Dev, S. R. S., Liplap, P., Murugesan, R., Anekella, K., & Kaushal, T. (2012). A comparative study on the effects of microwave and high electric field pretreatments on drying kinetics and quality of mushrooms. *Drying Technology*, *30*(8), 891-897.

-Duyff, R. (2006). American dietetic association's complete food and nutrition guide, 3rd addition. Wiley and Sons. USA.

-Egbebi, A. O., & Fakoya, S. (2014). Effects of various treatments on intrinsic properties of Agaricus bisporus. *European Journal of Experimental Biology*, *4*(6), 15-21.

-Eissa, H. A. (2008). Effect of chitosan coating on shelf-life and quality of fresh-cut mushroom. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 58(1).

-Eissa, H. A., Fouad, G. M., & Shouk, A. E. A. (2009). Effect of some thermal and chemical pre-treatments on smoked oyster mushroom quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(2), 251-261.

-Ekanem, E. O., & Ubengama, V. S. (2002). Chemical composition, anti-nutritional factors and shelf-life of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus). *Journal of food science and technology (Mysore)*, *39*(6), 635-638.

-El-Magoli, S.; S. Laroia and P. Hansen. (1996). Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. *Meat Science* 42: 179-193.

-El-Olemy MM, Al-Muhtadi FJ and Afifi AF. (1994) A Experimental phytochemistry: A laboratory manual (King Saud University Press, Saudi Arabia), 21

-Eshak, N. S. (2018). Quality Attributes of Some Vegetables and Fruits Preserved by Sun and Oven Drying Methods. *Alexandria Science Exchange Journal*, *39*, 707-721.

-Fang, T. T., Footrakul, P., & Luh, B. S. (1971). Effects of blanching, chemical treatments and freezing methods on quality of freeze-dried mushrooms. *J. Food Science*, *36*(7), 1044-1048.

-FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). (1972). Food Composition tables for use in East Asia. Part-I, Food Policy and Nutrition Division, FAO Rome.

-Farzana, T., Mohajan, S., Saha, T., Hossain, M. N., & Haque, M. Z. (2017). Formulation and nutritional evaluation of a healthy vegetable soup powder supplemented with soy flour, mushroom, and moringa leaf. *Food science & nutrition*, *5*(4), 911-920.

-Fernandez-López, J., Fernández-Ginés, J. M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2004). Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science & Technology*, *15*(3-4), 176-185.

-Ferreira, I. C., Barros, L., & Abreu, R. (2009). Antioxidants in wild mushrooms. *Current Medicinal Chemistry*, *16*(12), 1543-1560.

-Flegg, P. B., & Maw, G. A. (1976). Mushrooms and their possible contribution to world protein needs. *Mushroom Journal*.

-Frankhuizen, R., Boekestein, A., & Griensven, L. J. L. D. (1995). Non-destructive determination of moisture content of fresh mushrooms by near infrared (NIR) spectroscopy. In *Science and cultivation of edible fungi* (pp. 755-763).

-Furlani, R. P. Z., & Godoy, H. T. (2008). Vitamins B1 and B2 contents in cultivated mushrooms. *Food Chemistry*, *106*(2), 816-819.

-Gaglio, R., Guarcello, R., Venturella, G., Palazzolo, E., Francesca, N., Moschetti, G., ... & Gargano, M. L. (2019). Microbiological, chemical and sensory aspects of bread supplemented with different percentages of the culinary mushroom Pleurotus eryngii in powder form. *International Journal of Food Science & Technology*, *54*(4), 1197-1205.

-Gawlik-Dziki, U., Szymanowska, U., & Baraniak, B. (2007). Characterization of polyphenol oxidase from broccoli (Brassica oleracea var. botrytis italica) florets. *Food chemistry*, *105*(3), 1047-1053.

-Giri, S. K., & Prasad, S. (2013). Quality characteristics of microwave-vacuum dried button mushrooms (Agaricus bisporus). *Journal of Biosciences*, 1(1).

-Gonzalez-Palma, I., Escalona-Buendía, H. B., Ponce-Alquicira, E., Téllez-Téllez, M., Gupta, V. K., Díaz-Godínez, G., & Soriano-Santos, J. (2016). Evaluation of the antioxidant activity of aqueous and methanol extracts of Pleurotus ostreatus in different growth stages. *Frontiers in microbiology*, *7*, 1099.

-Gonzalez-Tijera, M., Marquez-Fernandez, O., Mendoza-Lopez, M. R., Mata, G., & Trigos, Á. (2014). A comparison of fatty acid content in three species of the genus Pleurotus. *Revista Mexicana de Micología*, *39*, 41-45.

-Gordon, D. T. (1989). Functional properties vs physiological action of total dietary fiber. *Cereal foods world (USA)*.

-Gormley R (1974) Chill storage of mushrooms. *J Sci Food Agr* 26: 401-11

Gothandapani, L., Parvathi, K., & John Kennedy, Z. (1997). Evaluation of different methods of drying on the quality of oyster mushroom (Pleurotus sp). *Drying Technology*, *15*(6-8), 1995-2004.

-Gupta, P., Bhat, A., Chauhan, H., Malik, A., & Ahmed, N. (2015). Effect of steeping solution on the quality of button mushrooms (bisporus) preserved under ambient conditions. *The Bioscan*, *10*(1).

-Hafeel, R.F., Lamali, J.A.I. and Wijerathne, V. (2013). Nutritious Dry Soup Mix with sprouted mung beans and sprouted brown rice. *Annals of Sri Lanka Department of Agriculture*, 15: 227-236.

-Halami PM., Chandrashekar A and Joseph R. (1999). Characterization of bacteriocinogenic strains of lactic acid bacteria in fowl and fish intestines and mushroom. *Food Biotechnology* 13: 121-136

-Hameed, O. B., Ahsan, H., Rather, A. H., Hussain, S. Z., & Naik, H. R. (2016). Influence of Pretreatments and Drying methods on Water Activity, Dehydration and Rehydration ratio of Dried Tomato. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, *13*(4), 2255-2261.

-Harbon, J. B. (1973) phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis. (Chapman and Hall).

-Harijono, T. E., Saputri, D. S., & Kusnadi, J. (2013). Effect of blanching on properties of water yam (Dioscorea alata) flour.*Advance Journal of Food Science and Technology*, *5*(10), 1342-1350.

-Hassan, F. R. H., & Medany, G. M. (2014). Effect of pretreatments and drying temperatures on the quality of dried Pleurotus mushroom spp. Egypt. *Journal of Agriculture Research*, 92, 1009-1023.

-Hayata, M., Alpaslan, M., & Bayer, A. D. (2006). Effect of drying on functional properties of Tarhana. *Int. J. Fd. Sci. Technol*, *29*, 457-462.

-Heard GM. (2002). Microbiology of fresh-cut produce. *In*: Lamikanra, O.(Ed.), Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market, , New York. pp.187-243.

-Heleno, S. A., Barros, L., Sousa, M. J., Martins, A., & Ferreira, I. C. (2010). Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms. *Food Chemistry*, *119*(4), 1443-1450.

-Heshmati, A., Hamidi, M., & Nili-Ahmadabadi, A. (2019). Effect of storage, washing, and cooking on the stability of five pesticides in edible fungi of Agaricus bisporus: A degradation kinetic study. *Food Science & Nutrition*, *7*(12), 3993-4000.

-Hoa, H. T., Wang, C. H., Tam, N. V., & Wang, C. L. (2017). Effects of substrates and drying methods on antioxidant compound and antioxidant activity of fruiting body extracts of two oyster mushrooms (Pleurotus ostreatus and Pleurotus cystidiosus). *International Food Research Journal*, *24*(5), 1998-2008.

-Hongfang, Ji ., Ailian Du ., Lingun Zhang., Shuang Li., Mingduo Yang And Bo Li (2012). Effect of Drying Methods on Antioxidant Properties and Phenolic Content in White Buttom Mushroom.International *Journal of Food Engineering*,2 (8),2-16.

-Hung, P. V., & Nhi, N. N. Y. (2012). Nutritional composition and antioxidant capacity of several edible mushrooms grown in the Southern Vietnam. *International Food Research Journal*, *19*(2).

-Hussein, J. B., Usman, M. A., & Filli, K. B. (2016). Effect of hybrid solar drying method on the functional and sensory properties of tomato. *American Journal of Food Science and Technology*, *4*(5), 141-148.

-Hussein, J. M., Tibuhwa, D. D., Mshandete, A. M., & Kivaisi, A. K. (2015). Antioxidant properties of seven wild edible mushrooms from Tanzania.African Journal of Food Science, 9(9), 471-479.

-Inam-ul-Haq, M., Khan, N. A., Khan, M. A., Khan, M. A., Javed, N., Binyamin, R., & Irshad, G. (2010). Use of medicinal plants in different composts for yield improvement of various strains of oyster mushroom. *Pakistan J. Bot*, *42*, 3275-3283.

-Isik, N. I. E., & Izlin, N. (2014). Effect of different drying methods on drying characteristics, colour and microstructure properties of mushroom. *J Food Nutr Res*, 53, 105-16.

-Iwalokun BA, Usen UA, Otunba AA, Olukoya DK.(2007) Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of Pleurotus ostreatus. African J Biotech.; 6: 1732-39.

-Iyengar, R. and A. J. McEvily. (1992). Anti-browning agents: Alternative to the use of sulfites in foods. Trends Food Sci. Tech. 3: 60–63.

-Izli, N., Izli, G., & Taskin, O. (2017). Influence of different drying techniques on drying parameters of mango. *Food Science and Technology*, *37*(4), 604-612.

-Jadhav, H. T., & Patil, S. T. (2008). Effect of pretreatment, drying temperature and intermittent drying technique on physical properties of oyster mushroom. *International Journal of Agricultural Engineering*, *1*(2), 90-92.

-Jang, M. S., Sanada, A., Ushio, H., Tanaka, M., & Ohshima, T. (2002). Inhibitory effects of 'Enokitake'mushroom extracts on polyphenol oxidase and prevention of apple browning. *LWT-Food Science and Technology*, 35(8), 697-702.

-Javan, A., Nikmanesh, A., Keykhosravy, K., Maftoon, S., Aminzare, M., Bayani, M., ... & Raeisi, M. (2015). Effect of citric acid dipping treatment on bioactive components and antioxidant properties of sliced button mushroom (Agaricus bisporus).*Journal of food quality and hazards control*, *2*, 20-25.

-Jaworska, G., & Bernas, E. (2010). Effects of pre-treatment, freezing and frozen storage on the texture of Boletus edulis (Bull: Fr.) mushrooms. *International J of refrigeration*, *33*(4), 877-885.

-Jayathunge, K. G. L. R., & Illeperuma, C. K. (2001). Dehydration of oyster mushroom and studies on acceptability and storability of the product.

-Jimoh, K. O., Olurin, T. O., & Aina, J. O. (2009). Effect of drying methods on the rheological characteristics and colour of yam flours. *African Journal of Biotechnology*, *8*(10).

-Justo M B, Guzman G A, Mejia E G, Díaz C L G and Martínez G Corona, E B (1998) Composition química de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 48 (4): 359-63

-Kahn, V. (1985). Effect of Proteins, Protein Hydrolyzates and Amino Acids on o-Dihydroxyphenolase Activity of Polyphenol Oxidase of Mushroom, Avocado, and Banana. *Journal of Food Science*, 50(1), 111-115.

-Kakade, S. B., & Hathan, B. S. (2014). Effect of blanching and drying air temperature on quality characteristics of beetroot (beta vulgaris l.) leaves powder. *International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)*, *4*(5), 213-219.

-Kalac, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209-218.

-Kantrong, H., Tansakul, A., & Mittal, G. S. (2014). Drying characteristics and quality of shiitake mushroom undergoing microwave-vacuum drying and microwave-vacuum combined with infrared drying. *Journal of food science and technology*, *51*(12), 3594-3608.

-Karaman S, Toker OS, Cam M, Hayta M, Dogan M, Kayacier A (2014) Bioactive and physicochemical properties of persimmon as affected by drying methods. Dry Technol 32:258–*267*

-Kaur, A. (2016). *Effect of pretreatments and drying techniques on quality of Calocybe indica (P & C) and Pleurotus eryngii (DC.: Fr.) Quél* (Doctoral dissertation, Punjab Agricultural University Ludhiana).

- Kaya, M. M.1998 .Tarkish stale hamburger manufactured with added soy flour fleischwir 68:1366.

-Kayode, R. M. O., Olakulehin, T. F., Adedeji, B. S., Ahmed, O., Aliyu, T. H., & Badmos, A. H. A. (2013). Evaluation of amino acid and fatty acid profiles of commercially cultivated oyster mushroom (P. sajor-caju) grown on gmelina wood waste.*Nigerian Food Journal*, *33*(1), 18-21.

-Kerkhofs, N. S., Lister, C. E., & Savage, G. P. (2005). Change in colour and antioxidant content of tomato cultivars following forced-air drying. *Plant Foods for Human Nutrition*, *60*(3), 117-121.

-Kha, T. C., Tuyen, C., Nguyen, M. H. and Roach, P. D. (2011). Effects of pre-treatments and air drying temperature on colour and antioxidant properties of gac fruit powder. *International Journal of Food Engineering* 7(3): 1556-3758.

-Khan MA. (2010) Nutritional composition and Hypocholesterolemic effect of mushroom: Pleurotus sajor-caju and Pleurotus florida: LAP Lambert Academic publishing Gmbh &co. KG: Saarbrucken, Germany 1-11

-Khan, M. A., Amin, S. R., Uddin, M. N., Tania, M., & Alam, N. (2008). Comparative study of the nutritional composition of oyster mushrooms cultivated in Bangladesh. *Bangladesh J. Mushroom*,*2*(1), 9-14.

-Kibar, B. (2021). Influence of different drying methods and cold storage treatments on the postharvest quality and nutritional properties of P. ostreatus mushroom. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(5), 565-579.

-Kim, C., Nartea, T. J., Pao, S., Li, H., Jordan, K. L., Xu, Y., ... & Sismour, E. N. (2016). Evaluation of microbial loads on dried and fresh shiitake mushrooms (Lentinula edodes) as obtained from internet and local retail markets, respectively. *Food Safety*, 2016005.

-Kim, J. M., Lee, Y. C., & Kim, K. O. (2003). Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of ginkgo nut powder. *Korean Journal of Food Science and Technology*, *35*(3), 393-398.

-Kim, K. M., Ko, J. A., Lee, J. S., Park, H. J., & Hanna, M. A. (2006). Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of coated, whole and sliced mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, *39*(4), 365-372.

-Kirbag S and Akyuz M (2008) Effect of various agro-residues on growing periods, yield and biological efficiency of *Pleurotus eryngii Food Agri Env* 36: 402-05

-Kirssel, L., Prentice, M., (1979). Protein and fibre enrichment of cookie flour with brewer's spent grain. Cereal Chem. 50, 261–265.
-Komanowsky, M., Talley, F. B. and Eskew, R. K., (1970), Air Drying of Cultivated Mushrooms, Food Technology, 24 pp. 80–84
-Korley Kortei, N., Tawia Odamtten, G., Obodai, M., Appiah, V., & Toah Akonor, P. (2015). Determination of color parameters of gamma irradiated fresh and dried mushrooms during storage.*Hrvatski tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, *10*(1-2), 66-71.
-Kortei, N. K., Odamtten, G. T., Obodai, M., Wiafe-Kwagyan, M., & Addo, E. A. (2017). Influence of low dose of gamma radiation and storage on some vitamins and mineral elements of dried oyster mushrooms (Pleurotus ostreatus). *Food Science & Nutrition*, *5*(3), 570-578.
-Kotwaliwale, N., Bakane, P., & Verma, A. (2007). Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. *Journal of Food Engineering*, 78(4), 1207-1211.
-Kozarski, M., Klaus, A., Jakovljevic, D., Todorovic, N., Vunduk, J., Petrović, P., & Van Griensven, L. (2015). Antioxidants of edible mushrooms. *Molecules*, *20*(10), 19489-19525.
-Kulshreshtha, M., Singh, A., & Vipul, D. (2009). Effect of drying conditions on mushroom quality. *Journal of Engineering Science and Technology*, *4*(1), 90-98.
-Kumar, A., Singh, M., & Singh, G. (2013). Effect of different pretreatments on the quality of mushrooms during solar drying. Journal of food science and technology, 50(1), 165-170.
-Kumar, D., Regmi, L., & Singh, R. (2014). Performance study regarding dehydration and quality characteristics of mushroom (P. ostreatus). Agricultural Science Research Journal, 4(2), 39-43.
-Kumar, K. (2015). Studies on development and shelf life evaluation of soup powder prepared by incorporation of white button mushroom (Agaricus bisporus L.). *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 1(3&4), 219-224.
-Kumar, S., & Saini, C. S. (2016). Study of various characteristics of composite flour prepared from the blend of wheat flour and gorgon nut flour. *International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology*, 9(4), 679
-Kumari, A., & Kumari, M. (2018). Improving food security with better quality of dried oyster mushroom (Pleurotus spp.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, *7*, 4232-38.
-Kumari, S., Kumari, A., Chaudhary, H. C., & Singh, A. K. (2018). Studies on storage loss of Oyster mushroom during summer season. *Journal of AgriSearch*, 5(4), 265-268.
-Kundal, A. (2012), "Nutritional evaluation of sweet and salty biscuits prepared by dried oyster mushroom powder", *Food Science Research Journal*, Vol. 3 No. 1, pp. 5-8.
-Lagnika, C., Zhang, M., Nsor-Atindana, J., & Bashari, M. (2014). Effects of ultrasound and chemical treatments on white mushroom (Agaricus bisporus) prior to modified atmosphere packaging in extending shelf-life. *Journal of food science and technology*, *51*(12), 3749-3757.
-Lakshmipathy, G., Jayakumar, A., & Raj, S. P. (2013). Studies on different drying, canning and value addition techniques for mushrooms (Calocybe Indica). *African J of Food Science*,*7*(10), 361-367.
-Le Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M. A., & Lacroix, M. (2001). Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *Journal of food science*, *66*(4), 512-516.
-Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-Pulido, M., Rupérez, P., Goya, L., & Bravo, L. (2007). Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (Theobroma cacao L.). *Food Chemistry*, 104(3), 948-954.
-Lee, J.Y., Lee, K.A. And Kwak, E.J (2009). Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. J. Korean Soc. *Food Sci. Nutr. 38*, 757–765.
-Lee, M. J., Seog, E. J., & Lee, J. H. (2007). Physicochemical properties of Chaga (Inonotus obliquus) mushroom powder as influenced by drying methods. *J of Food Science and Nutrition*, 12(1), 40-45.

-Lewicki, P. P., & Galewski, P. (1974) Influence of treatments influencing the kinetics of convection drying of carrots. Scientific Journals of the Agricultural University. Scientific Papers of the Agricultural Academy in Warsaw. *Agricultural technology*, 127-144

-Li, H., Zhang, Z., Li, M & Sun, Z. (2017). Yield, size, nutritional value, and antioxidant activity of oyster mushrooms grown on perilla stalks. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *24*(2), 347-354.

-Liaotrakoon, W., & Liaotrakoon, V. (2018). Influence of drying process on total phenolics, antioxidative activity and selected physical properties of edible bolete (Phlebopus colossus (R. Heim) Singer) and changes during storage. *Food Science and Technology*, (AHEAD), 0-0.

-Liu, Y., Fan, C., Tian, M., Yang, Z., Liu, F., & Pan, S. (2017). Effect of drying methods on physicochemical properties and in vitro hypoglycemic effects of orange peel dietary fiber. *Journal of Food Processing and Preservation*, *41*(6), e13292.

-Majesty, D., Constance, N., Ahamefula, E., Caleb, N., Ijeoma, E., Prince, O., & Chieme, C. (2018). Evaluation of nutritional, anti-nutritional and some biochemical studies on Pleurotus squarrosulus (Mont.) singer using rats. *African Journal of Biochemistry Research*, *12*(2), 7-27.

-Manjunathan, J., Subbulakshmi, N., Shanmugapriya, R., & Kaviyarasan, V. (2011). Proximate and mineral composition of four edible mushroom species from South India. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, *3*(8), 386-388

-Manzi, P., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food chemistry*, 73(3), 321-325.

-Maray, A. R., Mostafa, M. K., & El-Fakhrany, A. E. D. M. (2017). Effect of pretreatments and drying methods on physico-chemical, sensory characteristics and nutritional value of oyster mushroom. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13352.

-Martinez-Soto, G., Ocanna-Camacho, R., & Paredes-López, O. (2001). Effect of pretreatment and drying on the quality of oyster mushrooms (*P. ostreatus*). *Drying Technology*, 19(3-4), 661-672.

-Masamba, K. G., Mkandawire, M., Chiputula, J., & Nyirenda, K. S. (2013). Evaluation of sensory quality attributes and extent of vitamin C degradation in dried pineapple, mango and banana fruit pieces pre-treated with sodium metabisulphite and lemon juice.*International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, *3*(3), 75-80.

-Masi, P., & Riva, M. (1988). Modeling grape drying kinetics. InPreconcentration and drying of food materials: Thijssen Memorial Symposium: proc of the International Symposium on Preconcentration and Drying of Foods, Eindhoven, The Netherlands, Nov 5-6, 1987/edited by S. Bruin. Amsterdam*: Elsevier*.

-Master, A. M., Knott, E. R., Teunissen, P. G. M., & Bartels, P. V. (2000). Effects of high isostatic pressure on mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 45, 11–16

-Mate, J. I., Quartaert, C., Meerdink, G., & Van't Riet, K. (1998). Effect of blanching on structural quality of dried potato slices.*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *46*(2), 676-681.

-Mattila, P., Könkö, K., Eurola, M., Pihlava, J. M., Astola, J., Vahteristo, L., ... & Piironen, V. (2001). Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(5), 2343-2348.

-Mdachi SJM, Nkuny MHH, Nyigo VA, Urasa IT (2004) Amino acid composition of some Tanzanian wild mushrooms. Food Chem 86, 179–82

-Medany, G. M. (2014). Cultivation possibility of golden oyster mushroom (Pleurotus citrinopileatus) under the Egyptian conditions. Egypt. *J. Agric. Res*, 92(2), 749-761.

-Mendez, L. A., Castro, C. S., Casso, R. B., & Leal, C. C. (2005). Effect of substrate and harvest on the amino acid profile of Oyster mushroom (Pleurotus ostreatus). *Journal of Food Composition and Analysis*, *18*(5), 447-450.

-Mihalcea, L. I., Bucur, F. C., Cantaragiu, A. M. M., Gurgu, L. C., Borda, D. D., & Iordachescu, G. S. (2016). Temperature influence on the Agaricus bisporus mushrooms dehydration process. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, *17*(4), 323.

-Ming, J., Chen, L., Hong, H., & Li, J. (2015). Effect of superfine grinding on the physico-chemical, morphological and thermogravimetric properties of *Lentinus edodes* mushroom powders. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12), 2431-2437.

-Mirhosseini, H., & Amid, B. T. (2013). Effect of different drying techniques on flowability characteristics and chemical properties of natural carbohydrate-protein Gum from durian fruit seed.*Chemistry Central Journal*, *7*(1), 1.

-Mohamed, G. F., Abdelmaguid, N. M., Ibrahim, W. A., Helmy, I. M. F., & Nadir, A. S. (2017). Effect of different drying methods and pre-treatments on quality characteristics of mango slices.*Middle East Journal of Applied Sciences*, *7*(3), 519-531.

-Mohamed, S., & Hoo, T. S. (1994). Effect of pretreatments on the characteristics of dried grey oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju*). PERTANIKA*, 17, 111-111.

-Moreira, R., Figueiredo, A., & Sereno, A. (2000). Shrinkage of apple disks during drying by warm air convection and freeze drying. *Drying Technology*, *18*(1-2), 279-294.

-Mustayen, A. G. M. B., Rahman, M. M., Mekhilef, S., & Saidur, R. (2015). Performance evaluation of a solar powered air dryer for white oyster mushroom drying. *International Journal of Green Energy*, *12*(11), 1113-1121.

-Muthangya, M., Mshandete, A. M., Amana, M. J., Hashim, S. O., & Kivaisi, A. (2014). Nutritional and antioxidant analysis of Pleurotus HK 37 grown on Agave sisalana saline solid waste.

-Mutukwa, I. B., Hall III, C. A., Cihacek, L., & Lee, C. W. (2019). Evaluation of drying method and pretreatment effects on the nutritional and antioxidant properties of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus). *Journal of Food Processing and Preservation*, *43*(4), e13910.

-Muyanja, C., Kyambadde, D., & Namugumya, B. (2014). Effect of Pretreatments and Drying Methods on Chemical Composition and Sensory Evaluation of Oyster Mushroom (P luerotus Oestreatus) Powder and Soup. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(1), 457-465.

-Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, *39*(10), 925-928.

-Naik, S., Ramachandra, M., Rajashekharappa, K. S., Tulasidas, T. N., Murali, K., & Mallesha, B. C. (2006). Drying of oyster mushroom (Pleurotus florida) in different dryers. *Journal of Dairying, Foods and Home Sciences*, *25*(2), 79-86.

-Nayak, H., Kushwaha, A., Shahi, N. C., Chand, K., Kushwaha, K. P. S., Kulshrestha, K., & Chopra, C. S. (2018). Effect of drying parameters on water activity of pink oyster mushroom (Pleurotus djamor) powder. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *7*(2), 2288-2292

-Ndawula J., Kabasa J.D., Byaruhanga, Y.B., (2004). Alterations in fruit and vegetable β-carotene and vitamin C content caused by open-sun drying, visqueen-covered and polyethylene-covered solardryers. Afr. Health Sci. Vol 4 No 2

-Neha .S, (2015). Preliminary post harvest treatments for improving shelf life of white button mushroom (Agaricus bisporus). *International Journal of Advanced Research*, Volume 3, Issue 3, 175-178

-Neito, A., Salvatori, M. A., Castro, and S. M., Alzamora. (1998). Air drying behavior of apple as affected by blanching and glucose impregnation. *Journal of Food Engineering*, 36: 63-79

-Ngabo, A., Nsambu, P., Tshimenga, K., Tshibadi, C. M., & Kanyinda, J. N. M.(2016). Contribution to the Study of the Preservation by Drying of Mushrooms Pleurotus Ostreatus P969 Strain.

-Ngoma, K., Mashau, M. E., & Silungwe, H. (2019). Physicochemical and functional properties of chemically pretreated Ndou sweet potato flour. *International Journal of Food Science*, 2019.

-Nguyen, V. T., & Le, M. D. (2018). Influence of Various Drying Conditions on Phytochemical Compounds and Antioxidant Activity of Carrot Peel. *Beverages*, *4*(4), 80.

-Niazmand, A., Ghodusi, H. B., Shahidi, F., & Niazmand, R. (2009). Effects of three polysaccharide coatings on physicochemical and organoleptic properties of mushroom (Agaricus bisporus). *American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science*, *5*, 740-744.

-Nindo, C., Sun, T., Wang, S. W., Tang, J., & Powers, J. R. (2003). Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus (Asparagus officinalis, L.). *LWT-Food Science and Technology*, 36(5), 507-516.

-Nissar, J., Ahad, T., Naik, H. R., & Hussain, S. Z. (2017). A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. , *6*(6), 1554-1560. Northeast Portugal. *Food Chemistry*. 105: 140–145.

-Nour, V., Trandafir, I., & Ionica, M. E. (2011). Effects of pretreatments and drying temperatures on the quality of dried button mushrooms. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 2(1), 15-24.

-Nyangena, I., Owino, W., Ambuko, J., & Imathiu, S. (2019). Effect of selected pretreatments prior to drying on physical quality attributes of dried mango chips. *Journal of food science and technology*, *56*(8), 3854-3863.

-Obodai, M., Ferreira, I. C., Fernandes, Â., Barros, L., Mensah, D. L. N., Dzomeku, M., ... & Takli, R. K. (2014). Evaluation of the chemical and antioxidant properties of wild and cultivated mushrooms of Ghana. *Molecules*, *19*(12), 19532-19548.

-Oboh, G., & Akindahunsi, A. A. (2004). Change in the ascorbic acid, total phenol and antioxidant activity of sun-dried commonly consumed green leafy vegetables in Nigeria. *Nutrition and Health*, *18*(1), 29-36.

-Ogbe, A. O., & Obeka, A. D. (2013). Proximate, mineral and anti-nutrient composition of wild Ganoderma lucidum: Implication on its utilization in poultry production.

-Ogunlakin, G. O., Oke, M. O., Babarinde, G. O., & Olatunbosun, D. G. (2012). Effect of drying methods on proximate composition and physico-chemical properties of cocoyam flour. *American Journal of Food Technology*, *7*(4), 245-250

-Ogwok, P., Muyinda, R., Nakisozi, H., & Bamuwamye, M. (2017). Fatty acid profile of wild edible and cultivated mushrooms (Pleurotus ostreatus, Amanita spp and Termitomyces microcarpus). *Nutrition & Food Science*.

-Oka, Y., TSUJI, H., OGAWA, T., & SASAOKA, K. (1981). Quantitative determination of the free amino acids and their derivatives in the common edible mushroom, Agaricus bisporus. *Journal of nutritional science and vitaminology*, *27*(3), 253-262.

-Okon, G., Okon, U., & Obongotdot, N. (2015). Proximate and Antinutrient Content of Pleurotus Ostreatus (Jacq.) P. Kumm Found in Akwa Ibom State, *Nigeria*. *International Journal of Research and Review*, 2(5), 217-222.

-Olawuni, I., Abimbola, U., Mejeha, I. M., & Moses, O. (2013). Physico-chemical properties of plantain flour as affected by maturity time and drying methods.

-Oloruntola, A., & Omotosho, O. (2019). Proximate Analysis, Phytochemical Screening and Mineral Content of Pleurotus Pulmonarius (Oyster Mushroom)(P20-019-19). *Current developments in nutrition*, *3*, 040-P20.

-Oluwafemi, Gbenga & Seidu, Kudirat & Fagbemi, Tayo. (2016). Chemical composition, functional properties and protein fractionation of edible oyster mushroom (pleurotus ostreatus). *Annals. Food Science and Technology*. 11(17),212-221

-Oly-Alawuba, N., & Obiakor-Okeke, P. N. (2014). Antinutrient profile of three mushroom varieties consumed in Amaifeke, Orlu, Imo state. *Fd Sci. and Quality Management*, 32, 1-5.

-Onuegbu, N. C., Odimegwu, N. E., Ibeabuchi, J. C., Njoku, N. E., Agunwa, I. M., Ofoedu, C. E., & Njoku, C. C. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of oyster mushroom.*American Journal of Food Science and Technology*, *5*(2), 64-69.

-Ory, R. L., & Conkerton, E. J. (1983). Supplementation of bakery items with high protein peanut flour. *Journal of the American Oil Chemists' Society,* 60(5), 986-989.

-Osagie, U.A., (1998). Antinutritional factors in nutritional quality of plant foods Benin city, Post-Harvest Research Unit. Department of biochemistry University of Benin, Nigeria.

-Oyetayo, O. V., & Ariyo, O. O. (2013). Micro and macronutrient properties of Pleurotus ostreatus (Jacq: Fries) cultivated on different wood substrates. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 147(898), 1-4.

-Ozunlu, O., & Ergezer, H. (2021). Possibilities of using dried oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) in the production of beef salami. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e15117.

-Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G. V., Welti-Chanes, J., & Swanson, B. G. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, *64*(1), 42-45.

-Pan, Z., Shih, C., McHugh, T. H., & Hirschberg, E. (2008). Study of banana dehydration using sequential infrared radiation heating and freeze-drying. *LWT-Food Science and Technology*, *41*(10), 1944-1951.

-Pandimeena, M., Prabu, M., Sumathy, R., & Kumuthakalavalli, R. (2015). Evaluation of Phytochemicals and In Vitro Antiinflammatory, Anti-Diabetic Activity Of The White Oyster Mushroom, Pleurotus Florida. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, *5*(1), 16-21.

-Parihar, S., Virani, K. D., Pithawala, E. A., Shukla, M. D., Lahiri, S. K., Jain, N. K., & Modi, H. A. (2015). Phytochemical screening, total phenolic content, antibacterial and antioxidant activity of wild edible mushroom Pleurotus ostreatus. *Int. Res. J. Pharm*, *6*(1), 65-69.

-Patil, S. S., Ahmed, S. A., Telang, S. M., & Baig, M. M. V. (2010). The nutritional value of Pleurotus ostreatus (Jacq.: Fr.) kumm cultivated on different lignocellulosic agrowastes. Innovative Romanian food biotechnology, (7).

-Paul, R. K., Bhattacharjya, D. K., Kabir, A. K. L., Rahaman, M. S., Rahaman, M. S., Miah, M. N., & Ahmed, K. U. (2015). Effect of different saw dust substrates on the nutritional composition of oyster mushroom (Pleurotus florida) and its applications in human health. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, *14*(2), 215-223.

-Pedro, M. A. M., Telis-Romero, J., & Telis, V. R. N. (2010). Effect of drying method on the adsorption isotherms and isosteric heat of passion fruit pulp powder. *Food Science and Technology*,*30*(4), 993-1000.

-Piga, A., Pinna, I., Özer, K. B., Agabbio, M., & Aksoy, U. (2004). Hot air dehydration of figs (Ficus carica L.): drying kinetics and quality loss. *International journal of food science & technology*, *39*(7), 793-799.

-Piskov, S., Timchenko, L., Grimm, W. D., Rzhepakovsky, I., Avanesyan, S., Sizonenko, M., & Kurchenko, V. (2020). Effects of Various Drying Methods on Some Physico-Chemical Properties and the Antioxidant Profile and ACE Inhibition Activity of Oyster Mushrooms (Pleurotus Ostreatus). *Foods*, *9*(2), 160.

-Politowicz, J., Lech, K., Sánchez-Rodríguez, L., Figiel, A., Szumny, A., Grubor, M., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2018). Volatile composition and sensory profile of oyster mushroom as affected by drying method. *Drying technology*, *36*(6), 685-696.

-Pomeranz, Y. (2012). Functional properties of food components. *Academic Press*,v3.

-Prodhan, U. K., Linkon, K. M. M. R., Al-Amin, M. F., & Alam, M. J. (2015). Development and quality evaluation of mushroom (Pleurotus sajor-caju) enriched biscuits. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 542-547.

-Pruthi, J. S., Gopalakrishnan, M., & Bhat, A. V. (1978). Studies on the Dehydration of Tropical Paddystraw Mushroom (Volvariella Volvacea). *Indian Food Packer*, *32*, 7-16.

-Qiu, Y., Bi, J., Jin, X., Hu, L., Lyu, J., & Wu, X. (2021). An understanding of the changes in water holding capacity of rehydrated shiitake mushroom (Lentinula edodes) from cell wall, cell membrane and protein. *Food Chemistry*, *351*, 129230.

- Quinon, S. R. and D. Poton.(1979). Apractical measurement of water hydration capacity of protein materials. *Cereal chem.*.56:38.

-Radzki, W., Slawińska, A., Jablonska-Rys, E., & Michalak-Majewska, M. (2016). Effect of blanching and cooking on antioxidant capacity of cultivated edible mushrooms: A comparative study. *International Food Research Journal*, 23(2), 599.

-Rahman, M. S. (Ed.). (2007). Handbook of food preservation. *CRC press*.

-Rai, R.D., and Arumuganathan, T. (2008). Postharvest Technology of Mushrooms. National Research Centre for Mushroom. Chambagat, Solan-173 213, HP India. Pp1-10.

- Raitio, R., Orlien, V., & Skibsted, L. H. (2011). Storage stability of cauliflower soup powder: The effect of lipid oxidation and protein degradation reactions. *Food chemistry*, *128*(2), 371-379.

-Rama, V., & John, P. J. (2000). Effects of methods of drying and pretreatments on quality of dehydrated mushroom. *Indian Food Packer*, *54*(5), 59-64.

-Rana, S., Gupta, S., Rana, A., & Bhushan, S. (2015). Functional properties, phenolic constituents and antioxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient.*Food Science and Human Wellness*, *4*(4), 180-187.

-Rashad, M. M., Abdou, H. M., Mahmoud, A. E., & Nooman, M. U. (2009). Nutritional analysis and enzyme activities of Pleurotus ostreatus cultivated on Citrus limonium and Carica papaya wastes. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, *3*(4), 3352-3360.

-Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of food engineering*, *49*(4), 311-319.

-Reguła, J., & Siwulski, M. (2007). Dried shiitake (Lentinulla edodes) and oyster (Pleurotus ostreatus) mushrooms as a good source of nutrient. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, *6*(4), 135-142.

-Reid, T., Munyanyi, M., & Mduluza, T. (2017). Effect of cooking and preservation on nutritional and phytochemical composition of the mushroom Amanita zambiana. *Food science & nutrition*,*5*(3), 538-544.

-Reis, F. S., Martins, A., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2012). Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples. *Food and Chemical Toxicology*,*50*(5), 1201-1207.

-Rezaeian, S., Saadatmand, S., Sattari, T. N., & Mirshamsi, A. (2015). Antioxidant potency of Iranian newly cultivated wild mushrooms of Agaricus and Pleurotus species.

-Robaszkiewicz, A., Bartosz, G., Lawrynowicz, M., & Soszyński, M. (2010). The Role of Polyphenols, ***β***-Carotene, and Lycopene in the Antioxidative Action of the Extracts of Dried, Edible Mushrooms. *Journal of nutrition and metabolism*, *2010*.

-Roy, D. N., Azad, A. K., Sultana, F., Anisuzzaman, A. S. M., & Khondkar, P. (2015). Nutritional profile and mineral composition of two edible mushroom varieties consumed and cultivated in Bangladesh. The Journal of Phytopharmacology, 4(4), 217-220.

-Ruat, A.K. (2011). Study On The Dehydration Properties Of Oyster Mushroom (*Pleurotous Sajor* Caju) Under Different Pretreatment Conditions.Bacholar Degree Dessirtaion.Institue Of Science And Technology,Food Technology Instruction Committee.Tribhuvan. University. Dharan,Hattistar,Nepal

-Rwubatse, B., Akubor, P. I., & Mugabo, E. (2014). Effect of drying methods on functional and pasting properties of orange fruit (Citrus sinensis, L.) peel flour and wheat flour blends. *J Environ Sci Toxicol Food Technol*, *8*(10), 52-56.

-Sagar, V. R., & Kumar, P. S. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of food science and technology*, *47*(1), 15-26.

-Sagrin, M. S., & Chong, G. H. (2013). Effects of drying temperature on the chemical and physical properties of Musa acuminata Colla (AAA Group) leaves. *Industrial Crops and Products*, *45*, 430-434.

-Salim, R., Rather, A. H., & Naik, H. R. (2016). Influence of osmotic pretreatments and drying methods on water activity of dried pear. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, *13*(3), 1607-1610.

-Sapers, G. M., Miller, R. L., Pilizota, V., & Kamp, F. (2001). Shelf-life extension of fresh mushrooms (Agaricus bisporus) by application of hydrogen peroxide and browning inhibitors. *Journal of Food Science*, *66*(2), 362-366.

-Sarker, N.C., Hossain M.M., Sultana, N, Mian, I.H., Karim, A.J.M.S.and Amin, S.M.R. (2007). Impect of different Substrates on Nutrient Content of Pleurotus ostreatus (Jacquin ex Fr.) Kummer. Bangladesh J. Mushroom. 1(2): 35-38

-Saxena, S., & Rai, R. D. (1990). Postharvest technology of mushrooms. *Technical Bulletin*, *2*, 45-75.

-Selvi, S., Devi, P. U., Suja, S., Murugan, S., & Chinnaswamy, P. (2007). Comparison of non-enzymic antioxidant status of fresh and dried form of Pleurotus florida and Calocybe indica. *Pakistan Journal of Nutrition*, *6*(5), 468-471.

-Senadeera, W., Bhandari, B. R., Young, G., & Wijesinghe, B. (2005). Modeling dimensional shrinkage of shaped foods in fluidized bed drying. *Journal of food processing and preservation*,*29*(2), 109-119.

-Seyhan, F.G. & Evranuz, Q. (2000). Low temperature mushroom (A. bisporus) drying with desiccant dehumidifiers. Drying Technology,18(1&2): 433-445.

-Sezer, Y. C., Sufer, O., & Sezer, G. (2017). Extraction of phenolic compounds from oven and microwave dried mushrooms (Agaricus bisporus and Pleurotus ostreatus) by using methanol, ethanol and aceton as solvents. *Indian J Pharm Educ*, *51*(3s2), s393-s397.

-Shewfelt, R.L. (2009). Introducing Food Science. Great Britain: *CRC Press*

-Shi, J., & Maguer, M. L. (2000). Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Critical reviews in food science and nutrition*, *40*(1), 1-42.

-Shirmohammadli, Y., Efhamisisi, D., & Pizzi, A. (2018). Tannins as a sustainable raw material for green chemistry: A review.*Industrial Crops and Products*, *126*, 316-332.

-Shu, C. H., Xu, C. J., & Lin, G. C. (2006). Purification and partial characterization of a lipase from Antrodia cinnamomea. *Process Biochemistry*, *41*(3), 734-738.

-Sim, K. Y., Liew, J. Y., Ding, X. Y., CHOONG, W. S., & Intan, S. (2017). Effect of vacuum and oven drying on the radical scavenging activity and nutritional contents of submerged fermented Maitake (Grifola frondosa) mycelia. *Food Science and Technology*, *37*, 131-135.

-Simal, S., Garau, C., Femenia, A., & Rosselló, C. (2005). Drying of red pepper (Capsicum annuum): water desorption and quality.*International Journal of Food Engineering*, *1*(4).
-Singh, J., Sindhu, S. C., & Kumari, V. (2017). Development and Evaluation of Shiitake Mushroom (Lentinus edodus) Instant Soup Mixes. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci,* 6(5), 1232-1238.
-Singh, S. (1996). Effect of whey concentration on the quality of whey based mushroom soup powder. *Mushroom Research*, 5: 33-88.
-Singh, S., Ghosh, S. And Patil, G.R. (2003). Development of a mushroom–whey soup powder. Int. *J. Food Sci. Technol*. *38*, 217–224.
-Singh, V., Pandey, R., & Vyas, D. (2015). Antioxidant potentiality of Pleurotus ostreatus (MTCC142) cultivated on different agro wastes. *Asian Journal of Plant Science and Research*, *5*(6), 22-7.
-Stefan, R. I., Vamanu, E., & Angelescu, G. C. (2015). Antioxidant Activity of crude methanolic extracts from Pleurotus ostreatus. *Research Journal of Phytochemistry*, *9*(1), 25-32.
-Stojanova, M., Ivanovski, I., Stojkova, I., & Todor Stojanova, M. (2017). Comparative Research for the Influence of Drying Technology on the Chemical Composition of Chanterelle (Cantharellus cibarius) and Porcini Mushrooms (Boletus edulis).
-Sudarsan, S. M., Santhanam, S. G., & Visalachi, V. (2017). Development and formulation of instant soup mix from sprouted horse gram and radish leaves. *International J .Home Science*, *3*, 346-349.
-Sufer, O., Bozok, F., & Demir, H. (2016). Usage of edible mushrooms in various food products. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *4*(3), 144-149.
-Suguna, S., & Usha, M. (1995). Cultivation of oyster mushroom. *Journal of food science and technology*, 32, 351-2.
-Sumnu, G., Turabi, E., & Oztop, M. (2005). Drying of carrots in microwave and halogen lamp–microwave combination ovens.*LWT-Food Science and Technology*, *38*(5), 549-553.
-Suresh, C. and Samsher, R, (2013). Assessment of functional properties of different flours. *Afri.J.Agric. Research*. 8 (18): 487 – 494.
-TA, I., Adaramola-Ajibola, K. M., Adesuyi, A. T., Olanrewaju, S. O., & Akinro, E. B. (2017). Effect of Pre-Treatments and Drying Methods on the Chemical Quality and Microbial Density of Wild Edible Oyster Mushroom.
-Tan, J. J. Y., Lim, Y. Y., Siow, L. F., & Tan, J. B. L. (2015). Effects of drying on polyphenol oxidase and antioxidant activity of Morus alba leaves. *Journal of Food Processing and Preservation*, *39*(6), 2811-2819.
-Tapia, M. S., Alzamora, S. M., & Chirife, J. (2020). Effects of water activity (aw) on microbial stability as a hurdle in food preservation. *Water activity in foods*, 323-355.
-Teklit, G. A. (2015). Chemical composition and nutritional value of the most widely used mushrooms cultivated in Mekelle Tigray Ethiopia. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, *5*(5), 1.the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6, 420-428.
-Thakur, M. P., Singh, H. K., & Shukla, C. S. (2022). Post-Harvest Processing, Value Addition and Marketing of Mushrooms.
-Tian, Y., Zhao, Y., Huang, J., & Zheng, B. (2016). Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food Chemistry*, *197*, 714-722.
-Tiisekwa BPM, Ndabikunze BK, Samson G, Juma M (2002). Proceedings of the Region Agroforestry Conference. Warmbaths, South Africa. p. 68

-Tiram, C. (2013). Effect of different drying techniques on the nutritional values of oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju). *Sains Malaysiana*, *42*(7), 937-941.
-Tolera, K. D., & Abera, S. (2017). Nutritional quality of Oyster Mushroom (Pleurotus Ostreatus) as affected by osmotic pretreatments and drying methods. *Food science & nutrition*, *5*(5), 989-996.
-Toor, R. K., & Savage, G. P. (2006). Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage.*Food Chemistry*, *99*(4), 724-727.
-Tulek, Y. (2011). Drying kinetics of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) in a convective hot air dryer.
-Tupamahu, I. P. C., & Budiarso, T. Y. (2017). The effect of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) powder as prebiotic agent on yoghurt quality. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1844, No. 1, p. 030006). AIP Publishing LLC.
-Usha, S., & Suguna, V. (2014). Investigation on the nutritional value of edible mushrooms viz. *Auricularia polytricha*, 497-500.
-Valverde JM, Valero D, Marntnez-Romero D, Gilln F, Castillo S and Serrano M. (2005). Novel edible coating based on *Aloe vera* Gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53 (20): 7807-7813.
-Victor, N., Peter, C., Raphael, K., Tendekayi, G. H., Jephris, G., Taole, M., & Portia, P. R. (2017). Microbiological quality of selected dried fruits and vegetables in Maseru, Lesotho. *African journal of microbiology research*, *11*(5), 185-193.
-Vu, H. T., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2017). Effects of drying conditions on physicochemical and antioxidant properties of banana (Musa cavendish) peels. *Drying technology*, *35*(9), 1141-1151.
-Vullioud, M. B., Rusalen, R., & De Michelis, A. (2011). Blanching process of oyster mushrooms (Pleurotus ostreatus) and its effect on parameters of technological interest in Argentina. *Micologia Aplicada International*, *23*(2), 47-53.
-Wada, L., & Ou, B. (2002). Antioxidant activity and phenolic content of Oregon caneberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(12), 3495-3500.
Wadikar, D. D. and Premavalli, K. S. (2013). Development of a hot water reconstitutable appetizer soup mix from *Coleus aromaticus* using response surface methodology. *International Food Research Journal*, 20(6): 3041-3046
-Wahab, B. A., Adebowale, A. R. A., Sanni, S. A., Sobukola, O. P., Obadina, A. O., Kajihausa, O. E., ... & Tomlins, K. (2016). Effect of species, pretreatments, and drying methods on the functional and pasting properties of high-quality yam flour. *Food Science & Nutrition*, 4(1), 50-58.
-Walde, S. G., Velu, V., Jyothirmayi, T., & Math, R. G. (2006). Effects of pretreatments and drying methods on dehydration of mushroom. *Journal of food engineering*, 74(1), 108-115.
-Wan Rosli, W. I.; A.S. Babji; A. Aminah; S.P. Foo and O. Abd Malik. (2006). Vitamin E contents of processed meats blended with palm oils. Journal of Food Lipids 13:186-198. 22.
-Wan Rosli, W. I., Solihah, M. A., & Mohsin, S. S. J. (2011). On the ability of oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju) confering changes in proximate composition and sensory evaluation of chicken patty. *International Food Research Journal*, 18(4).
-Wan Rosli, W. I., Maihiza, N., & Raushan, M. (2015). The ability of oyster mushroom in improving nutritional composition, β-glucan and textural properties of chicken frankfurter. International Food Research Journal, 22(1).
-Wang, H., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2014). Comparison of three new drying methods for drying characteristics and quality of shiitake mushroom (Lentinus edodes). *Drying Technology*, 32(15), 1791-1802.

-Wang, J., & Chao, Y. (2003). Effect of 60Co irradiation on drying characteristics of apple. *Journal of food engineering*, *56*(4), 347-351.
-Wang, J., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Wang, D., Zhao, J. H., Fang, X. M., ... & Xiao, H. W. (2017). Effects of various blanching methods on weight loss, enzymes inactivation, phytochemical contents, antioxidant capacity, ultrastructure and drying kinetics of red bell pepper (Capsicum annuum L.). *LWT*, *77*, 337-347.
-Wang, X. M., Zhang, J., Wu, L. H., Zhao, Y. L., Li, T., Li, J. Q., ... & Liu, H. G. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China.*Food chemistry*, *151*, 279-285.
-Wani, B. A., Bodha, R. H., & Wani, A. H. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24), 2598-2604.
-Wasser, S. P. (2010). Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 12(1).
-Weaver JC, Kroger CM and Kneebone IR. (1977). Comparative protein studies (Kjeldahl, dye binding, amino acid analysis) of nine strains of *A. bisporus* Inbach. *Food Science*. 42: 364-366
-WHO (World Health Organization). (2003). Nutritional and anti-nutritional components of most cultivated mushrooms. Geneva, Italy
-Winward GP, Avery L, Stephenson T and Jefferson B. (2008). Essential oils for the disinfection of grey water. *Water Research*. 42(8-9): 2260-2268
Woldegiorgis, A. Z., Abate, D., Haki, G. D., & Ziegler, G. R. (2015). Major, minor and toxic minerals and anti-nutrients composition in edible mushrooms collected from Ethiopia. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(3), 1.
-Xu, J. G., & Duan, J. L. (2015). Effects of drying methods on physico-chemical properties and antioxidant activity of shiitake mushrooms (Lentinus Edodes). *Agriculture and Food Sciences Research*, *2*(2), 51-55.
-Yang, H. And Zhang, L. (2009). Changes in some components of soymilk during fermentation with the basidiomycete *Ganoderma lucidum*. Food Chem *112*, 1–5.
-Yang, J. H., Lin, H. C., & Mau, J. L. (2001). Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food chemistry*,*72*(4), 465-471.
-Yang, R. L., Li, Q., & Hu, Q. P. (2020). Physicochemical properties, microstructures, nutritional components, and free amino acids of Pleurotus eryngii as affected by different drying methods. Scientific Reports, 10(1), 1-9.
-Yasmin, S., Islam, M. N., & Alim, M. A. (2015). Mechanical drying of fresh and osmosed mushroom. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 13(2), 307-314.
-Yilmaz, A., Yildiz, S., Kiliç, C., & Zehra, C. A. N. (2017). Total phenolics, flavonoids, tannin contents and antioxidant properties of Pleurotus ostreatus cultivated on different wastes and sawdust. International Journal of Secondary Metabolite, 4(1), 1-9.
-Yilmaz, N., Solmaz, M., Türkekul, İ., & Elmastaş, M. (2006). Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea of Turkey. *Food Chemistry*, 99(1), 168-174.
-Yim, H. S., Chye, F. Y., Tan, C. T., Ng, Y. C., & Ho, C. W. (2010). Antioxidant activities and total phenolic content of aqueous extract of Pleurotus ostreatus (cultivated oyster mushroom). *Malaysian journal of nutrition*, *16*(2), 281-291.
-Zhang, M., Tang, J., Mujumdar, A., Wang, S. (2006). Trends in microwave related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, *17*, pp. 524–534.
-Zhang, N., Chen, H., Zhang, Y., Ma, L., & Xu, X. (2013). Comparative studies on chemical parameters and antioxidant properties of stipes and caps of shiitake mushroom as affected by different drying methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *93*(12), 3107-3113.

-Zhang, Z., Song, H., Peng, Z., Luo, Q., Ming, J., & Zhao, G. (2012). Characterization of stipe and cap powders of mushroom (Lentinus edodes) prepared by different grinding methods. Journal of Food Engineering, 109(3), 406-413

Abstract

This study aimed to evaluate the nutrition value of winter oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), and study the effect of some drying methods (traditional open sun drying, hot air oven drying, vacuum drying and freeze drying) and some pre-treatments (blanching, sulfating with potassium metabisulfite, soaking in citric acid solutions in concentration of 0.1 and 0.5%) in quality characteristics and to prepare some food products (instant soup powder, chicken burger, biscuits) from dried mushroom powder. The results showed high nutrition value of winter oyster mushroom as a result of high protein, fiber and minerals - low fat content ,with high quality of protein, fat and sugar because of high essential amino acids, unsaturated fatty acids and reducing sugars especially trehalose, and its high minerals content like potassium which reach 1% in dry base, also its characterized with high antioxidant activity returns basically to phenolic compounds and low content of anti-nutrition compounds, as well high sensory acceptance. The results revealed that hot oven dried samples had the lowest moisture content, and the freeze-dried had the highest protein and lowest carbohydrate content. Moreover, the drying methods didn't affect the Ash, fibre and fat content. The pre-treatments led to reduce the nutrition compound expect of carbohydrate, also the oven drying gave the lowest drying time and water activity, while the drying methods didn't affect the yield, and the pre-treatments led to reduce drying time and yield, and they raise water activity compared with untreated samples. The results showed that rehydration ratio of dried mushroom ranged between (1.7-4.2), and the freeze-dried samples had the highest rehydration ratio, lowest bulk density and volume shrinkage and had the highest antioxidant activity expressed in DPPH test, total phenolic content and ascorbic acid close to fresh mushroom, The sulphating and soaking in citric acid had improved the functional properties and antioxidant activity, on the contrary of blanching which had a negative effect on them. Furthermore,

results showed that hot air oven dried samples had superior wetting properties (water holding capacity and swelling power) and lowest oil holding capacity and the pre-treatments improved that properties expect of blanching led to large deterioration of that properties and completely absence of swelling power. In addition, drying led to reduce the microbial load of mushroom and the vacuum dried samples had the lowest total microbial count, moulds and yeasts, and the pre-treatments especially sulphating lead to reduce microbial content and all of the dried samples didn't contain coliform bacteria. Moreover, the drying methods had reduced the lightness and increased the redness and yellowness degrees, and the sulphated freeze dried samples had the lowest colour differences and browning index, and the highest sensory acceptance, whereas sun dried samples had the lowest sensory evaluation, and the pre-treatments lead to improve the colour, and uneven retreat in other sensory attribute compared to untreated samples. The fortification of some food products with mushroom powder led to improve the nutrition value and functional properties, and there is a possibility of adding it in replacement rate reach to 10% in biscuits and 20% in soup and chicken burger without negative effect on sensory properties, so its recommended to use industrial drying methods to preserve mushroom with application of sulphating and soaking in citric acid pre-treatments in concentration of 0.5% before drying and using the dried forms of oyster mushroom in food processing.

Keywords: Oyster Mushroom, Drying Methods, Pre-treatments, Sulphating, Citric Acid, Hot Air Drying, Freeze Drying, Rehydration Ratio.

Syrian Arab Republic
Ministry of High Education and Scientific Research
Damascus University
Faculty of Agriculture
Food Science Department

Effect of Physio-Chemical Pretreatments and Drying Methods on Quality Parameters of Oyster Mushroom *(Pleurotus spp.)* And uses of its dried forms in food applications

Thesis Prepared To Fulfil the Requirements of PH.D Degree in Agricultural Sciences (Food Science Specialization)

Prepared by:

Mohamed Jamal AlZoubi

SCIENTIFIC SUPERVISOR

Professor ANWAR ALHAJ ALI

Damascus University
Faculty of Agriculture
Department of Food Scenes

CO-SUPERVISOR

Dr. BASSAM OKLAH

Researcher In General Commission
Of Bio-Technology

2022