اسعد الحلفي
منير جاسم
حسن الربيعي

ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم بتقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج

ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم

الحلفي, جاسم, الربيعي

ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم بتقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج

تقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج هي من العمليات اللاحرارية اذ يتم بواسطتها استخلاص الكثير من المركبات. تستخلص الدهون والكولسترول من اللحوم بطرائق عدة ولكن افضلها تقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج. تضمن الكتاب ستة فصول هي الدهون وشرح مفصل لجهاز ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم المفرومة ولنمذجة الرياضية ودراسة الخصائص الفيزيائية لثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج وزالة الكولسترول والدهن من اللحم وبعض الخصائص الكيميائية والمايكروبية والحسيةوالكلفة الاقتصادية لجهاز إزالة الكولسترول والدهون

أ.د.أسعد رحمان سعيد الحلفي دكتوراه هندسة معامل اغذية و أ.د.منير عبود جاسم دكتوراه لحوم واسماك و م.د. حسن هادي الربيعي دكتوراه هندسة اغذية في قسم علوم الاغذية كلية الزراعة جامعة البصرة.

NOOR PUBLISHING

978-620-2-34753-2

اسعد الحلفي
منير جاسم
حسن الربيعي

ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم بتقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج

اسعد الحلفي
منير جاسم
حسن الربيعي

ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم بتقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج

Noor Publishing

Imprint
Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:
Noor Publishing
is a trademark of
International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page
ISBN: 978-620-2-34753-2

Zugl. / Approved by: 2017 جامعة البصرة - البصرة

Copyright © اسعد الحلفي, منير جاسم, حسن الربيعي
Copyright © 2018 International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
All rights reserved. Beau Bassin 2018

ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم بتقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج

أ.د.أسعد رحمان الحلفي

أ.د.منير عبــود الطائي

م.د. حسن هادي الربيعي

قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة

المحتويات

المقـدمـة 9
الفصل الاول 13
الدهون Lipids 13
اهمية الدهون البايولوجية.....14
أنواع الدهون 15
مصادر الدهون 16
المصادر الحيوانية 16
المصادر النباتية 19
المصادر البحرية 21
اكسدة الدهون.....21
تصنيف الدهون 24
الستيرويدات 25
الكولسترول 26
أكتشاف الكولسترول 27
التركيب الكيميائي 28
مصادر الكولسترول في الجسم.....29
البروتينات الدهنية وعلاقتها بالكولسترول 32
الأهمية الصحية للكولسترول وأثاره في جسم الانسان 34
اسباب ارتفاع نسبة الكولسترول في الدم: 36
طرائق تخفيض الكولسترول في الدم والأغذية.....37

الموائع فوق الحرجة.....41
الاهمية والتطبيقات الصناعية الحديثة للموائع فوق الحرجة SCF.....47
أستخدام ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج SCCO2.....49
مميزات وعيوب CO2 فوق الحرج.....50
الخواص الفيزيائية لـ CO2 فوق الحرج.....52
أستخلاص الكولسترول بأستخدام CO2 فوق الحرج.....52
التركيب الكيميائي للحم.....54
الكولسترول في اللحوم.....55
استخلاص الكولسترول من اللحوم بأستخدام SCCO2.....56
الفصل الثاني.....75
جهاز ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم المفرومة.....75
الهيكل الحديدي.....75
وحدات الفصل.....76
وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم.....76
وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من CO2 فوق الحرج.....77
وحدة امتصاص الكولسترول من الدهون.....79
مضخة رفع ضغطCO_2.....80
ضاغط الهواء.....81
قنينة غاز CO2.....81
صمام التحكم.....81
صمام الامان.....81

وحدة التسخين 81
وحدة التبريد 82
مقياس درجة الحرارة 83
مقياس الضغط.....83
كيفية ربط الجهاز 83
آلية تشغيل الجهاز 86
الفصل الثالث.....95
النمذجة الرياضية 95
ذائبية الكولسترول في CO_2 فوق الحرج 103
المصادر 112
الفصل الرابع.....115
الخصائص الفيزيائية لثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج 115
العلاقة بين الضغط المسلط ودرجة الحرارة والزمن 115
العلاقة بين الضغط المسلط و كثافة CO_2 فوق الحرج 122
العلاقة بين الضغط المسلط ولزوجة CO_2 فوق الحرج.....123
العلاقة بين الضغط المسلط وعامل انضغاطية CO_2 فوق الحرج 125
الفصل الخامس 129
ازالة الكولسترول والدهن من اللحم وبعض الخصائص الكيميائية والمايكروبية والحسية 129
انتشار الكولسترول في CO_2 فوق الحرج 129
العلاقة بين ضغط CO_2 فوق الحرج وإزالة الدهون.....131
العلاقة بين ضغط CO_2 فوق الحرج وإزالة الكولسترول 140

الفحوص الكيميائية 149
الرطوبة 149
البروتين 150
الدهون 150
الرماد 152
الكولسترول 153
رقم البيروكسيد 155
الفحوص المايكروبية 158
العد الكلي للبكتريا 158
عد بكتريا القولون 158
عد المكورات العنقودية 159
الكشف عن بكتريا السالمونيلا 159
عد الخمائر والاعفان 159
التقيم الحسي لمنتج البيركر 160
الفصل السادس 167
الكلفة الاقتصادية لجهاز إزالة الكولسترول والدهون 167
الحسابات 170
التكاليف الثابتة 170
الاندثار 170
الفائدة 170
الإيواء 171

التأمين 171
التكاليف المتغيرة 172
تكلفة المادة الأولية (اللحم المفروم) 172
أجرة المشغل 172
التصليح والإدامة 173
تكلفة الطاقة 173
تكلفة الماء المستخدم للغسل والتعقيم 173
التعبئة 173
الربح السنوي 174

المقـدمــة

الكولسترول عبارة عن احد المركبات الستيرويدية ذات وزن جزيئي عالي وهو ذو لون ابيض عديم الطعم و الرائحة ويكون شحمي القوام وهو احد انواع الدهون ولا سيما أنه لا يذوب في الماء وهو مركب كحولي نتيجة احتوائه على مجموعة هايدروكسيل

اشارت العديد من الدراسات انه يوجد الكولسترول في جميع أجزاء الجسم إذ تستطيع جميع خلايا الجسم ان تصنعه ويعد الكبد المصدر الاساسي لتصنيع الكولسترول في الجسم ويعد اساسياً ومهماً في بناء الجسم لكونه يدخل في تركيب الانسجة والخلايا ويوجد في مصل الدم بين 0.16 ـ 0.24 غم \ 100 مل. يستطيع الجسم ان يصنع يومياً 1 ــ 2 غم من الكولسترول وبالوقت نفسه يتخلص من 0.1 ــ 0.8 غم \ يومياً منه عن طريق الجلد وعن طريق البراز ، بينما يحتاج الجسم يومياً بحدود 0.2 – 0.3 غم بالنسبة للاشخاص الاصحاء أما المرضى فتقل النسبة لتصل إلى اقل من 0.2 غم \ يومياً ومن الجدير بالذكر هنا أن كمية الكولسترول التي يحتاجها الرجل أكثر مما تحتاج اليه النساء يومياً. يرتبط الكولسترول بجزء حامض دهني غير مشبع طويل السلسلة مكوناً استرات وهذه الاسترات تنتقل عن طريق اللايبوبروتينات (البروتينات الدهنية) التي تكون على ثلاث انواع في الجسم الاول يسمى HDL وتكون نسبة الكولسترول والدهن فيه قليل وهو غير ضار بالجسم ، والثاني يسمى LDL وتكون نسبة الكولسترول والدهن فيه عالية ونسبة البروتينات قليلة وهو ضار بالجسم والنوع الثالث هو VLDL هذا النوع ضار ايضا ، لأن نسبة الكولسترول فيه عالية جداً .

بين العلماء بإن اي خلل في تخليق الكولسترول في الجسم يؤدي إلى مشاكل ومسببات صحية خطيرة قد تؤدي إلى الوفاة ، ومما يزيد الامر صعوبة هو تناول أغذية

تكون غنية بالكولسترول مثل اللحوم والدجاج والاسماك والبيض والحليب ومشتقاته وغيرها ، تقسم المسببات الصحية إلى قسمين الاول : في حال ارتفاع الكولسترول يؤدي إلى انسداد وتصلب الشرايين القلبية وامراض جهاز الدوران وحالة الاصابة بمرض السكري وارتفاع ضغط الدم وله علاقة بسرطان الجلد والرئتين والقولون والثاني : في حالة انخفاض نسبة الكولسترول عن حاجة الجسم اليومية له فأنه يؤدي إلى حدوث حالة تسمى بـ Hypocholesterolemia والتي تؤدي بدورها إلى الوفاة ايضاً. من خلال الدراسات والتجارب الماضية أهتم العلماء بكيفية تقليل مستوى الكولسترول في الدم والاغذية وقد وجد بعض الباحثين أمكانية إستعمال أنواع من البكتريا كبديل عن الادوية والعقاقير في تقليل مستوى الكولسترول في الدم ومن هذه الاجناس *Lactobacillus* . وعمل باحثون على إستعمال طرائق عدة في تقليل مستوى الكولسترول في الاغذية وانتاج اغذية صحية خالية أو تحوي على مستويات قليلة منه ومن هذه الطرائق طرائق فيزيائية وكيميائية وبايولوجية وأنزيمية. وتكون هذه الطرائق أنتقائية نسبياً ، إذ تزيل النكهة والمكونات الطبيعية للمواد الغذائية فضلاً عن التكلفة العالية لها وبعضها يترك اثار سمية على الاغذية لاسيما تلك المستخدم فيها المذيبات الكيميائية المختلفة. ستخدمت الموائع فوق الحرجة كطرائق حديثة لإزالة او تقليل مستويات الكولسترول في الغذاء.

إن ازالة الكولسترول و الدهون غالباً ما يكون حلاً لمشكلة تجمع الكولسترول داخل الاوعية الدموية وأن انتاج منتجات جديدة وبديلة قد تلبي متطلبات المستهلكين وتقلل من الاضرار الصحية وهذه الاغذية تعد ضروره ملحة لاسيما بالنسبة للمستهلكين المصابين بأمراض القلب والشرايين والذين يعانون من فرط السمنة . الا أن القلق لدى المستهلكين يكمن في انتاج منتوجات غذائية تحوي على مخلفات كيميائية ، وزيادة الطلب على المنتجات العالية الجودة جعلت استخلاص الكولسترول الدهون بإستعمال السوائل فوق

الحرجة تفوق إستعمال الطرائق والتقنيات الاخرى لما يمتاز به من صفات فريدة فهي غير سامه وغير مكلفه ولها درجة حرارة منخفضة نسبياً لاسيما CO_2 أضافةً إلى سهولة ذوبان الكولسترول في CO_2 فوق الحرج والعمل به على نطاق واسع. استعملت تقنية السوائل فوق الحرجة في إزالة الكولسترول من اللحوم المجففة والدجاج ولحم الخنزير والاسماك والبيض ومشتقاته. وكذلك انتاج حليب دسم خالي من الكولسترول بحدود 90 % واستعملت تقنية السوائل الفوق حرجة ($SCCO_2$) في تجزئة زيت الزبدة.

الهدف من هذا الكتاب هو تعلم كيفية تصميم وتصنيع جهاز لازالة الكولسترول بوساطة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج يعمل بطريقة ثابتة واخرى متحركة محلياً ودراسة أداءه وتطبيقه عملياً.ودراسة ذائبية الكولسترول في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج عملياً و نظرياً. اضافة الى دراسة الصفات الكيميائية والمايكروبية والحسية للحم المفروم المزال منه الكولسترول او/والدهن بتقنية ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج.

الفصل الاول

الدهون Lipids

الدهون عبارة عن مركبات عضوية متعددة لها صفات مشتركة ومختلفة عن بعضها البعض بخصائص تركيبية و وظيفية وتتركب الدهون من الكربون والهيدروجين والاوكسجين وبعض العناصر الاخرى مثل النايتروجين والفسفور وغيرها وتتكون الدهون البسيطة من جزيئة كَليسيرول مرتبطة مع واحد او اثنين او ثلاث احماض دهنية ، فأذا أرتبطت جزيئة الكَليسيرول مع ثلاث أحماض دهنية فأن التركيب الناتج هو الكَليسيريدات الثلاثية Triglycerides ، وهذا ما تتصف به معظم الاغذية ومنها اللحوم (الطائي ، 1987) .

أشار الحكيم وحسن (1995) إلى أن الدهون تشمل التربينات والكلايكولبيد والدهون الفسفورية والستيرولات وغيرها . بصورة عامة تتكون الدهون من الكليسيريدات الثلاثية وتشكل الاحماض الدهنية 94-96% من الوزن الجزيئي للكليسيريد الثلاثي ، وتتاثر الخصائص الكيميائية والفيزيائية لهذه الكَليسيريدات بنوع الاحماض الدهنية المرتبطة بها وطول سلاسلها الكربونية وعدد الاواصر المزدوجة وموقعها في جزيئة الكليسيرول والزيوت وتتحدد صلابة وسيولة الدهن بنوع الاحماض الدهنية الموجودة في الجزيئة الكليسيريدية وموقعها عليه (Shahidi and Wanasundar, 1988).

تحتوي دهون اللحوم على الفوسفولبيدات إذ تدخل في تركيب جدران الخلايا وتتصف هذه الفوسفولبيدات كاللسيثين Lecithin بقابليتها للاذابة الجزيئية في الماء والدهون ، لذلك فهي افضل مصدر للاستحلاب في الدم وبذلك تمنع تجمع الماء والدهون على شكل طبقة او طبقات ونقلها لغرض الاستفادة منها ، تؤدي هذه الفوسفولبيدات دوراً مهماً

في نقل البروتينات إلى مجرى الدم وتكمن أهميتها في تمثيل الكولسترول إذ إن زيادته تسبب مرض تصلب الشرايين وامراض القلب (الطائي ، 1987) . يوجد نوعان رئيسيان من الدهون في العضلة هما الكليسيريدات الثلاثية الطبيعية والدهون المستقطبة ، وفي معظم الحالات يوجد ثلاث او اربعة احماض دهنية تشكل الاساس الرئيسي للدهون المخزونة في العضلة وهي ستياريك والبالمتيك والاوليك. أما الدهون المستقطبة فتشمل الفوسفوليبيدات والبلازمالوجينات والسفنكوميلين بالاضافة إلى ذلك يوجد كَلايكولبيد glycolipids و الكولسترول (الطائي ، 1987) .

ان للدهون والزيوت دوراً رئيساً في أظهار بعض الخصائص الحسية لكثير من الاغذية التي تتواجد فيها مثل النكهة و القوام والمذاق و تمتاز ايضاً بصفات تختلف فيما بينها تعتمد على نوع الجزيئة الدهنية او الاحماض الدهنية الداخلة في تركيبها وبالتالي تنعكس هذه الاختلافات على الخصائص الفيزيائية والتغذوية لها (Tomasino,1992) .

اهمية الدهون البايولوجية : The importance of biological lipids

للدهون وظائف رئيسية مهمه إذ تُعد مصدر للطاقة في الحيوانات إذ ان الغرام الواحد منها يزود الجسم بطاقة مقدارها 9 كيلو سعرة وهي اكثر من ضعف الطاقة التي تزودها الكربوهيدرات والبروتينات (Schumm, 1988). تُعد الدهون مواد واقية على سطح كثير من الكائنات الحية وتعمل من جهة اخرى كعازل حراري في الانسان و الحيوان و تدخل الدهون في تركيب الانسجة العصبية بنسبة عالية وتعمل كمولدات اولية لبعض الفيتامينات والهرمونات واحماض الصفراء (Christie,2013) .

اشارت لجنة (2010) DGAC أن الدهون تُعد مصدرا للحوامض الدهنية غير المشبعة الاساسية التي يحتاجها الانسان ويُعد الحامضان الاوليك Oleic واللينوليك Lenoleic من اكثر الاحماض الدهنية وجوداً مقارنةً بالاحماض الدهنية غير المشبعة الاخرى .

كما اشارت منظمتا FAO/WHO(1980) إلى أن نقص الاحماض الدهنية الاساسية يؤدي إلى ضعف النمو وتقشر الجلد وسقوط الشعر وحدوث بعض التغيرات في الانسجة ، وأن ما يحتاجه الجسم يومياً من الاحماض الدهنية الاساسية يقدر بحوالي 3% لدى البالغين والاطفال وتصل النسبة إلى 4-5% خلال مدة الحمل و5-7% خلال مدة الرضاعة ، و لمنع حدوث امراض تصلب الشرايين وامراض القلب والحماية تصل نسبة الاحماض الدهنية إلى 10-12%.

أنواع الدهون : Types of lipids

اشار (2001) Beare – Roger *et. al.* إلى أن الدهون الصلبة تسمى بالـ Fat والزيوت السائلة بالـ Oil في درجة حرارة الغرفة تذوب الدهون في المذيبات العضوية مثل الايثر والكلوروفورم والهكسان وغيرها . قسم (2005) Etlin الدهون إلى قسمين رئيسيين هما الدهون المشبعة التي تسمى Fat وتكون غالباً صلبة بدرجة حرارة الغرفة وهي من اصل حيواني مثل السمن والقشطة والزبد واللحم بأنواعه والحليب او من اصل نباتي مثل زيت النخيل وزيت جوز الهند والنوع الثاني من الدهون هو الدهون غير المشبعة التي تسمى بـ Oils وهي من اصل نباتي مثل زيت الزيتون وزيت فول السوداني وبعض انواع المكسرات وتكون سائلة ومن مصدر حيواني مثل زيت السمك،

ومما تجدر الاشارة إليه أن الزيوت لها فائدة صحية على جسم الانسان لكونها تقلل من الاصابة بأمراض القلب والشرايين.

قسم Mathews and Holde(1990) الدهون إلى قسمين رئيسيين القسم الاول يشمل الدهون الداخلة والمتخصصة في خلايا الجسم والأنسجة من ناحية التنظيم الهيكلي او الوظيفي والقسم الثاني الدهون التي تمثل مصدرا للطاقة المخزونة في الأنسجة الدهنية في الجسم .

أشار Mayer (2000) إلى أن الدهون تتحلل إلى مكوناتها الاساسية من الكليسيرول والاحماض الدهنية خلال عملية الهضم و يتم بواسطتها تخليق الدهون المتعادلة ومركبات الكولسترول والفسفوليبيدات ، واكد ايضاً على أن تراكم الدهون في الجسم يؤدي إلى الاصابة بأمراض القلب والشرايين والسمنة التي تسبب فرط كولسترول الدم وارتفاع ضغط الدم وداء السكري والسكتة الدماغية وسرطان الثدي على الرغم من عدم وجود دليل كافي على ارتباط الدهون مع بعض انواع السرطان. بين Khan Khan and (2004) أن من أهم اسباب الاصابة بالسمنة المفرطة هو اختلال التوازن الغذائي وقلة النشاط البدني .

مصادر الدهون : Lipids Sources

المصادر الحيوانية : Animals Sources

تُعد الابقار والاغنام والخنازير والماعز من أهم المصـــادر الحيوانية لانتاج الدهون (Beare – Roger *etal.*,2001) . ويُطلق على الدهن الناتج من الحيوانات بـــــ Fat، بينما الدهون الصلبة المستخرجة من الانسجة الداخلية للحيوانات تعرف بالشحوم Tallow، وتختلف نســبة الدهن باختلاف نوع الحيوان ونوع الســلالة والعمر والعوامل

الوراثية ، أن الدهون الحيوانية تمتاز بكونها صـلبة وغالباً ما تكون شـبه صـلبة في درجة حرارة الغرفة وذلك نتيجة محتواها العالي من الاحماض الدهنية المشبعة عدا دهن الخـيول الذي يمتاز بكونه دهناً حيوانياً سائلاً في درجة حرارة الغرفة , Tomasino) (1992 . تشكل المصادر الحيوانية نسبة 31% من الانتاج العالمي للزيوت والدهون (Kirk and Othmer ,1980). . اشـار الدلالي والركابي (1988) إلى أن نسـبة الدهن في انسـجة لحم الابقار تصـل إلى 9.9 % وفي انسـجة لحم الجاموس وجدها Behrenols (2004) تصل إلى (5.16 ـــــ 11.44) % بينما وجد في انسجة العجول تصل النسبة إلى 6.6 % (الاسود ، 2000) .

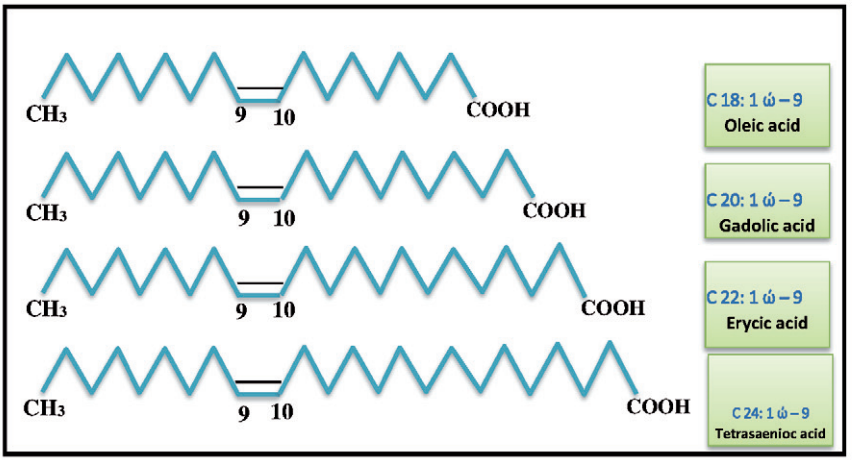
تُعد الدهون المكون الرئيسي في ذبيحة حيوانات اللحم وتشكل حوالي (18- 30) % من وزن ذبائح العجول وتتغاير نسـبة الدهون في العضـلات تغايراً كبيراً فهي تعتمد على نوع الحيوان وعمره وجنسـه وتغذيته ودرجة السـمنة وهي تتراوح بين(1.5-13) % ويوجد القسـم الاكبر من الدهون بين الحزم العضـلية كما توجد نسـب من الدهون داخل الالياف العضـلية (طاهر،1989) . ومن الملاحظ أن نسـبة الدهون تختلف باختلاف نوع الحيوان والمنطقة التي يؤخذ منها، والجدول التالي يوضح بعض مصادر الدهون الحيوانية ونسبها المئوية والمنطقة التي يؤخذ منها .

جدول (1 ـ 1) : بعض المصادر الحيوانية للدهون

المصادر الحيوانية	نسبة الدهن%	المصدر
أنسجة البقر	9.9	الدلالي والركابي (1988)
شحم البقر	87-94	Hettinga (2005)

أنسجة الخنزير	9.4	الاسود (2000)
شحم الخنزير	90–97	Hettinga (2005)
أنسجة الغنم	13.04	Hettinga (2005)
شحم الغنم	87–95	Hettinga (2005)
أنسجة الجمل	10.0–9.5	الاسود (2000)
أنسجة العجول	6.6	الاسود (2000)
أنسجة الدواجن	12	الدلالي والركابي (1988)
أنسجة الفروج	7.4	الاسود(2000)
أنسجة الجاموس	11.44 – 5.16	Behrenols (2004)
كبد الماشية	3.5–3.1	الدلالي والركابي(1988)
كبد الغنم	2.9	الدلالي والركابي(1988)

ذكر Eyres (2000) بـأن الـدهون الحيوانيـة تمتـاز بـارتفـاع محتواهـا من الاحماض الدهنية غير المشـــبعة من نوع اوميكا (9–ώ) وهو حامض دهني غير اسـاسـي يسـتطيع الجسـم ان يصـنعه وله فائدة في التحكم في مسـتويات السـكر بالدم وتخفيض الكولسترول الضار ومقاومة الالتهابات ويوجد بكثرة في اللحوم كما في الشكل (1 – 1) ايضـا يوجد الحامض الدهني غير المشـبع اوميكا 6 في اللحوم الحمراء بكميات محدودة .

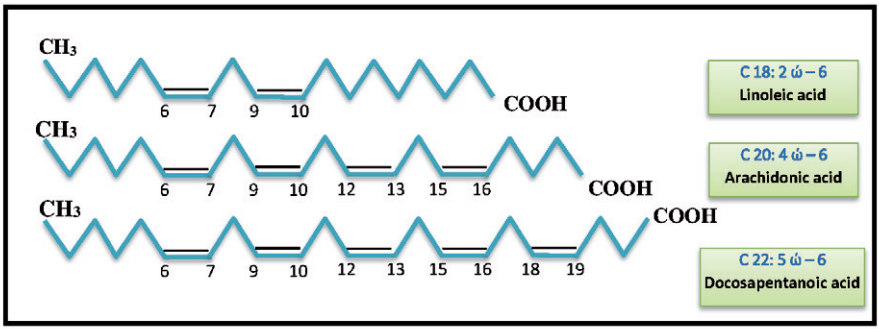


شكل (1-1) : الاحماض الدهنية غير المشبعة من نوع الاوميغا- 9 الشائعة في الدهون الحيوانية (الحسيني ، 2007)

المصادر النباتية : Vegetable Sources

ذكر Hastert (1989) أن من المصادر النباتية المهمة لانتاج الزيت هي الكتان والسمسم والخروع والقطن و زهرة الشمس والذرة وغيرها إذ تتركز المادة الدهنية في البذور و تصل نسبة الدهون فيها إلى 30-50% او قد تكون المادة الدهنية مركزة في الثمرة كما في جوز الهند اذ تصل نسبة الدهون إلى 64% والزيتون إلى 19% او في النوى مثل نوى المشمش اذ تصل نسبة الدهون إلى 60% ونوى المانجو تصل فيها نسبة الدهون 10% .

اشـار Tomasino(1992) إلى أن ما يميز الزيوت النباتية هو السـيولة العالية عند درجة حرارة الغرفة لأحتوائها على نسـبة عالية من الاحماض الدهنية غير المشـبعة . ذكر Eyres (2000) بأن الزيوت النباتية تمتاز بارتفاع محتواها من الاحماض الدهنية غير المشبعة من نوع (ώ-6) الاساسية (اللينوليك واللينولينك والاركدونيك) فضلاً عن احتوائها على حامض الستياريك والبالمتيك واللوريك . تشكل الزيوت النباتية ما يقارب 65% من الانتاج العالمي للزيوت والدهون , Kirk and Othmer) (1980 . ومما تجدر الاشارة اليه ان الحامض الدهني الاساسي اوميكا 6 (ώ-6) لايستطيع الجسم من تصنيعه وله دور اساسي في وظائف المخ ونمو الجسم ودورها معاكس للاوميكا 3 إذ يؤدي الى الالتهابات وان الزيادة منه تؤدي الى خطورة الاصابة بالسرطان والروماتيزيوم والاكتئاب ويوجد في المكسرات والزيوت النباتية شكل (1 – 2) ايضاً وجود الحامض الدهني غير الاساسي اوميكا 9.



شكل (1 ـ 2) : الاحماض الدهنية غير المشبعة من نوع الاوميغا-6 الشائعة في الزيوت النباتية (الحسيني ، 2007).

المصادر البحرية : Marine Sources

تُعد الاسماك ومنتجاتها مثل الاكباد من اهم المصادر البحرية في انتاج الزيت ومن اهم الاسماك الدهنية هي الرنكة والمنهادين والسردين والتونا ولها أثار صحية مهمة لجسم الانسان وتشكل نسبة 2 % من الانتاج العالمي للزيوت والدهون ، وأن زيت الاسماك يتميز بمحتواه العالي من الاحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة الاواصر المزدوجة من نوع (ώ-3) والتي تتواجد بشكل شائع في فيها Vrablik *etal.,* 2009)) و (Kirk and Othmer , 1980) . ان الحامض الدهني الاساسي اوميكا3 ضروري لوظائف المخ وحماية القلب وله دور رئيسي في تخفيض مستوى الكولسترول الضار بالجسم وحماية الجلد والوقاية من السرطان ، مصادره الاسماك التي تعيش في المياة الباردة مثل السردين والسلمون وغيرها وايضاً الاسماك التابعة لعائلة الصبوغات مثل الصبور والجفوت وابو عوينة والزيادة منه تساعد في حرق الدهون . (Vrablik *etal.,* 2009)

اكسدة الدهون : Fat oxidation

تُعد الزيوت والدهون مركبات حساسة جداً للاكسدة نتيجة لاحتوائها العالي من الاحماض الدهنية غير المشبعة طويلة السلسلة إذ تتكون الجذور الحرة وبالتالي يؤثر على ثباتية الدهن او الزيت ويقلل من امكانية خزنه فترات طويلة يسمى هذا النوع من التزنخ التزنخ التأكسدي (oxidative rancidity) (Gray,1978) .

ذكر Aidos (2002) أن سلسلة التفاعلات الحاصلة بسبب التزنخ التأكسدي تستمر وتتكون جذور حرة جديدة ولايمكن لها أن تتوقف إلا في حال اتحاد هذه الجذور مع جذور حرة اخرى تسمى مضادات (Antioxidation) وبالتالي تكوين مركبات

مســـتقرة ، ومن جهة اخرى تحتوي اغلب الزيوت والدهون بصـــورة طبيعية على مواد مانعة للاكســـدة بمقادير ضـــئيلة اهمها التوكوفيرولات التي تنتشـــر في اغلب الزيوت والدهون والكوسيبول في زيت القطن والسيسامين في زيت السمسم ، اما ما ساعد في الأكســـدة الذاتية في دهون اللحوم هو وجود مادة الهيماتين (Hematin) (الاســـود ، 2000) .

ومن العوامل التي تســـاعد على عملية الأكســـدة هو تركيز الاوكســـجين وتكون العلاقة طردية وكذلك تعمل درجات الحرارة العالية على تســـارع تكوين الجذور الحرة ومن العوامل الاخرى هو الضـــوء والرطوبة التي تكون ذات تاثيراً كبيراً في ســـرعة حصـول الأكسـدة إذ تكون الثباتية القصـوى للدهون عند المسـتويات المتوسـطة لها ، وكذلك لبعض الايونات الأثر الكبير والواضـح في سـرعة تكوين الأكسـدة ،لأنها تسـاعد على تقصـــير فترة التحفيز وبالتالي تكوين الجذور وزيادة ســـرعة الأكســـدة ومن هذه الايوناتCu^{+2},Cu^{+1}, Fe^{+3}, Fe^{+2} (Richardson *etal.*,1997) .

اشار Baiao and Lara (2005) إلى وجود عوامل تعمل على تثبيط الأكسدة إذ تعمل هذه المواد بآليات (Mechainsms) عديدة عن طريق التنافس على ربط الاوكسجين قبل غيرها او تؤخر عملية البدء او التنشيط عن طريق منع تكوين الجذور الحرة إلا أن أهم عمل تقوم به المواد المضادة للاكسدة هو منعها تكاثر الجذور الحرة اثناء خطوة التكاثر إذ تقوم بدور الواهب للهيدروجين الذي يرتبط مع الجذور الحرة ومن امثلة بعض مضادات الأكسدة الشائعة : BHA و BHT و Pg وكلها تدخل في تثبيط تكوين وتكاثر الجذور الحرة وتمنع استمرار التفاعلات . يُستخدم فحص البيروكسيد (PV) لمعرفة بداية التزنخ في الزيت او الدهن الا انه لا يمكن اعتماده كمؤشر على مدى تقدم الأكسدة في الدهون، وذلك ، لأن البيروكسيدات (R–OOH) عبارة عن نواتج

اولية تتكون في المراحل الاولى من الأكسدة أي في مرحلة التنشيط ثم تتحطم في المراحل اللاحقة مكونة مركبات وسطية اخرى .

اشار Khan (1999) إلى أن استخدام فحص البيروكسيد يعبر عن مدى قدرة البيروكسيدات الموجودة في 1 غم من النموذج على اكسدة يوديد البوتاسيوم وتحرير اليود تحت ظروف الفحص كما في المعادلة التالية .

$$2\ ROOH + 2\ H+ + \longrightarrow I_2 + 2\ ROH + H_2O + K_2O$$

2KI

Hydro

Peroxide

$$I_2 + 2\ Na_2SO_2\ O_3 \longrightarrow NaSo_4\ O_6 + 2NaI$$

المعادلة اعلاه تمثل تفاعل ثايوسلفات الصوديوم مع اليود المتحرر من يوديد البوتاسيوم المتأكسد بفعل البيروكسيدات المتكونة اثناء الأكسدة الحاصلة للزيوت والدهون. إن قيمة البيروكسيد مرتبطة مع تركيز البيروكسيدات (النواتج الاولية) لعملية الأكسدة وليس مع النواتج الثانوية المتكونة في المراحل المتقدمة . ذكر Aidos (2002) أن قيمة البيروكسيد الواطئة قد تمثل المراحل الاولية فقط فهي لا تعكس فعلياً مدى او مقدار التلف الحاصل في الدهن بسبب اكسدتها بفعل عوامل الأكسدة المختلفة.

درست الموسوي (2000) على بعض انواع الدهون الحيوانية المسلاة من سنام الجمل ومن إلية الاغنام ومن انسجة البقر والجاموس بطريقتي السلي الرطب والجاف على 105 م . كانت نتائج قيم البيروكسيد كالآتي 0.21، 0.98 و 2.11، 2.31

و0.85، 0.96 و 1.10، 1.06 على التوالي، أما عند استعمالها لطريقتي السلي الرطب والجاف على درجة حرارة 120م حصلت على النتائج التالية 1.64، 0.83 و 2.20، 2.03 و 0.86، 0.95 و 1.12، 1.22 ملي مكافئ \ كغم دهن على التوالي.

تصنيف الدهون : Classification of lipids

ذكر الكَيلاني وعبد الحسن (1994) ان تصنيف اللبيدات يكون وفقاً للنظام الذي يراه المختصون وذلك لعدم وجود نظام عالمي متفق عليه ويمكن أعتماد التصنيف التالي كتصنيف أكثر قبولاً:

أ . الاحماض الدهنية fatty acids : غالباً ما توجد مرتبطة مع الاستر إلا أنها قد توجد بشكل طليق او مرتبط بالبروتينات وتكون على نوعين احماض دهنية مشبعة (Saturated) واحماض دهنية غير مشبعة (Un Saturated).

ب . الدهون fats : هي استرات الاحماض الدهنية مع الكَليسرول وتنتشر بصورة واسعة في الطبيعة على هيئة كَليسريدات ثلاثية Triglycerides كما توجد على شكل كَليسريدات ثنائية او احادية mono or di glycerides .

ج . الشموع waxes : هي استرات الاحماض الدهنية طويلة السلسلة مع الكحولات عدا الكَليسيرول .

د . الفوسفولبيدات phospholipids وتقسم إلى نوعين :

- مشتقات فوسفات الكَليسرول ويرتبط حامض الفوسفوريك في هذا النوع من المركبات بأصرة استر مع كحول نايتروجيني او غير نايتروجيني .
- مشتقات فوسفات الاسفنكوسين التي تحتوي على حوامض دهنية ترتبط باصرة الاستر اضافةً إلى ارتباطها بقاعدة نتروجينية مثل الكولين والايثانول امين .

هـ . اللبيدات غير المفسفرة : وتشمل :

- السيريبروسيدات والكَلايكولبيدات glycolipids , cerebrosides عبارة عن مشتقات الاسفنكوسين التي تحتوي على حوامض دهنية و وحدة من الهكسوز .
- اللبيدات الكبريتية sulfolipids هي مشتقات الاسفنكوسين التي تحتوي على الاحماض الدهنية ووحدات معوضة من الهكسوز الكبريتي .
- كَانكَليوسيدات gangliosdes : هي مشتقات من الاسفنكوسين ، الحامض الدهني ، هكسوزامين ، هكسوز، حامض سياليك sialic acid .
- اللبيدات البروتينية proteolipids : عبارة عن معقدات من اللبيدات مع البروتين .
- الستيرويدات steroids ومن ضمنها الكولسترول .

الستيرويدات : Steroids

تتكون هذه المركبات بصورة عامة من ثلاث حلقات سداسية متلاصقة وحلقة خماسية ، تتميز باحتوائها على مجموعة مثيلية ترتبط بذرة الكاربون رقم 10 ومجموعة اخرى تربط بذرة الكاربون رقم 13 كما أن العديد من هذه المركبات تحتوي على مجموعة هدروكسيلية OH او اكثر ولهذا تسمى الستيرويدات بالستيرولات اشارة إلى كحولات ، وهي مركبات عالية الاوزان الجزيئية توجد في الجزء غير المتصبن من الدهن غير ذائبة في الماء وضئيلة الذوبان في الكحول البارد او الايثر البترولي إلا أنها سريعة الذوبان في الدهون ومذيبات الدهون. من امثلتها حوامض المرارة والهرمونات الذكرية والانثوية والكولسترول (الكَيلاني وعبد الحسن ، 1994) .

اشار Chairman *et al.* (2006) أنه توجد الستيرولات في الدهون الحيوانية ويطلق عليها الستيرولات الحيوانية Zoosterols ومن امثلتها الكولسترول Cholestrol وكابروسترول Caprostrol وألوسترول Allosterol أما تواجدها في المصادر النباتية فهي تسمى بالستيرولات النباتية Phytosterols ومن امثلتها سايتوسترول Sitosterol وستكماسترول Stigmasterol برسيكاسترول Brassicasterol و الاركوسترول Argosterol في الفول السوداني وتوجد يضاً في النباتات الواطئة كالفطر تسمى Mycosterol ومن امثلتها زايموسترول Zymosterol و فيوكوسترول Fucosterol .

الكولسترول : Cholesterol

إن الكولسترول هو احد انواع الستيرولات الحيوانية وهو عبارة عن كحول ذو وزن جزيئي عالٍ يصل إلى 386.65 غم/مول إذ يتكون تركيبه من 27 ذرة كاربون ومجموعة هيدروكسيلية واحدة واصرة مزدوجة بين ذرتي الكاربون 5 و6 وان صيغته العامة هي $C_{27}H_{46}O$ ويتكون شكله البنائي من أربع حلقات ثلاث سداسية وواحدة خماسية (Carl *et al.*,1999) و(الكَيلاني وعبد الحسن ، 1994) . الكولسترول عبارة عن مادة بيضاء اللون، عديم الطعم و الرائحة، شمعي القوام ، وهو من الدهون و لا سيما أنه لا يذوب في الماء، ولكنه يختلف عن الدهون في كونه لا يمد الجسم بأية سعرات حرارية نتيجة تمثيله الغذائي الا انه يعتقد ان الكولسترول مصدر للطاقة لاداء عمل القلب الميكانيكي .

يظهر الكولسترول على هيئة دقائق متبلورة مكونة اقراصاً صفائحية غير ملونة بلمعان صدفي وهو يتبلور في الكلوروفورم على شكل إبر طويلة ناعمة له درجة أنصهار(145 ـ 150) مئوي ، ويمكن أن تتغير قليلاً خواصه الطبيعية الاصلية عند

وجود آثار من الشوائب (جبرائيل، 1969) و (الكَيلاني وعبد الحسن ، 1994) . يكون الكولسترول مع الماء محلولاً غروياً قليل الثبات وهو يذوب في الكحول الساخن وهو قليل الذوبان في الكحول البارد ويذوب ايضاً في الايثر (الكَيلاني وعبد الحسن ، 1994).

أكتشاف الكولسترول : Discovery of Cholesterol

أكتشف الكولسترول لاول مرة من قبل العالم Poulletier deta salle في عام 1770م عن طريق فصله من حصى الصفراء وجاء من بعده العالم Chevreul في عام 1815 م الذي فصل الكولسترول من الدهون واطلق عليه اولاً اسم كولستراين Cholestarine بمعنى الدهون الصفراوية ثم أطلق أسم كولسترين Cholesterine من قبل العالم الفرنسي Eugene Cherrenl وقد جاءت هذه التسمية من اليونانية و حدد العالم Boudet عام 1833 م لاول مرة الكولسترول في الدم (Robert, 1998) و(Olson,1998) .

اثبت عام 1846 م وجود الكولسترول في البيض و حصى الصفراء من قبل العالم Gobley بعد ذلك أثبت عدم وجود الكولسترول في الزيوت النباتية وبذلك أثبت أنه ستيرول حيواني (جبرائيل، 1969). في عام 1914 لاحظ العالم الروسي Anichkov وجود أنسداد في الاوعية الدموية للأرانب التي تم تغذيتها على وجبات غذائية عالية الكولسترول (الناصر ، 1999) في عام 1930 تمكن مجموعة من العلماء مثل العالمان Window and Wietand اللذان تعرفا على الشكل البنائي (التركيبي) للكولسترول (Dennis and Henk,2000) . أما بقية العلماء أمثال Wietand و

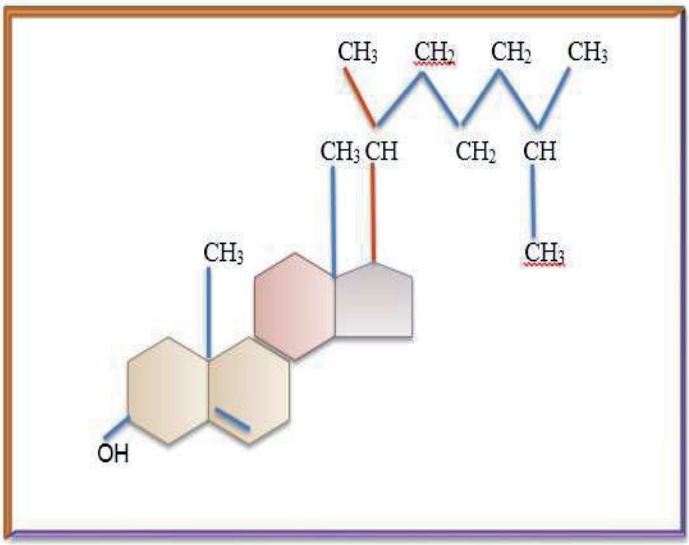
Borsche و King و Windaus و Rosenheim و Diets قاموا بوضـــع التركيب البنائي للكولسترول عام 1932 م (جبرائيل،1969).

في العام 1942 أثبتت دراســة للتركيب الكيميائي للكولســترول من قبل العالمين Rittenberg and Block على أنه عبارة عن ثلاث حلقات ســداسـية مرتبطة بحلقة خماســـية أحداها غير مشـــبعة وتحتوي على ســـلســـلة جانبية (Dennis and Henk,2000) .

التركيب الكيميائي الكولسترول: Chemical Stracher of Cholesterol

اشار Strayer (1988) إلى أن جزيئة الكولسترول تتميز بوجود 3 مناطق الاولى منطقة التركيب الحلقي والثانية منطقة السلسلة الهيدروكاربونية والثالثة تمثل مجموعة الهيدروكسيل تدعى منطقة الحلقات الاربعة من الكولسترول بالحلقات الهيدروكاربونية ، (لأن كل زاوية من الحلقة تتكون من ذرة كاربون مع ذرتي هيدروجين) ويمثل هذا التركيب الشكل الاساس للستيرويدات جميعها التي يشتق منها الكولسترول.

إن وجود مجموعة الهيدروكسيل (OH) تجعل الكولسترول يسمى بالكحول الستيرويدي او بالسترول (Bloch,1982) . وتشبه منطقة السلسلة الهيدروكاربونية منطقة الحلقات الهيدروكاربونية من جهةأنها تتكون من الكاربون وذرات الهيدروجين والتي تبدأ سلسلتها بالارتباط بذرة كاربون 17، و المنطقتين كلتاهما غير قطبية، مما يعني أنها تذوب في المواد الدهنية ولا تمتزج مع الماء (Hydrophobic). أما مجموعة الهيدروكسيل فهي مجموعة قطبية مما يجعلها محبة للماء (Hydrophilic). ولـكون الكـــولسترول يحتوي على المنطقة الذائبة بالماء والمنطقة الذائبة بالدهن لذلك يُعد ثنائي الميل(amphipathic) .



شكل (1-3) صيغة الكولسترول البنائية (الكَيلاني وعبد الحسن ، 1994).

مصادر الكولسترول في الجسم:

أشار جبرائيل (1969) أن مستوى الكولسترول قُدر في مصل الدم بين 0.18-0.25 غم/100 مل . أشار الكَيلاني وعبد الحسن (1994) إلى أن الكولسترول يوجد في كافة الانسجة الحيوانية وبصورة عامة يوجد بكمية 0.140 غم في الجسم . ذكر Piliang and Diojosebagio (1990) و الزهري (1992) أن الكولسترول يأتي للجسم من مصدرين رئيسيين هما :

أ . داخلي:

يقصد بالمصدر الداخلي أن خلايا الجسم يمكن لها أن تصنع الكولسترول إلا أن معظم الكولسترول يصنع في الكبد والجلد والخلايا المبطنة للامعاء Jeffery *etal.*, (1990) .

ذكر Yokoyama (2000) أن البعض من الكولسترول ينتج بواسطة خلايا الكبد في الكبد وبالتالي كل خلية في الجسم قادرة على انتاجه . أشار Gurr and James (1975) إلى أن الجسم الحي يتمكن يومياً من تصنيع 1–2 غم من الكولسترول وبالوقت نفسه يتخلص الجسم عن طريق الجلد نتيجة لتساقط خلاياه من الكولسترول بحدود 0.1 – 0.3 غم/ يوم ويتخلص بحدود 0.2–0.8 غم/ يوم منه عن طريق البراز

ب . خارجي:

يقصد بالمصدر الخارجي هو الكولسترول الذي يدخل الجسم عن طريق تناول الاغذية الغنية به ومن اهمها الاغذية الحيوانية الاصل ، والمصادر الشائعة منها البيض، اللحوم الحمراء، ولحوم الدواجن (وتعد الاعضاء مثل المخ، الكبد، الكليتين والقلب من المصادر الغنية به)، الاسماك، منتجات الالبان والدهون الحيوانية إذ تتمكن امعاء الشخص البالغ من امتصاص 0.2 ـ 0.5 غم يومياً من كولسترول الغذاء (Hernandez *etal.,* 2000). وجسم الانسان له القدرة على تجميع وامتصاص ونقل الكولسترول خلال الامعاء إلى الكبد (Lee *et al.,* 2001) .

اكد Lopez (2006) أن جسم الانسان يصنع الكولسترول الذي يحتاجه لذا فأن الأنسان لا يحتاج ان يتناوله ضمن وجباته الغذائية . أما النباتات عموماً فلا تنتج

الكولسترول حتى إذا احتوت على الدهون ، ولكن بعضها تنتج اثاراً منه مثل الفاكهة، الخضروات، البقول، المكسرات والحبوب (Kritchevsky,1997) و(Ostlund *etal.*,2003) .

الأهمية الفسيولوجية للكولسترول في جسم الانسان:

يُعد الكولسترول من المواد الحيوية المهمة في التمثيل الغذائي داخل الجسم الحي خصوصاً في الثدييات، وهو الستيرول الرئيس فيها (النوري والطالباني،1981) . ذكر Blanchette –Mackie (2000) أن الكولسترول يدخل في تركيب الجلد والهرمونات الجنسية والاحماض الصفراوية . الكولسترول أحد انواع الستيرويدات ولهذا يلاحظ وجود الحلقات الاربع من الكولسترول (الحلقات الهيدروكاربونية) في الهرمونات الستيرويدية كلها مثل الهرمونات الذكرية التوستيستيرون Altostisteron والهرمونات الانثوية الاستروجين والبروجستيرون Estrogen and Progesterone (Litwack, 1972). أن الكولسترول مولد مهم لستيرولات عدة فعالة بيولوجياً ويرتبط الكولسترول في الدم بالأحماض الدهنية طويلة السلسلة غير المشبعة مكوناً أسترات وينقل عن طريق الليبوبروتينات المختلفة إلى الخلايا الجسمية (النوري والطالباني،1981). يتحول حوالي 50–80% من الكولسترول الموجود في كبد الانسان والثدييات الاخرى إلى أحماض الصفراء ولا سيما حامض الكوليك (Heftmann,1969) .

ذكر Daviss (1973) ان كمية قليلة من الكولسترول تستعمل عن طريق الغدة الادرينالية لتكوين هرمون الادرينالين ، وجزء اخر منه يتحول إلى مركب 7– dehydrocholesterol الذي يعد مولداً لفيتامين D_3 والذي يساعد على ترسيب الكالسيوم في العظام (Dempsy,1974) .

أشار العديد من الباحثين مثل (النوري والطالباني ،1981) و(محمد علي واخرون، 1984) و (McIntyer and Isseetbacher, 1973) إلى أن هناك اعتقاد بأن للكولسترول أثر واضح في نقل الاحماض الدهنية خصوصاً غير المشبعة منها في جسم الانسان وبسبب ارتباطه مع انواع اخرى من الدهون والبروتينات فهو يدخل في أيض ونقل الدهنيات والبروتينات وله سيطرة تنظيمية على نفاذية الخلايا بالرغم أن الكولسترول موجود في كل جزء من جسم الانسان و الحيوان إلا أنه يتركز بشكل خاص في الانسجة العصبية، ويعتقد بأن له وظائف فسلجية و يدخل في تكوين الغلاف العازل حول الاعصاب وبدونه لا تقوم الاعصاب بأداء وظيفتها بشكل كامل ، ويوجد الكولسترول في الدماغ، العضلات وفي الكبد والكليتين (الزهيري ، 1992) ويعد الكولسترول عاملاً واقياً لكريات الدم من العوامل المحللة لها كسم الثعبان على سبيل المثال (الدرة، 2001) .

البروتينات الدهنية وعلاقتها بالكولسترول :

يرتبط جزء دهني بجزء بروتيني ليكونان ما يعرف باسم الليبوبروتين lipoprotein وهو يوجد في الدم على شكل كريات يشغل الجزء البروتيني مع بعض الفوسفولبيدات الجزء الخارجي منها وترتبط بالدهن والكولسترول لنقلهما داخل الدم ، يرتبط الكولسترول بالاحماض الدهنية التي تكون غير مشبعة وطويلة السلسلة في الدم مكوناً استرات التي تنقل عن طريق اللايبوبروتينات في الجسم . (Davidson, 2006).

هناك ثلاث أنواع من البروتينات الدهنية (Feetey *etal.,* 1972) و (Bragagnolo ,1995).

1. HDL : بروتينات دهنية عالية الكثافة، وتكون نسبة الكولسترول فيه قليلة يتكون من 40 ـ 55 % بروتين و يكون اقل احتوءاً من الدهون وهو غير ضار لجسم الانسان .

2. LDL : بروتينات دهنية واطئة الكثافة، وتكون نسبة الكولسترول فيه عالية يتكون من 20 ـ 25 % بروتين و يكون غنياً بالدهون وهو ضار لجسم الانسان .

3. VLDL : بروتينات دهنية واطئة الكثافة جدا، وتكون نسبة الكولسترول فيه أعلى من LDL و هذا يتكون من 5–10% بروتين وله دوراً في نقل الكولسترول المؤستر (Esterfied Cholesterol) الموجود في الكبد والمنتقل من الجزء المعوي إلى الوعاء الدموي من الكبد (Mayer, 1981) .

يختلف HDL عن LDL في التركيب والوظيفة إذ أن HDL ينقل الكولسترول من أنسجة الجسم عائدا إلى الكبد من أجل أعادة استعماله او إزالته من الجسم ويعتقد بعض المتخصصين بأنه يزيل الكولسترول الزائد من الترسبات الشريانية و الكميات العالية منه تقلل مخاطر أمراض القلب لذلك يسمى بالكولسترول الحميد ، والمستوى المرغوب منه هو أكثر من 0.06 غم/100 مل، أما إذا كان أقل من 0.04 غرام/100 مل فهو يزيد أحتمال الأصابة بأمراض القلب ، على العكس من وظيفة LDL إذ ينقل الكولسترول من الكبد إلى باقي الجسم لبناء الأنسجة فهو يميل إلى التراكم قرب الجروح لأصلاح النسيج المتضرر ويترسب بعضه على جدران الشرايين والاوردة ، والكميات المفرطة منه تزيد من مخاطر أمراض القلب لذلك يسمى بالكولسترول الخبيث ، والمستوى المرغوب منه هو أقل من 0.13 غم/100 مل. هذه المركبات الثلاث تعبر عن مستوى الكولسترول الكلي في الدم (الزهيري ، 1992) .

الأهمية الصحية للكولسترول وأثاره في جسم الانسان:

يحتاج الجسم يومياً إلى مستويات قليلة من الكولسترول لسد احتياجاته ، وأن المعدل الآمن لتناول الكولسترول هو بين 0.20 –0.30 غم/ يوم عند الشخص الذي لا يعاني من امراض القلب والشرايين أما الشخص الذي يعاني من هذه الامراض فيجب ألا يستهلك أكثر من 0.20 غم/ يوم واذا لم يكن لديه عوامل خطر فلا ينبغي له تناول أكثر من 0.30 غم/ يوم و تختلف النسبة للرجال عن النساء فتكون 0.33 غم/ يوم للرجل و 0.21 غم/ يوم للمرأة مع الأبتعاد عن الأغذية المحتوية على الدهون المشبعة .

يصنع الكولسترول للاشخاص البالغين داخل الجسم وبحسب حاجة الجسم إليه ويمكن للجسم أن يحصل على كميات اضافية من الكولسترول من الاغذية. وبعكس البالغين، فان الاطفال الذين تقل أعمارهم عن سنتين لا ينتجون كولسترول كافٍ ، لذلك يجب أن يجهز غذائهم به لتطوير جهازهم العصبي كما أن مستوى الكولسترول في حليب الأم يتراوح بين 0.01–0.18 غم/100 مل كحد أدنى وبمتوسط عام قدره 0.0155 غم/100 مل (العزاوي، 2000) .

اشار Criqui (1994) إلى أن هناك بعض البالغين يعانون من حالة انخفاض مستوى الكولسترول، وتسمى هذه الحالة Hypocholesterolemia ، وذلك عندما تقل النسبة عن 0.16 غم/ 100 مل والتي ممكن ان تجعل الشخص عرضة للموت لأنها دليل على نقص في الصحة .

ذكر Jacobs, *et.al.* (1992) إن انخفاض نسبة الكولسترول تسبب امراض الكآبة (وهو مرض عضوي ونفسي) والسرطان وامراض الجهاز التنفسي وقد أكد Suarez (1999) أن انخفاض مستوى الكولسترول له علاقة وثيقة بالكآبة .

ذكر Woo *etal.* (2004) بأنه لا دليل على علاقة انخفاض مستوى الكولسترول بالسكتة الدماغية النزفية وبأن علاج خفض مستوى الكولسترول مثل statin لايزيد الحالة سوءاً وأكدت على ذلك ايضاً مجموعة HPSCG (2002) من خلال دراسة أعدتها على مجموعة كبيرة ممن يتناولون العلاج ولايزيد امراض الجهاز التنفسي او العصبي ، أن انخفاض مستوى الكولسترول في الشيخوخة ليس بالضرورة أن يكون مفيداً للصحة وقد يكون خطراًعلى الصحة ومؤشراً للتنبؤ بالموت السريع (Onder *etal.*, 2003) و (Schatz *etal.*,2001).

هناك نسبة تشكل 1- 3% من الاشخاص يكون سبب الأنخفاض هو عدم القدرة على تحويل المركب 7-dehydrocholesterol بصورة اعتيادية و يمكن الكشف عنها مبكراً في الطفولة وعند اكتشافها يجب اتخاذ الاجراءات العلاجية اللازمة حتى لا يتفاقم المرض والعلاج الحالي هو كولسترول الغذاء (Nowaczyk *etal.*, 2006) و (Lalovic *etal.*, 2004) .

أما زيادة مستوى الكولسترول في مصل الدم فأنه يؤدي إلى تصلب الشرايين Atherosclerosis (النوري والطالباني،1981). ويُعد تصلب الشرايين من الامراض القديمة جداً ويتركز في المناطق التي يتناول سكانها اغذية غنية بالكولسترول بكميات كبيرة كاللحوم والبيض خصوصاً البلدان المتقدمة صناعياً، لارتفاع مستوياتها المعاشية (Thakur and Jha ,1981) .

يُعد تصلب الشرايين خللاً فسيولوجياً يصيب الاوعية الدموية والشريانية عامة وشرايين القلب خاصة وينتج عنه مجموعة امراض منها امراض القلب التاجية Coronary Heart Disease ومرض التروية القلبية Ashemic Heart Disease والذبحة الصدرية Angenapectoris عدا مسبباته الاخرى والجلطة الدماغية Stroke.

لا تظهر احياناً الاعراض حتى يحصل انسداد الشريان بنسبة 75% ، لأن ترسب الكولسترول داخل الشرايين لا يحدث بسرعة كما قد يعتقد البعض، وقد اثبتت الدراسات بأن الترسيب يبدأ بطيئاً في مراحل العمر المبكرة ويزداد تدريجياً سنة بعد سنة مسبباً التلف لجدران الشرايين و هناك علاقة بين مستويات الكولسترول المرتفعة، وحالة الاصابة بداء السكري. ولكن هذه الحالات غير جازمة ويلاحظ أن حالات تصلب الشرايين لا يمكن أن تكون مصاحبة لحالات الاصابة بمرض السكري بصورة دائمة كما لوحظ أن المرضى المصابين بارتفاع السكر الطفيف يبقى لديهم معدل الكولسترول مرتفعاً جداً بعد رجوع السكر إلى الحد الطبيعي نتيجة ارتفاع مستويات الكولسترول وترسبها في الاوردة والشرايين (Karlson, 1975).

توجد تقارير تشير إلى علاقة ارتفاع مستوى الكولسترول بسرطان الجلد والرئتين وسرطان القولون و حدوث امراض القلب والاوعية الدموية فضلاً عن تصلب الشرايين (Abo-El-Khair and Nadia , 1993). واشار Carl, *et.al.* (1999) إلى وجود علاقة خطية بين ارتفاع نسبة السكر في الدم وبين مرض تصلب الشرايين.

اسباب ارتفاع نسبة الكولسترول في الدم:

هناك اسباب خارجية وداخلية تؤدي إلى ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم وهي:-

أ . زيادة تناول الاغذية الحاوية على الدهون المشبعة : تناولها يقلل من مقدرة الجسم على التخلص من الكولسترول مما يؤدي زيادة الكولسترول الممتص وبالتالي ارتفاعه في الدم (النوري والطالباني، 1981).

ب . الاكثار من تناول الاغذية التي تحتوي على الكولسترول بكميات كبيرة : غالباً ما تكون الاغذية الغنية بالكولسترول غنية ايضاً بالدهون المشبعة ويستثنى من ذلك الصدفيات البحرية مثل الروبيان والسرطان البحري فهما غنيان بالكولسترول ولكنهما

لايحتويان على الدهون المشبعة (Sieber, 1993) و (Pyorala, 1987) و (Gurr, 1992).

ج . العوامل الوراثية: هناك عوائل تتصف بفرط ارتفاع الكولسترول في الدم .

د . بعض الحالات المرضية : قد تؤدي هذه الحالات بطريقة غير مباشرة إلى إرتفاع مستوى الكولسترول في الدم ومنها نقص نشاط الغدة الدرقية، أمراض الكبد، أمراض الكلى وداء السكري (النوري والطالباني، 1981) و(Carleton *etal*., 1991) .

طرائق تخفيض الكولسترول في الدم والأغذية:

لتقليل مستويات الكولسترول في الدم تعتمد وسيلتين رئيستين الاولى السيطرة على تكوين الكولسترول المصنع داخل جسم الانسان وذلك بالتدخل في مسارات تكوين الكولسترول او تحويل الكولسترول إلى مواد اخرى بشكل اسرع من السابق كتحويله إلى احماض صفراوية وأن تناول أغذية غنية بالألياف ترتبط بالصفراء داخل الأمعاء فتزيد في الإسراع في حركتها، لإخراج الفضلات المرتبط معها من أملاح الصفراء فتكون كطريقة غير مباشرة لفقدان الكولسترول والثانية تتمثل بالسيطرة التغذوية التي تشمل : (جبرائيل، 1969).

1 ـ استعمال اغذية قليلة الكولسترول .

2 ـ التقليل من مقدار الطاقة المستهلكة خصوصاً الدهون المشبعة .

3 ـ استعمال اغذية ازيل منها الكولسترول او خالية منه.

بينت الدراسات و التجارب الماضية أن الكولسترول يمكن أن يرتفع بزيادة تناول اغذية عالية الكولسترول والدهون المشبعة وانخفاض الألياف المتناولة في غذائهم اليومي التي تسبب مخاطر امراض الشرايين و القلب (Law *et al*., 1994) و Grundy

(*et al.,* 1982) . وجدت في الاسواق منتجات غذائية خالية ومنخفضة الكولسترول وقامت شركات الأغذية بتطوير طرائق كثيرة لخفض الكولسترول باستعمال مختلف الطرائق الفيزياوية والكيمياوية والبايولوجية، معظم الطرائق الفيزياوية والكيمياوية تميل لأن تكون غير انتقائية نسبياً إذ تزيل النكهة والمكونات الطبيعية مع تخفيض الكولسترول، فضلاً عن أن بعض هذه الطرائق مكلفة (Lee *etal*., 1999) و (Ahn and Kwak, 1999) و (Schroder and Baer, 1990).

وفي مايلي استعراض لاهم طرائق تخفيض الكولسترول في الاغذية :

أ ـ الطرائق البيولوجية Biological methods :

انتخبت سلالات بكتيرية تعود لجنس الـ *Lactobacillus* و استعملت كبادئ لمنتجات الالبان مثل تأثير الالبان المتخمرة الملقحة ببكتريا *Lactobacillus acidophillus* او بكتريا *Bifidobacterium bifidum* التي اشار اليها الدرة (2001) واستعمال بكتريا *Lactobacillus Casei* . ذكر الراوي (2005) بأن اقل نسبة لخفض الكولسترول بالطرق البيولوجية هي 67.7 % واعلى نسبة هي 78.3%.

ب ـ الطرائق الانزيمية enzymatic methods:

تتم هذه الطرق عن طريق تحطيم الكولسترول بوساطة انزيم oxidases Cholesterol (Watanabe *etal*., 1986) و (Watanabe *etal*., 1989) ، وكذلك طريقة التحول الأنزيمي لتخفيض الكولسترول (Sperber, 1989) و (Morris, 1990) .

قامت ناصر(2012) بتخفيض مستوى الكولسترول عن طريق أستخدام انزيم Cholesterol oxidases المنتج من عزلة محلية لبكتريا *Bacillus subtilis* فقد انخفض مستوى الكولسترول في الحليب المعامل بالانزيم إلى 3.57 ملغم / 100مل مقارنة مع 15.03 ملغم / 100 مل للحليب غير المعامل بالانزيم .

ج ـ الطرائق الفيزياوية Physical methods:

تشمل الطرق الفيزياوية مجموعة مختلفة لخفض مستويات الكولسترول في الاغذية مثل المزج مع الزيوت النباتية (Durkley, 1982) ، البلورة (Sundfetd, *et.al.*, 1993). التقطير بالفراغ Vacum distillation (Anonymous, 1989)، التقطير الجزيئي (Molecular distillation او التقطير بالبخار Steam distillation (Arul *etal.*,1988) ، خفض الكولسترول بالتقطير قصير المدى short–path distillation والتي طبقت على الدهن الحيواني (Johnson, 1990) وعلى الزبد ودهن الخنزير (Armando *etal.*, 1994) .

د ـ الطرائق الكيميائية Chemical Methods:

وتشمل الطرائق الكيميائية طريقتين مايلي:

1 . الادمصاص مع الصابونين والدجيتونين:

الادمصاص مع الصابونين والدجيتونين لتشكيل معقد الكولسترول (Micich, 1990)، وكذلك دراسة الباحثين(1991) Oakenfull and Sihda, و (*etal.* Oakenfull 1991) لتخفيض الكولسترول باستعمال الصابونين . وضعت دراسة شملت ظروف تخفيض مستوى الكولسترول من الحليب، القشطة (36% دهن) والحليب المجنس

بالصابونين وكفاءة ادمصاص الكولسترول بالصابونين (Oh *etal*., 2001) و (Oh *etal*., 1998) . ذكر Schwartz *etal*.,(1967) بأن الدجيتونين هو افضل نوع معروف للصابونين لقدرته على التفاعل مع الكولسترول مكونا ً مركبات دايجيتونية (digitonides) غير ذائبة بنظام المحلول المائي، منقوع الدجيتونين الثنائي الذرة اظهر نجاحاً في الفصل الأختياري للكولسترول من الدهن الحر.

2 . تخفيض الكولسترول باستعمال الدكسترينات الحلقية:

استعملت هذه الطريقة في تخفيض الكولسترول من البيض واللحوم ومنتجات الالبان (Makoto *etal*., 1992) وهي من الطرائق الكيميائية الحديثة إذ تم استعمال الدكسترينات الحلقية والتي لقت نجاحا كبيرا (Pagington, 1987) وخاصة β−CD والتي لديها القدرة لتشكيل معقد مع المركبات المختلفة من ضمنها الكولسترول (Szejtli, 1982)و (Vollbrecht, 1991) .

هـ ـ الطرائق الفيزيوكيمياوئية Physico−chemical methods:

وتشمل هذه الطرق مايلي :

1 . الاستخلاص بوساطة المذيبات العضوية:

إن استعمال المذيبات العضوية في تخفيض مستوى الكولسترول له عيوب تتمثل باستخلاص المواد الأخرى الذائبة بالدهن مع الكولسترول ، فضلاً عن أن معظم المذيبات غير انتقائية نسبياً فتزيل النكهة والمركبات الطبيعية وكونها مكلفة ايضاً Larsen ; Borges *etal*., 1996 and Froning 1981).

2 . الأستخلاص بالموائع فوق الحرجة:

هذه الطريقة ليست كمثل الكثير من طرائق الاستخلاص الي تتمثل باستخدام المذيبات التقليدية ، في كونها غير قابلة للاشتعال، وغير سامة ولا تترك أي بقايا مثل المذيب التقليدي ، ومن هذه الموائع فوق الحرجة هو الاستخلاص بـ CO_2 فوق الضغط الحرج إذ يكون الأستخلاص أنتقائي للدهون الطبيعية والكولسترول من دون أن يؤثر في تركيب الفوسفوليبيدات والبروتينات بشكل تام وقد تم تطبيق هذه الطريقة لأستخلاص الدهون والكولسترول من البيض وكذلك في تخفيض الكافايين من الشاي والقهوة وفي استخلاص مواد النكهة من التوابل والنباتات (Bradley, ; Arul *etal.*, 1988 ; 1989 ; Ong *etal.*,1990 ; Froning *etal.*,1990)

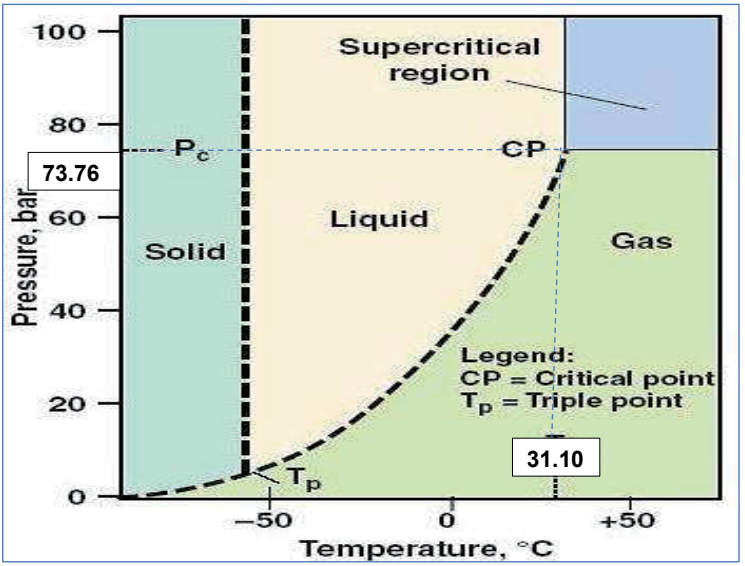
قارن Rizvi and Bhasker (1995) بين الطرائق المستخدمة في استخلاص الكولسترول من دهون الحليب ووجد أن الطريقة فوق الحرجة كانت متميزة بشكل أيجابي بالخواص الفيزيائية والكيميائية ومختلفة عن تلك التي تم الحصول عليها بالطرائق التقليدية

الموائع فوق الحرجة Supercritical fluids (SCF) :

يمكن تعريف الموائع فوق الحرجة على انها الموائع التي تكون درجة حرارتها وضغطها أكبر من درجة الحرارة والضغط الحرجين لذلك المائع ، فعلى سبيل المثال غاز CO_2 تكون درجة حرارته الحرجة critical temperature 31.1 مئوي والضغط الحرج critical pressure له 73.76 بار (Hawthorne ,1990) و (Mckinnon and Parratt ,2002) .

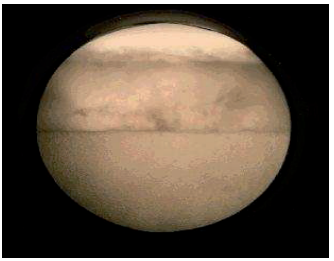
إن صفة الذوبانية للعديد من الموائع عند الظروف فوق الحرجة هي صفة عامة لها وعليه فعند زيادة الضغط مع زيادة درجة الحرارة ترافقها زيادة ملحوظة في الذوبانية بينما عند الضغوط الواطئة يكون التأثير بصورة عامة عكسياً (Mckinnon and Parratt

(2002. . تسلك الموائع فوق حرجة (SCF) سلوك الغاز بأمتلاكها صفة الانتشارية واللزوجة وتسلك سلوك المائع بأمتلاكها الكثافة . وأن الجمع بين هذه الصفات يساعد في عمليات الفصل والتحليل والعمليات التفاعلية الاخرى ، وأيضاً في عمليات التشخيص والتنقية في حالة استخدام المذيبات (Zollinger, 1999) . بين Bravi *etal.* (2007) أن الموائع فوق الحرجة تكون سريعة في الاستخلاص بسبب انخفاض لزوجتها وزيادة انتشاريتها اضافة إلى ذلك فأن خواصها الفيزيوكيميائية مثل الكثافة والانتشارية وثابت العزل dietectric constant واللزوجة يمكن السيطرة عليها بسهولة عن طريق تغيير الضغط او درجة الحرارة من دون تغير حالة المائع فوق الحرجة على الرغم من التأثير الكبير للضغط و درجة الحرارة . اوضح Dixon and Johnston (1997) و Brunner (2005) ان الموائع فوق الحرجة لها كثافات تشبه السوائل بينما من حيث اللزوجة والانتشارية فأنها اقرب إلى الغازات . لذلك فأن الموائع فوق الحرجة يمكن أن تنتشر بشكل اسرع في الاجسام الصلبة منها في السوائل . يمكن ملاحظة مخطط تغير الطور لغاز CO_2 من الشكل (2-5) إذ هناك ثلاث حالات هي الصلبة و الغازية والسائلة ومنطقة فوق الحرجة Supercritical. والنقاط الموجودة بين كل طورين تعرف على انها حالة التوازن بينهما (Akgerman *etal.*, 1991) .

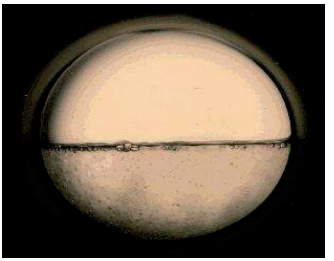


شكل (1 ـ 4) : مخطط تغير الطور لغاز CO_2 (Bravi *et al.*, 2007)

هناك طور واحد فقط في المنطقة الحرجة وهو ليس غاز ولا سائل ولكن يعرف باسم المائع فوق الحرج (SCF) Supercritical Fluid في هذه المنطقة بغض النظر عن مقدار الضغط المسلط ، وان الموائع فوق الحرجة لن تتكثف ولن تغلي مهما ازدادت درجة الحرارة . (Hawthorne ,1990) . درجة الحرارة الحرجة هي اعلى درجة حرارة التي يتمكن الغاز بواسطتها من الانضغاط إلى سائل بزيادة الضغط و الضغط الحرج هو اعلى ضغط الذي بواسطته يتمكن المائع من التبخر إلى غاز (غازعادي) بزيادة درجة حرارة المائع (Hawthorne ,1990) و يمكن ملاحظة ذلك من خلال شكل (1 ـ 5) .

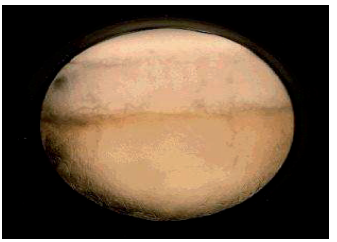


(ب)



(أ)

(د)



(ج)

شكل (1-5) : أنتقال غاز CO_2 من الحالة السائلة إلى الحالة فوق الحرجة .

من خلال الشكل اعلاه يتضح أنتقال CO_2 من الحالة السائلة إلى منطقة فوق الحرجة إذ يتبين من الشكل (أ) ان CO_2 السائل في حالة توازن مع بخاره عند التسخين والضغط الطبيعي والشكلين (ب) و(ج) يوضح حالة CO_2 عند زيادة الضغط ودرجة الحرارة التي يرافقها زيادة في الكثافة أذ يتجه CO_2 إلى منطقة فوق الحرجة أما الشكل (د) فهو يوضح أختفاء السائل وبخاره تماما والوصول إلى منطقة فوق الحرجة . تمتلك الموائع فوق الحرجة صفات فيزيائية بين السائل والغاز ويمكنها ان تنتشر خارج السطح بكل سهولة مقارنة مع الموائع الحقيقية لانها تمتلك شد سطحي أقل بكثير من تلك الموائع (Gabrieta,2004) إن الموائع فوق الحرجة تحافظ على قدرتها في احلال المواد وتحليلها كما هو الحال في استخدام المذيبات بينما الغاز العادي لايمكنه فعل ذلك (Johuston *etal*. ,1989) . الموائع فوق الحرجة ذات اهمية كبيرة في عمليات

الاستخلاص والفصل والتفاعلات والخصائص الذائبية للموائع . (Mckinnon and Parratt .2002) . أن الموائع فوق الحرجة SCF تمتلك خواص فيزيائية بين الموائع والغازات والتي لها دوراً كبيراً في اظهار التطبيقات الممكنه في العمليات المختلفة على سبيل المثال لاغراض الاستخلاص والكروموتوغرافي والتنظيف (1991) Akgerman .

جدول (1 ـ 2) : اهم الصفات الفيزيائية لحالات CO_2 (Taylor , 1996)

حالات CO_2	الكثافة (g / cm^3)	اللزوجة الديناميكية g / cm . sec) (	معامل الانتشار (cm^2/ sec)
الغاز	0.0006 – 0.002	0.0001 – 0.0030	0.100000 – 0.4
الموائع فوق الحرجة	0.2000 – 0.500	0.0001– 0.003	0.0007
السائل	0.6000 – 1.600	0.0020 – 0.030	0.000002 – 0.00002

من خلال الجدول (1 – 2) يتضح ان لزوجة الموائع فوق الحرجة هي متماثلة بصورة عامة للغازات لكنها اقل من السائل ولكن انتشاريتها تكون متوسطة بين المائع والغاز (Taylor , 1996) . يمكن التحكم بسهولة بقوة مذيبات الموائع فوق الحرجة مقارنة مع الموائع الاخرى عن طريق تغيرالضغط ودرجة الحرارة كما أن قوة المذيبات ونوع الموائع فوق حرجة SCF تتناسب طرديا مع الكثافة (Johnston *et al.*, 1989) . يمكن

تغير كثافة الموائع فوق الحرجة عن طريق تغير درجة الحرارة والضغط ولهذا قوة الاذابة للموائع فوق الحرجة تعتمد إلى حد كبير على درجة الحرارة والضغط . على الرغم من أن قوة المذيبات للموائع فوق الحرجة هي ليست اعلى من مذيبات الموائع الاعتيادية ، وأن قوة الاذابة للموائع فوق الحرجة تزداد مع زيادة الكثافة او الضغط في درجات حرارة معينه .(Gabrieta,2004) . يتلخص تأثير درجة الحرارة والكثافة على قوة أذابة الموائع فوق الحرجة بأن قوة أذابة الموائع فوق الحرجة تزداد مع الكثافة والاخيرة تزداد مع زيادة الضغط . بين Angus *et al.* (1976) ان كثافة CO_2 تتغير مع تغير درجة الحرارة والضغط في المنطقة الحرجة. فعند استخدام درجة حـرارة 31.1 مئوي فأن كثافة CO_2 يمكن لها ان تتغير بشكل مستمر من 0.33 غم\مل عند 80 بار إلى 0.9 غم\مل عند 250 بار وبالتالي من الممكن تحديد الموائع فوق الحرجة لاي تطبيق معين من خلال التحكم في درجة الحرارة والضغط .

أشار Burnner (2005) أن قوة الاذابة لـثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج SC–CO_2 يمكن تلخيصها بالقواعد التالية:

1 ـ يكون ذوبان المركبات القطبية او غير القطبية قليل .

2 ـ قوة الاذابة للمركبات منخفضة الوزن الجزيئي عالية وتنخفض مع زيادة الوزن الجزيئي .

3 ـ الـ SC–CO_2 لها القابلية العالية في الاذابة مع المركبات العضوية الاوكسجينية متوسطة الوزن الجزيئي .

4 ـ الاحماض الدهنية الحرة و الكَليسريدات تكون درجة ذوبانها قليلة .

5 ـ تكون الاصباغ قليلة الذوبان .

6 ـ الماء له قوة أذابة منخفضة أقل من 0.5 (وزن \ وزن) عند درجة حرارة 100 مئوي .

7 ـ إن البروتينات والسكريات المتعددة والاملاح المعدنية غير قابلة للذوبان في SC– CO_2 .

8 ـ الـ $SC–CO_2$ قادر على فصل المركبات غير الطيارة التي تمتلك وزن جزيئي أعلى و \ او اكثر قطبية مع زيادة الضغط .

الاهمية والتطبيقات الصناعية الحديثة للموائع فوق الحرجة SCF :

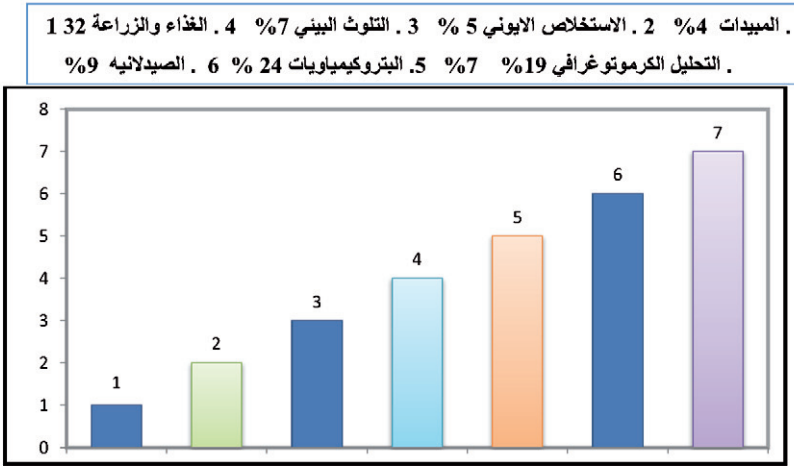
لوحظ السلوك فوق الحرج للموائع عام 1822 من قبل Cagniard ,Tour وفي عام 1879 وجد Hannary and Hogarth ان المركبات المائعة يمكن لها ان تذاب بواسطة الموائع فوق الحرجة عندما تكون كثافة المائع قريبة من كثافة الموائع الحرجة (Taylor , 1996) .

في عام 1898 قامت Villard بتفاعل الايثان فوق الحرج مع اليود لتكوين مركب 1,2 di iodethane (Mckinnon and Parratt ,2002) . اجريت عدة عمليات تصنيعية تحت الظروف فوق الحرجة مثل العمليات التجارية للامونيا عام 1913 والميثانول في عام 1923 وكلاهما ينطوي تحت علم الكيمياء ، مع ذلك لم يكن للموائع فوق الحرجة اهتماماً كبيراً حتى عام 1980 إذ تلقت الموائع فوق الحرجة أهتماماً كافياً لاستخدامها في العمليات الصناعية(Mckinnon and Parratt ,2002) .

قام Phetps *etal.* (1996) واخرون بعرض بعض التطبيقات الصناعية لتكنولوجيا الموائع فوق الحرجة . ومن الجدير بالذكر ان نذكر التناقضات والحجج لاستخدام هذه التكنولوجيا ، وذلك لكونها باهضة الثمن بسبب التكاليف الاستثمارية العالية بالمقارنة مع

الطرق التقليدية الكلاسيكية بأستخدام معدات الضغط العالية وعلى اعتبارها تكنولوجيا غير امنة ، ولكن يبدو أنه خلال القرن العشرين أن بعض الصعوبات قد جرى التغلب عليها ، على سبيل المثال جلب العمليات غير المكلفة واستخدام تطبيقات ارخص ثمنا ومتوفرة في السوق ومن هذه التطبيقات استخدام CO_2 فوق الحرج في بعض العمليات التصنيعية ، ولكونه يستخدم في العمليات المستمرة (Zollinger , 1999) .

ذكر (Zollinger (1999 ان CO_2 فوق الحرج عبارة عن تقنية حديثة وسهلة تعمل على ازالة النفايات الثانوية وتوفر الطاقة وتقلل بشكل كبير من كمية المعدات والاهم من ذلك أنه يعمل بالطور المستمر وهذا يفتح امكانية لجميع انواع التطبيقات وهذا الابتكار هو تغلب واضح على التكلفة والعمل المكثف المرتبط بتكنولوجيا SCF . الشكل التالي يوضح مجالات استخدام CO_2 فوق الحرج .



شكل (1 ـ 6) : مجالات استخدام الـ CO_2 فوق الحرج (Roozi and Singh, 2002)

في عام 2002 قامت شركة Thomas Swan and Co. Ltd بأنشاء محطة متعددة الاغراض وتُعد الاولى في العالم وبدعم من قبل الدراسات الاساسية في التركيب العضوي في جامعة Noltingham والتي تستكشف الامكانيات التجارية الحقيقية لطرق جديدة وعملية لتكنولوجيا المائع فوق الحرج . (Mckinnon and Parratt ,2002) . بين(2001) Kompetla and Koushik أن من المثير للاهتمام أن نلاحظ ان هناك فائدة عظمى متزايدة في طلبات الحصول على صناعة المستحضرات الصيدلانية ، وصياغة الجسيمات المحددة بأستخدام $SCCO_2$ على الرغم من أنه لاتزال هناك بعض التطبيقات الجديدة التي يجرى تطبيقها وتطويرها . ذكر (2001) Tservistas *etal*. ظهور اول تطبيق لعملية تنطوي على CO_2 فوق الحرج لانتاج جزيئات محملة لبلازميد الـ DNA . وجد (1992) Kosal *etal*. في دراسة لهم أن هرمون البرجستون يكون اكثر ذوباناً في $SCCO_2$ ويليه ذوبان الكولسترول .

أستخدام ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج SCCO2 :

إن أستخدام ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج $SCCO_2$ هو عملية بديلة لاستخلاص الدهون عن الطرائق التقليدية لما يتميز به من انه غير مكلف وصديق للبيئة والذي يوفر مزايا عديدة في الاستخلاص اكثر من الطرائق التقليدية مثل الاستخلاص بالمذيبات العضوية او الطرائق الميكانيكية (Catchpole *etal* ., 2009) .

أن للمذيبات العضوية القدرة العالية في فصل الدهون واستخلاصها لكن من الصعوبة جدا التخلص من تأثير المذيب في المادة المراد استخلاصها بالمقابل فان استخدام CO_2 تكون لها القدرة الاقل في فصل الدهون والزيوت مقارنة بالمذيبات

العضوية إلا أنه يكون اكثر سلامة ويملك القدرة على استخلاص الدهون والزيوت تماماً فعلى سبيل المثال عند استخلاص زيت الكتان من بذور الكتان أظهر الهكسان كفاءة عالية في الاستخلاص إلى حد ما مقارنةً مع CO_2 فوق الحرج لكن نوعية الدهون انخفضت جودتها وكان العائد من استخدام SCCO2 في الاستخلاص اعلى بنسبة 27.8 % مقارنة مع استخدام المذيبات الاخرى (Pradhan *et al.*, 2010) . استخدم CO_2 على نطاق واسع في مجموعة متنوعة من الاستخلاصات في الصناعات الغذائية مثل استخلاص الزيوت من البذور الزيتية و استخلاص الدهون والكولسترول من صفار البيض والحليب الدسم ولحم الابقار ولحم الخنزير (Catchpole *etal.*, 2009) و (Sahena *etal.*,2009) . إن الهدف من استخدام سائل CO_2 او CO_2 فوق الحرج في عمليات الاستخلاص المستمرة لازالة اكبر قدر من مكونات الدهون من المواد الغذائية بصورة صحية واكثر امان من الناحية السمية دون التاثير على تركيب المواد الاصلية وقد تفاوتت درجات الحرارة المستخدمة بين (25 ,45, 50) مئوي وضغط بين (35 ـ 100) بار فضلاً عن كثافة الـ CO_2 الملائمة لعمليات الاستخلاص (Sahena *et al.* ,2009) .

مميزات وعيوب CO2 فوق الحرج :

من المعروف أن CO_2 في الحالة الغازية يكون غير فعال جدا كمذيب للموائع والمواد الصلبة مع ذلك فأن زيادة ضغط CO_2 (يرافقه زيادة متزامنة في الكثافة) يزيد من قوة الاذابة لدية (Gabrieta, 2004) . على الرغم من أن CO_2 فوق الحرج نادرا ما تتطابق خصائصه مع خصائص المذيبات التقليدية . تم تقيم قوة الاذابة لمجموعة

كبيرة من المركبات العضوية من قبل العالم Francis عام 1954 والذي قارن الذوبان المتبادل بين CO_2 السائل مع 261 من المواد الاخرى (Gabrieta, 2004) و (Akgerman *etal*. , 1991) .

هناك العديد من الدراسات لـ CO_2 فوق الحرج كأستبدال للمذيبات العضوية التقليدية التي تُعد ضارة للمستخدمين وللبيئة مثل استخدام مركبات الكاربون الكلورية والفلورية على نطاق واسع في صناعة مذيبات التنظيف الدقيق منذ سنوات إلا أن الدراسات الاخيرة حدت من استخدام هذه المواد لكونها تؤثر على طبقة الاوزون . (Hawthorne ,1990) .

يُعد CO_2 فوق الحرج من المذيبات الممتازة وإلى جانب قدرته لاذابة المركبات العضوية فأن CO_2 فوق الحرج يوفر عددا من المزايا الاخرى العملية ، ويُعد غير سام للبشر و يكون خامل كيميائيا وغير قابل للاحتراق و متوفر تجاريا بصورة نقية عالية وبتكلفة منخفضة و درجة حرارة وضغط حرجين عند قيم قليلة مقارنةً مع الموائع الاخرى ، وله صفات متقاربة للمذيبات العضوية كما انه غير قابل للاشتعال ويزال بسهولة من المنتج وهو وسط غير مؤكسد كما انه حسب FDA , EFSA يُعد وسط أمن . (Gabrieta, 2004)

ما يعاب على CO_2 فوق الحرج أنه لا يمتلك قوة اذابة كافية للانواع القطبية عند ضغط العمل النموذجي (30 – 80) بار (Foster *etal*., 1993) مع ذلك فأن خصائص CO_2 فوق الحرج يمكن ان تتعزز من خلال أضافة المذيبات القطبية ( ) polar solvents غير القابلة للامتزاج مع المائع (Day *etal*., 1996) ويشار إلى هذه الاضافة للمذيب القطبي بأنها تساعد على الانحلال مع ادخال بعض التعديلات مما يعزز قطبية الـ CO_2 فوق الحرج . يُعد الايثانول هو المُعدل الاكثر شيوعا لـ CO_2

فوق الحرج وبصفة عامة ان الاخير هو وسيلة ممتازة للمركبات غير القطبية ومذيب جيد إلى حد معقول للمركبات القطبية . (Gabrieta,2004) .

الخواص الفيزيائية لـ CO2 فوق الحرج :

وجد Ouyang (2011) أن كثافة ولزوجة CO_2 فوق الحرج هي دالة للضغط عند درجات حرارة مختلفة تراوحت بين 40 ـ 100 مئوي اي أنها تزداد مع زيادة الضغط المسلط من 7 إلى 62 ميكا باسكال . ذكر Kumovo and Hassan (2007) ان كثافة CO_2 فوق الحرج ولزوجته تزداد مع زيادة الضغط المسلط وتنخفض مع زيادة درجة الحرارة ، فعندما كان الضغط 7.5 ، 12.5 ، 20 ميكا باسكال كانت الكثافة 0.6618 ، 0.8170 ، 0.8911 غم \ سم^3 على التوالي وبلغت اللزوجة (5.17 ، 7.7 ، 9.04) × 10^{-2} غم \ سم . ثا على التوالي . وعندما كانت درجة الحرارة 30 ، 45 ، 60 مئوي عند ضغط 7.5 بار بلغت الكثافة 0.6618 ، 0.2093 ، 0.1728 غم \ سم^3 على التوالي وبلغت اللزوجة (5.17 ، 2.09 ، 1.73) × 10^{-2} غم \ سم . ثا على التوالي كما بين ان معامل انتشار CO_2 فوق الحرج انخفض مع زيادة الضغط وازداد مع زيادة درجة الحرارة . اوضح Burke (2011) أن كلاً من كثافة CO_2 فوق الحرج ولزوجته يزدادان مع زيادة الضغط .

أستخلاص الكولسترول بأستخدام CO2 فوق الحرج :

نظراً لقلق المستهلكين من الأثار الكيميائية في الاطعمة وزيادة الطلب لمنتجات ذات جودة عالية وغذاء صحي جعلت من إستخدام الموائع فوق الحرجة واحدة من أكثر الطرائق أستخداماً كبدائل عن استخدام المذيبات الكيميائية ، فعلى سبيل المثال إستخدام

CO_2 فوق الحرج في إستخلاص الكولسترول من المنتجات الغذائية لما يتميز به الـ CO_2 فوق الحرج من قدرة إذابة الدهون والكولسترول أضافة لما ذكر أنفاً و(Kosal *etal.*, 1992) .

من أجل معرفة قدرة المائع فوق الحرج في الحد من مستوى الكولسترول في الاطعمة والمنتجات ذات الاصل الحيواني (الدهون ، اللحوم ، صفار البيض ، وغيرها) لابد من تحديد سلوك ذوبان الكولسترول في هذه الموائع (Yun *etal.*,1991).

قام (1991) Yun *etal.* بأستخدام جهاز تدفق الضغط العالي المستمر للحصول على بيانات ذوبان الكولسترول والدهون الثلاثية Triglycerides في CO_2 فوق الحرج . صنع (1996) Neves جهاز مماثل لما قام به (1991)Yun *etal.* لنفس الظروف والقياسات وقد أتفق الاثنان في النتائج التي تم الحصول عليها مقارنة مع طريقة الدفعات التي أستخدمها(1982) Chrastil وايضاً (1986) Wong and Johnstun اللذان استخدما جهاز صغير لاخذ القياسات منه وقد لوحظت بعض التناقضات والاختلافات بين الطرق نُسبت إلى أساليب فنية في التجربة .

درس (1982) Chrastil ذوبان الكولسترول في CO_2 فوق الحرج بضغوط تتراوح بين (100 ـ 250) بار في درجات حرارة (20 ، 40 ، 80) مئوي على فترات زمنية معينة ولاحظ زيادة في الذوبان مع ارتفاع الضغط عند درجة الحرارة الثابتة كما هو متوقع من قبل الزيادة الناتجة في كثافة الموائع ويترتب على ذلك زيادة في قوة المذيبات من الموائع فوق الحرجة في حين لوحظ ايضاً انخفاض في الذوبان مع ارتفاع درجة الحرارة في الضغط المستمر وهذه صفة مميزة من صفات الموائع فوق الحرجة.

أثبت Neves (1996) حصوله على نتيجة مماثلة لما حصل عليها Chrastil عام 1982 في نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة وزمن . أستخدمت الموائع فوق الحرجة لإزالة الكولسترول والدهون من الزبد من قبل Shishikura *etal*. (1996) و (1995) Rizvi and Bhasker و (2000) Mohamed and saldana .

التركيب الكيميائي للحم :

اللحم هو الجزء الصالح للاكل (Edible flesh) للحيوانات والطيور الاليفة والوحشية وتعتبر الانسجة العضلية هي المصدر الرئيسي للحم في الذبيحة (Carcass) اما البقايا او الاجزاء الاخرى من الذبيحة مثل الكبد و الكلية .. ألخ فهي مهمة للانسان الا ان اهميتها تختلف من بلد إلى آخر و تؤثر عدة عوامل على تركيب وتكوين الحيوان الحي وهذا بدوره يؤثر على تركيب وتكوين الذبيحة وبذلك سيؤثر على كمية ونوعية اللحم الناتج ومن هذه العوامل الوراثية ، النوع ، الصنف ، الجنس ، العمر ، نظام وتربية الحيوان وغيرها من العوامل المختلفة (الطائي ،1987).

بين Scherz and Senser (1989) أن تركيب اللحم البقري يتكون من 75.10 % رطوبة و22% بروتين و1.9 % دهن و1 % مواد أخرى مثل الكاربوهيدرات او الاملاح والمعادن والفيتامينات درست الموسوي (1995) التركيب الكيميائي للحم البقر فوجدت أنه يتكون من 73.71 % رطوبة و 22.38 % بروتين و1.27 % دهن و رماد بنسبة 1.11 % . بين Lawrie (1998) أن تركيب اللحم البقري يتكون من 75 % رطوبة و19 % بروتين و2.5 % دهن وكاربوهيدرات بنسبة 1 % او اقل اما المكونات الاخرى فهي تشكل 3.5 % .

وجد Jussara, *et. al.* (2006) ان اللحم يحتوي على 74.48 % رطوبة و17.22 % بروتين و2.08 % دهن ورماد بحدود 1.27 % ، ودرست شبيب (2013) التركيب الكيميائي للحم عجول البقر اذ لاحظت انه يتكون من 76.20 % رطوبة و21 % بروتين و1.66 % دهن والرماد بنسبة 1%.

الكولسترول في اللحوم :

درس Slover, *et.al.* (1980) التركيب الكيميائي لبعض منتجات اللحم المفروم من الدهن والكولسترول وقد وجد أن بيرغر اللحم البقري تحوي نسبة دهن 13.01 % وتركيز كولسترول 43.57 ملغرام \ 100 غرام وايضاً شطائر اللحم البقري وجد ان نسبة الدهن تصل إلى 15.34 وتركيز الكولسترول فيها يصل إلى 55.63 ملغرام \ 100 غرام . ذكر Rhee and Smith (1983) أن مستوى الكولسترول في اللحم المفروم الطازج تتراوح بين (54.8 ـ 116) ملغرام \ 100 غرام .أن مستوى الكولسترول في اللحوم الطازجة يختلف حسب مصدر الحيوان الذي اخذ منه اللحم وبصورة عامة تتراوح ما بين 36 ـ 114 ملغرام \100 غرام للحم البقري في حين يصل مستوى الكولسترول في لحم الخنزير إلى (44.60 ـ 70) ملغرام \ 100 غرام (Bohac *et al.*,1988) .

اشار Scherz and Senser (1989) عند دراسته لبعض انواع من اللحم أن مستوى الكولسترول قد تفاوت وفقاً لنوع الحيوان المؤخوذ منه اللحم فقد وجد ان لحم الابقار المفروم يصل فيه مستوى الكولسترول إلى 60 ملغرام \ 100 غرام لحم وفي لحم عجل البقر (العضلات) يصل إلى 70 ملغرام \ 100 غرام لحم وفي لحم الخنزير يبلغ 65 ملغرام \ 100 غرام لحم وفي الدجاج (منطقة الفخذ) 81 ملغرام \ 100 غرام لحم ولحم الابقار (الدهن بين العضلات : الذي يسمى دهن التصريف Marbliing fat)

يصل إلى 99 ملغرام \ 100 غرام لحم وكذلك لحم الخنزير (الدهن بين العضلات) يصل مستوى الكولسترول فيه إلى 93 ملغرام \ 100 غرام لحم بينما يصل في لحم الخروف إلى 75 ملغرام \ 100 غرام لحم . اكدت ناصر (1994) أن نسبة الدهون اذا ازدادت سوف يزداد مستوى الكولسترول تبعاً له . وجدت الموسوي (1995) أن مستوى الكولسترول في اللحم البقري الطازج 46.25 ملغرام \ 100 غرام لحم وفي لحم الجمل بلغ 45.25 ملغرام \ 100 غرام لحم . وجد Jussara *etal.* (2006) ان مستوى الكولسترول في لحم الابقار تصل إلى 51.97 ملغرام \ 100 غرام لحم بينما تصل في لحم الدجاج إلى 80.30 ملغرام \ 100 غرام لحم .

استخلاص الكولسترول من اللحوم بأستخدام SCCO2 :

تُعد اللحوم من المصادر المهمة في النظام الغذائي للإنسان وذلك لاحتوائها على نسبة عالية من البروتين ولاحتوائها على نسبة عالية من الدهون والكوليسترول. أن الحد من الدهون والكوليسترول في محتويات منتجات اللحوم هي واحدة من التحديات التي تواجه الصناعات الغذائية لتلبي أحتياجات المستهلكين في اتباع نظام غذائي صحي مهم بالنسبة لاولئك المستهلكين الذين يرغبون في انقاص وزنهم او الذين لديهم مشكلة في القلب. إن لحم البقر الحاوي على نسبة دهن منخفضة يكون مفضلاً واكثر تقبلاً من قبل كثير من المستهلكين وبالتالي فان انخفاض نسبة الدهن يعني انخفاض في مستوى الكولسترول (Ono *etal.*, 1985) . ذكر Chao *etal.* (1991) امكانية استخدام CO_2 فوق الحرج في إستخلاص الدهون الحيوانية عن طريق السيطرة على الضغط ودرجة الحرارة المستخدمة . إستخدمت السوائل فوق الحرجة لاستخلاص الكولسترول والدهون من اللحوم المجففة (Froning *etal.*,1992) و الدجاج (Froning

etal.,1994)، ولحم الخنزير (Lin *etal.*,1999)، والأسماك (Hardardottir and Kinsetla, 1988)، ولحم البقر (King *et al.*,1993).

قام Wehling (1991) بإزالة ثلثي الدهون والكولسترول من لحم البقر المجفف باستخدام CO_2 فوق الحرجة عند ضغوط ودرجات حرارة تتراوح بين 230- 380 بار و45 إلى 55 درجة مئوية على التوالي و كثافة CO_2 0.9 غرام / سم^3، تمت إزالة حوالي 87٪ من مجموع الكولسترول والدهون من مسحوق اللحم البقري المجفف، بأستخدام درجات حرارة عالية لاستخراج الدهون، والتي كانت في الحالة الصلبة عند درجة حرارة 45 مئوي ولكن تم إذابته تماما في درجة 55 مئوي وادت هذه العملية إلى تغيير لون مسحوق لحم البقر المجفف بسبب إزالة الصبغات ، والتي يمكن أن يكون من المرغوب فيه جدا لأنها تسمح للمنتج ان يكون مصدرا للبروتين في مختلف الأطعمة الجاهزة (King *etal.*,1993) ولاحظ (Lin *etal.*(1999 فقدان في الصبغات خلال إزالة الكولسترول من لحم الخنزير المقلي باستخدام ثاني اوكسيد الكربون فوق الحرج المستمر عند درجة حرارة تراوحت بين (50 ـ150) مئوي وضغط (73 ـ 340) بار ، تم إزالة حوالي 50-70٪ من مستوى الكولسترول في عينة اللحم . والجدول التالي يوضح نسب الكولسترول قبل وبعد عملية الازالة لبعض اللحوم .

جدول (2 ـ 3) : نسب الكولسترول قبل وبعد ازالته من اللحوم (Froning *et al.*,1994)

المنتج	الضغط (بار)	درجة الحرارة (مئوي)	ازالة الكولسترول mg/100g		النسبة المئوية (%)	المصدر
			قبل	بعد		
اللحم المجفف	280 ـ 230	55 ـ 45	1.56	0.19	87.8	(Lim,1992)
فطائر اللحم المطبوخ	550 ـ 170	55 ـ 40	1.94	0.12	93.8	(Fenton and Sim,1991)
لحم الخنزير المطبوخ	340 ـ 73	150 ـ 50	0.80	0.22	90.1	Lin *et al*,1999)
دجاج مجفف	306 ـ 370	55 ـ 45	4.96	0.54	90.0	(Froning *etal*, 1994)

تلوث اللحم بالاحياء المجهرية :

اللحم وسط ملائم لنمو العديد من الاحياء المجهرية وذلك لما يحويه من عوامل مساعدة لنموها وعوامل تغذوية تفيد في تكاثرها ومن امثلة هذه الاحياء المجهرية الاجناس

التابعة إلى *Staphylococcus ; Escherichia ; Bacillus ; Pseudomonas* وغيرها من الاحياء الاخرى مثل الخمائر والاعفان (Phillips *etal* .,2001) .

يُعد اللحم المفروم وسيلة ممتازة لنمو الكائنات الحية الدقيقة والتي توجد عادة على سطح اللحم وتبدأ بالنمو والتكاثر عندما تسمح لها الظروف بذلك من عمليات الخلط والتخزين وسوء التعبئة والتغليف مما تسبب فقدان في جودة اللحم وخلق المخاطر الصحية المميتة (Baskaya *etal.,*2004) . إن من مسببات تلوث اللحوم الطازجة هو المحيط الخارجي للحيوان بالدرجة الاساس والعاملين والعدد والسكاكين والاواني المستخدمة وعمليات تحضير اللحوم والخزن والنقل وغيرها (Shale *et al* .,2005) . درس Khalafalla *et al.* (1993) نمو الاحياء المجهرية على عينات اللحم المفروم الطازج اذ لاحظ نمو اجناس من *Staphylococcus* والتي قليل ما تنمو على عينات اللحم المفروم لعدم قدرتها على التنافس المايكروبي . درس Sancak *etal.*(1993) المحتوى المايكروبي في اللحم المفروم ووجد ان العدد الكلي للمايكروبات 2.3×10^{5} cfu /g ولبكتريا القولون coliform bacteria 9.2×10^{6} cfu /g والـ *E. coli* 4.1×10^{6} cfu /g والمكورات العنقودية *Staphylococci* 1.4×10^{10} cfu /g.

ذكرت الموسوي (1995) أن شدة التلوث وسرعة نمو الاحياء المجهرية يعتمدان على نوعية اللحم ووقت الفرم وطرق تداوله وعلى نظافة المعدات المستخدمه اضافةً إلى مدة ودرجة حرارة الخزن . وجد Baskaya *etal.* (2004) عند تحليلهم المحتوى المايكروبي للحم المفروم ان العدد الكلي بلغ 6.3×10^{7} cfu /g ولبكتريا القولون بلغ 6.2×10^{6} cfu /g والـ *E. coli* 1.4×10^{4} cfu /g والمكورات العنقودية *Staphylococci* 8.2×10^{3} cfu /g .

وجد Direket *etal*. (2010) ان اللحم له محتوى مايكروبي متمثل بالعدد الكلي للبكتريا (TC) 4.7×10^{4} cfu /g والـ *E. coli* 6×10^{2} cfu /g والخمائر والاعفان 5.8×10^{4} cfu /g والـ *S. aureus* 3.2×10^{5} cfu /g . وجدت شبيب (2013) أن اعداد البكتريا في اللحم الطازج يصل إلى27×10^{4} cfu /g .

درس Kimiran *etal*.(2014) المحتوى المايكروبي للحم المفروم وقد وجد أن العدد الكلي للمايكروبات يصل إلى 9×10^{6} cfu /g ولبكتريا القولون 1×10^{6} cfu /g والـ *E. coli* 2×10^{4} cfu /g والخمائر والاعفان 2.7×10^{7} cfu /g والـ *S. aureus* 6×10^{5} cfu /g .

المصـــادر

References

الاسود ، ماجد بشير (2000) . علم وتكنولوجيا اللحوم ، الطبعة الثالثة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، 466 صفحة

الحسيني ، خديجة صادق جعفر (2007) . استخلاص الزيوت من الاسماك ومخلفاتها ودراسة صفاتها الكيميائية والفيزيائية واستخدامها في الانظمة الغذائية والصناعية .اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، العراق

الحكيم ، صادق حسن و حسن عبدعلي مهدي (1995) . تصنيع اغذية ، الجزء الثاني . مطبعة جامعة بغداد.

الدرة ، عمر عادل عبود (2001). تأثير الالبان المتخمرة على كولسترول الدم في الفئران. رسالة ماجستير. كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، العراق.

الدلالي ، باسل كامل والركابي، كامل حمودي. (1988). كيمياء الاغذية. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، العراق . 432 صفحة

الراوي ، زيد اكرم (2005). عزل وتشخيص بعض انواع بكتريا *Lactobacillus* القادرة على تقليل الكولسترول وادخالها في المتخمرات اللبنية العلاجية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، العراق.

الزهيري ، عبدالله محمد ذنون (1992). تغذية انسان. دار الكتب للطباعة والنشر ـ جامعة الموصل ، العراق.

الطائي ، منير عبود جاسم (1987). تكنولوجيا اللحوم والاسماك ، ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة دار الكتب ، جامعة البصرة ، 421 صفحة .

العزاوي ، زينب عدنان فهد (2000). دراسة بعض العوامل المؤثرة في مستوى فيتامين A في حليب الأمهات في مدينة بغداد. رسالة ماجستير. كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، العراق

الكيلاني ، قيس عطوان و عبد الحسن ، عيسى عبد (1994) . الكيمياء الحيوية ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة دار الحكمة ، جامعة البصرة . 470 صفحة.

الموسوي، أم البشر حميد جابر (1995) . تصنيع البيركر من لحم الابل وتاثير فترات الخزن بالتجميد على صفاته الكيميائية والحسية والمايكروبولوجية . اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .

الموسوي، ام البشر حميد جابر. (2000). سلي الدهون الحيوانية ودراسة خواصها الكيميائي والفيزيائية. مجلة البصرة للعلوم الزراعية ، 13 (1): 109-118.

الناصر ، علي صالح (1999) . الكولسترول ، مجلة الفيصل ، 280 ، 102 ـ 104 .

النوري ، فاروق فاضل والطالباني، لامعة جلال (1981). تغذية انسان. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، العراق.

جبرائيل ، يوسف جورج (1969). الكولسترول، هنري باشيكو (كتاب مترجم). الهيئة العامة للتاليف والنشر ، دار الكاتب العربي، بيروت، لبنان.

شبيب ، علياء جري (2013) . استخدام بعض مخلفات معامل تصنيع الاغذية في اطالة مدة حفظ اللحم البقري . رسالة ماجستير. كلية الزراعة ، جامعة البصرة .

طاهر، محارب عبدالحميد (1989). علم اللحوم . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة دار الحكمة . جامعة البصرة ، العراق . 401 صفحة .

محمد علي ، عامر و الشبيبي ، محسن و العمر، محمود عيد و طعمة ، صادق جواد (1984) . كيمياء الالبان. دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل، العراق.

ناصر ، إلهام كاظم (2012) . خفض الكولسترول بأستخدام إنزيم الكولسترول اوكسيديز المنتج من عزلة محلية لبكتريا *Bacillus subtilis* . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة

ناصر ، أميرة كاظم (1994) . تاثير نسبة الدهن واضافة الملح على الصفات الكيميائية والحسية لبيركر اللحم المجمد لفترات مختلفة. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .

Abo-el-khair, I.A.A. and Nadia, M.A. (1993). Influence of feeding *Lactobacillus acidophilus* cells on serum cholesterol levels of rabbits. *Egypt J. Microbio.,* 28 : 259-269.

Ahn, J. and Kwak, H. S. (1999). Optimizing cholesterol removal in cream using β-cyclodextrin and response surface methodology . *J. Food Sci.,* 64(4) : 629-632.

Aidos, I. (2002). Production of high-quality fish oil from herring byproducts. Ph.D. Thesis, Wageningen Univ.,the Netherlands. 203 p .

Akgerman, A.; Roop, R.K.; Hess, R.K. and Yeo, S.D. (1991). Supercritical extraction in environmental control. In; Supercritical fluid technology: Reviews in modern theory and applications; *Bruno J. T. and J. .F*. Bocca Raton: CRC Press, pp: 479-509.

Angus, S. ; Armstrong, B. and De Reuck K.M.. (1976) IUPAC International thermodynamic tables of the fluid state (v. 3) Carbon Dioxide. New York: Pergamon Press.

Anonymous. (1989). Cholesterol reduced fats: They're here! *Prepared Foods* 158(7) : 99 .

Armando, L. ; Paolo, B. ; Carol, M. ; Liliana, F. ; Strfania,V. ; Enzo, F. and Pierre, B. (1994). A new short-path distillation system applied to the reduction of cholesterol in butter and lard. *J. Am.Oil Chem.Soc. ,*71: 609-614.

Arul, J.; Boudreau, A.; Makhlouf, J.; Tardif,R. and Grenier, B. (1988). Distribution of cholesterol in milk fractions. *J. Dairy Res.*, 55: 361-371.

Baiao, N.C. and Lara, L.J. (2005) . Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian , Journal of Poultry Science*, 7: (3): 129 – 141.

Başkaya, R. ; Karaca, T.; Sevinç, I.; Çakmak, Ö. ; Yıldız, A. and Yörük, M. (2004). The microbiological, Serological and Chemical qualities of mince meat marketed in Istnbul *Vet. Fak. Derg., 15: (1-2): 41–46.(In Turkish).*

Beare-Rogers, J. ; Dieffenoacher, A. and Holm, J. V. (2001). Lexicon of lipid nutrition. (IUPAC Technical report). International Union of Pure and Applied Chemistry. *Pure Appl. Chem.*, 73(4) : 685-744.

Behrenols, J.M. (2004) . Met myoglobin ability and visual characteristics of nine selected bovine muscles.Ph. D. Thesis dissertation .office of Graduate studies of Texas A. and M. Unvi., P: 1-113 .

Blanchette-Mackie, E. J. (2000). Intracellular cholesterol trafficking: role of the NPC1 protein. *Biochim. Biophys. Acta.,* 1486 : 171–183.

Bloch , K. (1982) . The structure of cholesterol and bile acids. *Trends Biochem. Sci.,* 7:334– 336.

Bohac , C. E. ; Rhee , K. S. ; Cross ,H.R. and Ono, K. (1988) . Assessment of methodologies for colorimetris cholesterol assay of meats . *J. Food Sci.*, 53 : 1642 – 1644 .

Borges, S. V. ; Martucci, E. T. and Muller, C. O. (1996). Optimization of the extraction of cholesterol from dehydrated egg yolk using acetone. *Lebensm. Wiss.Technol* ., 29 : 687-690.

Bracco ,U. (1980) . Butter-like food product. *British Patent* ,1,559,064 .

Bradley, R. L. (1989). Removal of cholesterol from milk fat using supercritical carbon dioxide. *J. Dairy Sci.*, 72 : 2834-2840.

Bragagnolo ,N. (1995). Determinac¸a˜o dos nı´veis de colesterol em carnes, ovos e macarrao com ovos. FEA, UNICAMP, 1993. In: Revista da Carne 222 : 82.

Bravi, E. ; Perretti, G. ; Motanari, L. ; Favati, F. and Fantozzi, P. (2007). Supercritical fluid extraction for quality control in beer industry. *Journal of Supercritical Fluids,* 42: 342-346.

Brunner, G.(2005). Supercritical fluids: Technology and application to food processing. *J. Food Eng.,* 67 : 21-33.

Burke, L., K.; Reytar, M. ;Spalding and Perry A. (2011) . Reefs at Risk Revisited (World Resources Institute, Washington).

Carl, A.; Burtis, Ph. D. ; Edward, R.A.; Showed, M.D. (1999). Tietez text book of cinical chemistry. 3 rd Ed.

Carleton, R. A. L. ; Finberg, J.; Goodman ,D.S.; Grundy, S. M.; Havas, S. ; Hunter, G. T. ; Kritchevsky, D. ; Lauer, R. M. ; Luepker, R. V. ; Ramirez, A. G.; Van Horn, L.; Stason, W. B. and Stokes, J. (1991).Report of the expert panel on population strategies for blood cholesterol reduction. *Circulation* 83 : 2154-2232.

Catchpole, O.J.; Tallon, S.J. ; Eltringham,W.E.(2009) .The extraction and fractionation of specialty lipids using near critical fluids . *Journal of Supercritical Fluids*, 47(3): 591.

Chairman, D. S. ; Belcher, M. ; Dawson, T. ; Delaney, B. ; Fine, J. ; Flickinger, B. ; Friedman, P. ; Heckel, C. ; Hughes, J. ; Kincs, F. ; Liu, L. ; McBrayer, T. ; McCASKILL, d. ; Cneill, G. ; Nugen, M. ; Paladini, E. ; Rosegrant, P. ; Tiffang, T. ; Wainwright, B. and Wilken, J. (2006). Food fats and oils. prepared by the technical committee of the institute of shortening and edible oils. pp:1- 37

Chao , R. R.; Mulvaney, S. J. ; Bailey, M .E. and Fernando , L. N. (1991) . Supercritical CO2 conditions affecting extraction of lipid and cholesterol from ground beef. *J. Food Sci.,* 56 : 183 – 187.

Chrastil , J. (1982) . Solubility of solids and liquids in supercritical gases. *J. Phys. Chem.,* 86 : 3016–3021.

Christie, W.W. (2013) . Science, Department of Clinical Veterinary Science, University of Bristol, Langford, Bristol BS40 5DU, UK.

Criqui, M. H.(1994). Very low cholesterol and cholesterol lowering. Leaflet 71-0059. American Heart Association .

Davidson, M.H. (2006). Mechanisms for the hypotrigly ceridemic effect of marine omega- 3fatty acid . *Am .J.Cardiol.,* 98 :27-33.

Daviss, D. D. (1973). Rate control of biological processes. In: Metabolism and Biological Processes .Daviss, D. D.3rd (Ed.). Cambridge Univ. Press. Britain.

Day, C.Y. ; . Chang, C.J and Chen, C.Y. (1996). Phase equilibrium of ethanol + CO2 and acetone + CO2 at elevated pressures, *J. Chem. Eng. Data.,* 41(4): 839-843.

Dempsy, M. E.(1974). Regulation of steroid biosynthsis. *Annu.Rev.Biochem*.,43: 967-990.

Dennis, E .and Henk, D. (2000) . Biochemical and biophysical *Acta.(bba.)* 1529(1-3).

DGAC : The Dietary Guidelines Advisory Committee (2010) . Food sources of oleic acid by percent contribution to intake based on national and health . DGAC Report of the DGAC on The Dietary Guidelines for Americans, diet: Basic parameter to prevent obesity and serum cholesterol elevation, *Pak. J.Nutr.,* 3 : 193-196.

Direkel Ş. ; Yıldız Ç. ; Esin Aydın F.; Emekdaş G. (2010). Mersin ili Yenişehir ilçesinde satışa sunulan çiğ kıymaların mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Mersin Univ Sağlık Bilim Derg,* 3(2): 8–14.

Dixon, D.J. and Johnston, K.P. (1997). Supercritical Fluids. In: Encyclopedia of separation technology. Ruthven, D.M., (Ed.). 1st Edn., John Wiley Interscience, New York, pp : 1544-1569.

Ellin D. M.(2005) Food antimicrobials, cleaners, and sanitizers a review of the Scientific Literature Ph.D.Food Research Institute University of Wisconsin Madison, WI 53706 .

FAO/WHO. (1980). Joint FAO/WHO Food Standared Programme Codex Alimentarius commission. 28 session. Rome, Italy. fats . pp: 1-55.

Feeley, R.M.; Criner, P.E. and Watt, B.K.(1972). Cholesterol content of foods. *J Am Diet Assoc.,* 61:134–139 .

Froning ,G. W. ; Cuppett, S. L. and Niemann ,L. (1992) . Extraction of cholesterol and other lipids from dehydrated beef using supercritical carbon dioxide. *J. Agric. Food Chem.,* 40: 1204 –1207

Froning ,G. W. ; Fieman, F. ; Wehiling, R. L. ; Cuppett S. and Nielmann , L. (1994) . Supercritical carbon dioxide extraction of lipids and cholesterol from dehydrated chicken meat. *Poultry Sci.,* 73:571–575.

Froning, G. W., Wehling, R. L., Cuppett,S. L., Pierce, M. M. Niemann, L., and Siekman, D. K. (1990). Extraction of cholesterol and other lipids from dried egg yolk using supercritical carbon dioxide. *J. Food Sci.,* 55(1): 95-98.

Gabriela,I.B.S.,(2004). Supercritical fluid technology: Computational and experimental equilibrium studies and design of supercritical extraction process . phd. Dissertation, University of Notre Dame, Indiana .

Gray, J.I. (1978) . Measurement of lipid oxidation : A Review . *J. Am. Oil chem. Soc. ,* 55 : 539 – 546 .

Grundy, S. M.; Brheimer, D. H.; Blackburn, W. V.; Brown, P. O.; Kwiterovich, F.; Mattson, G.; Schonfeld and Weidman, W. H.. (1982).Rational of the diet-heart statement of the Americal Heart Association Report of the Nutrition *Committee.Circulation*. 65: 839A 854.

Gurr,M. I.(1992). Dietary lipids and coronary heart disease : old evidence, new perspectives and progress. *Lipid Res.,* 31: 195-243.

Gurr, A. I., and James, A. T. (1975). Lipid biochemistry: An introduction, 2 nd (Ed.). Wily, England

Han, X. ; Cheng, L. ; Zhang, R. and Bi, J. (2009). Extraction of safflower seed oil by supercritical CO2. *Journal of Food Engineering*, 92: 370–376.

Hardardottir , I. and Kinsella, J. E. (1988). Extraction of lipid and cholesterol from fish muscle with supercritical fluids. *J. Food Sci.,* 53:1656,1658,1661.

Hastert, R. D. (1989) . ASA (American soyben Assocation) . Bakrey fats . pp: 1-55.

Hawthorne, S.B. (1990) . Analytica scale supercritical fluid extraction, *Anal. Chem.,* 62(11),: pp. A633-642.

Heftmann, E. (1969). Bile acids formation. In: Steroid biochemistry Heftmann, E. (Ed.) Academic Press. New York.

Hernandez, M.; Montenegro, J.; Steiner, M.; Kim, D.; Sparrow, C. and Detmers P.A. (2000). Intestinal absorption of cholesterol is mediated by a saturable, inhibitable transporter. Biochim. *Biophys. Acta.,* 1486:232–242.

Hettinga, D. (2005). Butter baileys industrial oil and fat products.6 : 1- 60 .

HPSCG : Heart Protection Study Collaborative Group (2002) . MRC/BHF Heart Protection Study of cholesterol lowering with simvastatin in 20,536 high-risk individuals: a randomized placebo-controlled trail. *Lancet*, 360 : 7-22.

Jacobs, D.; Blckburn, H.; Higgins, M. ; Reed,D. ; Iso, H. ; McMillan, G.; Neaton, J. ; Nelson, J. ; Potter, J. ; Rifkind, B.; Rossoum, J. ; Shekelle , R. and Yusaf, S, (1992). Report of conference on low blood cholesterol: Mortality association . *Circulation* , 86(3) : 1046-1060.

Johnson, B. R. (1990). Production of low cholesterol animal fat by short path distillation . European Patent EP 0442184.

Johnston, K.P. ; Perk, D.G. and Kim, S. (1989) . Modeling supercritical mixtures: How predictive is it? *Ind. Eng. Chem. Res.,* 26: 1115-1125.

Jussara ,C. A. ; Magda, S. P. ; Joiza , L. C. ; Neura , B. and Jorge , L. G. (2006). Fatty acids composition and cholesterol content of beef and chichen meat in Southern Brazil . Brazillan . *Journal of Pharmaceutical Sciences ,* 42, n,l, jan. / mar

Karlson, P .(1975). Hormomes . In: Introduction to modern biochemistry Karlson ,P. (Ed.) Trnslated by, Doering, C. H. 4th (Edition). Academic Press INC.New York.

Khalafalla , F. K. ; Gergis, A. F. and EL- Sherif, A. (1993) . Effect of freezing and mincing technique on microbial load of minced meat . *Die. Nahrung* ,. 37 : 422 – 427 .

Khan, M. A. (1999). Dxidative stability of stripped and non-stripped borage and evening primrose oils and their oil-in-water emulsions . M.Sc. Thesis. Sci. Dep. Of Biochem. Memorial UNIV. OF New-foundland. Canada.199 p .

Khan, A.R. and Khan, L.H. (2004). Physically activity and balanced diet: Basic parameter to prevent obesity and serum cholesterol elevation, *Pak. J.Nutr.,* 3 : 193-196.

Kimiran, E.; Saglam, D.; Ozer, D. and Ozcelik, E. (2014) Microbiological quality of minced meat samples marketed in Istanbul. *YYÜ Vet Fak Derg.,* 25 (3): 67–70.

King , J. W. ; Johnson, J. H. ; Orton , W.L. ; McKeith, F.K. ; O'Connor P. L . ; Novakofski, J. and Carr T. R. (1993). Fat and cholesterol content of beef patties as affected by supercritical CO2 extraction. *J. Food Sci* .,58 : 950–958.

Kirk, R. E. and Othmer, D. F. (1980). Encyclopedia of chemical technology. 3rded. John Wiely and Sons, New york, 9: 408.

Kompella, U.B. and Koushik, K. (2001). Preparation of drug delivery systems using supercritical fluid technology; Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems, 18 :173-199.

Kosal, E . ; Lee, C.H. and Holder, G.D. (1992) . solubility of Progesterone, testosterone, and cholesterol in Supercritical fluids, *Journal of supercritical fluids,* 5(3) : 169-179.

Kritchevsky, D. (1997). Phytosterols; In: Dietary fiber in health and disease. Kritchevsky and Bonfield. (Eds.), Plenum Press, New York , 427 : 235-242.

Kumovo, A.C. and Hassan, M. (2007) . Supercritical carbon dioxide extraction of andrographolide from andrographis paniculata : Effect of solvent flow rate, pressure and temperature. *Chin. J. Chem. Eng* ., 15(6) 877 – 883.

Lalovic, A. ; Merkens, L. ; Russell, L., Arsenault-Lapierre, G,; Nowaczyk MJM,Porter F.D. ; Steiner R.D.;and Turecki G. (2004). Cholesterol metabolism and suicidality In : Smith-Lemli-Opitz Syndrome Carriers. *Am. J. Psychiatry.,* 161 : 2123-2126.

Larsen,J.E. and Froning, G.W.(1981).Extraction and processing of various components from egg yolk. *Poultry Sci.*, 60 : 160-167.

Law, M. R.; Wald, N. J.; Wu, T. ; Hackshaw, A.; and Bailey, A. (1994) . Systematic underestimation of association between serum cholesterol concentration and ischaemic heart disease in observational studies: *Journal of the BUPA. Br. Med*. 308 : 363-366.

Lawrie , R. A. (1998) . Meat science ,6th edition . Wood head publishing , Cambridge .

Lee, D. K.; Ahn, J. and Kwak, H. S. (1999). cholesterol removal from homogenized milk with β-Cyclodextrin. *J. Dairy. Sci.* 82(11):2327-2330.

Lin ,T.Y. ; Wang, Y.J . ; Lai, P. Y. ; Lee, F. J. and Cheng, J. T. S. (1999) . Cholesterol content of fried-shredded pork extracted by supercritical carbon dioxide. *Food Chem.,* 67:89–92.

Litwack, G. (1972). Biochemical Actions of hormones, 2nd Ed., Academic Press. New York.

Lopez , E.(2006). Consumption of trans fatty acid is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. *J. Nutr.,* 135 (3) : 562 – 566 .

Makoto, K. ; Akio. O. ; and Reijiro, S. (1992). Cholesterol removal from animal with cyclodextrin by inclusion. *Japan Patent* 4,168,198.

Mathews, C.K. and Holde, K.E. (1990). Biochemistr Benjamin / Cummings publishing Co., Inc. Redwood City, CA. pp. 298-316.

Mayer, P. A. (1981). Metabolism of lipids: Roles of tissues. In: Harper's Biochemistry Martin, D. W., Mayes, P. A., and Rodwell, V. W.(Eds)., 18 th (Edition). Middle East Edition. Beirut, Lebanon.

Mayer, P. A. (2000). Harper's biochemistry. Affleton and ange. Stanford. 25th ed. , pp:282-287.

McIntyre, N. and Isselbacher, K.J. (1973). Role of small intestine in cholesterol metabolism. *Am. J. Nutr*., 26 : 647-656.

McKinnon, I. and Parratt, J. (2002). Organic synthesis in supercritical fluids, Press Release, Thomas Swan & Co. Ltd.

Mclanchlan, C.N. ; Catchpole,O.J. ; Nicol, R.S.; Inventors, C. N.; McLachlan, N.; and Ewzealand, A. (1992). Removal of lipids from foodstuffs. European Patent Application EP0356165 A1.U.S.Patent US5,147-672.

Micich, T. J.(1990). Behavior of polemer supported digitonin with cholesterol in the absence and presence of butter oil. *J. Agri. Food Chem.,* 38:1839-1843.

Mohamed, R. S.; Saldana, D. A. ; and Socantaype, T.G. (2000) Reduction in the cholesterol content of butteroil using supercritical ethane extraction and adsorption on alumina. *Journal of supercritical fluids.*, 16 : 225-233.

Morris, C. E. (1990). Focus on fat reduction. *Food Eng.,* 62:91-95.

Neves , G.B.M. (1996) . Solubilidade do colesterol e do o´leo de manteiga em dio´xido de carbon supercrı´tico. MSc Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas- Brasil.

Nowaczyk, M.J.M. ; Waye, J.S. ; and Douketis J.D. (2006). DHCR7 mutation carrier rates and prevalence of the RSH/Smith-Lemli-Opitz Syndrome:Where Are the patients? *Am. J. Med. Genet.,* part A 140A: 2057-2062.

Oakenfull, D. G. Sihdu, G. S. and Rooney, M. L. (1991). Cholesterol removal . Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation assignee. Int. Pat.No.WO 91/16824.

Oh, H. I., Cang, E. J.and Kwak, H. S.(2001).Optimiztion of cholesterol removal conditions from homogenized milk by treatment with Saponin. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.,* 14 (6) : 844-849.

Olson,R.(1998). Discovery of the lipoproteins,their role in fat transport and their significance as risk factors . *J. Nuts.*, 128 (2supple) : 4395-4435.

Onder, G.; Landi, F.; Volpato, S. ; Fellin, R.; Carbonin, P.; Gammbassi, G.; and Bernabei, R. (2003). Serum cholesterol levels and in-hospital mortality in the elderly. *Am, J. Med.,* 115 : 265-271.

Ong, D. P., Lee, H. K. and Li,S. F. Y. (1990). Supercritical fluid extraction and chromatography of cholesterol in food sample. *J.Chromatogr.,* 515 : 509-513.

Ono, K. ; Berry , B. W. and Parocazay, E. (1985) . Contents and retention of nutrients in extra lean ,lean and regular ground beef . *J. Food Sci. ,* 50 : 701 – 705 .

Ostlund, R. E., Jr, Racette, S. B., and Stenson, W. F.(2003).Inhibition of cholesterol absorption by phytosterol-replete wheat germ compared with phytosterol-depleted wheat germ. *Am. J. Clin. Nutr.*77(6) : 1385-1589.

Ouyang, L. B. (2011) . New correlations for predicting the density and Viscosity of supercritical carbon dioxide under conditions expected in carbon capture and sequestration operations . *Journal of The Open Petrolenm Engineering ,* 4:13-21 .

Pagington, J. S. (1987). β-Cyclodextrin: The success of molecular inclusion. *Chem. i . Britain.,* 23: 455-458.

Phelps, C.L.; Smart, N.G. and Wai, C.M. (1996) . Past, present, and possible future applications of supercritical fluid extraction technology, *J. Chem. Educ.,* 73: 163-168.

Phillips , D. ; Summer , J. ; Jodie , F. ; Alexander and Kym, M. (2001) . Microbiological quality of australian sheep meat . *J. of Food Prot.,* 64 : 697 – 700 .

Piliang,W.G.and Djojosoebagio,S. (1990) . Metabolisme Lemak, protein dan serat kasar . Fisiologi Nutrisi 1 . Institnt pertanian Bogor Press Bogor .

Pradhan, R.C. Venkatesh, M. P. ; Kumar, R.; Satyanarayan, N. ;and Ajay K. D. (2010). Supercritical CO_2 extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processe. *Journal of Food Engineering,* 98(4): 393-397

Pyorala,K. (1987). Dietary cholesterol in relation to plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 45:1176-1184.

Rhee, K.S. and Smith, G.C. (1983) . Effect of cooking on cholesterol content of patties containing different amount of beef , textured say protein and fat .*J. Food Sci.,* 48: 268-271.

Richardson , M.P. ; Enser, M. and Vatansever, I.(19997) . The oxidative stability of minced beef from streers supplements of n – 3 poly unsaturated fatty acids . Proceeding of British society of animal science , p : 45 .

Rizvi ,S.S.H. and Bhaskar, A. R. (1995). Supercritical fluid processing of milk fat: Fractionation, scale-up and economics. *Food Tech.,* 49(2) : 90 –100.

Robert, E. O. (1998). Discovery of lipoprotein,their role in fat transport and their significance as risk factor. *J. Nutr.,*128: 4395-4435.

Rozzi, N.L. and Singh, R.K. (2002) . Supercritical fluids and the food industry, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(1): 33-42.

Sahena, F., Zaidul, I.S.M. ; Jinap, S.; Karim, A.A. ; Abbas, K.A.; Norulaini, N.A.N. ; Omar, A.K.M. (2009) . Application of supercritical CO_2 in lipid extraction – A review. *Journal of Food Engineering,* 95(2): 240-253.

Sancak YC, Boynukara B, Ağaoğlu S (1993). Van'da tüketime sunulan kıymaların mikrobiyolojik kalitesi. *YYÜ Vet Fak Derg,* 4 (1-2), 73–86.

Scherz , H. and Senser ,F. (1989) . Food composition and nutrition tables 1989/ 1990 . Wissen schattlich . Verlag sgesellshatt mbh stuggart .

Schatz, I. J.; Masaki, K. ;Yano, K. ;Chen, R. ;Rodriguez, B.L.;and Curb, J. D. (2001).Cholesterol and all-cause mortality in elderly people from the Honolulu Heart Program. A cohort study. *Lancet* , 5 : 351-358.

Schroder, B. G., and Baer, R. J. (1990). Utilization of cholesterol-reduced milk fat in fluid milks. *Food Technol*.3:145-148.

Schwartz, D. P. ; Brewington, C. R. and Burgwald, L. H. (1967). Rapid quantitative procedure for removing cholesterol from butterfat. *J. Lipid Res.,* 8:54-55

Shahidi, F. and Wanasudara , J.P.D. (1998) . Extraction and analysis of lipids . In: Food lipids chemistry nutrition , and biotechnology , Akch , Cant. , Min , D.B.,(eds) . Mareel Dekker In , NewYourk ,pp 115 – 136 .

Shale , K. ; Lues, F. ; Venter , P. and Buys, E. M. (2005) . The distribution of *Staphylococcus sp.* Onbovine meaty from abattoir de boning rooms . *Journal of Food microbial*., 22(5): 433 – 438 .

Shishikura, A. ; Fujimoto, K. and Kaneda, T. (1996) . Modification of butter oil by extraction with supercritical carbon dioxide. *Agric Biol. Chem*., 50(5):1209–1215.

Sieber, R.(1993). Cholesterol removal from animal Food-Can It be Justified? *Fed. Dairy Res. Inst., Liebefeld,* Switzerland 26(5): 375-387.

Slover , H. T. ; Lanza , E. and Thomposn Jr. , R. H. (1980) . Lipids in fast food , *J. Food Sci.*, 45 : 1583–1591 .

Sperber, R. M. (1989). New technologies for cholesterol reduction. *Food Process.,* 50:154-160.

Strayer, L.(1988) . Biochemistry. 3rd Ed. W.H. Freeman and Company , New York.

Suarez, E. C.(1999). Relations of trait depression and anxiety to low lipid and lipoprotein concentrations in healthy young adult women. *Psychosom Med.*, 61:273-9.

Sundfeld, E.; Yen, S.; Krochta, J. ; and Richardson, T. (1993). Separation of cholesterol from butteroil using quillaja saponinsEffects of pH,contact time and adsorbent. *Journal of Food Process Eng.,* 16:191-205.

Szejtli, J. (1982).Chemistry and separation of cyclodextrins In: Cyclodextrins and their inclusion complexes; academiai kiado, budapest. Hungary. pp. 17-43: 583 – 590 .

Taylor, L.T. (1996). Supercritical fluid extraction. Wiley-Interscience publication. John Wiley & Sons Inc., New York,.

Thakur, C. P. ; and Jha, A. N. (1981). Influence of milk yogurt and calicium of cholesterol induced atherosclerosis in rabbit. *Atherosclerosis*, 89:211-215.

Tomasino, C. (1992). Chemistry and technology of fabric preparation and finshing. Dep. Of Textile Engineering , Chem. and Sci. Collage of Textile , North Carolina state Unvi. Raleigh, North Carolina. 224p .

Tservistas, M.; Levy, M.S.; Lo-Yim, M.Y.A.; O'Kennedy,R.D.; York, P.; Humphrey, G.O.; Hoare, and M. (2001). The formation of plasmid DNA loaded pharmaceutical powders using supercritical fluid technology., *Biotechnol. and Bioeng.,* 72(12) : p:18

Vollbrecht, H. R. (1991). Process for the removal of cholesterol and cholesterol esters from egg yolk. *U.S. Patent* 5: 63 - 77 .

Vrablik, M.; Prusikova, M.; Snejdrlova, M. and Zlatohlavek, L. (2009).Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease risk: Do we

understand the relationship? Third department of Internal medicine, first medical faculty of charless University and General University Hospital, Prague, Czech Republic.

Watanabe, K. ; Aihara, H.; and Nakamura, R. (1989). Degradation of cholesterol in lard by the extra-cellular and cell-bound enzymes from *Rhodococcus equi* No. 23. *Lebensmittel-Wissen-schaft und-Technologie,* 22(3):98-99.

Watanabe, K. Shimizu, H. Aibara, H. Nakamura, R. Suzuki, K. and Komagata, K. (1986).Isolation and identification of cholesterol-degrading *Rhodococcus* strains from food of animal origin and their cholesterol oxidase activities. *The Journal of general and applied microbiology* ., 32:137-147.

Wehling , R. L . (1991) . Supercritical fluid extraction of cholesterol from meat products. Chap. 10. In: Haberstroh, C.; Morris, C.E. (Eds.) , Fat and cholesterol reduced foods: Technologies and Strategies. Woodlands, TX: Gulf Pub. *Advances in applied biotechnology series,* 12: 133–139.

Wong , J.M. and Johnstun K. P. (1986). Solubilization of biomolecules in carbon dioxide based supercritical fluids. *Biotechnol. Prog.,* 2:29–39.

Woo, D. ; Kissela, B. M. ; Khoury, J. C. ; Sauerbeck, L.R.; Haverbusch, M. A. ; Szaflarski, J. P.; Gebel, J. M.; Pancioli, A. M.; Jauch, E. C.; Schneider, A.; Kleindorfer, D.; and Broderick, J. P. (2004). Hypercholesterolemia, HMG-CoA reductase inhibitors, and risk of interacerebral hemorrhage: a case-control study. *Stroke*,35:1360 - 1364.

Yokoyama, S. (2000). Release of cellular cholesterol: molecular mechanism for cholesterol homeostasis in cells and in the body. *Biochim. Biophys. Acta.,* 1529:231–244.

Yun ,S. L. J.; Liong, K. K. ; Guardial, G. S. and Foster, N. R. (1991). Solubility of cholesterol in supercritical carbon dioxide. *Ind. Eng. Chem. Res.,* 30:2476–2482.

Zollinger, S. (1999). Supercritical fluid slashing system. INEEL researchers add a high-tech stitch to textiles, Idaho National engineering and environmental laboratory. energy science chemistry features/sfss.shtml [website] .

الفصل الثاني

جهاز ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم المفرومة :

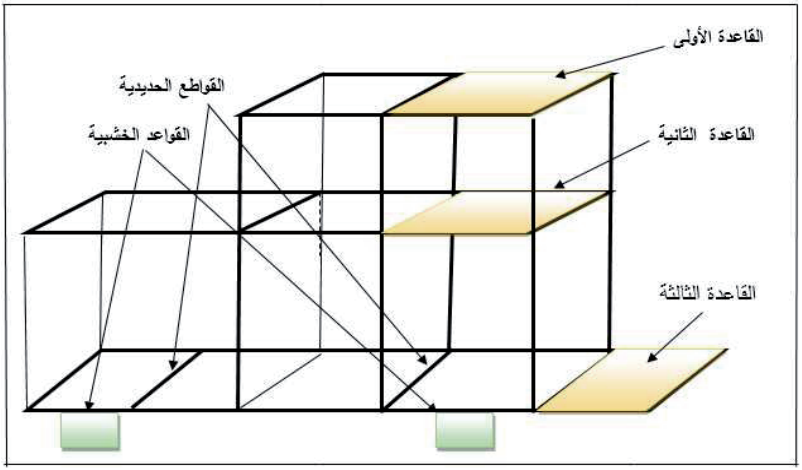
تم تصـميم وتصـنيع جهاز يقوم بإزالة الكولسـترول والدهون من اللحوم المفرومة عن طريق اسـتعمال ثاني اوكسـيد الكاربون فوق الحرج CO_2 Super critical يعمل بوساطة مضخة تدار عن طريق الهواء المضغوط لرفع ضغط CO_2 إلى الضغط فوق الحرج (الضغط الحرج لـــــ CO_2 72.8 بار عند درجة حرارة 31.1 م كما في الشكل (2 ـ 11) و (2 ـ 12) ويتكون من الأجزاء التالية :

الهيكل الحديدي:

صنع الهيكل الحديدي كما في الشكل (2 ـ 1) من نوعين من الحديد ، الاول حديد السكة أبعاده 0.05 م × 0.05 م والذي شكل جميع القواعد في الهيكل، والثاني الحديد المربع المغلق أبعاده 0.05 م × 0.05 م الذي شكلت منه جميع القواطع.

صمم الهيكل الحديدي بشكل حرف L المقلوب للاعلى بطول 2.75 م ويحتوي على ثلاثة قواعد الاولى بطول 1م وارتفاع 1م وعرض من الاسفل 0.35 م ومن الاعلى 0.27 م وثبتت عليها وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم المفروم والثانية بطول 2.75 م وارتفاع 0.60 م وبعرض 0.20 م وتتوسط القاعدتين الاولى والثالثة ، وثبتت عليها وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من CO_2 فوق الحرج ووحدة أمتصاص الكولسترول وكذلك ثبتت عليها مضخة رفع الضغط . القاعدة الثالثة هي قاعدة الهيكل الحديدي بأكمله بطول 2.75 م وعرض 0.35 م واستخدمت لحمل جميع أجزاء الجهاز

وشكلت قواطع داخلية لزيادة متانة الهيكل الحديدي ووضعت قاعدتين خشبيتين لحمل الهيكل الحديدي واجزاءه وزيادة استقرارة على الارض .



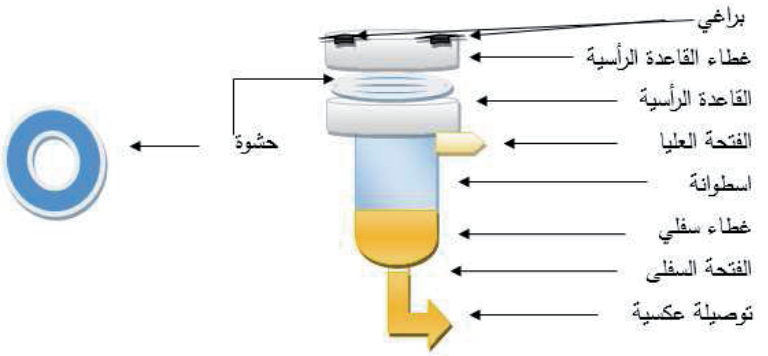
شكل (2 ـ 1) : الهيكل الحديدي لجهاز إزالة الكولسترول من اللحم المفروم .

وحدات الفصل :

وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم :

هي الوحدة التي تجرى فيها عملية فصل الدهون الاولى عن طريق معاملة اللحم المفروم بثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج Supercritical CO_2 وبضغوط عالية مختلفة تتراوح بين (75 ـ 95) بار ، وتتكون هذه الوحدة من اسطوانة مصنوعة من حديد الكاربون ستيل ومكبوس بداخلها اسطوانة من الحديد المقاوم للصدأ طولها 0.35 م وقطرها 0.07 م وبسمك 0.015 م . لحمت فوق قاعدتها العليا قاعدة رأسية (flange) بارتفاع 0.12 م وبنفس القطر وبسمك 0.050 م محتوية على ثمان ثقوب خصصت

لوضع البراغي فيها عند احكام الغلق ووضع فوق القاعدة الرأسية غطاء يسمى (Bland flange) بسمك 0.050 م محتوية على ثمان ثقوب ايضا لوضع البراغي فيها عند احكام الغلق ووضعت حشوة gasket بينهما لمنع تسريب الغاز او خلخلة الضغط ، أما القاعدة الثانية فقد تم لحام غطاء cap عليها ، كما توجد فتحتان في هذه الاسطوانة هي الفتحة العليا مخصصه لدخول الغاز المضغوط القادم من المضخة وتوجد على جانب الاسطوانة والفتحة السفلى تربط بواسطة توصيلات وصمامات مع وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من غاز CO_2 فوق الحرج وتوجد على غطاء القاعدة السفلى المغلق ، كما في الشكل (2 ـ 2) . ثبتت هذه الوحدة على القاعدة الاولى في الهيكل الحديدي .



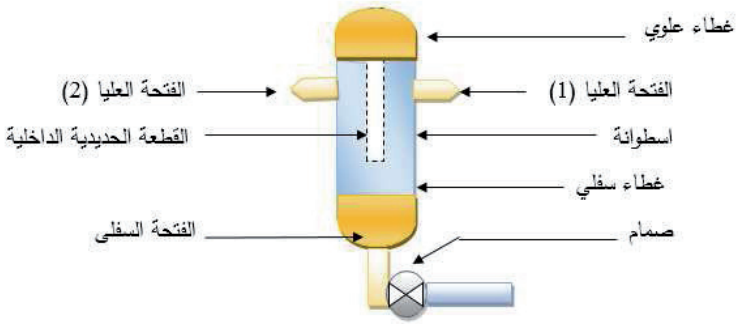
شكل (2 ـ 2) : وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم المفروم .

وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من CO2 فوق الحرج :

تتكون هذه الوحدة من اسطوانة مصنوعة من حديد الكاربون ستيل ومكبوس بداخلها اسطوانة من الحديد المقاوم للصدأ طولها 0.32 م وقطرها 0.07 م وبسمك 0.015 م

. لحمت فوق قاعدتها العليا والسفلى غطاء cap بارتفاع 0.8 م وبنفس القطر وبسمك 0.15 م .

القاعدة العليا لحم في منتصفها من الداخل قطعة حديدية من الحديد المقاوم للصدأ مستطيلة الشكل طولها 0.12 م وعرضها 0.03 تعمل كمصدة لجزيئات الكولسترول الكبيرة التي لاتنتقل مع CO_2 والدهون إلى وحدة امتصاص الكولسترول . تحتوي هذه الاسطوانة على ثلاث فتحات اثنتان علويتان ويكونان بالمستوى نفسه ومتقابلتان على الاسطوانة إذ تتوسطهما القطعة المستطيلة الداخلية ، الفتحة الواقعة على جهة اليمين تكون متصلة بوحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم والفتحة التي تقع على الجهة اليسرى تتصل بوحدة امتصاص الدهون، أما الفتحة الثالثة فهي السفلى وقد لحمت على الغطاء السفلي للاسطوانة وتم ربط صمام فيها لغرض تفريغ الكولسترول المفصول في هذه الوحدة . كما في الشكل (2 ـ 3) . ثبتت هذه الوحدة على القاعدة الثانية في الهيكل الحديدي.

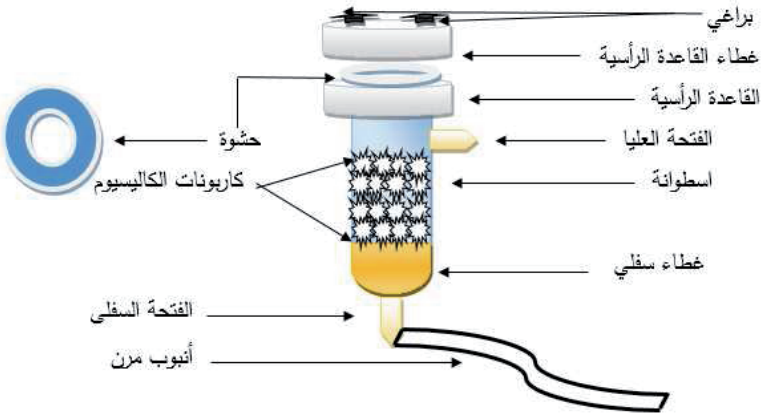


شكل (2 ـ 3) : وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من CO2 فوق الحرج

وحدة امتصاص الكولسترول من الدهون :

وهي الوحدة التي تجرى فيها عملية الفصل الاخيرة لجزيئات الكولسترول المتبقية مع الدهون والغاز المضغوط عن طريق امتصاص هذه الجزيئات بواسطة مادة كاربونات الكاليسيوم الموجودة في هذه الوحدة التي لها القابلية على امتصاص الكولسترول دون حبيبات الدهون الاخرى .

تتكون هذه الوحدة من اسطوانة مصنوعة من حديد الكاربون ستيل ومكبوس بداخلها اسطوانة من الحديد المقاوم للصدأ طولها 0.32 م وقطرها 0.07 م وبسمك 0.015 م . لحمت فوق قاعدتها العليا قاعدة رأسية (flange) بارتفاع 0.12 م وبالقطر نفسه وبسمك 0.050 م محتوية على ثمان ثقوب مخصصة لوضع البراغي فيها عند احكام الغلق ووضع فوق القاعدة الرأسية غطاء Bland flange بسمك 0.050 م محتوية على ثمان ثقوب ايضا لوضع البراغي فيها عند احكام الغلق ووضعت حشوة gasket بينهما لمنع تسريب الغاز او خلخلة الضغط . اما القاعدة الثانية فقد لُحمَ عليها غطاء cap ، كما توجد فتحتان في هذه الاسطوانة ، العليا توجد على جانب الاسطوانة مخصصة لدخول الغاز المضغوط المخفض والمحمل بالدهون القادم من وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من CO_2 فوق الحرج والفتحة السفلى تربط بأنبوب مرن بواسطة توصيلات وصمامات من جهة و يربط وحدة امتصاص الكولسترول مع المضخة لاكمال الدورة من جهة اخرى. كما في الشكل (2 ــ 4) . ثبتت هذه الوحدة على القاعدة الثانية في الهيكل الحديدي .



شكل (2 ـ 4) : وحدة امتصاص الكولسترول من الدهون بواسطة كاربونات البوتاسيوم

مضخة رفع ضغط CO_2

هي عبارة عن مضخة تُدار بالهواء المضغوط موديل JLWNG – Q 91 – L 25 تعمل عند ضغط هواء مقداره 10 بار وهي ترفع ضغط CO_2 إلى 200 بار، وهي من صنع شركة July pneumatic Co. Ltd الصينية وتُعد دعامة جهاز فصل الكولسترول والدهون ، و تعمل بواسطة الهواء القادم من ضاغط هواء (compressor Air) والذي يكون موصول بالمضخة عن طريق أنبوب مرن. تحتوي المضخة على اربع فتحات ، اثنتان متقابلتان الاولى لدخول CO_2 إلى المضخة لغرض رفع ضغطه والثانية لخروج CO_2 المضغوط وادخاله لمنظومة الفصل . أما الفتحتان الاخريتان فواحدة مخصصة لدخول الهواء المُشغل للمضخة وفتحة مخصصة لخروج الهواء الفائض (تنفيس) . ثبتت هذه المضخة على القاعدة الثانية في الهيكل الحديدي .

ضاغط الهواء Air compressor :

عبارة عن جهاز ضخ الهواء اللازم لتشغيل المضخة وهو يعمل بضغط 10 بار ، الماني الصنع مستقل عن جهاز الفصل يربط بأنبوب مرن مع المضخة ويوضع بجانب الجهاز .

قنينة غاز CO2 :

عبارة عن أنبوبة تحتوي على غاز CO_2 مضغوطة بضغط 25 بار طولها 1.5 م وبقطر 0.30 م وبسمك 0.10 م مربوط بنهايتها العليا صمام تحكم ومقياس ضغط (Pressure gauge) وتربط مع المضخة عن طريق أنبوب مرن بواسطة توصيلات وصمامات ، مثبتة على القاعدة الثالثة في الهيكل الحديدي .

صمام التحكم Control Valve :

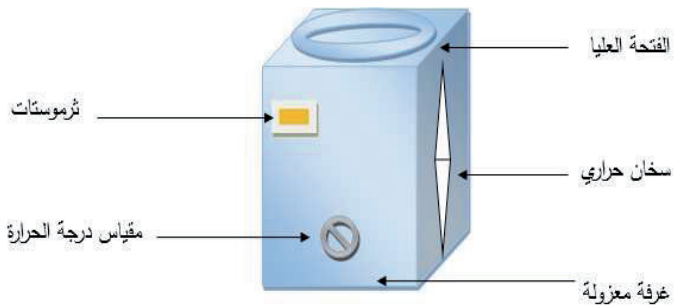
عبارة عن صمام ألماني المنشأ يتحمل الضغوط العالية التي تصل إلى 240 بار مصنوع من الحديد غير قابل للصدأ يتوزع على مداخل ومخارج أجزاء الجهاز لغرض أحكام السيطرة عليها . الشكل (2 – 11) .

صمام الامان Safety Valve

وهو جزء مهم في تصميم وتصنيع الجهاز معاير على الضغط الطلوب الوصول اليه تكمن أهميته في الحفاظ على الجهاز من الانفجار في حال الاستمرار برفع الضغط فوق الحد المطلوب وهو الماني المنشأ .

وحدة التسخين Heat unit:

عبارة عن غرفة معزولة مربعة الشكل تحيط بوحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم تحوي بداخلها سخان كهربائي صغير ثبتت على القاعدة الاولى في الهيكل الحديدي ومزودة بثرموستات لغرض ضبط درجة الحرارة داخل اسطوانة وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم والتي تدرجت ما بين 35 ، 45 ، 55 درجة مئوية كما موضحة بالشكل (2-5) .



شكل (2 ـ 5) : وحدة التسخين .

وحدة التبريد Cooling unit :

عبارة عن وحدة مكونة من صندوق مستطيل الشكل بطول 0.30 م وبعرض 0.20 م وبأرتفاع 0.20 م بلاستيكي من الداخل ومغلف بصفائح المنيوم من الخارج ويكون معزول بعازل الرغوة للحفاظ على درجة الحرارة الداخلية ويوضع فيه الثلج والملح لتوفير درجة حرارة واطئة ويمر من خلاله انبوب غير قابل للصدأ يربط بطرفه الاول الانبوب القادم من قنينة غاز CO_2 وبطرفه الثاني الانبوب الداخل للمضخة والغاية من هذه الوحدة لتبريد الغاز الداخل للمضخة قبل وصوله إلى وحدة فصل الدهون والكولسترول

من اللحم اي بمعنى اخر ان غاز CO_2 يكثف ويحول الى سائل قبل دخوله إلى وحدة الاستخلاص .

مقياس درجة الحرارة Temperature gauge:

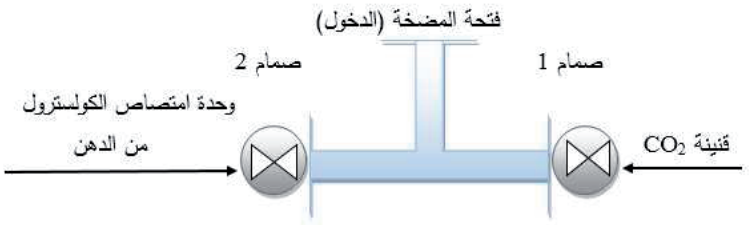
عبارة عن مقياس ألماني المنشأ يقيس درجة حرارة الغاز الداخل لمنظومة الفصل ويتكون من قصبة تحتوي بداخلة على متحسس لدرجة الحرارة وهذه القصبة مرتبطة بقرص عداد يقرأ درجة الحرارة وقد ثبت على تقسيم مرتبط ما بين المضخة ووحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم .

مقياس الضغط Pressure gauge :

عبارة عن مقياس ألماني المنشأ يقيس مقدار ضغط الغاز داخل قنينة غاز CO_2 ووحدات الجهاز وقد ثبت على تقسيم مربوط على أجزاء مختلفة من الجهاز ويكون ملازما إلى صمامات التحكم .

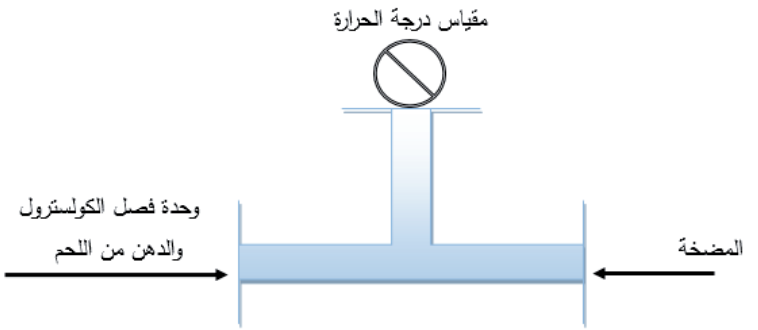
كيفية ربط الجهاز :

بعد ربط جميع أجزاء الجهاز على القواعد المخصصة لها في الهيكل الحديدي تم ربط هذه الاجزاء ببعضها البعض أذ ربطت أنبوبة غاز CO_2 بوساطة أنبوب مرن بتقسيم ثلاثي مربوط بالفتحة المخصصة لدخول الغاز بالمضخة وهذا التقسيم ربط بطرفيه صمامان تحكم الاول لدخول الغاز القادم من القنينة والثاني لدخول CO_2 فوق الحرج والدهون القادم من وحدة امتصاص الكولسترول من الدهون كما هو موضح في الشكل (2-6).



شكل (2 ـ 6) : مرحلة الربط الاولى .

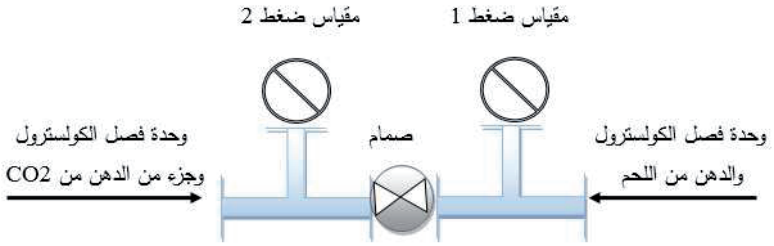
ربط أنبوب مرن من فتحة خروج CO_2 فوق الحرج من المضخة بعد رفع ضغطه بوساطة توصيلات مع تقسيم ثلاثي مربوط فيه مقياس الحرارة في الجهة العليا ومربوط بالجهة الاخرى بوحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم كما موضح في الشكل (2-7).



شكل (2 ـ 7) : مرحلة الربط الثانية .

بعد ذلك ربطت وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم مع وحدة فصل الكولسترول وجزءاً من الدهون من غاز CO2 فوق الحرج بواسطة توصيلات ويتوسطهما تقسيمين

ثلاثيين يربط في كل منهما مقياس ضغط ويفصل بينهما صمام تحكم كما في الشكل (2-8) .



شكل (2 ـ 8) : مرحلة الربط الثالثة .

ربطت وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من غاز CO2 فوق الحرج مع وحدة امتصاص الكولسترول بواسطة توصيلات ويتوسطهما تقسيم ثلاثي يربط بجهتة العليا صمام امان Safety valve وصمام تحكم . كما في الشكل (2-9).

شكل (2 ـ 9) : مرحلة الربط الرابعة .

تربط وحدة امتصاص الكولسترول من الدهون بوساطة كاربونات الكالسيوم مع المضخة بواسطة أنبوب مرن يربط بنهايته صمام تحكم لاتمام الدائرة المغلقة كما في الشكل (2 ـ 6) ، ومن الجدير بالذكر هنا أن ضاغط الهواء يربط مع المضخة بواسطة أنبوب مرن لايصال الهواء ذي الضغط العالي إلى المضخة لغرض تشغيلها .

آلية تشغيل الجهاز :

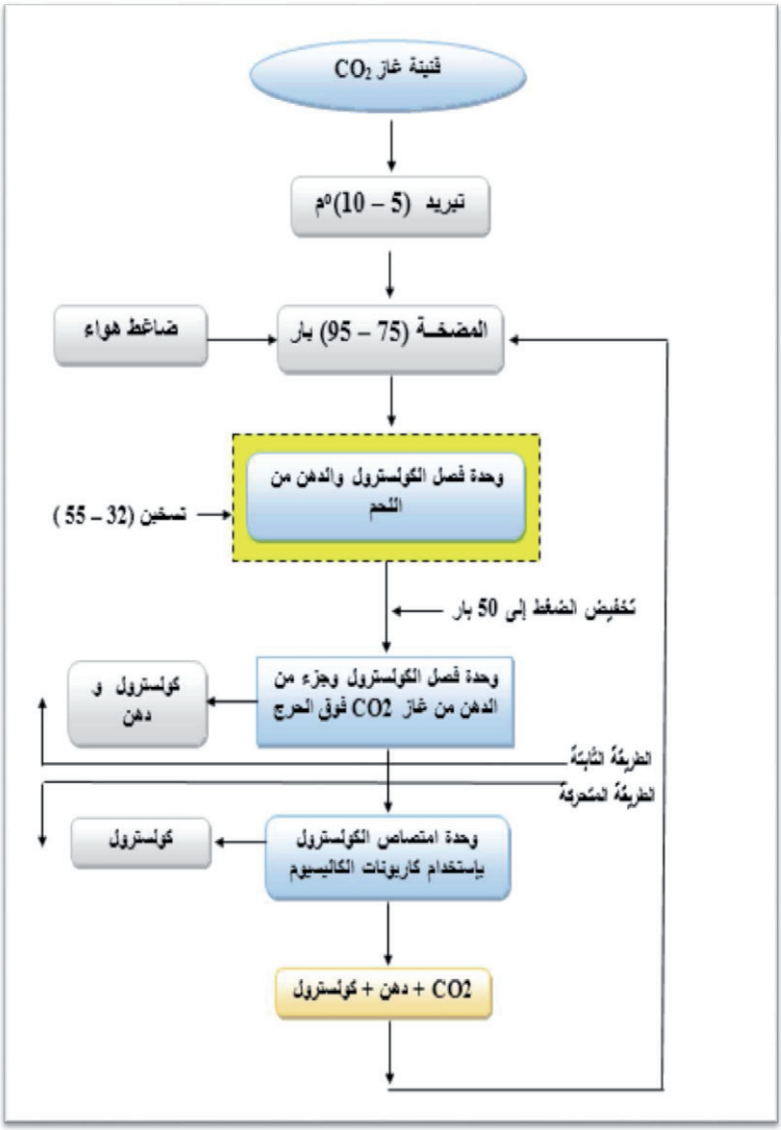
وضعت عينة اللحم المفروم في وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم (3) وملئت وحدة امتصاص الكولسترول (5) بحبيبات كاربونات الكاليسيوم وجهزت قنينة الغاز(1) بغاز CO_2 بعدها تم تشغيل ضاغط الهواء (6) وصولا لاعلى ضغط ممكن بعدها فتح الصمام رقم (17) لتجهيز المضخة (2) بالهواء اللازم لتشغيلها (لان المضخة من النوع الهوائي كما مره ذكره) .

ثم فتح الصمام رقم (19) وغلقت الصمامات (14،15،16،18) التي تسمح بدخول الغاز إلى المضخة لغرض رفع ضغطة وادخاله إلى وحدات الفصل إذ ينتقل عبر الانبوب والتوصيلات مروراً بصندوق التبريد (7) ووحدة التسخين (8) بعد ذلك ينتقل إلى وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم (3) التي تحوي العينة مع ملاحظة مقياس الحرارة (9) ومقياس الضغط الاول (12) (قبل الصمام رقم 14) .

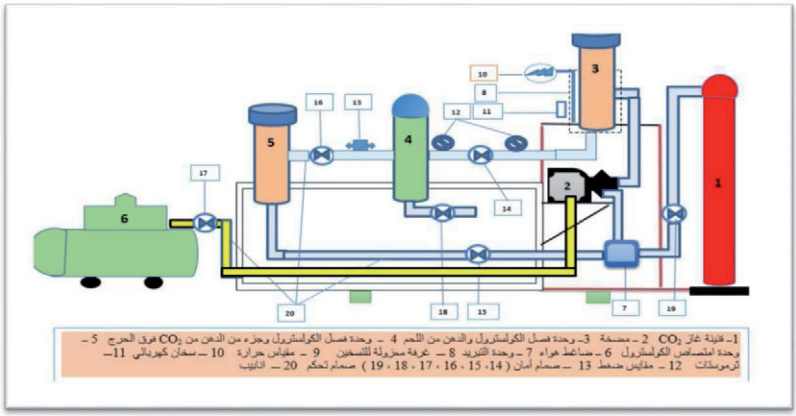
عند الوصول للضغط المطلوب (75، 85، 95) يفتح الصمام رقم (14) تدريجياً لخلخلة الضغط المفاجئ على العينة والذي يساعد من عملية فصل والكولسترول والدهون منها وتكون هنا مراقبة لمقياس الضغط الثاني (12) (بعد الصمام رقم 14) وصولاً للضغط المطلوب(تقريباً نصف الضغط الاول) ينتقل الغاز المحمل بالدهون وحبيبات الكولسترول إلى وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من CO_2 فوق الحرج (4)

وهنا تصطدم حبيبات الكولسترول الكبيرة بالقطعة الحديدية الداخلية للوحدة وتتجمع عند القاعدة السفلى التي تكون مغلقة بالصمام رقم (18) بعدها يفتح هذا الصمام في حالة الطريقة الاولى (الثابتة) لاستخراج الدهون والكولسترول المزال من عينة اللحم .

أما إذا كان العمل يتطلب الطريقة الثانية (المتحركة) فعندها يغلق الصمام (18) ويفتح الصمام رقم (16) ينتقل CO_2 المحمل بالدهون وحبيبات الكولسترول المتبقية (الصغيرة) إلى وحدة أمتصاص الكولسترول إذ يمر CO_2 عبر حبيبات كاربونات الكاليسيوم (5) التي تعمل على امتصاص حبيبات الكولسترول دون مكونات الدهون الاخرى ، بعدها يفتح الصمام رقم (15) ويغلق الصمام (19) إذ ينتقل الغاز المحمل بالدهون والجزء القليل من الكولسترول إلى المضخة من جديد عن طريق الانبوب المرن الرابط بين المضخة ووحدة امتصاص الكولسترول . وهذه العملية تساعد في أعادة الدهون المنخفض الكولسترول إلى العينة من جديد للمحافظة على استساغتها من قبل المستهلك . بعد الانتهاء من هذه العملية يتم أطفاء الضاغط وغلق جميع الصمامات وفتح الصمام رقم (14) تدريجياً لاخذ الكولسترول المفصول بالوحدة الثانية وبالوقت نفسه للتخلص من الغاز الفائض وهنا يجب الحذر من قوة الضغط المتبقي وبعد التفريغ التام يتم فتح وحدة فصل الكولسترول والدهون من اللحم واستخراج العينة وفتح وحدة امتصاص الكولسترول واستخراج حبيبات كاربونات الكاليسيوم ثم تسخينها إذ تنفصل جميع حبيبات الكولسترول منها وبهذا يكون للكولسترول المفصول مصدرين من وحدة فصل الكولسترول وجزء من الدهون من CO_2 فوق الحرج ومن وحدة امتصاص الكولسترول بعدها تجرى عليه الحسابات المطلوبة والشكل (2 – 10) يوضح آلية العمل على شكل مخطط .

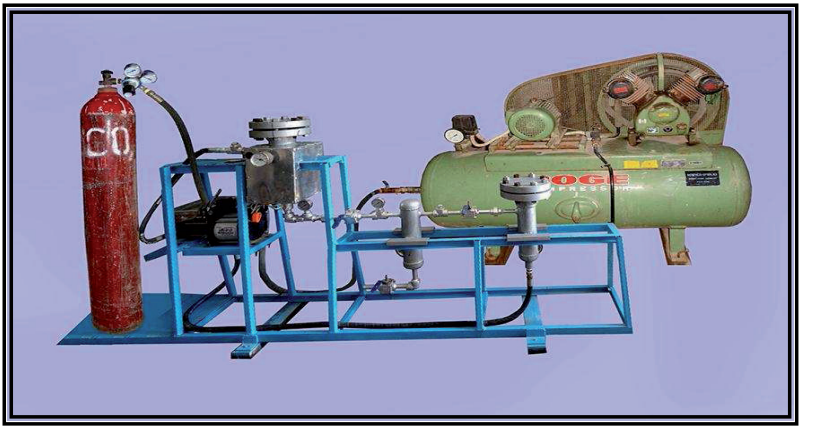


شكل (2 ـ 10) : مخطط عمل جهاز ازالة الكولسترول والدهون من اللحوم المفرومة



شكل (2 ـ 11) : جهاز إزالة الكولسترول والدهون من اللحوم المفرومة .

شكل (3 ـ 12) : صورة فوتوغرافية لجهاز أزالة الكولسترول من الامام .



شكل (3 ــ 13) : صورة فوتوغرافية لجهاز أزالة الكولسترول من الجانب.

الفصل الثالث

النمذجة الرياضية Mathematical modeling :

يمكن التنبؤ بذائبية الكولسترول في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج عن طريق النماذج الرياضية بوساطة معادلات تجريبية ذات ثوابت معينة ، وهناك عدد من الباحثين وجدوا معادلات تجريبية لتقدير ذائبية الكولسترول او مواد اخرى في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج وكلاً بحسب ظروف تجربته .

إن ذائبية الكولسترول في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج ترتبط بشكل مباشر بكثافة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج ولهذا فأن كل المعادلات التجريبية لحساب الذائبية يدخل فيها كثافة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج.

أستنتج Chrastil (1982) المعادلة (3 ـ 1) والتي تبين العلاقة بين ذائبية المواد وكثافة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج وتحتوي على ثلاث ثوابت هي K,A,B وهي تأخذ بنظر الاعتبار حالة التوازن بين المواد الصلبة و ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج .

$$s = \rho^K \, exp\left(\frac{A}{T} + B\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1-3)$$

إذ ان :

S : ذائبية المواد الصلبة في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج (kg/m^3) .

T : درجة الحرارة (K) .

ρ: كثافة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج (kg/m^3) .

K : ثابت يتعلق بالمادة الصلبة و ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج .

A,B : ثوابت .

ولاجل إستخراج قيم الثوابت في المعادلات أعلاه يتم ذلك عن طريق استخدام برنامج Solver في الاكسل 2013 واستخراج معامل التحديد (R^2) من القيم العملية والقيم المستخرجة من المعادلات اعلاه . ويتم ذلك بالاعتماد على قيم معدل الانحراف النسبي المئوي المطلق Average Absolute Relative Deviation (AARD) وبحسب المعادلة التالية :

$$AARD = \left(\frac{100}{N}\right)\sum_{i=1}^{N}\frac{\left|s_{c_{cal.}} - s_{c_{exp}}\right|}{s_{c_{exp}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2-3)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(s_{c_{cal.}} - \overline{s_{c_{cal.}}}\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\left(s_{c_{exp}} - \overline{s_{c_{exp}}}\right)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3-3)$$

إذ أن :

N : عدد البيانات

$s_{c_{cal.}}$:الذائبية المحسوبة من المعادلات .

$s_{c_{exp}}$: الذائبية المقيسة .

حُسب معامل أنتقال الكتلة من المعادلة التالية.(Shi, 2007) و (Norhuda and Omar,2009)

$$K_m = \frac{Sh\, D_{12}}{d_p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4-3)$$

إذ ان :

K_m : معامل أنتقال الكتلة (m ⁄sec) .

Sh : Sherwood number وهو يتعلق بأنتقال الكتلة .

D_{12} : معامل انتشار الكولسترول في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج (m^2 ⁄sec) .

d_p : قطر دقائق اللحم (m) .

حُسب Sherwood number وفقا للمعادلة التالية (Wakao and Kajuei,1982) .

$$Sh = 2 + 1.1Re^{0.6}Sc^{0.3} \quad \text{..... (5-3)}$$

إذ ان :

R_e : Rynold number رقم رينولد.

S_C : Schmidt number وهو يتعلق بالانتشار .

حُسب رقم رينولد Renold number من المعادلة التالية .

$$R_e = \frac{ud_p\rho}{\mu} \quad \text{..... (6-3)}$$

إذ ان :

u : سرعة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج (m ⁄sec) .

d_p : قطر دقائق اللحم (m) .

ρ: كثافة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج ($kg\ ⁄m^3$) .

μ : اللزوجة الديناميكية (Pa sec.) .

حُسب رقم سكميدت Schmidt number من المعادلة التالية (Norhuda and Omar,2009).

$$S_c = \frac{\mu}{\rho D_{12}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7-3)$$

ولحساب معامل أنتشار الكولسترول في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج استخدمت المعادلة التالية (Catchpole and King , 1994)

$$D_{12} = 5.152 + D_C T_r \left(\rho_r{}^{-2/3} - 0.451\right) \frac{K}{X} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8-3)$$

إذ ان :

D_C : معامل انتشار ثاني اوكسيد الكاربون عند النقطة الحرجة (m^2/sec) .

T_r : درجة الحرارة المخفضة reduced Temperature لثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج.

ρ_r : الكثافة المخفضة reduced density لثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج.

K : عامل التصحيح .

حُسبت كلاً من T_r و ρ_r من المعادلتين التاليتين (Wang *et al.*, 2015) .

$$T_r = \frac{T}{T_C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9-3)$$

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10-3)$$

إذ ان :

T : درجة حرارة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج المستخدم (^oC) .

T_c : درجة حرارة ثاني اوكسيد الكاربون الحرجة (^oC).

ρ : كثافة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج (kg/m^3) .

ρ_c : كثافة ثاني اوكسيد الكاربون الحرجة (kg/m^3) .

تم حساب قيمة x من المعادلة التالية (Catchpole and King , 1994) :

$$x = \frac{\left[2+(V_{c2}/V_{c1})^{1/3}\right]^2}{[1+M_1/M_2]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11-3)$$

إذ ان :

V_{c1} : الحجم المولاري لثاني اوكسيد الكاربون عند النقطة الحرجة (cm^3/mol) .

V_{c2} : الحجم المولاري للكولسترول عند النقطة الحرجة (cm^3/mol) .

M_1 : الوزن الجزيئي لثاني اوكسيد الكاربون عند النقطة الحرجة (g/mol) .

M_2 :الوزن الجزيئي للكولسترول (g/mol) .

أما عامل التصحيح K فأنه يحسب كالاتي : (Vedarman *elal*.,2005)

$K = 1 \pm 0.1$ $\quad X < 2$

$K = X^{0.17} \pm 0.1$ $\quad 2 < X < 10$

تم حساب معامل انتشار ثاني اوكسيد الكاربون عند النقطة الحرجة من المعادلة التالية : (Catchpole and King , 1994)

$$D_C = 4.30 \times 10^{-7} + {M_1}^{1/2} \frac{{T_{C1}}^{0.75}}{\sum {V_1}^{2/3} \rho_C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12-3)$$

إذ ان :

V_1 : الحجم المولاري لثاني اوكسيد الكاربون عند النقطة الحرجة (m^3/mol) .

T_{c1} : درجة الحرارة الحرجة لثاني اوكسيد الكاربون(^oC) .

M_1 : الوزن الجزيئي لثاني اوكسيد الكاربون عند النقطة الحرجة (g/mol) .

تم حساب معامل الانضغاطية (z) Coefficient of compressibility من المعادلة التالية (Marini, 2007) .

$$Z = \frac{PV}{RT} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13-3)$$

إذ ان :

R : ثابت الغازات 8.314 (J/mol.k) .

T : درجة الحرارة (k) . $T_K = T^oC + 273.15$

P : الضغط (N/m^2)

V : حجم ثاني اوكسيد الكاربون (m^3/mol) .

تم حساب اللزوجة الديناميكية عن طريق المعادلة التالية (Ouyang ,2011) .

$$\mu = C_0 + C_1P + C_2P^2 + C_3P^3 + C_4P^4 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14-3)$$

إذ ان :

μ : اللزوجة الديناميكية (Pa sec.) .

P : الضغط (Pa)

c : ثوابت وتحسب من .

$$C_i = d_{i0} + d_{i1}T + d_{i2}T^2 + d_{i3}T^3 + d_{i4}T^4 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15-3)$$

إذ ان :

T : درجة الحرارة (^oC) .

i : 1،2،3،4

قيم الثوابت مبينة في جدول (3 ـ 1) .

جدول (3 ـ 1) : الثوابت المتعلقة بالمعادلة رقم (3 ـ 15) .

	d_{i0}	d_{i1}	d_{i2}	d_{i3}	d_{i4}
i=0	1.856 E−02	3.083 E−03	−1.004 E−04	8.331 E−07	−1.824 E−09
i=1	6.519 E−05	−3.174 E−06	7.524 E−08	−6.141 E−10	1.463 E−12
i=2	−1.310 E−08	7.702 E−10	−1.830 E−11	1.530 E−13	−3.852 E−16
i=3	1.335 E−12	−8.113 E−15	1.921 E−15	−1.632 E−17	4.257 E−20
i=4	−5.047 E−17	3.115 E−18	−7.370 E−20	6.333E−22	−1.691 E−24

حُسبت كثافة ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج من المعادلات التالية . (Ouyang ,2011)

$$\rho = A_0 + A_1 P + A_2 P^2 + A_3 P^3 + A_4 P^4 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16-3)$$

إذ ان:

ρ : الكثافة (kg / m^3) .

P : الضغط Pa

A_1,A_2,A_3,A_4 : ثوابت تحسب من المعادلة التالية :

$$A_i = b_{i0} + b_{i1}T + b_{i2}T^2 + b_{i3}T^3 + b_{i4}T^4 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17-3)$$

الثوابت مبينة في جدول (3 ـ 2) .

جدول (3 ـ 2) : الثوابت المتعلقة بالمعادلة رقم (3 ـ 17) .

	b_{i0}	b_{i1}	b_{i2}	b_{i3}	b_{i4}
i=0	6.897 E+02	2.730 E+00	−2.254 E−02	−4.651 E−03	3.439 E−05
i=1	2.213 E−01	−6.547 E−03	5.982 E−05	2.274 E−06	−1.888 E−08
i=2	−5.118 E−05	2.019 E−06	−2.311 E−08	−4.079 E−10	3.893 E−12
i=3	5.517 E−09	−2.415 E−10	3.121 E−12	3.171 E−14	−3.560 E−16
i=4	−2.184 E−13	1.010 E−14	−1.406 E−16	−8.957 E−19	1.215 E−20

ذائبية الكولسترول في CO2 فوق الحرج :

أستخدم الانحدار الخطي المتعدد بطريقة enter للحصول على المعادلة التالية التي تبين ذائبية الكولسترول في CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة.

$$s = -0.00929 - 0.00152\mathrm{T} + 0.002046\mathrm{t} + 0.000816\mathrm{P} \quad \ldots\ldots\ldots(18-3)$$

أما بالطريقة المتحركة فتم الحصول على المعادلة التالية :

$$s = -0.0366 - 0.00118T + 0.001532t + 0.001049P \quad \ldots\ldots\ldots(19-3)$$

إذ ان :

S : الذائبية (غم لتر$^{-1}$)

T : درجة الحرارة (مئوي)

t : زمن بقاء اللحم تحت ضغط CO_2 فوق الحرج (دقيقة)

P : الضغط (بار) ، اعتمدت هاتين المعادلتين على درجة الحرارة والضغط وزمن بقاء اللحم تحت تأثير CO_2 فوق الحرج إذ كان للزمن تأثير معنوي ($p \leq 0.05$) على ذائبية الكولسترول في CO_2 فوق الحرج بالاضافة إلى الضغط ودرجة الحرارة وكما مبين في الجدولين (3 ـ 18) و (3 ـ 19) . علماً انه لاتوجد معادلات رياضية لحساب ذائبية الكولسترول في CO_2 فوق الحرج يدخل فيها تأثير الزمن وهي تعتبر معادلة جديدة تصف ذائبية الكولسترول . من خلال النتائج الاحصائية والعملية لدراسة تأثير زمن بقاء اللحم تحت تأثير CO_2 فوق الحرج على ذائبية الكولسترول ، وعند

تطبيق المعادلة (3 ـ 18) و (3 ـ 19) المقترحة لحساب الذائبية وجد هنالك تقارب بين نتائج المعادلة مع النتائج العملية ومعادلة Chrastil وكان معامل الارتباط عالي كما هو مبين في الجدولين (3 ـ 3) و (3 ـ 4) و الشكلين (3 ـ 1) و (3 ـ 2) ويمكن أستخدام المعادلة المقترحة بشكل عام مع ذائبية الكولسترول في CO_2 فوق الحرج بالطريقتين بالصيغة العامة التالية :

$$S = a - bT + ct + dp \ldots\ldots\ldots\ldots(20-3)$$

ويمكن ان تستخدم النمذجة الرياضية في ايجاد الثوابت a,b,c,d . كما اظهرت النتائج ان ذائبية الكولسترول ازدادت مع زيادة الضغط المسلط وزيادة الزمن اللازم لبقاء اللحم تحت تأثير الضغط فوق الحرج بثبوت درجة الحرارة إذ يلاحظ من الجدولين (3 ـ 3) و (3 ـ 4) ان الذائبية بلغت عند الضغط 75 بار بدرجة حرارة 35 م بزمن مسك 80 دقيقة بالطريقة الثابتة 0.162390008 و 0.174647304 و 0.174647355 غم لتر$^{-1}$ عند استخدام المعادلة المقترحة و معادلة Chrastil والنتائج العملية على التوالي ، اما عند استخدام الطريقة المتحركة ولنفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة وزمن مسك فقد بلغت 0.13395961 و 0.138664403 و 0.12867128 على التوالي ، وعند الضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة فقد بلغت 0.17803505 و 0.190890833 و 0.190891058 غم لتر$^{-1}$ عند استخدام المعادلة المقترحة و معادلة Chrastil والنتائج العملية على التوالي بالطريقة الثابتة أما بالطريقة المتحركة فقد بلغت 0.14450794 و 0.161834367 و 0.16186398 غم لتر$^{-1}$على التوالي بنفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة وزمن مسك .

يلاحظ من النتائج ان الذائبية العملية أزدادت وتفوقت عن الذائبية المقترحة اومعادلة Chrastil ولكلا الطريقتين الثابتة والمتحركة هذا من جهة ومن جهة اخرى فان الذائبية

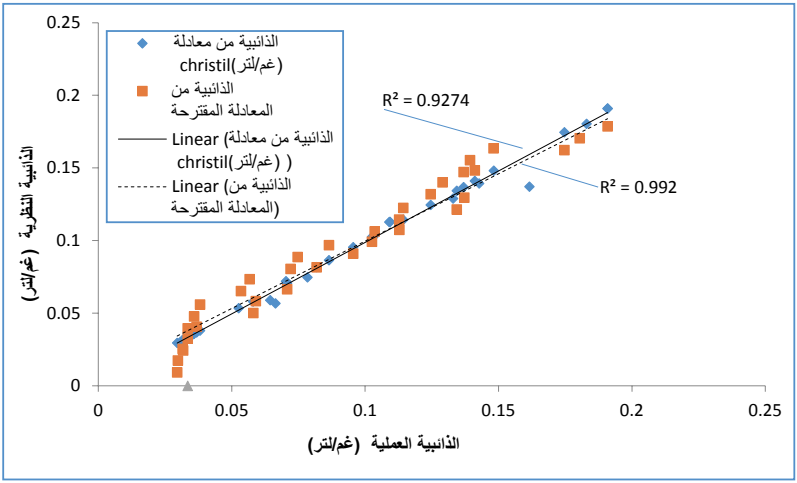
العملية في الطريقة الثابتة تفوقت عن الذائبية العملية في الطريقة المتحركة ويعزى السبب في ذلك لان معامل انتقال الكتلة في الطريقة الثابتة اعلى من الطريقة المتحركة نتيجةً لكبس CO_2 الذي ادى بدوره الى زيادة كتلة CO_2 في وحدة الحجم . اوضح (2004) Huang *etal*. ان زيادة الضغط فوق الحرج لـ $SCCO_2$ يؤدي إلى زيادة ذائبية الكولسترول في $SCCO_2$ ، علاوة على ذلك فان لدرجة الحرارة تأثير سلبي على الذائبية إذ ان ارتفاع درجة الحرارة تؤدي إلى انخفاض ذائبية الكولسترول في $SCCO_2$. وقد بينوا ان ارتفاع درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة ضغط البخار للكولسترول ، وان زيادة ضغط البخار تؤدي إلى زيادة ذائبية الكولسترول لكن بسبب انخفاض كثافة $SCCO_2$ اثناء ذلك يجعلها اقل ذائبية . بينت النتائج ان ارتفاع درجة الحرارة ادت إلى انخفاض ذائبية الكولسترول عند ثبوت الضغط (ضغط CO_2 فوق الحرج) فمثلاً يلاحظ من الجدولين (3 ـ 3) و (3 ـ 4) ان الذائبية بلغت 0.162390008 و 0.174647304 و 0.174647355 غم لتر$^{-1}$ عند استخدام المعادلة المقترحة و معادلة Chrastil والنتائج العملية على التوالي باستخدام ضغط 75 بار ودرجة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة بالطريقة الثابتة وقد انخفضت الذائبية عند نفس الظروف بإرتفاع درجة الحرارة إلى 45 م إذ بلغت 0.147191383 و 0.136870272 و 0.136870277 غم لتر$^{-1}$ وإلى درجة 55 م فقد بلغت 0.131992758 و 0.124560198 و 0.124571788 غم لتر$^{-1}$ وهذا ينطبق على جميع النتائج بالطريقة الثابتة والمتحركة ويعزى السبب في ذلك ان ارتفاع درجةالحرارة تؤدي إلى انخفاض كبير في كثافة ولزوجة CO_2 فوق الحرج وبالتالي تنخفض كفائته في اذابة وحمل الكولسترول وبين Ouyang (2011) و Wang *etal*. (2015) ان كثافة CO_2 فوق الحرج تزداد مع زيادة الضغط بشرط ثبوت درجة الحرارة .

ان لزمن المسك تأثير كبير على الذائبية إذ يلاحظ من الجدولين (3 ـ 3) و (3 ـ 4) ان الذائبية ازدادت مع زيادة زمن المسك بثبوت درجة الحرارة و الضغط فعلى سبيل المثال بلغت الذائبية 0.055930206 و 0.038139817 و 0.038129723 غم لتر$^{-1}$ عند استخدام المعادلة المقترحة و معادلة Chrastil والنتائج العملية على التوالي عند الضغط 95 بار ودرجة 35 م وزمن مسك 20 دقيقة وعند زيادة زمن المسك إلى 80 دقيقة ازدادت ذائبية الكولسترول إلى 0.178703505 و 0.140890833 و 0.190891058 غم لتر$^{-1}$ على التوالي بثبوت الضغط ودرجة الحرارة وهذا ينطبق على جميع النتائج وبالطريقة الثابتة والمتحركة .

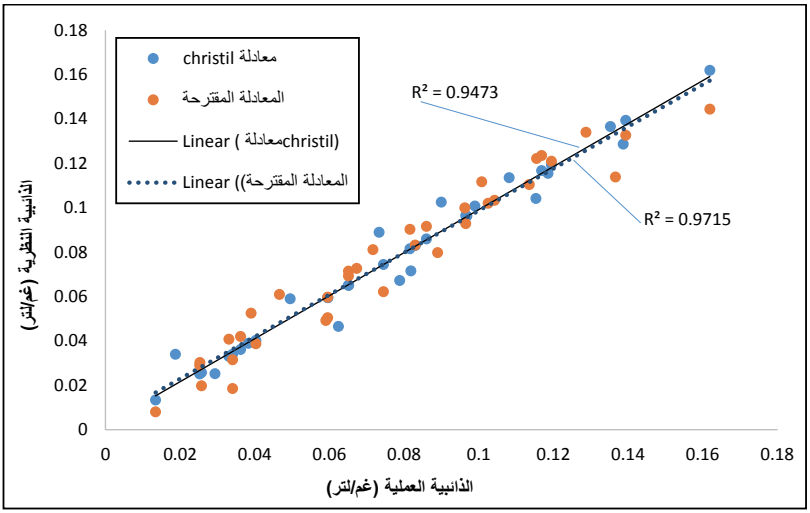
بينت النتائج ان ذائبية الكولسترول تزداد باستخدام الطريقة الثابتة عن الطريقة المتحركة وقد يعزى السبب في ذلك ان معامل انتقال الكتلة بالطريقة الثابتة اعلى من الطريقة المتحركة كما هو مبين في الجدولين (3 ـ 5) و(3 ـ 6) فعلى سبيل المثال بلغ معامل انتقال الكتلة 1.34681×10^{-5} م^2\ ثا عند استخدام الطريقة الثابتة بضغط 95 بار ودرجة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة في حين بلغ 6.91773×10^{-6} م^2\ ثا عند استخدام الطريقة المتحركة وبالظروف نفسها من ضغط ودرجة حرارة وزمن مسك ، والذي يعكس بدوره سرعة انتقال الكولسترول بأتجاه CO_2 فوق الحرج

ومن الجدير بالذكر ايضا بينت النتائج ان معامل انتقال الكتلة ينخفض كلما يزداد الضغط فعلى سبيل المثال بلغ معامل انتقال الكتلة عند الضغط 75 بار 3.77567×10^{-5} م^2\ ثا وانخفض إلى 1.85394×10^{-5} م^2\ ثا و 1.34681×10^{-5} م^2\ ثا عند الضغط 85 و95 بار على التوالي بالطريقة الثابتة ، كما اشارت النتائج في الجدولين (3 ـ 5) و (3 ـ 6) انه بالامكان استخدام معادلة Chrastil في حساب الذائبية من خلال الاعتماد على قيم الثوابت A,B,K إلا ان معادلة Chrastil تعتمد بالاساس على

درجة الحرارة والكثافة فقط ولا تأخذ بنظر الاعتبار زمن بقاء اللحم تحت تأثير ضغط CO_2 فوق الحرج تم ايجاد قيم A,B,K, لمعادلة Chrastil من خلال النمذجة الرياضية لحساب الذائبية . الشكلين (3 ـ 1) و (3 ـ 2) يوضحان العلاقة بين ذائبية الكولسترول العملية والنظرية في CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة والمتحركة.



شكل (3 ـ 1) : الارتباط بين الذائبية العملية والنظرية بواسطة معادلة Chrastil والمعادلة المقترحة بالطريقة الثابتة .



شكل (3 ـ 2) : الارتباط بين الذائبية العملية والنظرية بواسطة معادلة Chrastil والمعادلة المقترحة بالطريقة المتحركة .

جدول (3 ـ 3): جدول تحليل التباين والثوابت المتعلقة بالمعادلة المقترحة عند استخدام الطريقة الثابتة .

A . SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.963002
R Square	0.927374
Adjusted R Square	0.920565
Standard Error	0.01421
Observations	36

B . ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	3	0.082507154	0.027502	136.2039	2.67064E-18
Residual	32	0.006461463	0.000202		
Total	35	0.088968617			

C .

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-0.00929	0.028493676	-0.32597	0.746567	-0.06732787	0.048752	-0.06732787	0.04875157
temperature	-0.00152	0.000290058	-5.23986	9.89E-06	-0.002110691	-0.00093	-0.00211069	-0.000929
time	0.002046	0.000105914	19.31962	3.32E-19	0.001830481	0.002262	0.001830481	0.00226196
pressure	0.000816	0.000290058	2.81211	0.008338	0.000224846	0.001407	0.000224846	0.0014065

جدول (3 ـ 4): جدول تحليل التباين والثوابت المتعلقة بالمعادلة المقترحة عند استخدام الطريقة المتحركة.

A . SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.973303
R Square	0.94732
Adjusted R Square	0.942381
Standard Error	0.009152
Observations	36

B . ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	0.048195	0.016065	191.8121	1.58427E-20
Residual	32	0.00268	8.38E-05		
Total	35	0.050875			

C .

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-0.0366	0.018351	-1.99424	0.054704	-0.073976209	0.000783	-0.073976209	0.00078343
temperature	-0.00118	0.000187	-6.2954	4.63E-07	-0.00155655	-0.0008	-0.00155655	-0.0007955
time	0.001532	6.82E-05	22.45584	3.72E-21	0.001392832	0.001671	0.001392832	0.00167072
pressure	0.001049	0.000187	5.616009	3.31E-06	0.000668602	0.00143	0.000668602	0.00142963

جدول (3 ـ 5): ذائبية الكولسترول النظرية والعملية في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج بالطرقة الثابتة ودلائلها الاحصائية ومعامل انتقال الكتلة km.

km (م2/ثا)	AARD	R^2	الذائبية العملية (غم/لتر)	الذائبية من معادلة Chrastil (غم/لتر)	الذائبية من المعادلة المقترحة	الضغط (بار)	الزمن (دقيقة)	درجة الحرارة (مئوي)
1.75E-05	0.6416	0.9959	0.0340	0.0340	0.0316	75	20	35
9.55E-06			0.0361	0.0362	0.0421	85	20	35
6.92E-06			0.0390	0.0382	0.0525	95	20	35
1.75E-05	5.7126	0.5316	0.0744	0.0744	0.0622	75	40	35
9.55E-06			0.0673	0.0788	0.0727	85	40	35
6.92E-06			0.0830	0.0830	0.0832	95	40	35
1.75E-05	3.8519	0.9485	0.0964	0.0964	0.0928	75	60	35
9.55E-06			0.1042	0.1152	0.1033	85	60	35
6.92E-06			0.1366	0.1352	0.1138	95	60	35
1.75E-05	2.5949	0.9690	0.1168	0.1168	0.1235	75	80	35
9.55E-06			0.1287	0.1387	0.1340	85	80	35
6.92E-06			0.1619	0.1618	0.1445	95	80	35
2.34E-05	5.3652	0.8426	0.0257	0.0257	0.0198	75	20	45
1.34E-05			0.0253	0.0293	0.0303	85	20	45
9.42E-06			0.0330	0.0330	0.0408	95	20	45
2.34E-05	11.3158	0.2778	0.0595	0.0595	0.0504	75	40	45
1.34E-05			0.0465	0.0623	0.0609	85	40	45
9.42E-06			0.0651	0.0651	0.0714	95	40	45
2.34E-05	8.8505	0.9984	0.0716	0.0818	0.0811	75	60	45
1.34E-05			0.0860	0.0860	0.0916	85	60	45
9.42E-06			0.1025	0.0899	0.1021	95	60	45
2.34E-05	1.4694	0.9931	0.1007	0.0989	0.1117	75	80	45
1.34E-05			0.1154	0.1185	0.1222	85	80	45
9.42E-06			0.1393	0.1393	0.1327	95	80	45
3.65E-05	15.0655	0.5184	0.0134	0.0134	0.0080	75	20	55
3.18E-05			0.0340	0.0187	0.0185	85	20	55
2.68E-05			0.0252	0.0252	0.0290	95	20	55
3.65E-05	5.4397	0.8632	0.0402	0.0402	0.0387	75	40	55
3.18E-05			0.0590	0.0495	0.0492	85	40	55
2.68E-05			0.0595	0.0595	0.0597	95	40	55
3.65E-05	5.8984	0.6713	0.0651	0.0651	0.0693	75	60	55

3.18E-05			0.0890	0.0733	0.0798	85	60	55
2.68E-05			0.0815	0.0815	0.0903	95	60	55
3.65E-05	1.7721	0.9623	0.0962	0.0968	0.0999	75	80	55
3.18E-05			0.1135	0.1081	0.1104	85	80	55
2.68E-05			0.1194	0.1194	0.1209	95	80	55

جدول (3 ـ 5): ذائبية الكولستيرول النظرية والعملية في ثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج بالطريقة المتحركة ودلائلها الاحصائية ومعامل انتقال الكتلة km.

k m (م2/ثا)	AARD	R2	الذائبية العملية (غم/لتر)	الذائبية من معادلة chrastil (غم/لتر)	الذائبية من المعادلة المقترحة	الضغط (بار)	الزمن (دقيقة)	درجة الحرارة (مئوي)
0.0000378			0.0335	0.0335	0.0396	75	20	35
0.0000185	0.041	1.000	0.0359	0.0359	0.0478	85	20	35
0.0000135			0.0381	0.0381	0.0559	95	20	35
0.0000378	2.443	0.939	0.0721	0.0704	0.0805	75	40	35
0.0000185			0.0747	0.0784	0.0887	85	40	35
0.0000135			0.0864	0.0864	0.0969	95	40	35
0.0000378	5.944	0.896	0.1343	0.1343	0.1215	75	60	35
0.0000185			0.1372	0.1616	0.1296	85	60	35
0.0000135			0.1909	0.1908	0.1378	95	60	35
0.0000378	0.480	0.983	0.1746	0.1746	0.1624	75	80	35
0.0000185			0.1804	0.1830	0.1705	85	80	35
0.0000135			0.1909	0.1909	0.1787	95	80	35
0.0000365	0.809	0.983	0.0318	0.0318	0.0244	75	20	45
0.0000318			0.0335	0.0344	0.0326	85	20	45
0.0000268			0.0369	0.0368	0.0407	95	20	45

0.0000365	6.185	0.927	0.0534	0.0526	0.0653	75	40	45
0.0000318			0.0567	0.0664	0.0735	85	40	45
0.0000268			0.0818	0.0818	0.0817	95	40	45
0.0000365	1.079	0.932	0.1035	0.1035	0.1063	75	60	45
0.0000318			0.1127	0.1091	0.1144	85	60	45
0.0000268			0.1143	0.1143	0.1226	95	60	45
0.0000365	0.833	0.945	0.1369	0.1369	0.1472	75	80	45
0.0000318			0.1393	0.1427	0.1553	85	80	45
0.0000268			0.1481	0.1482	0.1635	95	80	45
0.0000335	0.881	0.911	0.0296	0.0296	0.0092	75	20	55
0.0000254			0.0298	0.0306	0.0174	85	20	55
0.0000180			0.0316	0.0316	0.0255	95	20	55
0.0000365	3.055	0.897	0.0581	0.0580	0.0501	75	40	55
0.0000318			0.0590	0.0644	0.0583	85	40	55
0.0000268			0.0707	0.0707	0.0665	95	40	55
0.0000365	1.045	0.992	0.0955	0.0955	0.0911	75	60	55
0.0000318			0.1025	0.1026	0.0992	85	60	55
0.0000268			0.1128	0.1094	0.1074	95	60	55
0.0000335	1.028	0.963	0.1246	0.1246	0.1320	75	80	55
0.0000254			0.1290	0.1330	0.1401	85	80	55
0.0000180			0.1411	0.1411	0.1483	95	80	55

المصادر

Catchpole, O.J.and King,B.(1994). Measurement and correlation of binary diffusion cofficients in near critical fluids, *Ind. Eng. Chem. Res.,* 33:1828.

Chrastil , J. (1982) . Solubility of solids and liquids in supercritical gases. *J. Phys. Chem.,* 86 : 3016–3021.

Huang, Z. ; Kawi, S. ; and Chiem , Y. C. (2004) . Solubility of cholesterol and its esters in supercritical carbon dioxide with and without co solvents . *Journal of supercritical fluids* ,30: 25 – 39 .

Marini, L. (2007) . Geological sequestration of carbon dioxide , humady namies kinetics and reaction path modeling . Elsevier . UK. 441p.

Ouyang, L. B. (2011) . New correlations for predicting the density and Viscosity of supercritical carbon dioxide under conditions expected in carbon capture and sequestration operations . *Journal of The Open Petrolenm Engineering ,* 4:13-21 .

Shi, J. ; Kakuda, Y. ; Zhou, X. ; Mittal , G.; and Pan, Q. (2007) . Correlation of mass transfer coefficient in the extraction of plant oil in a fixed bed for supercritical CO_2 . *Journal of Food Engineering* ., 78 : 33–40.

Vedaraman, N. ; Srinivasakannan, C.; Brunner , G. ; Ramabrahma, B.; and Rao, P.G.(2005). Experimental and modeling studies on extraction of cholesterol from cow brain using supercritical carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids* 34 : 27–34.

Wakao, N. and Kajuei, S. (1982). Heat and mass transfer in packed Beds . National library of Asteralia. *Eng. book* ,364 p.

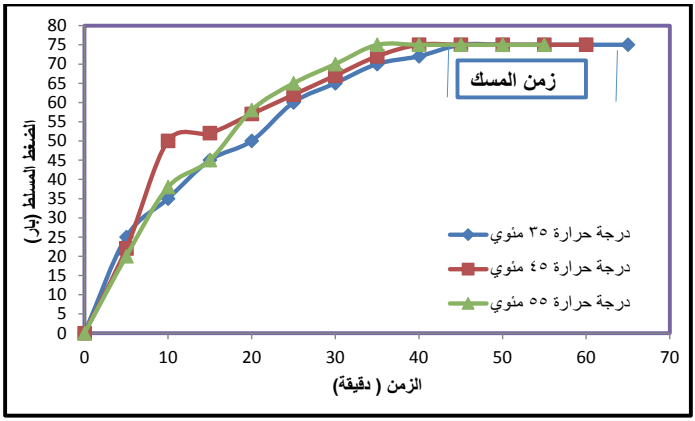
Wang, X. R.; Wu, Y.; Wang, J. F.; Dai, Y. P.; and Xie, D. M. (2015).Thermo-economic analysis of a recompression supercritical CO2 cyclecombined with a transcritical CO2 cycle. Proc., ASME Turbo Expo, Montréal.

الفصل الرابع

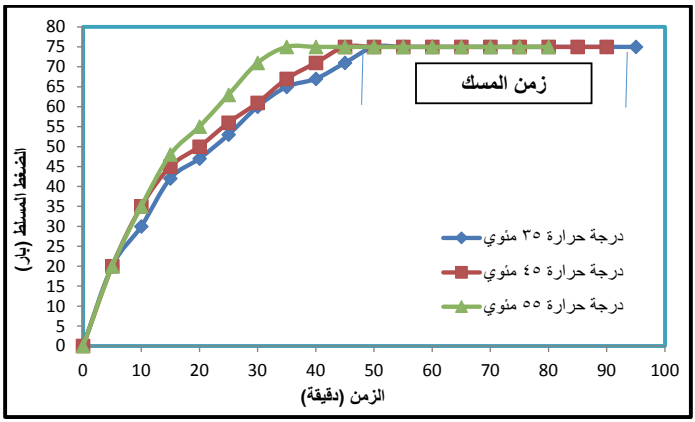
الخصائص الفيزيائية لثاني اوكسيد الكاربون فوق الحرج .

العلاقة بين الضغط المسلط ودرجة الحرارة والزمن :

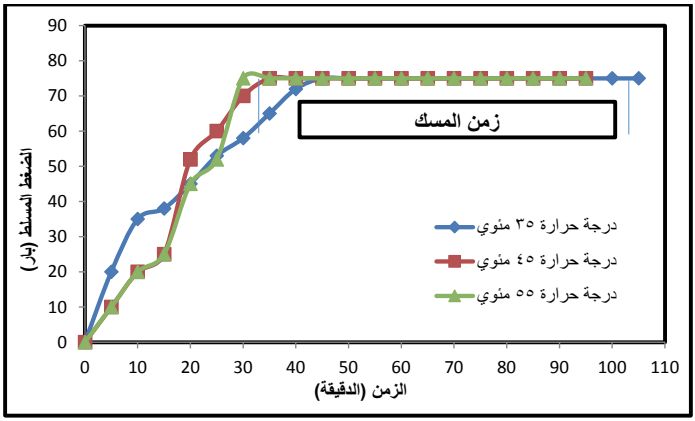
توضح الأشكال من (4 – 1) إلى (4 – 12) تغير الضغط المسلط على عينة اللحم مع الزمن عند درجات حرارية مختلفة 35 ، 45 ، 55 مئوي وزمن مسك مختلف تمثل بأربعة أزمان وهي 20 ، 40 ، 60 ، 80 دقيقة تحت ضغط ثابت مقداره 75 ، 85 ،95 بار وبالطريقتين الثابتة والمتحركة . أظهرت النتائج ان ضغط CO_2 قد ازداد معنوياً ($p \leq 0.05$) مع زيادة الزمن للوصول إلى الضغط فوق الحرج عند درجات الحرارة جميعها وهذا نتيجة لزيادة ضخ الـ CO_2 في الجهاز ورفع ضغطه بواسطة المضخة الرافعة للضغط ، فعلى سبيل المثال عند درجة الحرارة 35 م وبعد مرور 10 ، 25 ، 35 ، 45 دقيقة بلغ ضغط CO_2 35 ، 60 ، 70 ، 75 بار على التوالي كما هو موضح في الشكل (4 – 1) وهكذا بالنسبة للضغط 85 و95 بار اتفقت هذه النتائج مع Bravi *etal.*(2007) الذي بين ان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة الضغط كذلك الزمن اللازم للوصول للضغط المطلوب .



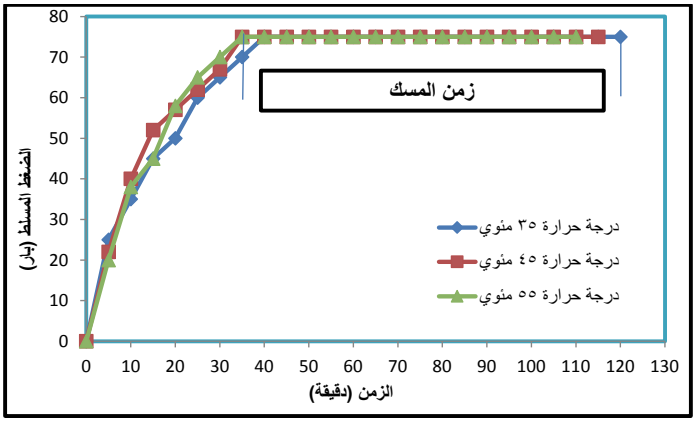
شكل (4 ـ 1) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 20 دقيقة بضغط 75 بار .



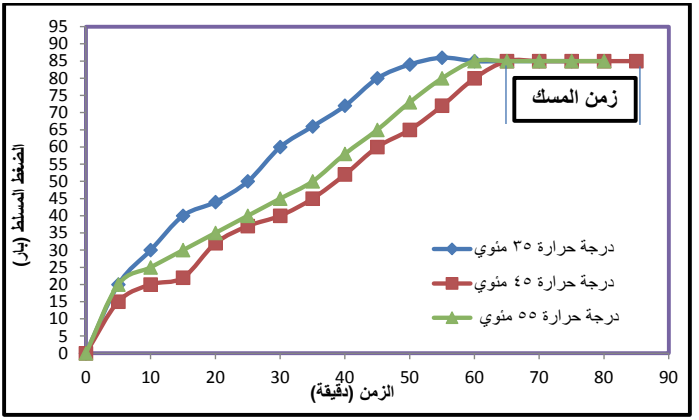
شكل (4 ـ 2) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 40 دقيقة بضغط 75 بار .



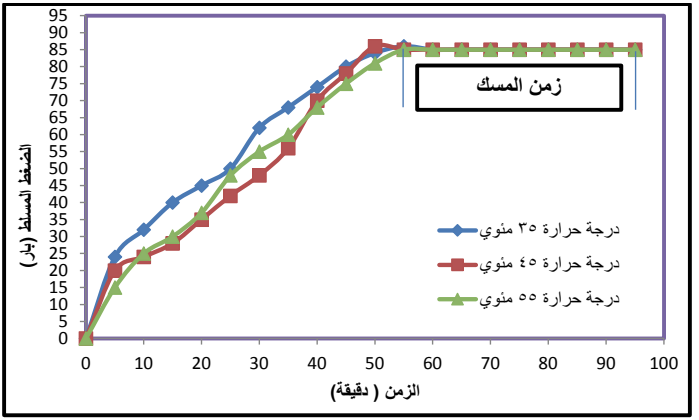
شكل (4 ـ 3) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 60 دقيقة بضغط 75 بار .



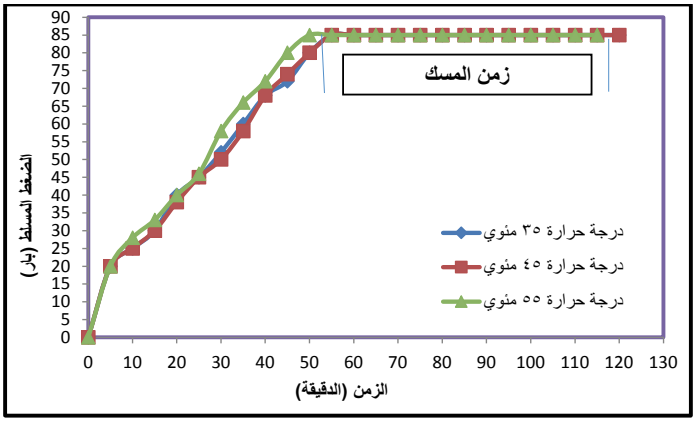
شكل (4 ـ 4) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 80 دقيقة بضغط 75 بار .



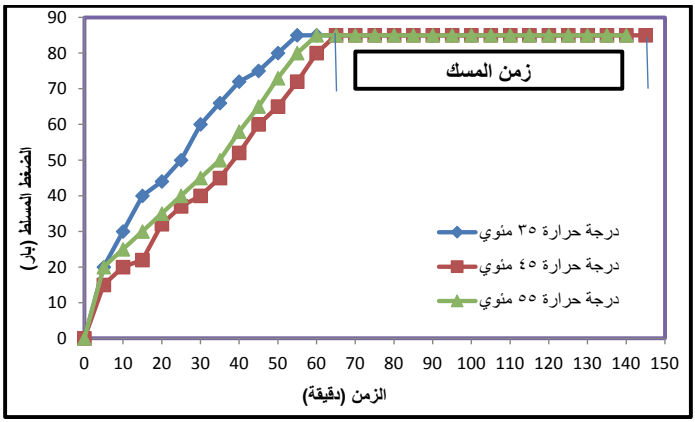
شكل (4 ـ 5) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 20 دقيقة بضغط 85 بار .



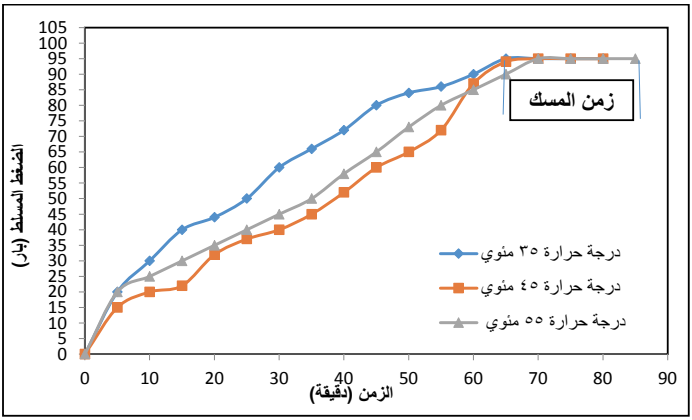
شكل (4 ـ 6) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 40 دقيقة بضغط 85 بار .



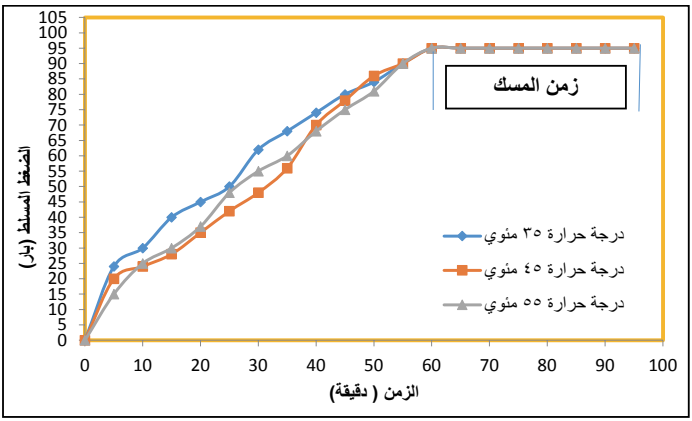
شكل (4 ـ 7) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 60 دقيقة بضغط 85 بار .



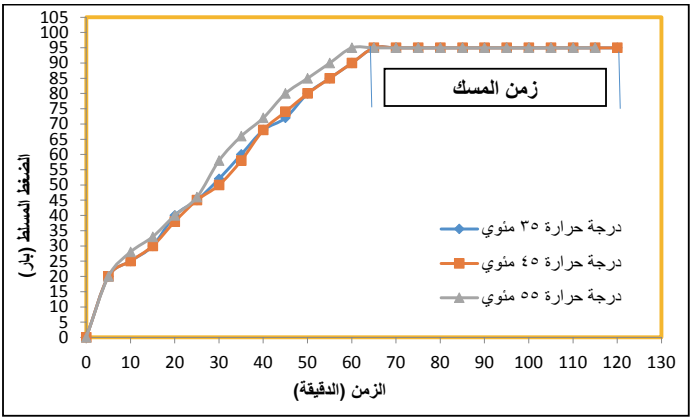
شكل (4 ـ 8) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 80 دقيقة بضغط 85 بار .



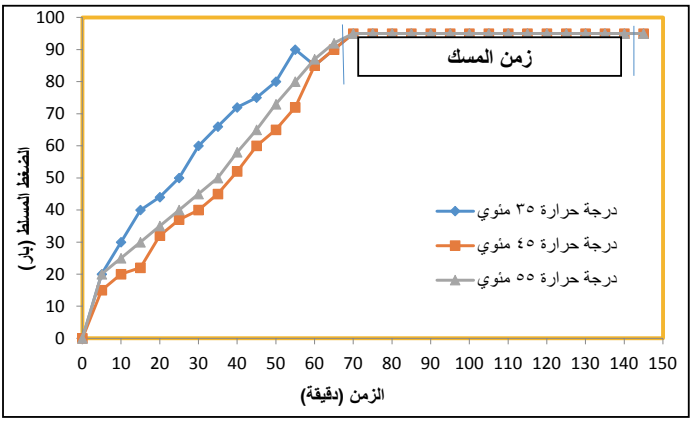
شكل (4 ـ 9) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 20 دقيقة بضغط 95 بار .



شكل (4 ـ 10) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 40 دقيقة بضغط 95 بار .



شكل (4 ـ 11) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 60 دقيقة بضغط 95 بار .

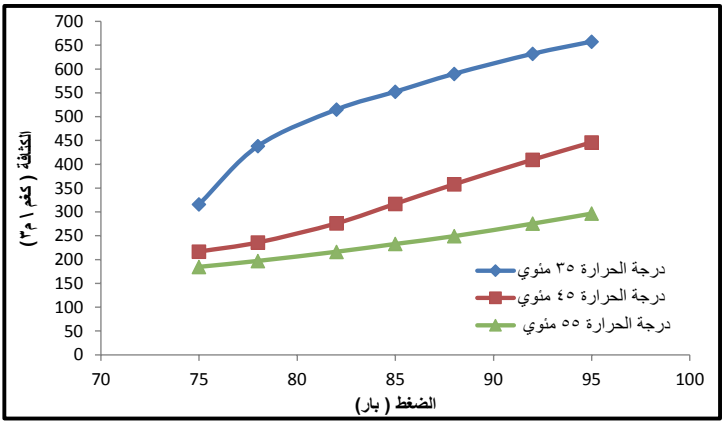


شكل (4 ـ 12) : تغير الضغط المسلط على اللحم عند درجات حرارية مختلفة وزمن مسك 80 دقيقة بضغط 95 بار .

العلاقة بين الضغط المسلط و كثافة CO2 فوق الحرج:

يبين الشكل (4 – 13) العلاقة بين الضغط المسلط وكثافة CO_2 عند درجات حرارية مختلفة (35 ، 45 ، 55) م ، وقد أظهرت النتائج ان كثافة CO_2 قد ازدادت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع زيادة الضغط وانخفضت معنوياً مع ارتفاع درجة الحرارة . لوحظ من خلال النتائج ان كثافة CO_2 انخفضت بارتفاع درجة الحرارة و بثبوت الضغط . فعند الضغط 75 بار كانت الكثافة 316.025 و 216.775 و 184.575 كغم \ $م^3$ وعند الضغط 85 بار كانت الكثافة 552.375 و 316.925 و 232.800 كغم \$م^3$ وعند الضغط 95 بار بلغت الكثافة 667.525 و 445.925 و 296.700 كغم \$م^3$ عند درجات حرارة 35 و 45 و 55 م على التوالي وهذا يعود إلى زيادة حجم CO_2 عند ارتفاع درجةالحرارة ومن جهة أخرى لوحظ ايضاً زيادة كثافة CO_2 مع زيادة الضغط وثبوت درجة الحرارة فقد لوحظ ان كثافة CO_2 بلغت 316.025 و 552.375 و 667.525 كغم \$م^3$ عند ضغوط 75 و 85 و 95 بار على التوالي وبدرجة حرارة 35 م وهذا نتيجة كبس CO_2 الذي ادى إلى زيادة كتلة CO_2 في وحدة الحجم ، وهذه النتائج اتفقت مع (2015) Wang ,*et.al.* الذي بين ان كثافة CO_2 تزداد مع زيادة الضغط عند ثبوت درجة الحرارة . وان كثافة CO_2 فوق الحرج ازدادت بشكل مفاجيء ووجد ايضاً ان منحنيات كثافة CO_2 تتغير من التقعر عندما يكون CO_2 قبل الحالة الحرجة إلى التحدب بعد الحالة الحرجة كما اتفقت النتائج مع (2011) Ouyang الذي وجد ان كثافة CO_2 فوق الحرج تزداد مع زيادة الضغط . كما بين Kumovo and (2007) Hassan ان زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة كثافة CO_2 فعندما كان الضغط 7.5 و 12.5 و 20 ميكاباسكال وجد ان كثافة CO_2 بلغت 0.6618 و0.8170 و0.8911 غم \ $سم^3$ على التوالي عند درجة حرارة 30 م . وبين ايضاً ان ارتفاع

درجةالحرارة تؤدي إلى انخفاض كبير في كثافة CO_2 . بين Marentis (1988) ان زيادة الضغط لـ CO_2 ينتج عنها زيادة في كثافة CO_2 وانخفاض في ضغط البخار للمادة المذابة كما ان تغير الكثافة يصبح اكثر فعالية ويؤثر على تغير ضغط بخار المادة المذابة وبالتالي التأثير على معدل الاستخلاص .

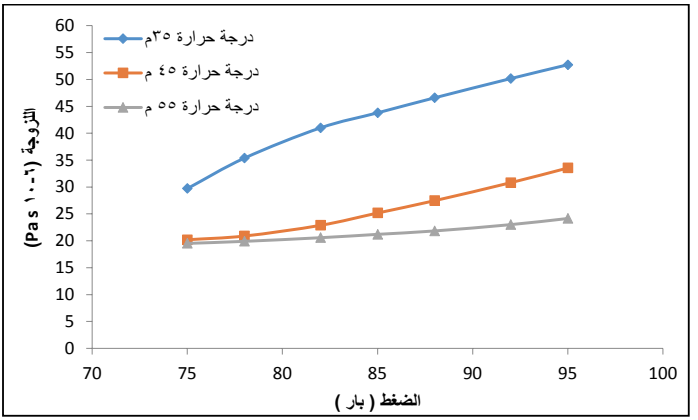


شكل (4 ـ 13) : العلاقة بين الضغط المسلط و كثافة CO_2 فوق الحرج عند درجات حرارية مختلفة .

العلاقة بين الضغط المسلط ولزوجة CO2 فوق الحرج :

يبن الشكل (4 – 14) العلاقة بين الضغط المسلط ولزوجة CO_2 فوق الحرج عند درجات الحرارة 35 و 45 و 55 م . اظهرت النتائج ان لزوجة CO_2 فوق الحرج ازدادت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع زيادة الضغط ولجميع درجات الحرارة . فعندما ازداد الضغط إلى 75 و 85 و 95 بار بلغت اللزوجة 29.72×10^{-6} و 43.78×10^{-6} و 52.71×10^{-6} باسكال . ثانية على التوالي عند درجة حرارة 35 م وهذا بسبب

زيادة كثافة CO_2 فوق الحرج مع الضـــغط . هذه النتائج اتفقت مع Ouyang (2011) الذي وجد ان لزوجة CO_2 فوق الحرج تزداد مع زيادة الضـــغط عند ثبوت درجة الحرارة كما أظهرت النتائج ان درجة الحرارة كان لها تأثيراً معنوياً على ان لزوجة CO_2 فوق الحرج وهذا قد يعود إلى ان ارتفاع درجةالحرارة ادت إلى تباعد جزيئات CO_2 عن بعضها وأدت إلى انخفاض كثافتها وانعكس على اللزوجة فعندما كانت درجة الحرارة 35،45 ،55 م بلغت اللزوجة عند الضـــغط 75 بار 29.72×10^{-6} و 20.22×10^{-6} و 19.53×10^{-6} باسكال . ثانية على التوالي ، وعند الضغط 85 بار كانت اللزوجة 43.78×10^{-6} و 25.17×10^{-6} و 21.21×10^{-6} باسـكال . ثانية على التوالي وبلغت اللزوجة عند الضـغط 95 بار 52.71×10^{-6} و33.54×10^{-6} و24.15×10^{-6} باسـكال . ثانية على التوالي . بينت النتائج ان درجة الحرارة 35 م تفوقت على درجتي الحرارة 45 و55 م إذ اعطت أعلى لزوجة لـــ CO_2 فوق الحرج عند الضغوط جميعها . وقد أتفقت هذه النتائج مع Kumovo and Hassan (2007) اللذان بينا ان ارتفاع درجة الحرارة أدت إلى انخفاض كبيراً في لزوجة CO_2 فوق الحرج. لم تتفق النتائج مع Bravi *eta.l*,(2007) الذي اكد ان الموائع فوق الحرجة تكون سـريعة في الاسـتخلاص بسـبب انخفاض لزوجيتها إذ اثبت من خلال النتائج ان سرعة الاستخلاص تتناسب طردياً مع اللزوج

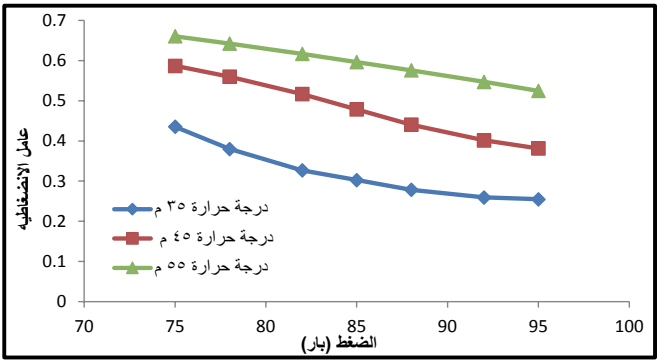


شكل (4 ـ 14) : العلاقة بين الضغط المسلط ولزوجة CO_2 فوق الحرج عند درجات حرارية مختلفة .

العلاقة بين الضغط المسلط وعامل انضغاطية CO2 فوق الحرج :

يوضح الشكل (4 – 15) العلاقة بين عامل انضغاطية CO_2 فوق الحرج والضغط المسلط عليه عند درجات الحرارة 35 ، 45، 55 م ، بينت النتائج ان عامل انضغاطية CO_2 فوق الحرج قد انخفض معنوياً($p \leq 0.05$) مع زيادة الضغط . قد بينت النتائج ان عامل الانضغاطية بلغ 0.4354 و 0.3025 و 0.0254 عند الضغط 75 و 85 و 95 بار على التوالي عند درجة الحرارة 35 م وايضاً يلاحظ من النتائج كيفية ازدياد عامل الانضغاطية مع زيادة درجات الحرارة بثبوت الضغط فقد كان عامل الانضغاطية 0.4353 و 0.5871 و 0.6607 عند درجات الحرارة 35 ، 45، 55 م على التوالي وبضغط 75 بار . أعطت درجة الحرارة 35 م أقل عامل انضغاطية مقارنة بدرجتي الحرارة 45 ، 55 م . وهذا قد يعود إلى انخفاض حجم CO_2 عند زيادة الضغط بشكل

أكبر . اتفقت هذه النتائج مع Marini (2007) الذي بين ان درجة الحرارة تتناسب طردياً مع عامل الانضغاطية .



شكل (4 ـ 15) : العلاقة بين الضغط المسلط وعامل انضغاطية CO_2 عند درجات حرارية مختلفة

المصادر

Bravi, E. ; Perretti, G. ; Motanari, L. ; Favati, F. and Fantozzi, P. (2007). Supercritical fluid extraction for quality control in beer industry. *Journal of Supercritical Fluids,* 42: 342-346.

Kumovo, A.C. and Hassan, M. (2007) . Supercritical carbon dioxide extraction of andrographolide from andrographis paniculata : Effect of solvent flow rate, pressure and temperature. *Chin. J. Chem. Eng .,* 15(6) 877 – 883.

Marentis, R.T. (1988). Steps to developing a commercial supercritical carbon dioxide processing plant. In: Supercritical fluid extraction and chromatography, Carpentier, B.A. and Sevenants, M.R., Eds., American Chemical Society, Washington DC.

Marini, L. (2007) . Geological sequestration of carbon dioxide , humady namies kinetics and reaction path modeling . Elsevier . UK. 441p.

Ouyang, L. B. (2011) . New correlations for predicting the density and Viscosity of supercritical carbon dioxide under conditions expected

in carbon capture and sequestration operations . *Journal of The Open Petrolenm Engineering ,* 4:13-21 .

Wang, X. R.; Wu, Y.; Wang, J. F.; Dai, Y. P.; and Xie, D. M. (2015).Thermo-economic analysis of a recompression supercritical CO2 cyclecombined with a transcritical CO2 cycle. Proc., ASME Turbo Expo, Montréal.

الفصل الخامس

ازالة الكولسترول والدهن من اللحم وبعض الخصائص الكيميائية والمايكروبية والحسية

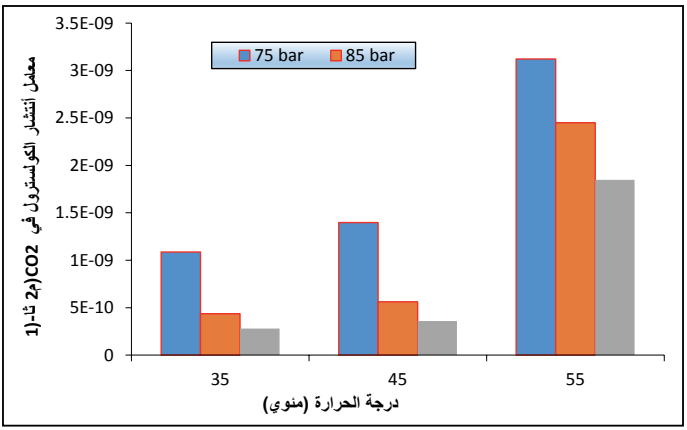
انتشار الكولسترول في CO2 فوق الحرج :

يوضح الشكلين (5 ـ 1) و (5 ـ 2) معامل انتشار الكولسترول في CO_2 فوق الحرج عند درجات حرارة 35 ، 45 ، 55 م وضغط 75 و 85 و 95 بار بالطريقتين الثابتة والمتحركة إذ اظهرت النتائج انه عند زيادة درجة الحرارة ازداد معامل انتشار الكولسترول في CO_2 فوق الحرج وقد يعود هذا إلى زيادة حركة الجزيئات نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وتقليل لزوجة وكثافة CO_2 فوق الحرج فعلى سبيل المثال بلغ معامل الانتشار 1.08641×10^{-9} و1.39681×10^{-9} و3.12107×10^{-9} م^2. ثا$^{-1}$ عند درجة الحرارة 35 ، 45 ، 55 م على التوالي عند الضغط 75 بار بالطريقة الثابتة في حين بلغ معامل الانتشار 3.25923×10^{-9} و4.19044×10^{-9} و9.36322×10^{-9} م^2. ثا$^{-1}$ على التوالي عند استخدام نفس درجات الحرارة والضغط بالطريقة المتحركة .

بينت النتائج ان معامل انتشار الكولسترول تنخفض بزيادة الضغط وهذا يعود الى زيادة حركة الجزيئات نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وتقليل لزوجة وكثافةCO_2 فوق الحرج فقد بلغ معامل الانتشار 3.12107×10^{-9} م^2. ثا$^{-1}$ عند الضغط 75 بار ودرجة حرارة 55 م وقد انخفض إلى 2.44827×10^{-9} و 1.84804×10^{-9} م^2. ثا$^{-1}$ عند الضغط 85 و95 على التوالي بالطريقة الثابتة أما بالطريقة المتحركة ازالة بلغ عند

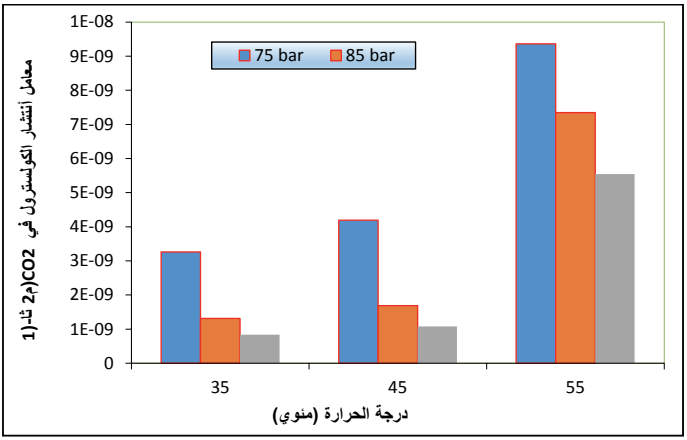
الضغط 75 بار بدرجة حرارة 55 م 9.36322×10^{-9} م^{2}. ثا$^{-1}$ وقد انخفض إلى 7.34481×10^{-9} و 5.54427×10^{-9} م^{2}. ثا$^{-1}$ عند الضغط 85 و95 على التوالي ، وهذا قد يعود إلى انه عند زيادة الضغط تزداد اللزوجة والكثافة معاً لـ CO_2 فوق الحرج مما يعود إلى تقليل معامل الانتشار . اشار Han *etal.* (2009) ان زيادة ضغط CO_2 فوق الحرج ادى إلى انخفاض قيمة معامل الانتشار للمادة المذابة في CO_2 فوق الحرج أما درجة الحرارة فانها ادت إلى زيادة قيمة معامل الانتشار للمادة المذابة في CO_2 فوق الحرج .

وجد Vedaraman *etal.*(2005) ان معامل انتشار الكولسترول في CO_2 فوق الحرج عند الضغط 230 و250 و270 بار وعند درجة حرارة 60 م هو 2.3×10^{-13} م^{2}. ثا$^{-1}$ للضغوط جميعها وعند زيادة درجة الحرارة إلى 70 م ازداد معامل الانتشار إلى 2.8×10^{-13} م^{2}. ثا$^{-1}$.



شكل (4 ـ 1) : معامل انتشار الكولسترول في CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة

.



شكل (4 ـ 2) : معامل انتشار الكولسترول في CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة

العلاقة بين ضغط CO2 فوق الحرج وإزالة الدهون:

توضح الاشكال من (5 – 3) إلى (5 – 8) العلاقة بين الضغط المسلط وإزالة الدهون عند درجات حرارة مختلفة 35 ، 45 ، 55 م و زمن مسك مختلف 20 ، 40 ، 60 ، 80 دقيقة بضغط 75 و85 و95 بار بالطريقتين الثابتة والمتحركة .

أظهرت النتائج ان نسبة الدهون انخفضت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع زيادة الضغط المسلط بعد الوصول إلى الضغط المطلوب عند جميع درجات الحرارة وفي جميع اوقات المسك وبكلا الطريقتين (الثابتة والمتحركة) إلا ان نسبة الانخفاض والواضحة من الاشكال اعلاه قد تباينت من الطريقة الثابتة إلى الطريقة المتحركة ففي الطريقة الاولى (الثابتة) كانت نسبة الدهون المزالة اكبر على اعتبار ان في هذه الطريقة يتم التخلص من الدهون مباشرة بعد عملية االاستخلاص بواسطة الـ CO_2 فوق الحرج أما في حال استخدام الطريقة الثانية (المتحركة) فان جزء من الدهون يعود مره اخرى إلى اللحم ولايتم التخلص من الدهون بصوره مباشرة كما في الطريقة الثابتة . بينت النتائج امكانية

أستخلاص الدهون من عينات اللحم المفروم بأستخدام CO_2 فوق الحرج التي تتفق مع العديد من الباحثين مثل Chao *etal.*(1991) و King *etal.*(1993) و Froning *etal.*(1992) الذين اكدوا امكانية استخدام CO_2 فوق الحرج في استخلاص الدهون من اللحم .

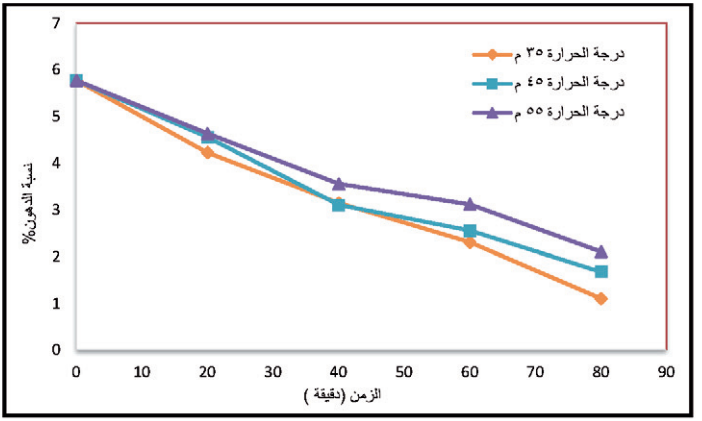
بينت النتائج ان نسبة الدهون في اللحم المفروم الطازج بلغت 5.77 % للعينات المستخدمة في الطريقة الثابتة وبلغت 5.89 % للعينات المستخدمة في الطريقة المتحركة وهي نسبة تكون اعلى مما توصل اليه كثير من الباحثين مثل Jussara *etal.*(2006) وشبيب (2013) اللذين وجدوا نسبة الدهون في اللحم الطازج تبلغ 2.08 و1.66 % على التوالي .

وجـــد Slover *etal.* (1980) ان نسبة الدهون في اللحوم الطازجة تصل إلى 15.34 % ويعزى هذا التفاوت في نسبة الدهون إلى نوع الحيوان المأخوذ منه اللحم وعمره والعوامل الوراثية وتغذيته كذلك المنطقة التي أخذت منها عينات اللحم . اشار Neves (1996) إلى ان زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة نسبة الدهون المزال نتيجة زيادة ذوبانه في CO_2 فوق الحرج ، بينت النتائج ان زيادة الضغط ادت إلى زيادة نسبة الدهون المزالة فقد كانت نسبة الدهون في اللحم الطازج 5.77 % وقد انخفضت إلى 1.1% و0.98 % و 0.42 % عند زيادة الضغط 75 و 85 و95 بار على التوالي في درجة الحرارة 35 م وبزمن مسك بلغ 80 دقيقة بالطريقة الثابتة وكانت نسبة الدهون بعينة اللحم الطازجة المستخدمة بالطريقة المتحركة 5.89 % وقد انخفضت إلى 3.2% و 2.27% و 2.24% عند الضغط 75 و 85 و 95 بار على التوالي في درجة الحرارة 35 م وبزمن مسك بلغ 80 دقيقة . بين Marentis (1988) و Ouyang (2011) ان زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة كثافة CO_2 فوق الحرج وانخفاض في ضغط البخار

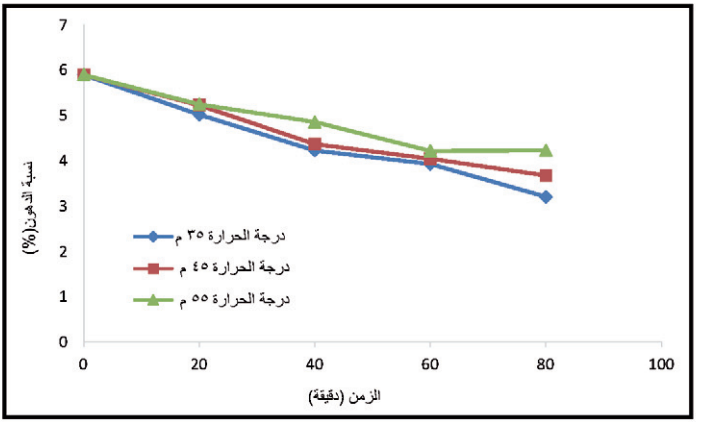
للمادة المذابة كما ان تغير الكثافة يؤثرعلى معدل إزالة الدهون. كذلك بينت النتائج ان نسبة الإزالة في الدهون متقاربة نسبياً عند استخدام الضغط 85 و95 بار فقط بالطريقة المتحركة اما الطريقة الثابتة فهناك فرق .

بينت النتائج ان العلاقة بين استخلاص الدهون وارتفاع درجات الحرارة علاقة عكسية أي كلما أرتفعت درجة الحرارة كلما انخفضت النسب المستخلصة من الدهون فقد اشار Kumovo and Hassan (2007) إلى ان ارتفاع درجة الحرارة أدت إلى انخفاض كبير في كثافة و لزوجة CO_2 فوق الحرج والتي بدورها تعمل على تباعد جزيئات CO_2 فوق الحرج بعضها عن بعض وبالتالي عدم أمكانية أذابة الدهون فيها وأستخلاصه وهذه النتيجة شملت جميع العينات المدروسة وهذه النتيجة لا تتفق مع Wehling (1991) و King *etal.*(1993) الذين بينوا امكانية استخدام درجات حرارة وضغوط عالية جدا في استخلاص الدهون والكولسترول من اللحم .

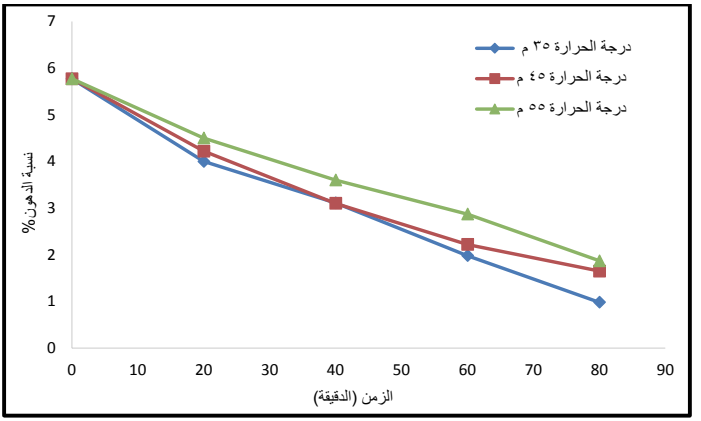
يلاحظ من الاشكال من (5 ـ 3) إلى (5 ـ 8) ان نسبة الدهون المزالة ازدادت معنوياً ($p \leq 0.05$) بزيادة وقت المسك فعلى سبيل المثال عند استخدام ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م و كانت نسبة الدهون في عينة اللحم المفروم الطازج بالطريقة الثابتة 5.77% قد انخفضت إلى 3.95 %، 2.72 %، 1.95% ، 0.42 % عند وقت مسك 20، 40 ، 60 ، 80 دقيقة على التوالي ، بينما كانت نسبة الدهون في عينة اللحم المفروم الطازج بالطريقة المتحركة 5.89% وقد انخفضت إلى 4.88% ، 3.75% ، 2.37 %، 2.24 % عند وقت مسك 20، 40 ، 60 ، 80 دقيقة على التوالي للظروف نفسها من ضغط ودرجة حرارة .



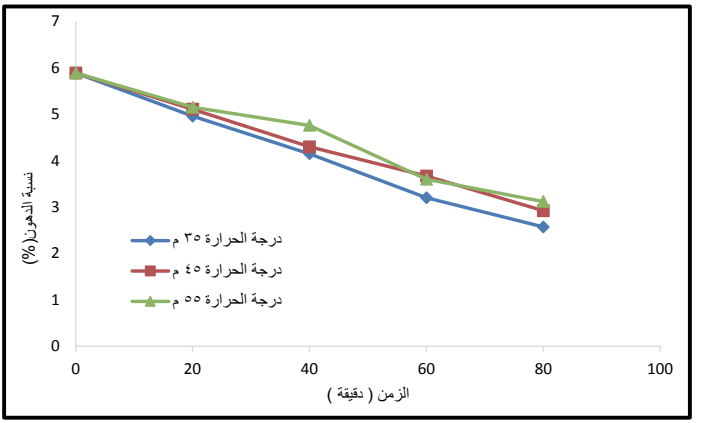
شكل (5 ـ 3) : إزالة نسب الدهون بضغط 75 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة.



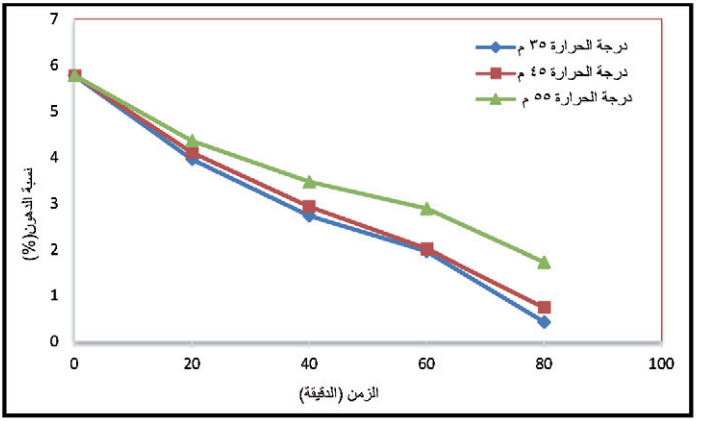
شكل (5 ـ 4) : إزالة نسب الدهون بضغط 75 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة.



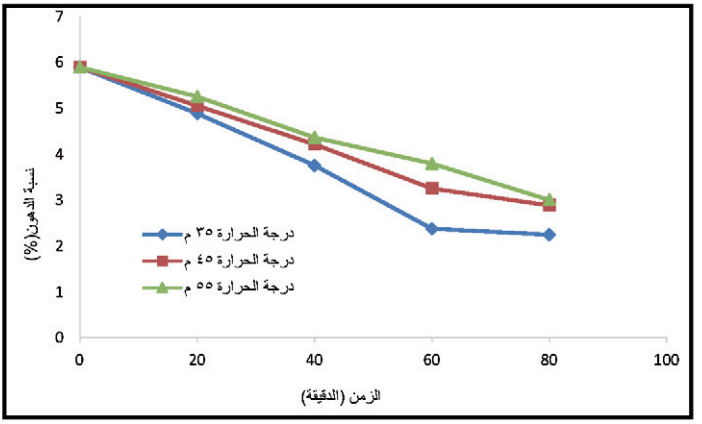
شكل (5 ـ 5) : إزالة نسب الدهون بضغط 85 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة.



شكل (5 ـ 6) : إزالة نسب الدهون بضغط 85 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة.



شكل (5 ـ 7) : إزالة نسب الدهون بضغط 95 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة.



شكل (5 ـ 8) : إزالة نسب الدهون بضغط 95 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة.

يوضح الجدولين (5 ـ 1) و (5 ـ 2) نسب الازالة الحاصلة في الدهون في درجات حرارة مختلفة (35 ،45 ،55) م وازمان مسك مختلفة (20 ،40 ،60 ،80) دقيقة وبضغوط 75 و85 و95 بار وبالطريقتين الثابتة والمتحركة ، إذ لوحظ من جدول (5 ـ 1) عند استخدام الطريقة الثابتة كانت نسبة الازالة في الدهون عالية جدا إذ بلغت 80.93 %و83.01 %و 92.72 % عند الضغط 75و85 و95 بار على التوالي ودرجة حرارة 35 م وبزمن مسك 80 دقيقة ، وان أقل نسبة ازالة كانت عند الضغط 75 بار ودرجة حرارة 55 م وبزمن مسك 20 دقيقة وقد بلغت 19.75 %.

أما ما لوحظ من جدول (5 ـ 1) وعند استخدام الطريقة المتحركة وللظروف نفسها وجد ان اعلى نسبة ازالة في الدهون بلغت 45.67 % و% 56.36 و 61.96 % عند الضغط 75و85 و95 بار على التوالي وهي اقل بكثير مما هو عليه في الطريقة الثابتة ويعزى السبب في ذلك إلى انه في الطريقة المتحركة تعود كمية من الدهون إلى اللحم بالدورة الثانية. ان نسبة الازالة بالطريقة الثابتة تصل إلى أكثر من ثلثي النسبة في عينات اللحم المفروم ، وقد استطاع Wehling (1991) و(1993) King *etal*. من إزالة ثلثي الدهونمن لحم الابقار المجففة .

جدول (5 ـ 1) : نسب إزالة الدهون(%) من عينات اللحم في درجات حرارة وضغوط واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة .

الضغط (بار)	درجة حرارة 35 مئوي				درجة حرارة 45 مئوي				درجة حرارة 55 مئوي			
	وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
75	26.86	45.58	60.13	80.93	21.14	46.27	55.80	71.05	19.75	38.47	46.10	63.60
85	30.67	46.10	65.68	83.01	26.86	46.27	61.52	78.68	22.01	37.67	50.26	67.59
95	31.54	52.28	66.20	92.72	28.94	49.49	65.16	87.34	24.61	40.03	50.08	70.19

جدول (5 ـ 2) : نسب إزالة الدهون(%) من عينات اللحم في درجات حرارة وضغوط واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة .

الضغط (بار)	درجة حرارة 35 مئوي				درجة حرارة 45 مئوي				درجة حرارة 55 مئوي			
	وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
75	12.94	28.35	33.44	45.67	11.37	25.97	31.40	37.69	11.03	17.65	28.52	28.35
85	15.78	29.54	45.67	56.36	13.24	26.99	37.69	50.42	12.56	19.18	38.87	47.02
95	17.14	36.33	59.76	61.96	14.26	28.52	44.82	51.10	10.86	25.97	35.63	49.04

العلاقة بين ضغط CO2 فوق الحرج وإزالة الكولسترول :

توضح الاشكال من (5 ـ 9) إلى (5 ـ 14) العلاقة بين الضغط المسلط وإزالة الكولسترول عند درجات حرارة مختلفة 35 ، 45 ، 55 م و زمن مسك مختلف 20 ، 40 ، 60 ، 80 دقيقة بضغط 75 و85 و95 بار بالطريقتين الثابتة و المتحركة .

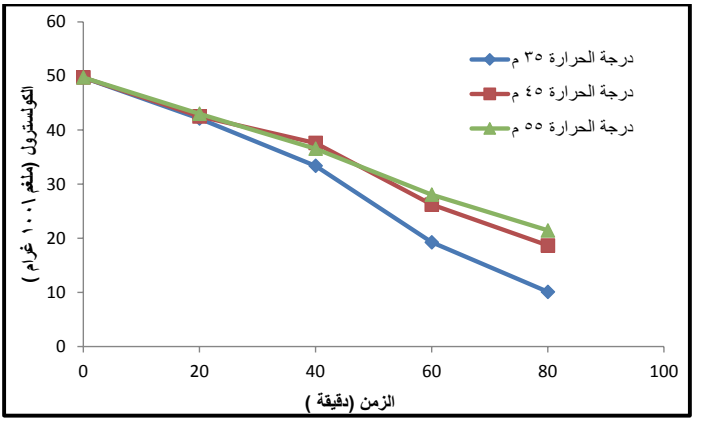
بينت النتائج امكانية أستخلاص الكولسترول بأستخدام CO_2 فوق الحرج والتي تتفق مع العديد من الباحثين مثل One *etal.*(1985) و Chao و King *etal.*(1991) و (1993) الذين أكدوا على أمكانية إزالة الكولسترول من اللحوم . أظهرت النتائج ان مستوى الكولسترول انخفضت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع زيادة الضغط المسلط وزيادة زمن المسك بعد الوصول إلى الضغط المطلوب عند جميع درجات الحرارة وهذه نتيجةً لذوبان الكولسترول في CO_2 فوق الحرج وهذه النتيجة أتفقت مع Chrastil (1982) و Neves (1996) اللذان درسا ذوبان الكولسترول في CO_2 فوق الحرج بضغوط عالية في فترات زمنية معنية . بينت النتائج ان مستوى الكولسترول في اللحم المفروم الطازج بلغت 49.72 ملغم \100غرام للعينات المستخدمة في الطريقة الثابتة وبلغت 51.94 ملغم \ 100 غرام للعينات المستخدمة للطريقة المتحركة وهي كمية مقاربة لما توصل اليه كثير من الباحثين مثل Rhee and Smith (1983) اللذان بينا ان مستوى الكولسترول في اللحوم الطازجة تصل إلى 36 ـ 114 ملغم \ 100غرام و Bohac *etal.*(1988) الذين وجدوها تصل إلى 44.60 ـ 70 ملغم \ 100 غرام والموسوي (1995) التي وجدت مستوى الكولسترول إلى 46.25 ملغم \ 100غرام و Jussara *etal.*(2006) الذين وجدوا المستوى يبلغ 51.97 ملغم \ 100 غرام ويعزى هذا التفاوت في مستوى الكولسترول إلى نوع الحيوان المأخوذ منه اللحم وعمره والعوامل الوراثية كذلك المنطقة التي أخذت منها عينات اللحم (اي مدى احتوائها على نسبة دهون) . بينت

النتائج ان زيادة الضغط أدى إلى زيادة مستوى الكولسترول المزال فعلى سبيل المثال عند استخدام درجة حرارة 35 م ووقت مسك 80 دقيقة في الطريقة الثابتة بلغ مستوى الكولسترول في اللحم المفروم الطازج 49.72 ملغم \ 100 غرام وقد انخفض إلى10.1 و8.41 و 6.41 ملغم \ 100 غرام عند الضغط 75 و85 و 95 بار على التوالي أما عند استخدام الطريقة المتحركة وللظروف نفسها من درجة حرارة ووقت مسك فقد بلغ مستوى الكولسترول في اللحم الطازج 51.94 ملغم \ 100 وقد انخفض إلى 25.45 و 22.75 و 15.22 ملغم \ 100 غرام عند الضغط 75 و 85 و 95 بار على التوالي. بين (1988) Marentis و(2011) Ouyang ان زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة كثافة CO_2 فوق الحرج وانخفاض في ضغط البخار للمادة المذابة كما ان تغير الكثافة يؤثرعلى معدل إزالة الكولسترول .

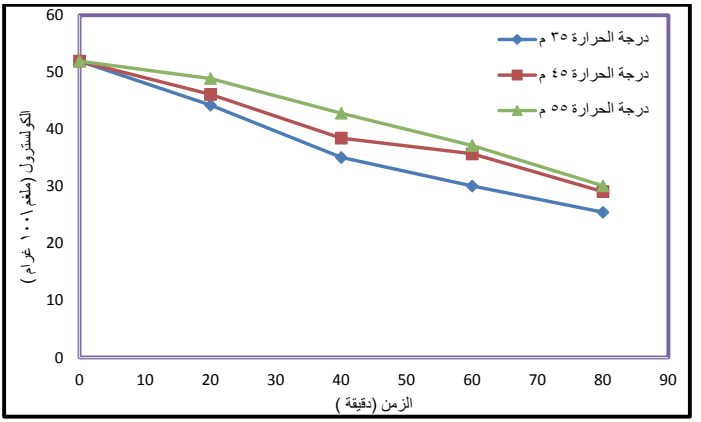
بينت النتائج ايضاً ان العلاقة بين إزالة الكولسترول وارتفاع درجات الحرارة علاقة عكسية أي كلما أرتفعت درجة الحرارة كلما انخفض المستوى المزال من الكولسترول فعلى سبيل المثال انخفض مستوى الكولسترول من 49.72 ملغم \ 100 غرام إلى 8.79 ، 18.11 ، 20.45 ملغم \ 100 غرام عكسياً مع زيادة درجات الحرارة 35 ، 45 ، 55 م على التوالي و المعاملة بـ CO_2 فوق الحرج باستخدام ضغط 85 بار ووقت مسك 80 دقيقة في الطريقة الثابتة . بينت النتائج ايضاً ان مستوى الكولسترول انخفض من 51.94 ملغم \ 100 غرام إلى 22.75 ، 25،75 ، 26.19 ملغم \ 100 غرام على التوالي عند زيادة درجات الحرارة 35 ، 45 ، 55 م و المعاملة بـ CO_2 فوق الحرج باستخدام الظروف نفسها من ضغط وزمن مسك باستخدام الطريقة المتحركة ويعود السبب في ذلك إلى ان كثافة ولزوجة الـ CO_2 فوق الحرج تنخفض مع ارتفاع درجات الحرارة والتي بدورها تعمل على تباعد جزيئات CO_2 فوق الحرج بعضها عن بعض وبالتالي عدم

أمكانية أذابة الكولسترول فيها وأستخلاصه وهذه النتيجة شملت جميع العينات المدروسة كذلك عند زيادة درجة الحرارة فان ضغط بخار الكولسترول يزداد وتنخفض كثافة CO_2 فوق الحرج وان زيادة ضغط بخار الكولسترول يجعله ذائباً في CO_2 فوق الحرج ولكن بسبب انخفاض كثافة CO_2 فوق الحرج يجعل الذائبية تنخفض وبالتالي تقل كمية الكولسترول المزالة عند ارتفاع درجة الحرارة .

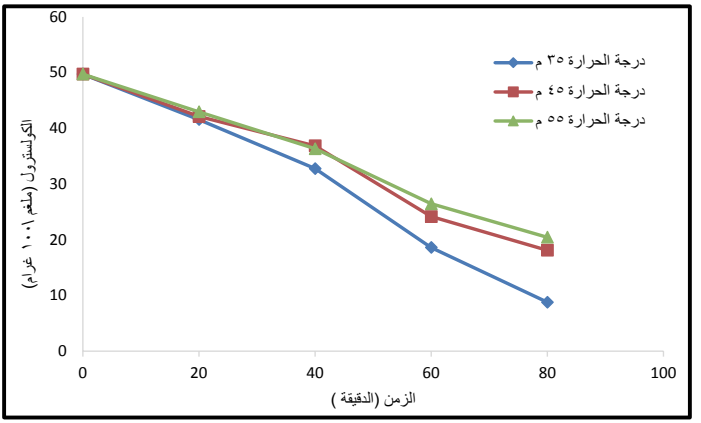
اشار Kumovo and Hassan (2007) ان ارتفاع درجة الحرارة أدت إلى انخفاض كبير في كثافة و لزوجة CO_2 فوق الحرج . كما بينت النتائج ان مستوى الكولسترول المزال قد ازداد معنوياً($p \leq 0.05$) مع زيادة وقت المسك فعلى سبيل المثال عند استخدام ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م كان مستوى الكولسترول في عينة اللحم المفروم الطازج بالطريقة الثابتة 49.72 ملغم \ 100 غرام قد انخفضت إلى 41.07 ، 30.11 ، 16.22 ، 6.41 ملغم \ 100 غرام عند وقت مسك 20، 40 ، 60 ، 80 دقيقة على التوالي ، بينما كان مستوى الكولستول في عينة اللحم المفروم الطازج بالطريقة المتحركة 51.94 ملغم \ 100 غرام وقد انخفض إلى 43.10 ، 33.12 ، 20.96 ، 15.22 ملغم \ 100 غرام عند وقت مسك 20، 40 ، 60 ، 80 دقيقة على التوالي للظروف نفسها من ضغط ودرجة حرارة . وعليه يلاحظ ان أعلى مستوى من الكولسترول المزال بالطريقة الثابتة او المتحركة كانت عند ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة.



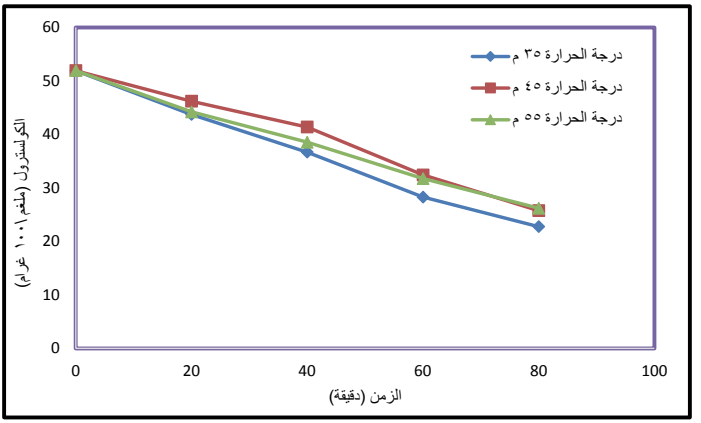
شكل (5 ـ 9) : إزالة الكولسترول بضغط 75 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة.



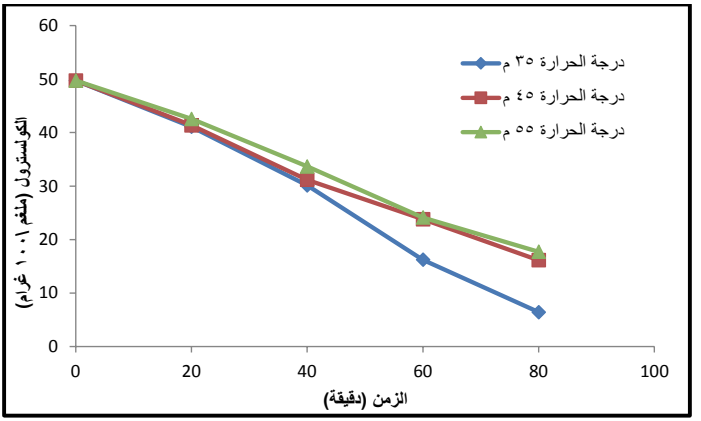
شكل (5 ـ 10) : إزالة الكولسترول بضغط 75 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة.



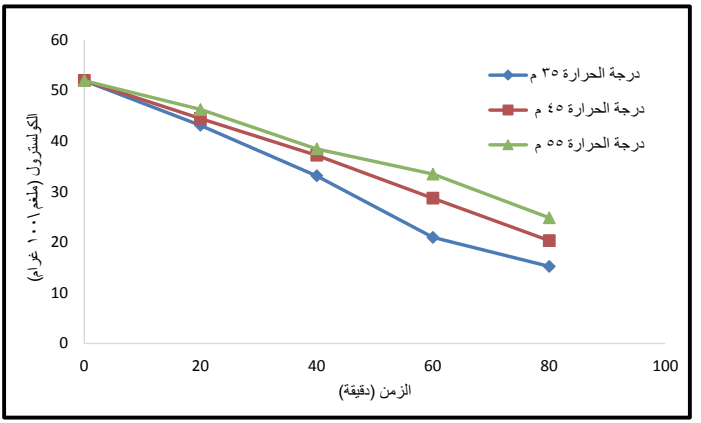
شكل (5 ـ 11) : إزالة الكولسترول بضغط 85 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة.



شكل (5 ـ 12) : إزالة الكولسترول بضغط 85 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة.



شكل (5 ـ 13) : إزالة الكولسترول بضغط 95 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة .



شكل (5 ـ 14) : إزالة الكولسترول بضغط 95 بار وبدرجات حرارية واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة.

يوضح الجدولين (5 ـ 3) و (5 ـ 4) نسب الازالة الحاصلة في مستويات الكولسترول في درجات حرارة مختلفة (35 ،45 ،55) م وازمان مسك مختلفة (20 ،40 ،60 ،80) دقيقة وبضغوط 75 و85 و95 بار وبالطريقتين (الثابتة والمتحركة) ، إذ يلاحظ من الجدول (5 ـ 3) ان نسبة ازالة الكولسترول كانت 79.68% و 83.32% و 87.10 % عند الضغط 75 و85 و95 بار على التوالي ودرجة حرارة 35 م وبزمن مسك 80 دقيقة ، وان أقل نسبة ازالة كانت عند الضغط 75 بار ودرجة حرارة 55 م وبزمن مسك 20 دقيقة وقد بلغت 13.49 % .

ان نسبة الازالة بالطريقة الثابتة وصلت إلى أكثر من ثلثي الكولسترول في عينات اللحم المفروم ، وقد تمكن Wehling (1991) ان يزيل ثلثي الكولسترول من لحم الابقار المجففة كذلك قام King *etal.* (1993) و Lin *etal.*(1999) بإزالة حوالي 87% من كولسترول لحم العجل المجفف بأستخدام ضغوط عالية جداً تصل إلى 340 بار .

أما ما يلاحظ من الجدول (5 ـ 4) ان اعلى نسبة لازالة الكولسترول بالطريقة المتحركة كانت 51.00% و 56.19% و70.69 % عند الضغط 75 و 85 و95 بار ودرجة حرارة 35 م وبزمن مسك 80 دقيقة ، وان أقل نسبة ازالة كانت 5.85 % عند الضغط 75 بار ودرجة حرارة 55 م وبزمن مسك 20 دقيقة . ان نسبة الازالة بالطريقة المتحركة وصلت إلى أكثر من نصف مستوى الكولسترول في عينات اللحم المفروم الطازج ، وقد قام Lin *etal.*(1999) بإزالة حوالي (50 ـ 70) % من مستوى الكولسترول في عينات لحم الخنزير عن طريق استخدام الطريقة المتحركة بدرجات حرارة عالية وضغوط مابين 73 ـ 340 بار .

جدول (5 ـ 3) : نسب ازالة الكولسترول (%) من عينات اللحم في درجات حرارة وضغوط واوقات مختلفة بالطريقة الثابتة .

الضغط (بار)	درجة حرارة 35 مئوي				درجة حرارة 45 مئوي				درجة حرارة 55 مئوي			
	وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
75	15.30	16.35	61.28	79.68	14.50	24.37	47.24	62.44	13.49	26.48	43.58	56.83
85	16.39	34.09	62.25	82.32	15.30	25.88	51.42	63.57	13.61	26.93	46.78	58.86
95	17.45	39.44	67.37	87.10	16.81	37.32	52.21	67.57	14.42	32.28	51.48	64.36

جدول (5 ـ 4) : نسب إزالة الكولسترول (%) من عينات اللحم في درجات حرارة وضغوط واوقات مختلفة بالطريقة المتحركة.

الضغط (بار)	درجة حرارة 35 مئوي				درجة حرارة 45 مئوي				درجة حرارة 55 مئوي			
	وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)				وقت المسك (دقيقة)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
75	14.84	38.27	41.66	51.00	6.27	15.38	31.26	43.99	5.85	13,72	28.41	42.02
85	15.78	39.00	45.51	56.19	11.03	20.33	36.62	50.42	14.86	25.45	44.05	49.57
95	17.01	36.23	59.64	70.69	14.42	28.41	44.76	60.85	10.99	25.97	35.59	52.15

الفحوص الكيميائية

الرطوبة :

يبين الجدول (5 ـ 5) رطوبة اللحم الطازج المفروم غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج ورطوبة اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة على التوالي إذ بينت النتائج ان رطوبة اللحم الطازج المفروم بلغت 74.43 % وقد تقاربت هذه النتيجة مع ما وجدوه العديد من الباحثين امثال Scherz and Senser (1989) والموسوي (1995) و (Jussara *et al*. 2006) و شبيب (2013) إذ بلغت 75.10 %و73.71% و74.48% و76.20 % على التوالي ويعزى السبب في اختلاف نسبة الرطوبة في اللحم إلى عدة عوامل منها تركيب وتكوين الحيوان الحي نفسه وهذا بدوره يؤثر على تركيب وتكوين الذبيحة وبذلك سيؤثر على كمية ونوعية اللحم الناتج ومن هذه العوامل الوراثية ، النوع ، الصنف ، الجنس ، العمر ، نظام وتربية الحيوان وغيرها من العوامل المختلفة (الطائي ،1987). بينت النتائج ان الرطوبة انخفضت في اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة إذ بلغت 72.50 و 71.67 % على التوالي عند ثبوت جميع الظروف من ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة ويلاحظ ان الانخفاض اكثر في الطريقة الثابتة وقد يعزى السبب في ذلك ان إزالة الدهون والكولسترول تكون مباشرة والتي ترفقها فقدان في الرطوبة اي لاتوجد فرصة لاسترجاع جزء من الرطوبة إلى اللحم كما هو الحال في الطريقة المتحركة .

البروتين :

يبين الجدول (5 ـ 5) نسب بروتين اللحم الطازج المفروم غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج ونسبة بروتين اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة على التوالي إذ بينت النتائج ان نسبة بروتين اللحم الطازج المفروم بلغت 19.1 % وقد تقاربت هذه النتيجة مع ما وجدوه العديد من الباحثين امثال Scherz and Senser (1989) والموسوي (1995) و (Jussara *et al.* 2006) و شبيب (2013) إذ بلغت 22 و22.38 و17.22 و21 % على التوالي ويعزى السبب في اختلاف نسبة البروتين في اللحم إلى السبب نفسه الذي ذكر سلفاً في الرطوبة .

بينت النتائج ان نسبة البروتين ازدادت في اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة إذ بلغت 22.68 و 24.41 % على التوالي عند ثبوت جميع الظروف من ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة ويلاحظ ان الزيادة اكثر في الطريقة الثابتة ويعزى السبب في ذلك ان إزالة الدهون والكولسترول بكميات كبيرة في الطريقة الثابتة جعلت من البروتين يتركز بشكل اكبر اضافة إلى الفقدان الحاصل في الرطوبة وكذلك ما يحدث بالطريقة المتحركة لكن بصورة اقل . اشار King *etal.*(1993) إلى ان إزالة حوالي 87٪ من مجموع الدهون و الكولسترول من مسحوق اللحم البقري المجفف، بأستخدام درجات حرارة عالية لاستخراج الدهون ادت إلى تركيز البروتين وتغيراً كبيراً في لون اللحم الطبيعي وهذا بدوره يمكن ان يكون مرغوباً فيه جداً ، لانه يسمح للمنتج ان يكون مصدراً للبروتين في مختلف الأطعمة الجاهزة .

الدهون:

بين الجدول (5 ـ 5) نسبة دهن اللحم الطازج المفروم غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج ونسبة دهن اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة على التوالي إذ بينت النتائج ان نسبة دهن اللحم الطازج المفروم بلغت 4.48 % هذه النتيجة اكثر مما وجدوه العديد من الباحثين امثال Scherz and Senser (1989) و الموسوي (1995) و (Jussara *et al.*, 2006) و شبيب (2013) إذ بلغت 1.9 و1.27 2.08 و 1.66 % على التوالي ويعزى السبب في اختلاف نسبة الدهون في اللحم إلى عدة عوامل منها تركيب وتكوين الحيوان الحي نفسه وهذا بدوره يؤثر على تركيب وتكوين الذبيحة وبذلك سيؤثر على كمية ونوعية اللحم الناتج ومن هذه العوامل الوراثية ، النوع ، الصنف ، الجنس ، العمر ، نظام وتربية الحيوان وغيرها من العوامل المختلفة مثل المناطق التي يؤخذ منها اللحم (الطائي ،1987).

بينت النتائج ان نسبة الدهون انخفضت في اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة إذ بلغت 1.56 و 0.4 % على التوالي عند ثبوت جميع الظروف من ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة ويلاحظ ان الانخفاض اكثر في الطريقة الثابتة ويعزى السبب في ذلك ان إزالة الدهون والكولسترول تكون مباشرة من وحدة فصل الدهون والكولسترول (الوحدة الثانية من وحدات تكوين الجهاز) اي لاتوجد فرصة لاسترجاع جزء من الدهون إلى اللحم كما هو الحال في الطريقة المتحركة التي تسترجع كمية من الدهون دون الكولسترول إلى اللحم مرة اخرى بسبب قوة الشد السطحي بين جزيئات اللحم نتيجة الفراغات التي خلفها فقدان الدهون بالدورة الاولى ، (لان الطريقة المتحركة تنص على ان الدهون والكولسترول المحمل مع CO_2 فوق الحرج يبقى بحركة مستمرة داخل جميع اجزاء الجهاز لزمن مسك 80 دقيقة لغرض فصل اكبر كمية من الكولسترول دون الدهون) والتي تكون جزيئات صغيرة

محملة ، وبينت النتائج ان نسبة الازالة بالدهون بالطريقة المتحركة بلغ 65.17 % وبالطريقة الثابتة بلغ 90.07 % .

الرماد

يبين الجدول (5 ـ 5) نسب الرماد في اللحم الطازج المفروم غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج ونسبة الرماد في اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة على التوالي إذ بينت النتائج ان نسبة الرماد في اللحم الطازج المفروم بلغت 1.21% وقد تقاربت هذه النتيجة مع ما وجدوه العديد من الباحثين امثال Scherz and Senser (1989) والموسوي (1995) و (Jussara *et al*. 2006) و شبيب (2013) أذ بلغت 1 % و 1.11 و1.27 و 1 % على التوالي ويعزى السبب في اختلاف نسبة الرماد في اللحم عدة اسباب منها زيادة وانخفاض تركيز المكونات الاخرى وهذا يرجع للسبب المذكر سلفاً ازاء كل مكون من مكونات اللحم .

بينت النتائج ان نسبة الرماد ازدادت في اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة إذ بلغت 2.40 و 2.60 % على التوالي عند ثبوت جميع الظروف من ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة ويلاحظ ان الزيادة اكثر في الطريقة الثابتة ويعزى السبب في ذلك ان إزالة الدهون والكولسترول وفقدان كميات من الرطوبة في الطريقة الثابتة ادت إلى تركيز المكونات المتبقية ومن ضمنها الرماد و المكونات الاخرى مثل الفيتامينات والكاربوهيدرات وكذلك هذا ما يحدث بالطريقة المتحركة لكنه بصورة اقل. بينت النتائج ان مجموع المكونات الاخرى التي قد توجد في اللحم الطازج المفروم غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج والموجودة في اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة على التوالي والمحسوبة بطريقة الطرح من الكل هي 0.78 %و 0.86% و 0.92 % ويلاحظ زيادة ايضاً

بعينات الطريقة الثابتة عن المتحركة ويعزى السبب لكثرة التركيز الذي يحدث بهذه الطريقة لإزالة الدهون والكولسترول وفقدان جزء من الرطوبة والذي يكون بنسب اقل بالطريقة المتحركة .

جدول (5 ـ 5) : التركيب الكيمياوي للحم المفروم الطازج قبل وبعد المعاملة بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقتين الثابتة والمتحركة .

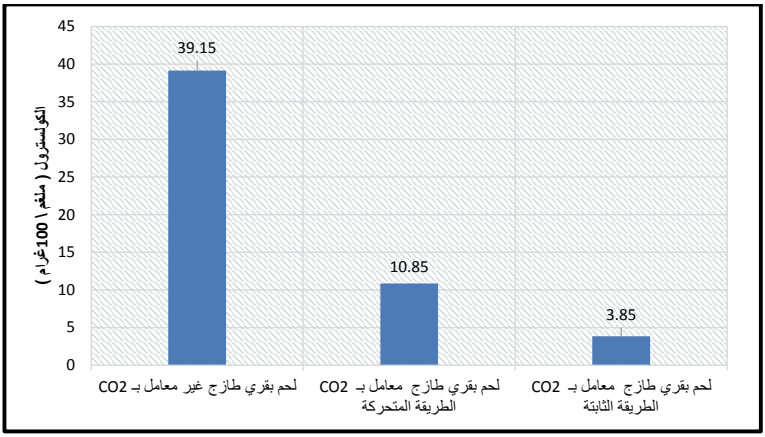
المكونات	النسبة المئوية (%)		
	اللحم الطازج غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج	اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج	
		الطريقة المتحركة	الطريقة الثابتة
الرطوبة	74.43	72.50	71.67
البروتين	19.1	22.68	24.41
الدهن	4.48	1.56	0.4
الرماد	1.21	2.4	2.6
الكاربوهيدرات	0.78	0.86	0.92

الكولسترول :

بينت النتائج ان مستوى الكولسترول في اللحم الطازج المفروم غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج انخفضت مع زيادة إزالة الدهون من اللحم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة والثابتة على التوالي إذ توجد علاقة طردية بين وجود

الكولسترول وإزالة الدهون وهذه تتفق مع ناصر (1994) التي اكدت ان نسبة الدهون إذا ازدادت سوف يزداد مستوى الكولسترول تبعاً له ، فقد بلغ مستوى الكولسترول المقدر في اللحم الطازج المفروم غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج حوالي 39.15 ملغم \ 100 غرام لحم الشكل (4 – 33) .

اشار (1980)Slover *etal.* إلى ان مستوى الكولسترول يصل إلى 55.63 ملغم \ 100 غرام لحم البقر ، واكد (1998)Bohac *etal.* ان مستوى الكولسترول في اللحم الطازج يختلف حسب نوع الحيوان ومصدر اللحم الذي اخذت منه العينات وبصورة عامة تتراوح بين 36 ـ 114 ملغم \ 100 غرام لحم في لحوم الابقار ، اشارت الموسوي (1995) إلى ان مستوى الكولسترول في اللحم البقري الطازج تصل إلى 46.25 ملغم \ 100 غرام لحم . ذكر (2006)Jussara *elal.* ان مستوى الكولسترول في لحوم الابقار يصل إلى 51.97 ملغم \ 100 غرام لحم . بينت النتائج ان مستوى الكولسترول انخفض بعد الإزالة باستخدام CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة بالظروف نفسها (ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة) ليصل إلى 10.85 ملغم \ 100 غرام لحم اي بنسبة ازالة وصلت إلى 72.28% ، أما عند استخدام الطريقة الثابتة في الإزالة وبالظروف نفسها فقد انخفض مستوى الكولسترول إلى 3.85 ملغم \ 100 غرام لحم اي بنسبة ازالة بلغت 89 % . اشار (1991) Wehling إلى امكانية إزالة ثلثي الكولسترول من لحم الابقار المجفف باستخدام CO_2 فوق الحرج وعمل King *et al,*(1993) على إزالة 87% من الكولسترول من مسحوق اللحم المجفف .



شكل (5 ـ 15) : إزالة الكولسترول بضغط 95 بار وبدرجة حرارة 35 ° م ووقت مسك 80 دقيقة .

رقم البيروكسيد

تبين النتائج في الجدول (5 ـ 6) قيم البيروكسيد (مليمكافئ \ كغم دهن) في عينات اللحم المفروم الطازج والمخزون بالتبريد بدرجة حرارة 4 م قبل وبعد المعاملة بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة والمتحركة . بينت النتائج ان قيم البيروكسيد في عينات اللحم المفروم الطازج غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج كانت 2.02 مليمكافئ \ كغم دهن قبل الخزن وبدءت هذه القيمة بالتزايد بأزدياد فترات الخزن التبريدي والبالغة 12 يوم ووصلت إلى 9.45 مليمكافئ \ كغم دهن . بينت النتائج ان أدنى قيمة للبيروكسيد كانت في عينات اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة بضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة إذ بلغت 0.76 مليمكافئ \ كغم دهن ووصلت إلى 1.1 مليمكافئ \ كغم دهن بعد 12 يوم من الخزن التبريدي

ويعزى السبب في انخفاض قيم البيروكسيد في هذه العينات إلى استخدام CO_2 فوق الحرج وبالظروف المذكورة انفاً،وعزى السبب في ذلك انه بالطريقة الثابتة تكون نسبة إزالة الدهون من اللحم المفروم عالية تصل إلى 90.07 % من كمية الدهون الاصلية لانها تعمل على التخلص من الدهون مباشرة دون استرجاع جزء منه إلى اللحم مرةً اخرى .

أما عينات اللحم المعاملة بـ CO_2 فوق الحرج تحت الظروف نفسها من ضغط ودرجة حرارة وزمن مسك وبالطريقة المتحركة بدلاً عن الثابتة فقد أظهرت النتائج ان قيمة البيروكسيد للحم الطازج قبل الخزن بلغت 1.46 مليمكافئ \ كغم دهن وبدءت بالتزايد مع تقادم ايام الخزن التبريدي البالغة 12 يوم لتصل إلى 2.1 مليمكافئ \ كغم دهن وعليه تكون قيم البيروكسيد في عينات الطريقة المتحركة مرتفعة نسبياً عن عينات الطريقة الثابتة ويعزى السبب في ذلك ان نسب الدهون المزالة بالطريقة المتحركة كانت بنسب اقل من تلك المزالة بالطريقة الثابتة لتصل إلى 65.17 % من نسب الدهون الاصلية. كما بينت النتائج ان عملية إزالة الدهون بـ CO_2 فوق الحرج تتناسب عكسياً مع قيم البيروكسيد وعليه فان المعاملة بـ CO_2 فوق الحرج تساعد على حفظ اللحم لفترات اطول تحت ظروف التخزين مما لها دور مهم من الناحية التغذوية والاقتصادية ، ومما تجدر الاشارة اليه ان محتوى دهون اللحم على بعض الاحماض الدهنية غير المشبعة يجعله سهل التعرض لعملية الاكسدة عند توفر الظروف الملائمة له .

اشار Gray (1978) إلى ان قيم البيروكسيد لا تعطي في اغلب الاحيان الفكرة الصائبة عن مدى التأكسد الحاصل للدهون فقد تكون الدهون متزنخة وتالفة الا ان قيم البيروكسيد تكون منخفضة عند التقدير ويعود السبب في ذلك إلى ان سرعة تكوين البيروكسيدات ابطىء من سرعة تفاعل التحطيم .

جدول (4 ـ 10) : قيم البيروكسيد في عينات اللحم المفروم الطازج والمبرد قبل وبعد معاملتة بـ CO_2 فوق الحرج .

المعاملة	قيم البيروكسيد مليمكافئ \ كغم دهن				
	قبل الخزن بالتبريد	بعد 3 ايام من الخزن	بعد 6 ايام من الخزن	بعد 9 ايام من الخزن	بعد 12 يوم من الخزن
لحم مفروم طازج غير معامل بـ CO_2 فوق الحرج	2.02	3.86	5.34	7.24	9.45
لحم مفروم طازج معامل بـ CO_2 فوق الحرج الطريقة الثابتة	0.76	0.81	0.91	0.98	1.1
لحم مفروم طازج معامل بـ CO_2 فوق الحرج الطريقة المتحركة	1.46	1.62	1.75	1.82	2.1

الفحوص المايكروبية

العد الكلي للبكتريا Total aerobic:

أظهرت النتائج ان العد الكلي للبكتريا في اللحم الطازج بلغ 2.4× 10^5 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام وقد انخفض هذا العدد من المستعمرات بعد ادخال عينات اللحم إلى جهاز إزالة الكولسترول والدهون وتعرضه إلى ضغط بحدود 95 بار إلى اقل من 30 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام عند التخفيف الاول بأستخدام الطريقتين الثابتة والمتحركة ويعزى السبب في ذلك هو انفجار الخلايا البكتيرية وعدم تحملها الضغوط العالية التي تعرضت لها. اشار Baskagya *etal*. (2004) و(2014) Kimiran *etal*. ان العدد الكلي للبكتريا في اللحم المفروم الطازج يصل إلى 6.3× 10^7 و9 × 10^6 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام على التوالي.

عد بكتريا القولون Total coliform:

تعد بكتريا القولون من البكتريا المهمة في اللحم ، لانها دليل على نظافته وسلامته. بينت النتائج ان العدد الكلي لبكتريا القولون في اللحم الطازج هو 3.5 × 10^4 وحدة تكوين مستعمرة لكل غرام وقد انخفض عدد المستعمرات إلى اقل من 30 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام عند التخفيف الاول بعد تعرضه إلى ضغط بحدود 95 بار بأستخدام الطريقتين الثابتة والمتحركة ويعزى السبب للسبب المذكور انفاً اشار Baskagya *etal*. (2004) و Kimiran *etal*. (2014) ان العدد الكلي لبكتريا القولون في اللحم المفروم الطازج يصل إلى 6.2× 10^4 و1× 10^6 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام على التوالي.

عد المكورات العنقودية *Staphylococcus*:

بينت النتائج ان عدد المكورات العنقودية في اللحم الطازج هو 6×10^3 وحدة تكوين مستعمرة لكل غرام وقد انخفض عدد المستعمرات إلى اقل من 30 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام عند التخفيف الاول بعد تعرضه إلى ضغط بحدود 95 بار بأستخدام الطريقتين الثابتة والمتحركة ويعزى السبب للسبب المذكور انفاً اشار (2004) Baskagya *etal.* و(2014)Kimiran *et al.* ان عدد المكورات العنقودية في اللحم المفروم الطازج يصل إلى 8.2×10^3 و6×10^5 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام على التوالي.

الكشف عن بكتريا السالمونيلا *Salmonella* :

بينت النتائج ان الكشف عن بكتريا السالمونيلا كان سالباً (−) في اللحم الطازج وهو دلالة على سلامة اللحم وتقبله .

عد الخمائر والاعفان Yeast and mold:

أظهرت النتائج ان اللحم الطازج يحوي على 1.3×10^3 وحدة تكوين مستعمرة \ غرام وقد انخفض العدد إلى اقل من 30 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام عند التخفيف الاول بعد تعرضه إلى ضغط بحدود 95 بار بأستخدام الطريقتين الثابتة والمتحركة ويعزى السبب للسبب المذكور انفاً اشار (2014)Kimiran *etal.* إلى ان العدد الكلي للخمائر والاعفان في اللحم المفروم الطازج يصل إلى 2.7×10^7 وحدة تكوين مستعمرة (cfu) لكل غرام .

التقيم الحسي لمنتج البيركر

تبين النتائج في الجدول (5 ـ 6) متوسطات درجات التقيم الحسي للبيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج قبل وبعد معاملته بـ CO_2 فوق الحرج ، إذ بينت النتائج انه لا توجد فروق معنوية بين عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج و عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج (ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35 م وزمن مسك 80 دقيقة) بالطريقة المتحركة ويعزى السبب في ذلك ان كمية الدهون المتبقية في عينات اللحم بعد الإزالة باستخدام CO_2 فوق الحرج اعطت نتائج تقيم حسي متقاربة جداً من اللحم غير المعامل بـ $SCCO_2$.

بينت النتائج وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) ما بين عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج و عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة و عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة تحت ظروف (ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35م وزمن مسك 80 دقيقة) ويعزى السبب في ذلك إلى العينات الاخيرة صنعت من لحم إزيل منها الدهون بشكل كبير جداً مما اثرت على نتائج التقيم الحسي على الرغم من هذه العينات قد لاقت قبولاً واضحاً لدى بعض المقيمين وعدم رفضها من قبل الاخرين ، وعليه تكون عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة هي أكثر قبولاً من ناحية التقيم الحسي لمنتوج البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج الذي إزيل منه جزء من الدهون وكميات كبيرة من الكولسترول دون التأثير الواضح على العملية التصنيعية او

التغذوية او الصحية كما من الجدير بالذكر هنا ان عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة هي الاخرى ليس لها تأثير واضح على العملية التصنيعية او التغذوية او الصحية الا انها اقل قبولاً .

جدول (5 ـ 6) : متوسطات درجات التقيم الحسي للبيركر المصنع من اللحم المفروم قبل وبعد معاملته بـ CO_2 فوق الحرج .

طريقة إزالة الكولسترول والدهون	صفات التقيم الحسي			
	اللون	النكهة	الطراوة	القبول العام
A	7.33 ± 0.33[a]	7.11 ± 0.45[a]	7.44 ± 0.41[a]	7.55 ± 0.86[a]
B	7.35 ± 0.35[a]	6.55 ± 0.29[a]	7.00 ± 0.70[a]	7.30 ± 0.70[a]
C	5.47 ± 0.52[b]	5.38 ± 0.42[b]	5.65 ± 0.70[b]	5.44 ± 0.78[b]

A = بيركر مصنع من لحم مفروم طازج غير معامل بـ CO_2 .

B = بيركر مصنع من لحم مفروم طازج معامل بـ CO_2 بالطريقة المتحركة .

C = بيركر مصنع من لحم مفروم طازج معامل بـ CO_2 بالطريقة الثابتة .

يلاحظ من الجدول (5 ـ 6) ان صفة اللون قد تأثرت معنوياً ($p \leq 0.05$) مابين عينات البيركر المصنع فقد بينت النتائج ان عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم

الطازج غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج كان اللون فيها أغمق لوناً تليها عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة إذ يحدث فيها تغير ملوحوظ باللون يميل إلى الفاتح أما عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة فقد حدث تغير لوني كبير فيها واصبحت اكثر فتوحاً ويعزى السبب في ذلك نتيجةً لاستخدام CO_2 فوق الحرج في إزالة الدهون والكولسترول . اشار King *et al.* (1993) إلى ان إزالة 87٪ من مجموع الكولسترول والدهون من مسحوق اللحم البقري المجفف، باستخدام درجات حرارة عالية لاستخراج الدهون تصل إلى درجة حرارة 55 م ادت إلى تغيير لون مسحوق لحم البقر المجفف من الغامق إلى اللون الفاتح بسبب إزالة الصبغات ، التي يمكن ان يكون من المرغوب فيه في بعض الصناعات الغذائية كان يكون مصدرا للبروتين في مختلف الأطعمة الجاهزة . لاحظ Lin *et al.*(1999) فقدان في صبغات اللحم خلال إزالة الكولسترول من لحم الخنزير المقلي باستخدام CO_2 فوق الحرج المستمر عند درجة حرارة تراوحت بين (50 ـ 150) م وضغط (73 ـ 340) بار إذ تم إزالة حوالي 50–70٪ من نسبة الكولسترول في عينة اللحم . أما بالنسبة لصفة النكهة فمن المعروف ان النكهة تقسم إلى الرائحة والطعم وان النتائج بينت وجود فروق معنوية ما بين عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج و عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة و عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج (ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35م وزمن مسك 80 دقيقة) بالطريقة الثابتة من حيث النكهة فبالرغم من كون جميع التوابل من نفس النوع وصنعت اقراص البيركر وفقاً للنسب الموضوعة في الطريقة القياسية الا ان فقدان الدهون بكميات كبيرة ادت إالى هذه الاختلافات بين العينات الثلاث. تميزت عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم

الطازج غير المعامل بـ CO_2 فوق الحرج (ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35م وزمن مسك 80 دقيقة) بطراوة عالية بسبب محتواها العالي من الدهون وقد بينت النتائج عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة (ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35م وزمن مسك 80 دقيقة) تميزت هي الاخرى بطراوة عالية رغم إزالة نسبة من الدهون منها الا ان عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة الثابتة (ضغط 95 بار ودرجة حرارة 35م وزمن مسك 80 دقيقة) وبسبب إزالة الدهون منها تميزت بأقل طراوة من العينتين الاولتين ان مجموع الصفات اعلاه شكلت صفة القبول العام وقد بينت النتائج بشكل واضح ان عينات البيركر المصنع من اللحم المفروم الطازج المعامل بـ CO_2 فوق الحرج بالطريقة المتحركة هي اكثر قبولاً

ومن هذا يلاحظ ان الجديد في الجهاز المصنع يتلخص في ما يلي :

1 ـ يعمل الجهاز بطريقتين هي الثابتة والمتحركة وحسب الحاجة .

2 ـ انتقال CO_2 المحمل بالكولسترول والدهونبأتجاه الاسفل مما جعل الإزالة اعلى مقارنةً مع نتائج الابحاث العالمية بسبب انه عند انخفاض ضغط CO_2 المحمل بالكولسترول والدهون سيخرج بشكل اسهل بعكس ما موجود بالمصادر الاخرى مما يسبب رجوعاً لجزءٍ من الكولسترول بسبب انخفاض الضغط .

3 ـ استخدام كاربونات الكالسيوم على شكل كرات داخل قماش خفيف مما يجبر CO_2 على المرور حول الكرات وبأتجاهات مختلفة وتمتص أكبر كمية من الكولسترول .

4 ـ يمكن استخدام اسطوانة الاستخلاص بحجم اكبر لاستيعاب كمية اكبر من اللحم وزيادة الانتاجية من دون تغير في تصميم الجهاز .

المصـــادر

الطائي ، منير عبود جاسم (1987). تكنولوجيا اللحوم والاسماك ، ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة دار الكتب ، جامعة البصرة ، 421 صفحة

الموسوي، أم البشر حميد جابر (1995) . تصنيع البيركر من لحم الابل وتاثير فترات الخزن بالتجميد على صفاته الكيميائية والحسية والمايكروبولوجية . اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .

شبيب ، علياء جري (2013) . استخدام بعض مخلفات معامل تصنيع الاغذية في اطالة مدة حفظ اللحم البقري . رسالة ماجستير. كلية الزراعة ، جامعة البصرة .

ناصر ، أميرة كاظم (1994) . تاثير نسبة الدهن واضافة الملح على الصفات الكيميائية والحسية لبيركر اللحم المجمد لفترات مختلفة. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .

Başkaya, R. ; Karaca, T.; Sevinç, I.; Çakmak, Ö. ; Yıldız, A. and Yörük, M. (2004). The microbiological, Serological and Chemical qualities of mince meat marketed in Istnbul *Vet. Fak. Derg., 15: (1-2): 41–46.(In Turkish).*

Bohac , C. E. ; Rhee , K. S. ; Cross ,H.R. and Ono, K. (1988) . Assessment of methodologies for colorimetris cholesterol assay of meats . *J. Food Sci.*, 53 : 1642 – 1644 .

Chao , R. R.; Mulvaney, S. J. ; Bailey, M .E. and Fernando , L. N. (1991) . Supercritical CO2 conditions affecting extraction of lipid and cholesterol from ground beef. *J. Food Sci.,* 56 : 183 – 187.

Chrastil , J. (1982) . Solubility of solids and liquids in supercritical gases. *J. Phys. Chem.,* 86 : 3016–3021.

Froning ,G. W. ; Cuppett, S. L. and Niemann ,L. (1992) . Extraction of cholesterol and other lipids from dehydrated beef using supercritical carbon dioxide. *J. Agric. Food Chem.,* 40: 1204 –1207

Gray, J.I. (1978) . Measurement of lipid oxidation : A Review . *J. Am. Oil chem. Soc. ,* 55 : 539 – 546 .

Han, X. ; Cheng, L. ; Zhang, R. and Bi, J. (2009). Extraction of safflower seed oil by supercritical CO2. *Journal of Food Engineering*, 92: 370–376.

Jussara ,C. A. ; Magda, S. P. ; Joiza , L. C. ; Neura , B. and Jorge , L. G. (2006). Fatty acids composition and cholesterol content of beef and chichen meat in Southern Brazil . Brazillan . *Journal of Pharmaceutical Sciences ,* 42, n,l, jan. / mar.

Kimiran, E.; Saglam, D.; Ozer, D. and Ozcelik, E. (2014) Microbiological quality of minced meat samples marketed in Istanbul. *YYÜ Vet Fak Derg.,* 25 (3): 67–70.

King , J. W. ; Johnson, J. H. ; Orton , W.L. ; McKeith, F.K. ; O'Connor P. L . ; Novakofski, J. and Carr T. R. (1993). Fat and cholesterol content of beef patties as affected by supercritical CO2 extraction. *J. Food Sci* .,58 : 950–958.

Kumovo, A.C. and Hassan, M. (2007) . Supercritical carbon dioxide extraction of andrographolide from andrographis paniculata : Effect of solvent flow rate, pressure and temperature. *Chin. J. Chem. Eng .,* 15(6) 877 – 883.

Lin ,T.Y. ; Wang, Y.J . ; Lai, P. Y. ; Lee, F. J. and Cheng, J. T. S. (1999) . Cholesterol content of fried-shredded pork extracted by supercritical carbon dioxide. *Food Chem.,* 67:89–92.

Marentis, R.T. (1988). Steps to developing a commercial supercritical carbon dioxide processing plant. In: Supercritical fluid extraction and chromatography, Carpentier, B.A. and Sevenants, M.R., Eds., American Chemical Society, Washington DC.

Neves , G.B.M. (1996) . Solubilidade do colesterol e do o´leo de manteiga em dio´xido de carbon supercrı´tico. MSc Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas- Brasil.

Ono, K. ; Berry , B. W. and Parocazay, E. (1985) . Contents and retention of nutrients in extra lean ,lean and regular ground beef . *J. Food Sci. ,* 50 : 701 – 705 .

Ouyang, L. B. (2011) . New correlations for predicting the density and Viscosity of supercritical carbon dioxide under conditions expected in carbon capture and sequestration operations . *Journal of The Open Petrolenm Engineering ,* 4:13-21 .

Rhee, K.S. and Smith, G.C. (1983) . Effect of cooking on cholesterol content of patties containing different amount of beef , textured say protein and fat .*J. Food Sci.,* 48: 268-271

Scherz , H. and Senser ,F. (1989) . Food composition and nutrition tables 1989/ 1990 . Wissen schattlich . Verlag sgesellshatt mbh stuggart .

Slover , H. T. ; Lanza , E. and Thomposn Jr. , R. H. (1980) . Lipids in fast food , *J. Food Sci.*, 45 : 1583–1591 .

Vedaraman, N. ; Srinivasakannan, C.; Brunner , G. ; Ramabrahma, B.; and Rao, P.G.(2005). Experimental and modeling studies on extraction of cholesterol from cow brain using supercritical carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids* 34 : 27–34

Wehling , R. L . (1991) . Supercritical fluid extraction of cholesterol from meat products. Chap. 10. In: Haberstroh, C.; Morris, C.E. (Eds.) , Fat and cholesterol reduced foods: Technologies and Strategies. Woodlands, TX: Gulf Pub. *Advances in applied biotechnology series,* 12: 133–139.

الفصل السادس

الكلفة الاقتصادية لجهاز إزالة الكولسترول والدهون :

يتضمن هذا الفصل دراسة الجوانب الاقتصادية لجهاز إزالة الكولسترول والدهون من اللحوم المفرومة وشملت الدراسة تحليل التكاليف الكلية والربح السنوي المتوقع من تشغيل الجهاز والتي تهدف إلى بيان كفاءة اداء الجهاز اقتصادياً للحصول على اعلى انتاج ممكن وباقل كلفة ، ويهدف هذا الفصل إلى توضيح الطريقة التي يتم من خلالها تحديد التكاليف الكلية ومن ثم الربح في نقطة معينة ضمن الأسعار و الأجور السائدة في السوق ولذلك فقد تم افتراض بعض النسب التي لم تتوفر في الدوائر العراقية وذلك لعدم احتساب الدوائر لهذه النسب انما قدرت اعتماداً على تخمينات ذوي الاختصاص في تلك الدوائر .

تقسم التكاليف الكلية إلى قسمين الأول التكاليف الثابتة Fixed costs ويرمز لها بالرمز (Fc) وهي التكاليف التي لا تتغير سواءً اشتغل الجهاز أم لم يشتغل وتشمل هذه التكاليف : الاندثار والفائدة والتأمين والإيواء والضرائب . أما النوع الثاني من التكاليف فهو التكاليف المتغيرة Variable costs ويرمز لها بالرمز (Vc) ، التي تتغير بتغير الانتاج وتشمل هذه التكاليف : المادة الأولية والوقود والصيانة والتزييت والتشحيم وأجور عمال التشغيل وأمور أخرى لها علاقة بالانتاج . التكاليف الكلية Total costs التي يرمز لها بالرمز (Tc) تحسب من مجموع التكاليف الثابتة مع التكاليف المتغيرة .

$$Tc = Vc + Fc \qquad \text{.....(6 - 1)}$$

أما الربح السنوي فيعتمد على انتاجية الجهاز وسعر كيلو اللحم المفروم المنتج الذي بدوره يكون متغيراً ، ويحسب بلصيغة التالية (الطحان وآخرون ، 1991) .

$$\pi = TR - TC \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2 - 6)$$

إذ ان :

π : الربح السنوي .

TR : الايرادات السنوية الكلية .

TC : التكاليف السنوية الكلية .

جدول (6 . 1) : المواد المستخدمة في تصنيع جهاز إزالة الكولسترول والدهون من اللحوم المفرومة وسعرها بالدينار العراقي .

ت	اسم المادة المستخدمة	المنشأ	السعر بالدينار العراقي
1	صفائح مقأومة للصدأ	Germany	20000
2	خشب	Ockrainy	5000
3	حديد مربع	Malezia	100000
4	انابيب مقأومه للصدأ	Germany	20000
5	انابيب مرنه	Germany	75000
6	صندوق بلاستك معزول	الاسواق المحليه	5000
7	اسطوانه كاربون ستيل ثقيل	Germany	150000
8	صمام تحكم مقأوم للصدأ	Germany	150000

9	صمام أمان مقأوم للصدأ	Germany	35000
10	قاعدة رأسيه عليا	Germany	200000
11	غطاء قاعدة رأسيه عليا	Germany	200000
12	حشوة	Germany	20000
13	غطاء قاعدة سفلى	Germany	120000
14	ملحقات ربط (عكس ، يونين ، نبل ، تقسيم ، سوكت ، قفل) مقأومه للصدأ	Germany	150000
15	قنينة غاز CO_2	الاسواق المحلية	70000
16	أصباغ	الأسواق المحلية	20000
17	مقياس درجة الحرارة	Germany	30000
18	مقياس الضغط	Germany	60000
19	مضخة	China	1500000
20	سخان حراري	الاسواق المحليه	25000
21	ثرموستات	England	5000
22	ضاغط هواء	Germany	1500000
23	الثلاجة	Malezia	450000
24	الميزان العادي	الاسواق المحليه	25000
المجموع			4935000

الحسابات :

يقصد بالحسابات هو إيجاد قيمة التكلفة الثابتة والمتغيرة والكلية و استخراج الربح السنوي للجهاز .

التكاليف الثابتة :

ان تكلفة تصنيع الجهاز كما هو موضح من الجدول (6 ـ 1) هي 4935000 دينار وهي تمثل رأس المال ولحساب التكلفة الثابتة نتبع الخطوات الآتية : (الطحان واخرون ، 1991) .

الاندثار:

يتم حساب قيمة الاندثار السنوي من المعادلة الآتية وهي بطريقة القسط الثابت .

الاندثار السنوي = كلفة تصنيع الجهاز \ عمر التشغيل (سنة)

يفرض ان العمر التشغيلي للجهاز 10 سنوات

= 4935000 \ 10 = 493500 دينار

الفائدة :

تمثل الفائدة المحسوبة على رأس المال فيما لو وضع هذا المال في أحد المصارف العراقية وتسمى اقتصادياً تكلفة الفرصة البديلة تقدر بـ 5 % سنوياً . ويمكن حسابها من المعادلة الآتية .

الفائدة = رأس المال × نسبة الفائدة

= 4935000 × 0.05 = 246750 دينار سنوياً

الإيواء :

خصص مكان بكلية الزراعة بمساحة 9 م^2 ويقدر الإيجار السنوي له 0.2 % من رأس المال

الإيواء = رأس المال × 0.002

= 4935000 × 0.002 = 9870 دينار

التأمين :

تقوم شركة التأمين باستقطاع قسط سنوي يقد بـ 0.3 % من رأس المال .

التأمين = رأس المال × 0.003

= 4935000 × 0.03 = 14805 دينار

الضرائب

قدرت الضريبة السنوية على الجهاز بمقدار0.5 % .

الضريبة = رأس المال × 0.005

= 4935000 × 0.005 = 24675 دينار

و بهذا تكون التكلفة الثابتة هي مجموع الصفات السابقة كلها :

التكلفة الثابتة = 493500 + 246750 + 9870 + 14805 + 24675

= 789600 دينار

التكاليف المتغيرة :

تعد هذه التكاليف مهمة جداً في تحديد ربح أو خسارة الجهاز وذلك ، لانها تتعامل مع المادة الأولية والمشغلين وكمية الانتاج ولحساب التكلفة المتغيرة نتبع الخطوات الآتية : (الطحان وآخرون ، 1991) .

تكلفة المادة الأولية (اللحم المفروم) :

ان تكلفة المادة الأولية (اللحم المفروم الخام) يمكن حسابها على أساس كمية اللحم الداخلة للجهاز وكمعدل عام خلال السنة . يقدر المعدل العام لكمية اللحم الداخلة للجهاز خلال السنة 3120 كغم بواقع 10 كغم لليوم الواحد ما عدا عطلة نهاية الاسبوع ، سعر شراء كيلو اللحم المفروم الواحد 10000 دينار .

تكلفة اللحم الخام = 3120 × 10000 = 31200000 دينار سنوياً ويحتاج الجهاز إلى غاز CO_2 يومياً مع كل وجبة بواقع 350 غم من الغاز للكيلو الواحد من اللحم أي 3500 غم من الغاز يومياً و1092000 غم سنوياً وان سعر 1000 غم منه يسأوي 3750 دينار .

تكلفة الغاز = 1092 كغم × 3750 = 4095000

وعليه تكلفة المادة الأولية تسأوي 31200000 + 409500 = 35295000

أجرة المشغل :

من التكاليف المتغيرة الأخرى هي أجرة المشغل وقد قدرت افتراضياً بـ 15000 دينار \ يوم التي تعادل 4680000 دينار سنوياً وهذه أيضاً قابلة للزيادة أو النقصان .

التصليح والإدامة :

يحتاج الجهاز إلى إدامة دورية ومستمرة وقدرت هذه بـ 5 % من تكلفة تصنيع الجهاز . وتحسب كالأتي :

= 4935000 × 0.05 = 246750 دينار سنوياً

تكلفة الطاقة :

في حال تشغيل المضخة لمدة 8 ساعات تكون الطاقة قدرها 1400 واط وهذا يعادل 1120 دينار \ يوم و349440 دينار سنوياً .

تكلفة الماء المستخدم للغسل والتعقيم :

يستخدم الماء لإغراض الغسل والتعقيم بالبخار ويحتاج جهاز ازالة الكولسترول المصنع إلى 30 لتر ماء لليوم الواحد . سعرا لتر الواحد من الماء الصافي بـ 10 دينار وبهذا تكون كلفة الماء المستخدم 300 دينار يومياً و 93600 وهذه التكلفة قابلة للزيادة والنقصان اعتماداً على عدد مرات الغسل وكمية الماء المستخدمة .

التعبئة :

تقدر تكلفة التعبئة للكيلو الواحد الواحد بحدود 35 دينار ، معدل المنتج 14600 كغم يومياً فتكون تكلفة التعبئة لليوم الواحد 525 دينار في اليوم وتقدر بـ 163800 دينار سنوياً.

التكاليف المتغيرة = مجموع البنود الست السابقة وهي كالاتي :

35295000 +4680000 +246750 +349440 +93600 +163800

= 40828590 دينار

التكاليف الكلية = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة

= 789600 + 40828590 = 41618190 دينار

الربح السنوي :

يحصل فقدان بكمية اللحم الخام الداخلة للجهاز نتيجة التعرض لازالة الدهن وهذا الفقد قدر بـ 3% . ومن خلال المعدل اليومي للانتاجية (9700 غم) ان سعر بيع الكيلو الواحد من اللحم المفروم المزال منه الكولسترول والدهن 17000 دينار وعليه يكون معدل سعر البيع كالأتي :

= 9700 × 17000 = 164900 يومياً

= 164900 × 312 = 51448800 دينار سنوياً

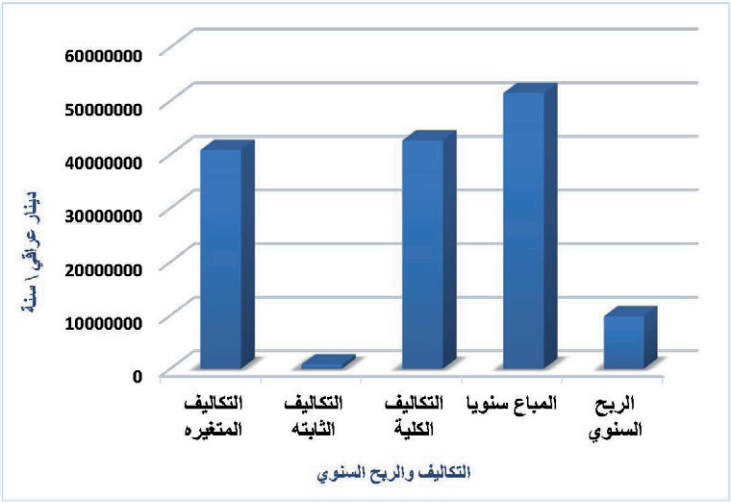
الربح السنوي :

= الوارد سنوياً – التكاليف الكلية

= 51448800 – 41618190 = 9830610 سنوياً

وعليه تكون نسبة الربح سنوياً = الربح السنوي \ التكاليف الكلية × 100

= 9830610 \ 41618190 × 100 = 23.62 %



شكل (6 ـ 1) : التكاليف الكلية والمباع والربح السنوي

أما تحليل التكاليف فقد تم من خلال استخدام منحنيات متوسطات التكاليف التي تعطي بدورها دقة عالية وهي كالاتي :

يمثل Quntity (Q) وحدات الانتاج بواقع كيلوغرام واحد من اللحم المفروم المنتج ويمثل (FC) التكاليف الثابتة والتي تساوي 789600 دينار كما تم حسابها سابقاً ن ويمثل (VC) التكاليف المتغيرة للوحدات المنتجة وقد بلغت 40828590 دينار وقد جمعت كلتا التكاليف لحساب التكاليف الكلية وفقاً للمعادلة (6 ـ 1) وقد بلغت 41618180 دينار .

وبقسمة كل نوع من انواع التكاليف على عدد الوحدات المنتجة يتم استخراج متوسطات التكاليف وبالشكل التالي :

للتكاليف الثابتة = التكاليف الثابتة \ عدد الوحدات المنتجة

$$AFC = FC/Q$$

للتكاليف المتغيرة = التكاليف المتغيرة \ عدد الوحدات المنتجة

$$AVC = VC/Q$$

للتكاليف الثابتة = التكاليف الكلية \ عدد الوحدات المنتجة

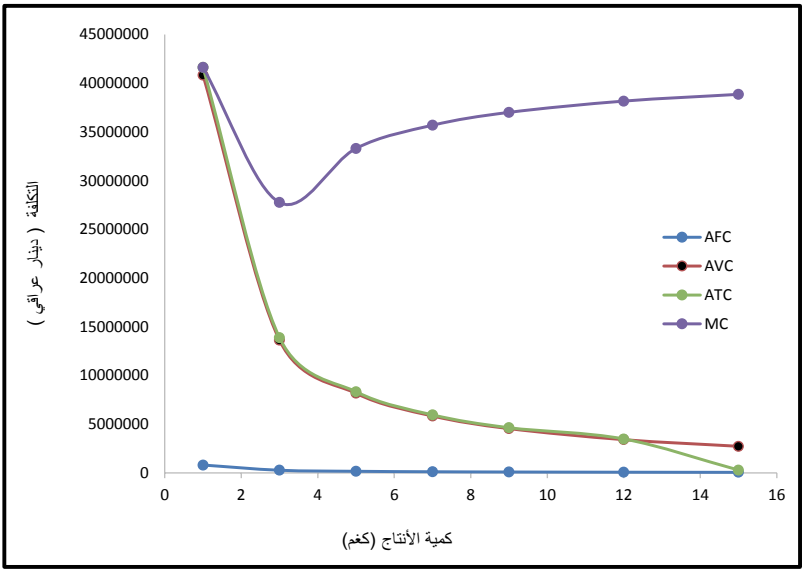
$$ATC = TC/Q$$

أما التكاليف الحدية Marginal Costs والتي يرمز لها (MC) فهي تمثل الوحدة الاخيرة المنتجة وتكون بالصيغة التالية : $MC = TC1, TC1-TC2, TC1-TC3, \ldots\ldots ect$

يلاحظ من الشكل (6 ـ2) ان متوسط التكاليف الثابتة (AFC) تتناقص تدريجياً وهذا ينسجم مع منطق النظرية الاقتصادية التي تشير إلى ان (AFC) يتناقص مع زيادة وحدات الانتاج الا انه لا يمكن ان يسأوي صفراً أو ان يكون سالباً ، أما متوسط التكاليف المتغيرة (AVC) فقد بدأ بالهبوط بشكل حاد من الوحدة المنتجة الأولى وإلى بقية الوحدات المنتجة الثانية والثالثة وإلى اخره وعليه فان المتوقع مع زيادة الوحدات المنتجة ان يصبح هذا الفرق كبير وفقاً لمنطق النظرية الاقتصادية وقانون النسب المتغيرة أو ما يعرف بقانون الغلة المتناقصة (علي ، 1984) . أما متوسط التكلفة الكلية (ATC) الذي يمثل حاصل جمع $ATC = VC/Q + FC/Q$ وتساوي $ATC=AVC+AFC$ فقد كان اقرب شكلاً إلى المنحني AVC وذلك لان اشد تاثيراً على متوسط التكاليف المتغيرة من منحني AFC ونلاحظ ان المسافة بين كل من منحني متوسط التكلفة المتغيرة

ومنحني متوسط التكلفة الكلية تتناقص مع ارتفاع حجم الناتج ، إذ ان هذه المسافة هي متوسط التكلفة الثابتة .

كلما كان متوسط التكاليف اقل كلما كان الانتاج مجدٍ اقتصادياً ، وتشير التكلفة الحدية (MC) إلى تقارب كبير فيما بينها لكل وحدة منتجة بحيث يمكن اعتبارها تقريباً ثابتة . فإذا علمنا ان التكلفة الحدية تقطع منحنى متوسط التكلفة الكلية في اقل نقطة من الاخيرة فانه من المتوقع ان ترتفع MC ارتفاعات بسيطة بينما تنخفض ATC انخفاضات كبيرة حتى الوصول إلى نقطة التقاطع ، اي ان الزيادة في الانتاج مجدية اقتصادية وفق تحليل MC ايضاً وفقاً لمنطق النظرية الاقتصادية ، وبذلك فان الانتاج من خلال الجهاز تثبت كفاءتها الاقتصادية وفق تحليل منحنيات متوسطات التكاليف الثابتة والمتغيرة والكلية وكذلك وفق تحليل منحني التكلفة الحدية (علي ، 1984) .



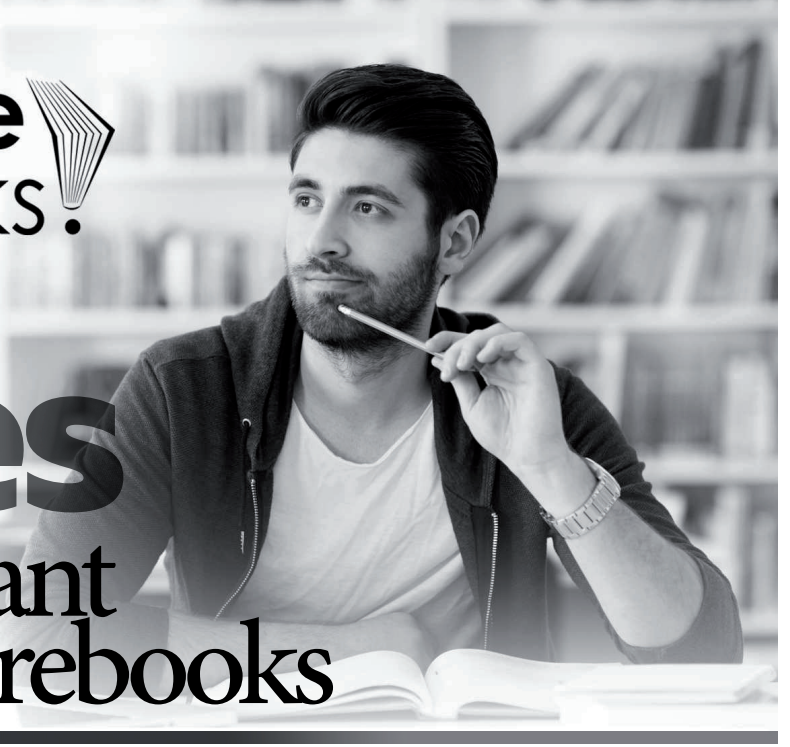
شكل (6 ـ 2) : منحنى تكاليف الانتاج

المصادر

الطحان ، ياسين هاشم وحميده ، مدحت عبد الله وعبد الوهاب ، محمد قدري (1991) . اقتصاديات مكائن زراعية . دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، الموصل، العراق .

علي ، عبد المنعم السـيد (1984) . مبادئ الاقتصـاد الجزيئي ، الجزء الاول ، كلية الادارة والاقتصاد ، الجامعة المستنصرية ، مطابع جامعة الموصل ، العراق.

More Books!



Yes
I want
morebooks

اشتري كتبك سريعا و مباشرة من الأنترنيت, على أسرع متاجر الكتب الالكترونية في العالم
بفضل تقنية الطباعة عند الطلب, فكتبنا صديقة للبيئة

اشتري كتبك على الأنترنيت

www.get-morebooks.com

Kaufen Sie Ihre Bücher schnell und unkompliziert online – auf einer der am schnellsten wachsenden Buchhandelsplattformen weltweit!
Dank Print-On-Demand umwelt- und ressourcenschonend produziert.

Bücher schneller online kaufen
www.morebooks.de

OmniScriptum Marketing DEU GmbH
Bahnhofstr. 28
D - 66111 Saarbrücken
Telefax: +49 681 93 81 567-9

info@omniscriptum.com
www.omniscriptum.com

OMNIScriptum