



جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

مقارنة بعض المتغيرات الكيموحيوية وتركيب الأحماض الدهنية خلال فترة الصوم

رغد عامر أحمد الحياي

رسالة ماجستير
الكيمياء

بإشراف
الأستاذ المساعد
الدكتور محمد عبد الهادي جاسم العبيدي



١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ٣١ ٣٢ ٣٣ ٣٤ ٣٥ ٣٦ ٣٧ ٣٨ ٣٩ ٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤ ٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨ ٤٩ ٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤ ٥٥ ٥٦ ٥٧ ٥٨ ٥٩ ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣ ٦٤ ٦٥ ٦٦ ٦٧ ٦٨ ٦٩ ٧٠ ٧١ ٧٢ ٧٣ ٧٤ ٧٥ ٧٦ ٧٧ ٧٨ ٧٩ ٨٠ ٨١ ٨٢ ٨٣ ٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠ ٩١ ٩٢ ٩٣ ٩٤ ٩٥ ٩٦ ٩٧ ٩٨ ٩٩ ١٠٠

العَصِيدُ
 الصَّالِحُ
 الْعَظِيمُ

(البقرة : 183)

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد هذه الرسالة الموسومة بـ (مقارنة بعض المتغيرات الكيموحيوية وتركيب الأحماض الدهنية خلال فترة الصوم) قد جرى تحت إشرافنا في قسم الكيمياء/كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الكيمياء.

التوقيع

المشرف: أ.م.د. محمد عبد الهادي جاسم العبيدي

التاريخ: 2019 / /

إقرار المقوم اللغوي

أشهد أن هذه الرسالة لطالبة الماجستير (رغد عامر أحمد الحيالي) تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير.

التوقيع:

الاسم : أ.م.د. صالح علي الشيخ

التاريخ : 2019 / /

إقرار رئيس لجنة الدراسات العليا

بناء على التوصيتين المقدمتين من المشرف والمقوم اللغوي أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع

الاسم: أ.د. ضياء نجم الصبحة

التاريخ: 2019 / /

إقرار رئيس القسم

بناء على التوصيات المقدمة من المشرف والمقوم اللغوي ورئيس لجنة الدراسات العليا أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع

الاسم: أ.د. عامرة جهاد أحمد

التاريخ: 2019 / /

الشكر والعرفان

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه أجمعين

إن قلت شكرا فشكري لن يوفيكم سعيا، حقا سعيتم فكان السعي مشكورا، إن جف حبري عن التعبير يكتبكم قلب به صفاء الحب تعبيراً.

مع انتهائي من كتابة هذه الرسالة أسجد لله سبحانه وتعالى شاكرة فضله لما منحني من قوة وصبر على إنجاز هذا العمل المتواضع ولا يسعني إلا أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أستاذي المحترم الدكتور محمد عبد الهادي جاسم العبيدي لإشرافه على هذه الرسالة وصبره واحتماله لي طيلة فترة البحث من ظروف دراسية وعملية وعلى ما قدمه لي من جهد أثناء إعداد هذه الرسالة وكتابتها والذي كان له الأثر الكبير في إتمامها على أكمل وجه أسأل الله أن يجزيه خير الجزاء وأن يجعل ما قدمه في ميزان حسناته.

وأقدم بالشكر والعرفان إلى عمادة كلية التربية وإلى قسم الكيمياء رئاسة ومنتسبين.

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى أساتذتي وأخص بالذكر منهم الدكتور خيون علي مراد والأستاذ علي محمد جواد والأستاذ خيرى رشيد بدل لما قدموه من العون والنصح، وأتقدم بشكري وتقديري إلى منتسبي مختبر الجمهوري وأخص بالذكر منهم السيد محمد حازم نجم والأخ حمد جاسم حمود لما قدموه لي من عون ومساعدة، وفاء مني أتقدم بشكري وتقديري إلى زملائي كافة من طلبة الدراسات العليا وأخص بالذكر سارة عبدالإله يونس تحية ملؤها كل معاني الأخوة والصدقة، تحية من القلب إلى القلب، شكرا من كل قلبي.

وإن كنت أنسى لا أنسى الإنسانية التي ربّنتي في صغري، وعلمتني وأحاطتني بحنانها والتي دائماً وأبداً أجدها بجانبى في أزمتي، إلى أعلى من عرفها قلبي بكل الحب أهديها كلمة شكر (أمي الحبيبة)، كلمة شكر وامتنان إلى صاحب القلب الطيب، إلى صاحب النفس الأبية، إلى من حارب وساهم الكثير من أجلى (أبي الحبيب) وكلمة حب لإخواني وأخواتي الأعزاء لمساعدتي في إنجاز هذه الرسالة فلهم مني خالص الشكر والامتنان.

وأخيراً أتقدم بالشكر إلى كل من ساهم من بعيد وقريب في إنجاز هذه الرسالة وإخراجها إلى حيز الوجود.

ملخص

صممت هذه الدراسة للتعرف على تأثير الصوم على مستوى المتغيرات الكيموحياتية والنسبة المئوية للأحماض الدهنية في مصل الدم، وكذلك التعرف على تأثير عوامل العمر والجنس على مستوى هذه المتغيرات. تضمنت هذه الدراسة (50) عينة لأشخاص أصحاء في حالة صيام شهر رمضان من الذكور والإناث تراوحت أعمارهم بين (19-80) سنة غير المصابين بأي مرض ظاهري ونفس المجموعة من الأشخاص ولكن بدون حالة صيام تم عدهم نماذج سيطرة من نفس الفئات العمرية أعلاه حيث قسم المصل إلى جزئين. تم قياس المتغيرات الكيموحياتية الآتية في الجزء الأول من مصل الدم الكلوكوز (GLU)، الكوليسترول الكلي (TC)، كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL)، كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL)، كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا (VLDL)، ثلاثي اساييل كليسيرو (TG) وباستخدام عدد التحليل الجاهزة (Kits) وتم تقدير الدهون الفوسفاتية بالطريقة اللونية. بينت نتائج هذه الدراسة وجود انخفاض معنوي في مستوى المتغيرات الكيموحياتية، وذلك في حالة الصيام، ووجود ارتفاع معنوي في مستوى كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة في حالة الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة. لوحظ في هذه الدراسة وجود تأثير لعامل العمر على مستوى المتغيرات الكيموحياتية خلال فترة الصوم إذ أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في مستوى BMI و TG فضلاً عن ارتفاع غير معنوي في Glu و LDL و VLDL وانخفاض غير معنوي في HDL للفئة الثانية (45-80) سنة مقارنة بالفئة الأولى (19-44) سنة. كذلك أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود تأثير الجنس خلال مدة الصوم حيث أشارت الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في كل من BMI و HDL و LDL ونسبة LDL/HDL ووجود انخفاض غير معنوي في مستوى TC و Glu و VLDL و TG وارتفاع غير معنوي في LDL بالنسبة لنماذج الإناث مقارنة مع نماذج الذكور. وتم في هذه الدراسة تحليل وقياس النسبة المئوية للأحماض الدهنية في المكونات الدهنية في الجزء الثاني لمصل الدم لأجزائه الثلاثة (استر كوليسترول، ثلاثي اساييل كليسيرو و الدهون الفوسفاتية) باستخدام جهاز كروماتوغرافيا الغاز الشعري (Capillary Gas Chromatography) (CGC). أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة (SFA) (المجموع

الكلي)، ووجود انخفاض غير معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (MUFA)، ووجود انخفاض غير معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة (PUFA) (المجموع الكلي) في جزء أستر الكوليسترول لمصل الدم لنماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة. وأشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة (SFA) (المجموع الكلي)، ووجود ارتفاع غير معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (MUFA)، ووجود ارتفاع غير معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة (PUFA) (المجموع الكلي) في جزء أستر ثلاثي أسايل كليسيرول لمصل الدم لنماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة. وبينت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة (SFA) (المجموع الكلي)، ووجود انخفاض معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (MUFA)، ووجود انخفاض غير معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة (PUFA) (المجموع الكلي) في جزء الدهون الفوسفاتية لمصل الدم لنماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة. ويستنتج من هذه الدراسة أن الصوم يقلل من عوامل الخطورة التي تؤدي إلى زيادة مخاطر التعرض إلى أمراض القلب وتصلب الشرايين. ويثبت دور الصوم في السيطرة على الأيض بشكل عام وايض الدهون بشكل خاص حيث يعمل الصوم على تنشيط أيض الدهون بكفاءة أكبر حيث يعتمد الجسم على الدهون خلال الصوم كمصدر رئيسي للطاقة خلال الساعات المتقدمة من الصوم. وتم استنتاج وجود تأثير كبير لعوامل معدل كتلة الجسم، العمر والجنس على مستوى المتغيرات الكيموحياتية حيث تؤثر بشكل كبير على عمليات الأيض المختلفة، مما يؤدي إلى اختلاف مستوى هذه المتغيرات ونسبة الأحماض الدهنية مما يؤثر على تطور عوامل الخطورة إذ تقل مخاطر التعرض لأمراض القلب وتصلب الشرايين في حالة الصوم.

قائمة المحتويات

الرقم	الموضوع	الصفحة
الفصل الاول المقدمة		
1.1	الدهون	1
1.1.1	أصناف الدهون	1
1.1.1.1	الدهون البسيطة	1
2.1.1.1	الدهون المعقدة	2
3.1.1.1	الدهون المشتقة	8
2.1	مظاهر أيض الدهون	13
1.2.1	الهضم	13
2.2.1	الامتصاص	13
3.2.1	تمثيل البروتينات الدهنية	14
4.2.1	أيض الأحماض الدهنية	16
1.4.2.1	الأهمية الحيوية للأحماض الدهنية الأساسية	19
3.1	فصل وتحليل الدهون	20
1.3.1	الاستخلاص بوساطة المذيبات العضوية	20
2.3.1	طرق الكروماتوغرافيا	20
1.2.3.1	كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة	20
2.2.3.1	كروماتوغرافيا الغاز	21
4.1	الصيام	23
1.4.1	تأثير الصوم على دهون الجسم	24
2.4.1	تأثير الصوم على الأحماض الدهنية	25
3.4.1	تأثير الصيام على هرمونات الجسم	26
5.1	الهدف من البحث	29

الرقم	الموضوع	الصفحة
الفصل الثاني الجزء العملي		
1.2	جمع العينات	30
2.2	بيانات مجموعة العينات	30
3.2	جمع نماذج الدم	30
4.2	الأجهزة والأدوات المستخدمة	31
5.2	عدد التحليل KITS	32
6.2	طرائق العمل	32
1.6.2	مؤشر كتلة الجسم	32
2.6.2	تقدير مستوى كلوكوز الدم	33
3.6.2	تقدير مستوى الكوليسترول الكلي في مصل الدم	34
4.6.2	تقدير مستوى الثلاثي اساييل كليسيرول في مصل الدم	35
5.6.2	تقدير مستوى كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL-C) في مصل الدم	36
6.6.2	تقدير مستوى كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL-C) في مصل الدم	38
7.6.2	تقدير مستوى كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جداً (VLDL-C) في مصل الدم	39
8.6.2	نسبة Cholesterol/ HDL-C	39
9.6.2	نسبة LDL-C/HDL-C	39
10.6.2	نسبة Triglyceride/HDL-C	39
11.6.2	تقدير مستوى الدهون الفوسفاتية في مصل الدم	40
12.6.2	استخلاص الدهون	41
1.12.6.2	استخلاص دهون الدم	41
13.6.2	فصل الدهون بواسطة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة	42

الرقم	الموضوع	الصفحة
1.13.6.2	خصائص صفائح الكروماتوغرافيا	42
2.13.6.2	المذيبات في الطور الساكن	42
3.13.6.2	تطبيقات النماذج	42
4.13.6.2	التظهير	42
7.2	تحليل وتشخيص الأحماض الدهنية	43
1.7.2	إعادة أسترة الأحماض الدهنية	43
2.7.2	تقدير النسبة المئوية للأحماض الدهنية	44
8.2	التحليل الإحصائي	47
الفصل الثالث النتائج والمناقشة		
1.3	تركيز الكلوكوز في مصل الدم	48
2.3	تركيز الكوليسترول في مصل الدم	48
3.3	تركيز الكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة HDL-C	49
4.3	تركيز الكوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة LDL-C	49
5.3	تركيز الدهون الثلاثية في مصل الدم TG	50
6.3	تركيز كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا في مصل الدم (VLDL-C)	50
7.3	معدل كتلة الجسم BMI	50
8.3	نسبة الكوليسترول البروتين الدهني الواطئ الكثافة إلى الكوليسترول البروتين الدهني العالي الكثافة LDL/HDL	51
9.3	نسبة الكوليسترول الكلي إلى الكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة TC/HDL	51
10.3	نسبة الدهون الثلاثية الى الكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة TG/HDL	52
11.3	مستوى الدهون الفوسفاتية PL	52

الرقم	الموضوع	الصفحة
12.3	تأثير الجنس على مستوى المتغيرات الكيموحيوية خلال مدة الصوم	54
13.3	تأثير العمر على مستوى المتغيرات الكيموحيوية خلال مدة الصوم	56
14.3	تحليل وقياس نسبة الأحماض الدهنية لمصل الدم	58
1.14.3	النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء أستر الكوليسترول لمصل	61
2.14.3	النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الثلاثي اساييل كليسيرول لمصل الدم	65
3.14.3	النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون الفوسفاتية لمصل الدم	69
	الاستنتاجات	73
	التوصيات	74
	المصادر العربية	75
	المصادر الأجنبية	76
	ملخص الرسالة باللغة الانكليزية	A-B

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1.1	خصائص البروتينات الدهنية الرئيسية	5
2.1	أسماء وتركيب بعض الأحماض الدهنية الموجودة في الغذاء	9
1.2	الأجهزة والأدوات والشركات المصنعة المستخدمة في الدراسة	31
2.2	عدد التحليل والشركات المصنعة المستخدمة في الدراسة	32
1.3	المتغيرات الكيموحياتية لنماذج السيطرة ونماذج الصيام و(15 يوماً) و(25 يوماً) و(30 يوماً)	53
2.3	تأثير الجنس على المتغيرات الكيموحياتية لنماذج الصيام (30 يوماً)	55
3.3	تأثير العمر على المتغيرات الكيموحياتية لنماذج الصيام (30 يوماً)	57
4.3	أسماء وزمن الاحتباس والنسبة المئوية (23) حامض دهني قياسي	60
5.3	النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون أستر الكوليسترول لمصل الدم	63
6.3	النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون الثلاثي أسايل كليسيرول لمصل الدم	67
7.3	النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون الفوسفاتية لمصل الدم	71

قائمة الاشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1.1	انواع الكليسيريدات	2
2.1	الدهون الفوسفاتية	3
3.1	تركيب كالاكتوسايل ثنائي اسايل كليسيرول	4
4.1	تركيب السس والترانس للأصرة المزدوجة	8
5.1	تركيب الكوليسترول	11
6.1	مخطط لأيض البروتينات الدهنية ذات المنشأ الخارجي (دهون الغذاء)	15
7.1	مخطط لأيض البروتينات الدهنية ذات المنشأ الداخلي	16
8.1	يوضح مسار ايض الأحماض الدهنية غير المشبعة الأساسية	18
9.1	العمليات الايضية خلال النوم والاستيقاظ	28
1.2	المنحنى القياسي للفوسفات اللا عضوية	41
1.3	رسم تخطيطي لفصل الدهون الرئيسية في مصل الدم باستخدام تقنية كروماتوكرافيا الطبقة الرقيقة (TLC)	58
2.3	مخطط لنموذج قياسي يتكون من (24) حامض دهني	59
3.3	الأحماض الدهنية في جزء استر كوليسترول	64
4.3	الأحماض الدهنية في جزء الثلاثي اسايل كليسيرول	68
5.3	الأحماض الدهنية في جزء الدهون الفوسفاتية	72

قائمة الصور

الرقم	العنوان	الصفحة
1.2	جهاز كروماتوكرافيا الغاز الشعري (CGC) من نوع Shimadzu 2010	46
2.2	عمود كروماتوكرافيا الغاز الشعري من نوع (SP2480) المستخدم في هذه الدراسة	46

قائمة المختصرات

Abs	Absorbance
ADP	Adenosine Diphosphate
ALA	α -linolenic
AMP	Adenosine Monophosphate
ATP	Adenosine Triphosphate
BMI	Body Mass Index
CE	Cholesterol Esterase
CGC	Capillary Gas Chromatography
CM	Chylomicrons
Conc.	Concentration
DAG	Diacylglycerol
FAs	Fatty Acids
Glu	Glucose
HDL	High Density Lipoprotein
HMG-CoA	3-hydroxy-3-methyl glutaryl coenzyme A reductase
HSL	Hormone-sensitive lipase
IDL	Intermediate Density Lipoprotein
LA	Linoleic acid
LCAT	Lecithin Cholesterol Acyl Transferase
LDL	Low Density Lipoprotein
LPL	Lipoprotein Lipase
MUFA	Mono Unsaturated Fatty Acid
O. D.	Optical Density
PUFA	Poly Unsaturated Fatty Acid
r.p.m	Revolutions per minute
SFA	Saturated Fatty Acid
STD	Standard
TAG	Triacylglycerol
TC	Total Cholesterol
TG	Triglycerides
VLDL	Very Low-Density Lipoprotein
WHO	World Health Organization

الفصل الاول

المقدمة

Introduction

1.1. الدهون: Lipids

هي مجموعة غير متجانسة من الجزيئات العضوية غير قابلة للذوبان في الماء (hydrophobic) التي يمكن استخلاصها من الأنسجة بواسطة مذيبات غير قطبية (Non - polar)، وتعدّ الدهون مصدراً رئيساً للطاقة بالنسبة للجسم، كما إنها توفر النهاية الكارهة للماء التي تسمح بتقسيم المحتويات المائية للخلايا، تقوم الدهون بوظائف مهمة في الجسم، على سبيل المثال تؤدي بعض الفيتامينات التي تذوب في الدهون وظائف تنظيمية أو إنزيمية، كذلك تلعب البروستاغلاندين والهرمونات الستيرويدية والجنسية دوراً رئيساً في التحكم في توازن الجسم. تعد كميات قليلة من الدهون كافية وإساسية في الغذاء لصحة الجسم، وعند الأشخاص البالغين يجب أن تكون نسبة الدهون حوالي (15%) من كمية الطاقة الداخلة إلى الجسم (Ferrier *et al.*, 2017).

1.1.1. أصناف الدهون: Classification of Lipids

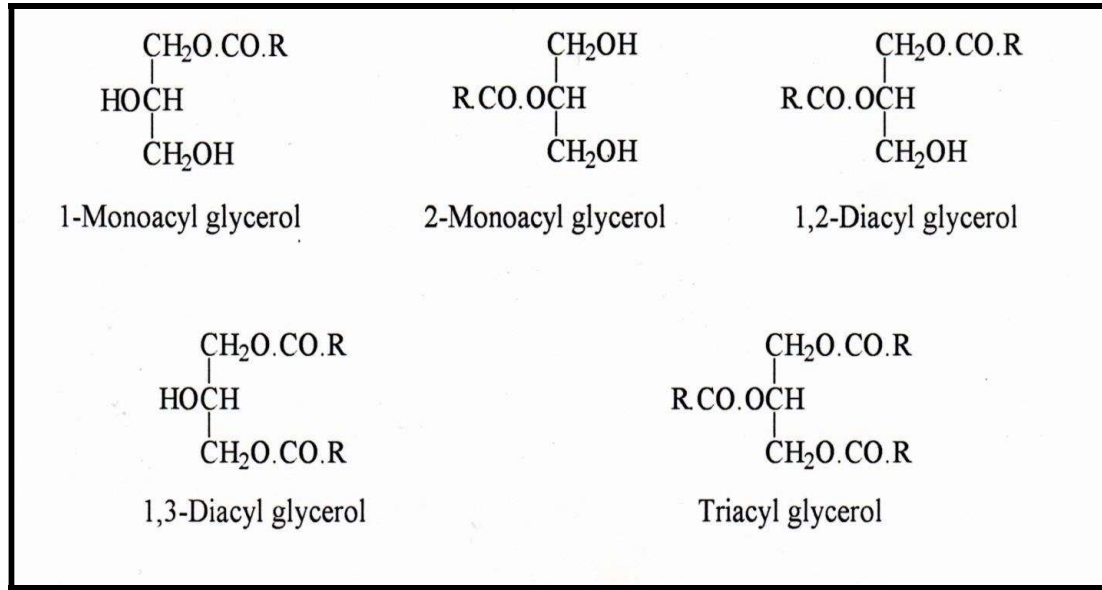
تصنف الدهون إلى ثلاثة أصناف رئيسية هي: البسيطة والمعقدة (المركبة) والمشتقة (Oraby, 2013)

1.1.1.1. الدهون البسيطة: Simple Lipids

يمكن تقسيمها إلى نوعين:

أ. الكليسيريدات (أسايل كليسيرول):

تتكون من أسترات الأحماض الدهنية مع الكحول الثلاثي (الكليسيرول) فينتج ما يسمى بالكليسيريدات (اسايل كليسيرول) وهي المكونات الأساسية للدهون والزيوت الطبيعية وقد تكون هذه الكليسيريدات كليسيريدات أحادية أو ثنائية أو ثلاثية قياساً إلى عدد جزيئات الأحماض الدهنية المرتبطة بأصرة أسترية مع الكليسيرول شكل (1.1)، وقد تحتوي الثلاثي اسايل كليسيرول على نفس الحامض الدهني في المواضع الثلاثة لجزيئة الكليسيرول (مثال ثلاثي بالميتين) أو قد تحتوي على حامضين دهنيين مختلفين (مثال ثنائي بالميتو أولين) (Belitz *et al.*, 2010).



الشكل (1.1) انواع الكليسيريدات

تتواجد الثلاثي اساييل كليسيرول في دهون الإنسان لاسيما الأنسجة الدهنية وتحت الجلد، عندما تنخفض مستويات الكربوهيدرات المخزونة تتحلل الثلاثي اساييل كليسيرول لسد النقص الحاصل بالطاقة ومن ثمَّ ستؤثر في تركيز الأحماض الدهنية التي تتحرك خلال مجرى الدم إلى الكبد (Horton *et al.*, 2003).

ب. الشموع

أسترات الأحماض الدهنية مع الكحولات الأليفاتية طويلة السلسلة غير الكليسيرول، على سبيل المثال أسيتايل الكحول (acetyl alcohol) (Prabhu and Shetty, 2014) وتكون غير مستقطبة، وتوجد في الطبيعة بشكل مزيج من الدهون تغطي سطح الجلد والفرو والريش وأوراق النباتات، وكذلك توجد في الهيكل الخارجي لعدة أنواع من الحشرات ومن المواد الشمعية الطبيعية هو شمع العسل (آل فليج، 2007).

2.1.1.1 الدهون المعقدة Complex Lipids

يمكن تقسيم الدهون المعقدة إلى ثلاث مجاميع وهي:

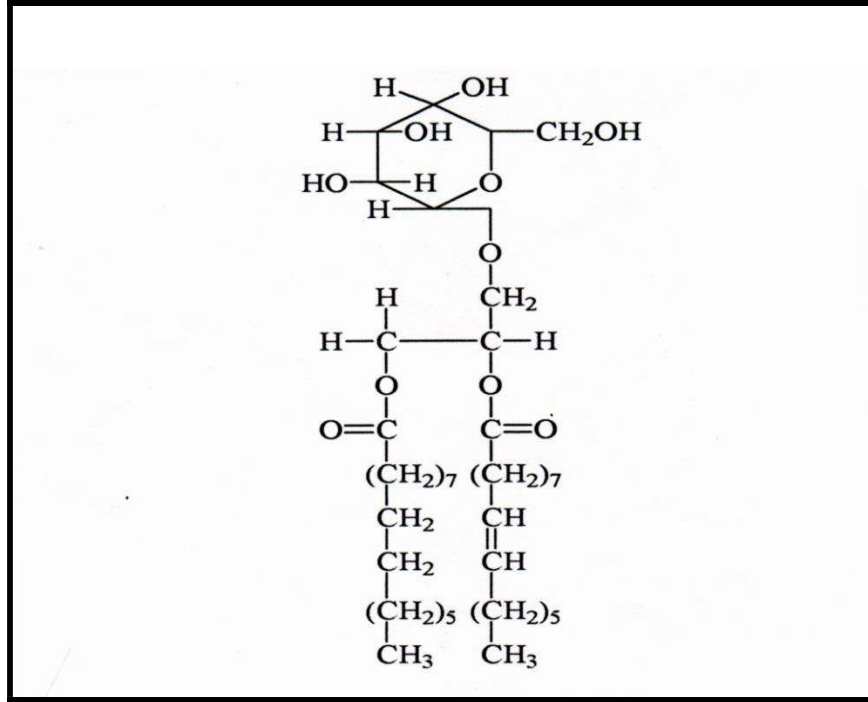
أ. الدهون الفوسفاتية: Phospholipids (PL)

هناك فئتان من الدهون الفوسفاتية الأولى التي تحتوي على الكليسيرول كعمود فقري والثانية التي تحتوي السفنجوسين وتم العثور على كلا الطبقتين بوصفها مكونات هيكلية للأغشية

$$\begin{array}{c}
 {}^1\text{CH}_2\text{O.CO.R} \\
 {}^2| \\
 \text{R.CO.OCH} \\
 {}^3| \\
 \text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{O})(\text{OH})\text{OX}
 \end{array}$$

الشكل (2.1) الدهون الفوسفاتية

هي جزيئات تحتوي كلا من الكربوهيدرات والمكونات الدهنية مثل كلايكوسفنجوليبيد (glycosphingolipids) هي مكونات أساسية لجميع الأغشية في الجسم، ولكنها توجد بكميات أكبر في الأنسجة العصبية، وهي تقع على الطبقة الخارجية لغشاء البلازما إذ تتفاعل مع البيئة خارج الخلية على هذا النحو، فإنها تلعب دوراً مهماً في إعادة تنظيم التفاعلات الخلوية والنمو (Ferrier *etal.*,2017) إن الدهون السكرية البسيطة عبارة عن كلايكوسايل ثنائي أسايل كليسـيرول (glycosyldiacylglycerols) كما موضح في الشكل (3.1) (الفليح، 2007).



الشكل (3.1) تركيب كالاكتوسايل ثنائي اسيل كليسيرول

ج. البروتينات الدهنية: Lipoproteins (LP)

يجب نقل الدهون الممتصة من النظام الغذائي والدهون المركبة من الكبد والأنسجة الدهنية بين الأنسجة والأعضاء المختلفة من أجل الاستخدام والتخزين، ونظراً لأن الدهون غير قابلة للذوبان في الماء، فإن نقلها من بلازما الدم المائي تكون خلال ربط الدهون غير القطبية (ثلاثي أسايل كليسيرول وكوليسترول استر) مع الدهون الأمفيثية (Amphipathic) (فوسفوليبيد والكوليسترول) والبروتينات لصنع البروتينات الدهنية الذائبة في الماء (Rodwell *et al.*, 2018) ويوجد خمسة أنواع مختلفة من البروتينات الدهنية تصنف حسب وظيفتها وخواصها الفيزيائية، كما موضح في الجدول (1.1).

الجدول (1.1) خصائص البروتينات الدهنية الرئيسية

(Pherson and Pincus, 2017)

Major Classes of Human Plasma Lipoproteins: Physicochemical Characteristics

Particle	Major Apolipoproteins	Diameter (Å)	Density (kg/L)	Sf
Chylomicrons	ApoA-I, A-IV, B-48, C-I, C-II, C-III, E	750-12,000	<0.95	>400
VLDL	ApoB-100, C-I, C-II, C-III, E	300-700	0.95-1.006	20-400
IDL	ApoB-100, E1, 006-1.019	12-20		
LDL	ApoB-100	180-300	1.019-1.063	0-12
HDL ₂	ApoA-I, A-II, E	50-120	1.063-1.125	
HDL ₃	ApoA-II, A-I, E	50-120	1.125-1.210	
Lp(a)	ApoB-100, Apo(a)		1.045-1.080	

HDL₂, Ultracentrifugation subclass of high-density lipoprotein; HDL₃, ultracentrifugation subclass of high-density lipoprotein; IDL, intermediate-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein; Lp(a), lipoprotein A; VLDL, very-low-density lipoprotein.

[†]Svedberg flotation rate.

Chemical Composition of Major Classes of Plasma Lipoproteins

	Protein (%) [*]	Free Cholesterol (%)	Cholesterol Esters (%)	Triglyceride (%)	Phospholipid (%)
Chylomicrons	1-2	1-3	2-4	80-95	3-6
VLDL	6-10	4-8	16-22	45-65	15-20
IDL	Intermediate between VLDL and LDL				
LDL	18-22	6-8	45-50	4-8	18-24
HDL	45-55	3-5	15-20	2-7	26-32

HDL, High-density lipoprotein; IDL, intermediate-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein; VLDL, very-low-density lipoprotein.

^{*}Percentage of dry weight.

1. الكايلومايكرونات: Chylomicrons (CM)

هي عبارة عن نوع من أنواع الدهون البروتينية التي تكون واطئة الكثافة يتم تشكيل الكايلومايكرونات من الدهون الغذائية (أساساً) في الأمعاء وهي مسؤولة عن نقل الثلاثي اساييل كليسيرول لدهون الغذاء (TG) إلى العضلات الهيكلية والأنسجة الدهنية ونقل كوليسترول الغذاء إلى الكبد ويتم إزالة الدهون الثلاثية من الكايلومايكرونات بواسطة إنزيم اللايباز (LPL) (Lipoprotein lipase) الذي يتم تنشيطه بواسطة (ApoC-II) على سطح الخلايا وينتج عن ذلك الأحماض الدهنية والتي تستخدم إما مواداً أساسية للطاقة أو بعد الأسترة إلى ثلاثي اساييل كليسيرول (TG) كمخزون للطاقة وينتج عن ذلك كايلومايكرونات غنية بالكوليسترول (المخلفات) (remnants) والتي سوف تنتقل عبر الدم إلى الكبد إذ تدخل إلى الكبد من خلال عملية الالتقام الخلوي (endocytosis) (Marshall *et al.*, 2012).

2. البروتينات الدهنية ذات الكثافة الواطئة جداً:

Very Low-Density Lipoproteins (VLDLs)

يمكن تكوين البروتينات الدهنية ذات الكثافة الواطئة جداً في الكبد بواسطة الخلايا الكبدية وهي تعمل على نقل الثلاثي اساييل كليسيرول والكوليسترول والدهون الفوسفاتية إلى بقية الأنسجة، إذ تتولد جسيمات مختلفة تعرف بالبروتينات الدهنية متوسطة الكثافة (IDL) بعد فقدان هذه الجسيمات للثلاثي اساييل كليسيرول بواسطة إنزيم اللايبوبروتين لايباز (Marshall *et al.*, 2012).

3. البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة:

Intermediate Density Lipoproteins (IDLs)

بعد أن يتم تكوين أجزاء البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة، سوف يتم التعامل معها بمسارين محتملين، إما أن تدخل إلى الكبد مباشرة عن طريق مستقبلات البروتينات الدهنية واطئة الكثافة، أو تتحول إلى البروتينات الدهنية واطئة الكثافة بفعل إنزيم اللايبوبروتين لايباز (LPL)، ويحتوي هذا النوع من البروتينات الدهنية على نفس المكونات والأجزاء الموجودة في البروتينات واطئة الكثافة جداً (Crook, 2012).

4. البروتينات الدهنية الواطئة الكثافة (LDLs) Low Density Lipoproteins

تتحول البروتينات الدهنية المتوسطة الكثافة مع كل مكوناتها إلى البروتينات الدهنية واطئة الكثافة، ماعدا بروتين (ApoB₁₀₀) الذي يزال مع الكوليسترول التابع لها الذي يؤسّر بواسطة إضافة الأحماض الدهنية من قبل فوسفاتيديل كولين (الليسيثين)، بواسطة إنزيم ليسيثين كوليسترول أسايل ترانسفيريس (Lecithin Cholesterol Acyl Transferase) (LCAT) يأتي معظم (LDL) المتكون من (VLDL) عن طريق (IDL) كما ذكر آنفا وهناك العديد من الأدلة على التكوين المباشر لقسم من هذه الجسيمات من قبل الكبد (Rodwell *et al.*, 2018) وتكون جسيمات (LDL) غنية بالكوليسترول إذ تتراوح نسبته فيها بين (40-50%) من وزنها وأغلبها بشكل أستر كوليسترول ترتبط البروتينات الدهنية الواطئة الكثافة مع مستقبلات البروتين لهذه الجسيمات (LDL) الموجودة على سطح الخلايا الهدف إذ تنتقل إلى الداخل بواسطة عملية الالتقام الخلوي إن الكوليسترول الذي يحرر بفعل الأنزيمات اللايسوسومات لايبيز (Lysosomal Lipases) إما يتحد أو يرتبط مع غشاء الخلية أو تعاد أسترتة لغرض تخزينه (Marshall *et al.*, 2012).

5. البروتينات الدهنية العالية الكثافة: (HDLs) High Density Lipoproteins

تتكون البروتينات الدهنية العالية الكثافة في الكبد والأمعاء وتفرز منهما، وهي أصغر أنواع البروتينات الدهنية، تتكون البروتينات الدهنية العالية الكثافة (HDL) الحديثة التكوين (Nascent) من الدهون الفوسفاتية مع الأجزاء البروتينية (ApoA، ApoE) والكوليسترول الحر، وبخلاف الأحماض الدهنية، لا يتم استخدام الكوليسترول لإعطاء طاقة، ولذلك فإن الكوليسترول الفائض سوف يزال من الأنسجة بواسطة البروتينات الدهنية العالية الكثافة (HDL) إذ يعود إلى الكبد بعد تحويله إلى كوليسترول أستر بواسطة إنزيم (LCAT) الذي ينشط بواسطة البروتين ApoA وبالتالي تزداد كثافة (HDL) والتي يتم تحويلها بالتالي من (HDL₃) إلى (HDL₂) تعرف هذه العملية بالنقل العكسي للكوليسترول (Reverse Cholesterol Transport) إن محصلة هذه العملية هي خفض مستوى الكوليسترول في البلازما لذلك فإن هنالك علاقة عكسية قوية تربط بين كوليسترول

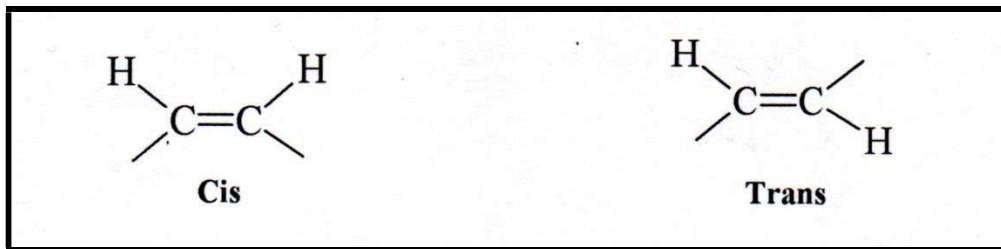
البروتينات الدهنية العالية الكثافة وبين احتمالية الإصابة بأمراض القلب التاجية (Pherson and Pincus, 2017).

3.1.1.1. الدهون المشتقة: Derived Lipids

يمكن تقسيم هذا النوع من الدهون إلى ثلاث مجاميع وهي:

1. الأحماض الدهنية: Fatty Acids (FA)

تتواجد الأحماض الدهنية بشكل حر (غير مؤستر) في الجسم وتدخل الأحماض الدهنية في تركيب الدهون ومنها الدهون الفوسفاتية والدهون السكرية وتتكون الأحماض الدهنية من سلسلة هايدروكربونية مشبعة أو غير مشبعة ذات نهاية كربوكسيلية وتتواجد الأحماض الدهنية بكثرة في البلازما إذ تبلغ نسبتها (90%) والتي تكون بشكل أسترات الأحماض الدهنية مثل (ثلاثي أسايل كليسيرول، كوليسترول استر، الدهون الفوسفاتية) (Ferrier *et al.*, 2017) ويعد حامض البالميتيك ($C_{16:0}$) وحامض الستريك ($C_{18:0}$) من أهم الأحماض الدهنية وذلك لكونهما يدخلان في تركيب جميع الدهون الحيوانية والنباتية أما الأحماض الدهنية غير المشبعة فهي من المكونات المميزة للزيوت إذ يعد حامض الأوليك ($C_{18:1}$) من أكثرها انتشارا (آل فليح، 2007)، ومن الأحماض الدهنية الأساسية بسبب عدم قدرة الإنسان على توليفها تشمل اللينوليك ($C_{18:2n6}$)، اللينولينيك ($C_{18:3n3}$) وحامض الأراكيدونيك ($C_{20:4n6}$) وهي أحماض دهنية متعددة الأواصر المزدوجة وهي هامة للنمو، توفر لنا النباتات الأحماض الدهنية الأساسية (Ferrier *et al.*, 2017) ويوضح الجدول (2.1) أسماء وتركيب بعض الأحماض الدهنية، إن أغلب الأواصر المزدوجة في الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون من النوع (cis) وتتحول تحت ظروف معينة إلى الشكل (trans) كما يوضح الشكل (4.1).



الشكل (4.1) تركيب السس والترانس للأصرة المزدوجة

(Meisenberg and Simmons, 2017)

يتم ترقيم ذرات الكربون من كربون مجموعة الكربوكسيل (الكربون رقم 1) تعرف ذرات الكربون المجاورة لكربون الكربوكسيل (عدد 2 و 3 و 4) أيضا باسم الكربون (α و β و γ) على التوالي ويعرف كربون المثل الطرفي بـ أوميغا (ω) أو n-carbon (Rodwell *et al.*, 2018).

الجدول (2.1): أسماء وتركيب بعض الأحماض الدهنية الموجودة في الغذاء

(FAO/report, 2010)

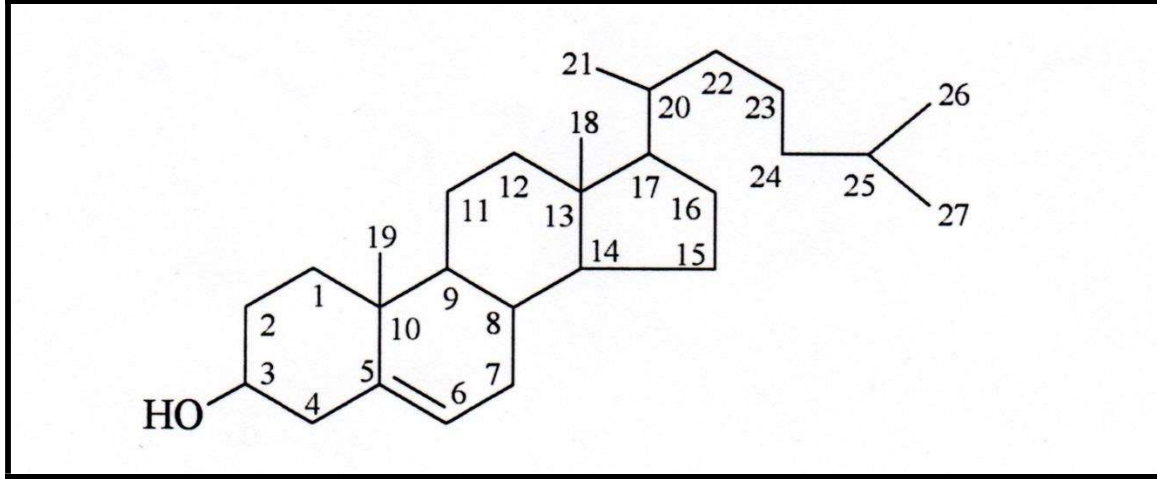
Common name	Systematic name	Abbreviation	Typical sources
Common saturated fatty acids in food fats and oils			
Butyric	butanoic	C4:0	Dairy fat
Caproic	hexanoic	C6:0	Dairy fat
Caprylic	octanoic	C8:0	Dairy fat, coconut and palm kernel oils
Capric	decanoic	C10:0	Dairy fat, coconut and palm kernel oils
Lauric	dodecanoic	C12:0	Coconut oil, palm kernel oils
Myristic	tetradecanoic	C14:0	Dairy fat, coconut oil, palm kernel oils
Palmitic	hexadecanoic	C16:0	Most fats and oils
Stearic	octadecanoic	C18:0	Most fats and oils
Arachidic	eicosanoic	C20:0	Peanut oil
Behenic	docosanoic	C22:0	Peanut oil
Lignoceric	tetracosanoic	C24:0	Peanut oil
Some common cis-monounsaturated fatty acids in fats and oils			
Palmitoleic	Cis-9-hexadecenoic	16:1 Δ 9c (9c-16:1)	Marine oils, macadamia oil, most animal and vegetable oils.
Oleic	Cis-9-hexadecenoic	18:1 Δ 9c (9c-18:1)(OA)	All fats and oils, especially olive oil, canola oil and high-oleic sunflower and safflower oil.
Cis-vaccenic	Cis-11-octadecenoic	18:1 Δ 11c (11c-18:1)	Most vegetable oils
Gadoleic	Cis-9-eicosenoic	20:1 Δ 9c (9c-20:1)	Marine oils
	Cis-11-eicosenoic	20:1 Δ 11c (11c-20:1)	
Erucic acid	Cis-13-docosenoic	22:1 Δ 13c (13c-22:1)	Mustard seed oil, high erucic rapeseed oil
Nervonic	Cis-15-tetracosenoic	24:1 Δ 15c (15c-24:1)	Marine oils
Nutritionally important n-3 PUFA			
α -linolenic	Cis-9, cis-12-cis-15-octadecatrienoic acid	18:3n-3(ALA)	Flaxseed oil, perilla oil, canola oil, soybean oil

Common name	Systematic name	Abbreviation	Typical sources
Stearidonic acid	Cis-6, cis-9, cis-12, cis-15-octadecatetraenoic acid	18:4n-3(SDA)	Fish oils, genetically enhanced soybean oil, blackcurrant seed oil, hemp oil
	Cis-8, cis-11, cis-14, cis-17-eicosatetraenoic acid	20:4n-3	Very minor component in animal tissues
Eicosapentaenoic acid	Cis-5, cis-8, cis-11, cis-14, cis-17-eicosapentaenoic acid	20:5n-3(EPA)	Fish, especially oily fish (salmon, herring, anchovy, smelt and mackerel)
Docosapentaenoic acid	Cis-7, cis-10, cis-13, cis-16, cis-19-docosapentaenoic acid	22:5n-3 (n-3DPA)	Fish, especially oily fish (salmon, herring, anchovy, smelt and mackerel)
Docosahexaenoic acid	Cis-4, cis-7, cis-10, cis-13, cis-16, cis-19-docosahexaenoic acid	22:6n-3(DHA)	Fish, especially oily fish (salmon, herring, anchovy, smelt and mackerel)
Nutritionally important n-6 PUFA			
Linoleic acid	Cis-9, cis-12-octadecadienoic	18:2n-6(LA)	Most vegetable oils
γ -linolenic acid	Cis-6, cis-9, cis-12-octadecatrienoic acid	18:3n-6(GLA)	Evening primrose, borage and blackcurrant seed oils
Dihomo- γ -linolenic acid	Cis-8, cis-11, cis-14-eicosatrienoic acid	20:3n6(DHGLA)	Very minor component in animal tissues
Arachidonic acid	Cis-5, cis-8, cis-11, cis-14-eicosatetraenoic acid	20:4n-6(AA)	Animal fats, liver, egg lipids, fish
Docosatetraenoic acid	Cis-7, cis-10, cis-13, cis-16-docosatetraenoic acid	22:4n-6	Very minor component in animal tissues
Docosapentaenoic acid	Cis-4, cis-7, cis-10, cis-13, cis-16-docosapentaenoic acid	22:5n-6	Very minor component in animal tissues

2. الستيرويدات Steroids

الكوليسترول هو العنصر الأساسي لجميع فئات الهرمونات الستيرويدية ويتكون من (27) ذرة كربون وكما في الشكل (5.1) وتشمل كلوكوكورتيكوستيرويدات (glucocorticoids) على سبيل المثال الكورتيزول (cortisol)، ومينيرالوكورتيكوستيرويدات (mineralocorticoids) على سبيل المثال الألدوستيرون (aldosterons) والهرمونات الجنسية (الاندروجينات، هرمون الأستروجين والبروجستينات)، حيث أن التوليف والإفراز يحدث في القشرة الكظرية (الكورتيزول، الألدوستيرون والاندروجينات) والمبايض والمشيمة (هرمون الأستروجين والبروجستين) والخصيتين (التستوستيرون)، يتم نقل الهرمونات الستيرويدية عن طريق الدم من مواقع التوليف إلى أعضائها المستهدفة، وبسبب مقاومتها للماء يجب ارتباطها

ببروتين البلازما. يمكن لألبومين البلازما أن يعمل حاملاً غير محدد وهو يحمل الالدوستيرون ومع ذلك فإن بروتينات البلازما الحاملة للستيرويدات محددة تربط الهرمونات الستيرويدية بإحكام أكثر من الألبومين على سبيل المثال ترانزكورتين (transcortin) هو المسؤول عن نقل الكورتيزول (Ferrier *et al.*, 2017).



الشكل (5.1) تركيب الكوليسترول

إن أقل من نصف كوليسترول جسم الإنسان يتكون ويأتي من الغذاء وأكثر من النصف (حوالي 700 ملغم/يومياً) ينتج من التخليق الحيوي وذلك في حالة عدم اكتفاء حاجة الجسم من الكوليسترول عن طريق الغذاء، جميع الخلايا حقيقية النواة تستطيع تكوين وتصنيع الكوليسترول، إذ يصنع الكبد حوالي (10%) من الكوليسترول الكلي في الإنسان بينما تصنع الأمعاء (10%) (Rodwell *et al.*, 2018) ويعد الكوليسترول المادة الأولية لهذه الهرمونات إذ يبدأ التخليق بواسطة إزالة سداسية الكربون من الموقع (C_{20}) من السلسلة الجانبية للكوليسترول لتكوين البريكنينولون (Pregnenolone) والذي يعد المصدر الرئيس لكل الهرمونات الستيرويدية (Ferrier *et al.*, 2017).

3. الفيتامينات Vitamins

تشمل الدهون المشتقة على الفيتامينات الذائبة في الدهون وهي أربعة فيتامينات (A, D, E, K).

أ. فيتامين (A)

تعدّ الريتينويدات وهي عائلة من الجزيئات المرتبطة بالريتينول (فيتامين A) ضرورية للرؤية والتكاثر والنمو والحفاظ على الأنسجة الظهارية ويمكن الحصول عليه من مصدرين المصدر الحيواني والنباتي (الخضراوات)، حامض الريتينويك المشتق من أكسدة الريتينول (retinol) الغذائي، يتوسط معظم أعمال الريتينويدات، باستثناء الرؤية، التي تعتمد الشبكية على مشتق الالديهيد من الريتينول (Ferrier *et al.*, 2017) إن كل جزيئة من (β -كاروتين) تتحلل في الأمعاء إلى جزيئين من فيتامين A إذ يتحول الريتينول إلى الشكل الفعال ريتينال (فيتامين A) والذي يقترن بدوره مع بروتين الأوبسين (opsin) ليكون الرودوبسين (rhodopsin) الفعال في شبكية العين (Rodwell *et al.*, 2018).

ب. فيتامين (D)

يُعدّ فيتامين D من مجاميع الستيرويدات ويتواجد في النباتات على شكل (D2) ويتواجد بشكل (D3) في أنسجة الحيوانات، ويعمل الفيتامين على تحفيز عملية امتصاص الكالسيوم والفوسفات ونقص هذا الفيتامين يؤدي إلى حدوث لين العظام عند الكبار والكساح عند الأطفال ويتواجد في زيت السمك والكبد والحليب (Ferrier *et al.*, 2017).

ج. فيتامين (E)

يوجد هذا الفيتامين في الطبيعة بستة أشكال وهي (ألفا، بيتا، كاما، دلتا، ايتا، وزيتا) وهي عبارة عن مزيج من الفينولات الذائبة في الدهون ذات العلاقة المتقاربة مع بعضها، إذ إن أهم هذه الأنواع وأكثرها فعالية هو الشكل (ألفا) وأهم مصادره الخضراوات وزيت البذور وهو موجود أيضا في زيوت كبد الأسماك، ونقصه يؤدي إلى انحلال الدم ونقص الحماية ضد البيروكسيدات وضمور قوة العضلات (Oraby, 2013).

د. فيتامين (K)

مجموعة فيتامينات K تتواجد بثلاثة أشكال (K_1 , K_2 , K_3) هي مشتقات نافثوكوينون تختلف عن بعضها بسلسلتها الجانبية. يسبب نقص هذا الفيتامين خفض نشاط البروثرومبين وبالتالي نقص ثرومبين الدم الذي يؤدي إلى حدوث نزيف دموي، وتشكل البكتريا الموجودة في المعى الغليظ كمية كبيرة نسبيا من K_2 ، يوجد فيتامين K_1 بصورة أولية في الخضار الورقية مثل

(سبانخ، ملفوف، القرنبيط) ويعد أيضا الكبد من المصادر الممتازة لهذا الفيتامين (Belitz *et al.*, 2010).

2.1. بعض مظاهر أيض الدهون Some Aspects of Fat Metabolism

1.2.1. الهضم Digestion

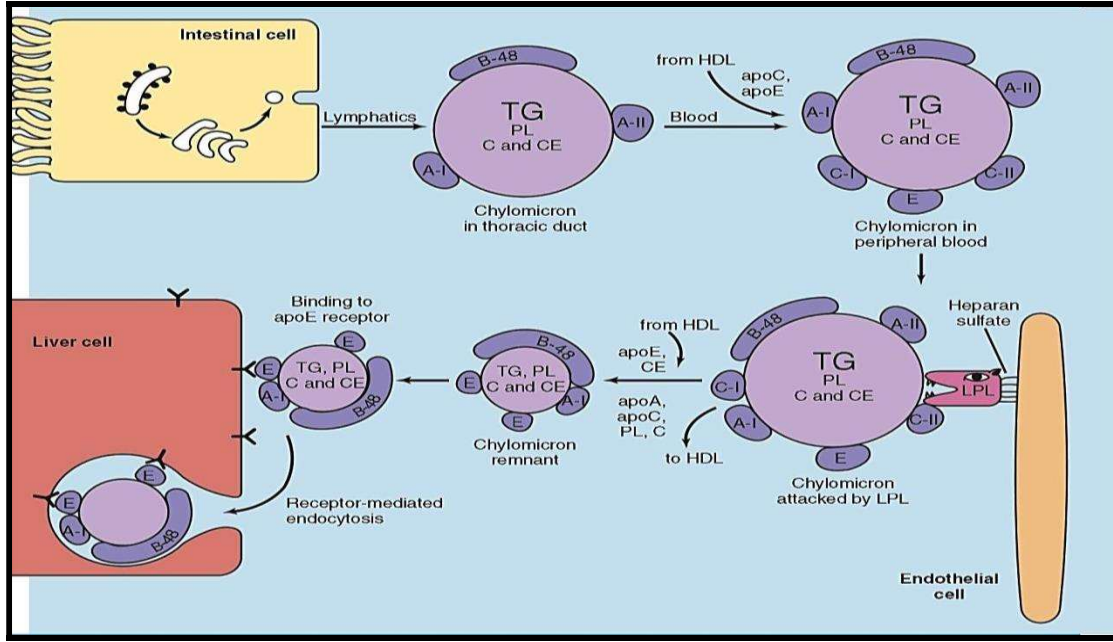
أكثر من 90% من دهون الغذاء عادة تتكون من الثلاثي أسايل كليسيرول ويتكون ما تبقى من الدهون الغذائية في المقام الأول من الكوليسترول، أستر الكوليسترول، الدهون الفوسفاتية، والأحماض الدهنية غير المؤسترة (الحرّة) (Ferrier *et al.*, 2017) في البشر يبدأ هضم الدهون في المعدة من خلال حركتها الميكانيكية (تقلصها وانبساطها) مما يؤدي إلى تكوين مستحلب يليه عملية هضم الدهون في الأمعاء بفعل إنزيم اللابيز البنكرياسي وينتج عنه الأحماض الدهنية والكليسيريدات (Prabhu and Shetty, 2014). حيث تتحلل الدهون الفوسفاتية بفعل إنزيم الفوسفولابيز منتجاً اللابيسوفوسفوليبيد مع أحماض دهنية حرّة (Rodwell *et al.*, 2018) إن معظم الكوليسترول الغذائي موجود في الشكل الحر غير المؤستر مع وجود (10-15%) من الشكل المؤستر كوليسترول أستر يتحلل بواسطة إنزيم كوليسترول استريس (Cholesteryl esterase) منتجاً كوليسترولاً وأحماضاً دهنية (Ferrier *et al.*, 2017).

2.2.1. الامتصاص Absorption

تتم عملية الامتصاص في الخلايا البطانية للأمعاء الدقيقة (الأحماض الدهنية الحرّة، الكوليسترول الحر، 2 - أحادي أسايل كليسيرول) هي المنتجات الأولية للهضم الدهني في الصائم، الأحماض الدهنية التي يصل طول سلسلتها إلى (14) ذرة كاربون تنتقل مباشرة إلى الوريد البوابي ومن ثم تنتقل إلى الكبد، أما الأحماض الدهنية التي يزيد طول سلسلتها عن (14) ذرة كاربون فإنها تعاني من إعادة أسترة في بطانة الأمعاء الدقيقة، ثم تدخل الدورة الدموية عن طريق اللف وبشكل كايلومايكرونات فضلاً عن الفيتامينات التي تذوب في الدهون والأملاح الصفراوية والكوليسترول تنتقل إلى الكبد ضمن مكونات الكايلومايكرونات (Rodwell *et al.*, 2018).

3.2.1 تمثيل البروتينات الدهنية Lipoproteins Metabolism

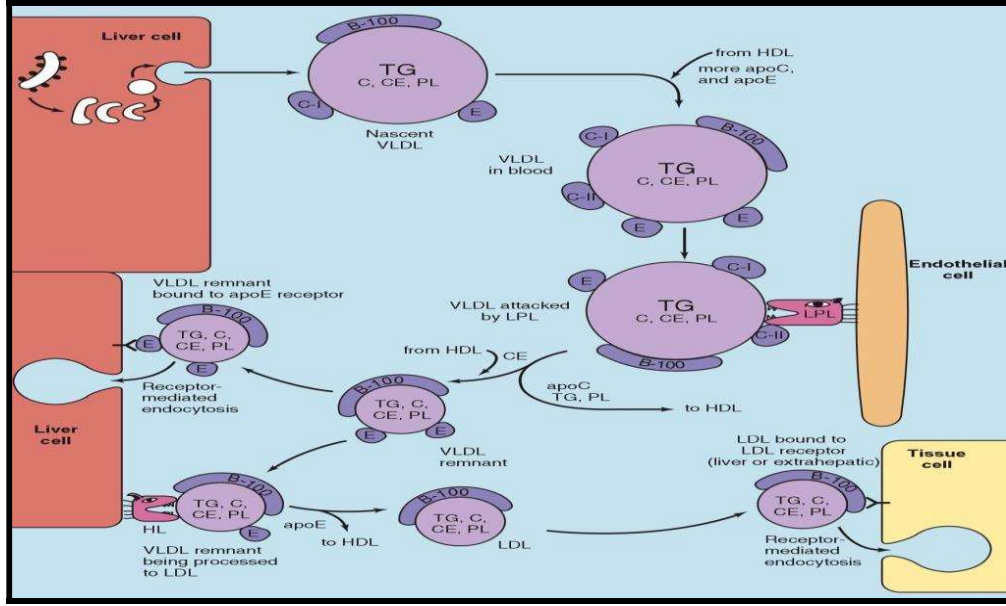
هناك مصدران للدهون في جسم الإنسان الدهون الخارجية من النظام الغذائي والدهون الداخلية التي يتم توليفها في الغالب في الكبد، في الظهارة المعوية يتم إعادة تكوين الثلاثي اساييل كليسيرول (TG) ثم تتحد مع الجزء البروتيني (ApoB-48) مكونة الكايلومايكرونات وأخيراً تدخل في الدورة الدموية المنتظمة، إذ يحول إنزيم اللايبوبروتين لايباز الثلاثي اساييل كليسيرول إلى الكليسيرول والأحماض الدهنية الحرة، وهذا الإنزيم موجود في البطانة الشعرية من الأنسجة الدهنية والعضلات الهيكلية والعضلات القلبية، (ApoC-II) الموجود في الكايلومايكرونات يلعب دوراً هاماً في تنشيط إنزيم اللايبوبروتين لايباز الجزء الناتج هو بقايا الكايلومايكرونات (Chylomicrone remnants) التي يتم إزالتها بسرعة بالليسومات الكبدية، الأحماض الدهنية الحرة الناتجة أثناء تقويض الكايلومايكرون يتم أخذها عن طريق الخلايا للأكسدة لإنتاج الطاقة أو يمكن استخدامها لإعادة توليف الثلاثي اساييل كليسيرول للتخزين، في عينة الصائم يكون الكايلومايكرون غائباً إلا في حالة اضطراب معين في الدهون وفي حالة وجود الكايلومايكرون سوف تتواجد في الجزء العلوي من مصل البلازما كطبقة دهنية (Dasgupta and Wahed, 2014). إن الكوليسترول الذي يصل إلى الكبد قد يستخدم في بناء الأغشية الخلوية أو قد يتحول إلى أحماض الصفراء أو الهرمونات الستيرويدية والمتبقي يفرز من الكبد مع الأنواع الأخرى من جسيمات البروتينات الدهنية (Al-Juraisy, 2002)، والشكل (6.1) يبين عملية تمثيل الكايلومايكرونات التي تتضمن وتشمل الدهون خارجية المنشأ (دهون الغذاء).



الشكل (6.1) مخطط لأيض البروتينات الدهنية ذات المنشأ الخارجي
(دهون الغذاء)

(Meisenberg and Simmons, 2017)

الكالوميكرون هو شكل النقل الرئيسي من الدهون الثلاثية الخارجية، الكبد هو موقع تخليق ثلاثي اساييل كليسيرول الداخلي ولكن لا يتم دمج الثلاثي اساييل كليسيرول (TG) في الكالوميكرون بدلا من ذلك يتم دمجها في VLDL الذي يعد شكل الناقل الرئيسي للدهون الثلاثية داخلية المنشأ، الثلاثي اساييل كليسيرول الموجودة في VLDL يتم تحليلها بواسطة اللايبوبروتين لايباز نتيجة لذلك يتم تشكيل IDL الذي هو جسيم انتقالي وذلك لأنه يتم تحويل VLDL إلى LDL في نهاية المطاف جسيمات (VLDL، LDL، IDL) تحتوي على بروتين (ApoB₁₀₀) يتم إزالة جسيمات LDL من الدورة الدموية بواسطة الكبد والأنسجة الأخرى إن امتصاص جسيم LDL يعتمد على المستقبل و ApoB₁₀₀ الذي يتفاعل مع مستقبل LDL الموجود في الكبد والأنسجة الأخرى، الانحلال اللايسوسومي لجسيم LDL يطلق الكوليسترول الحر، الكوليسترول المتحرر يثبط إنزيم هيدروكسي مثيل كلوتارايل كوانزيم المختزل (HMG-CoA reductase) ومن ثم يمنع التوليف الذاتي للكوليسترول في الكبد (Meisenberg and Simmons, 2017).



الشكل (7.1): مخطط لأيض البروتينات الدهنية ذات المنشأ الداخلي

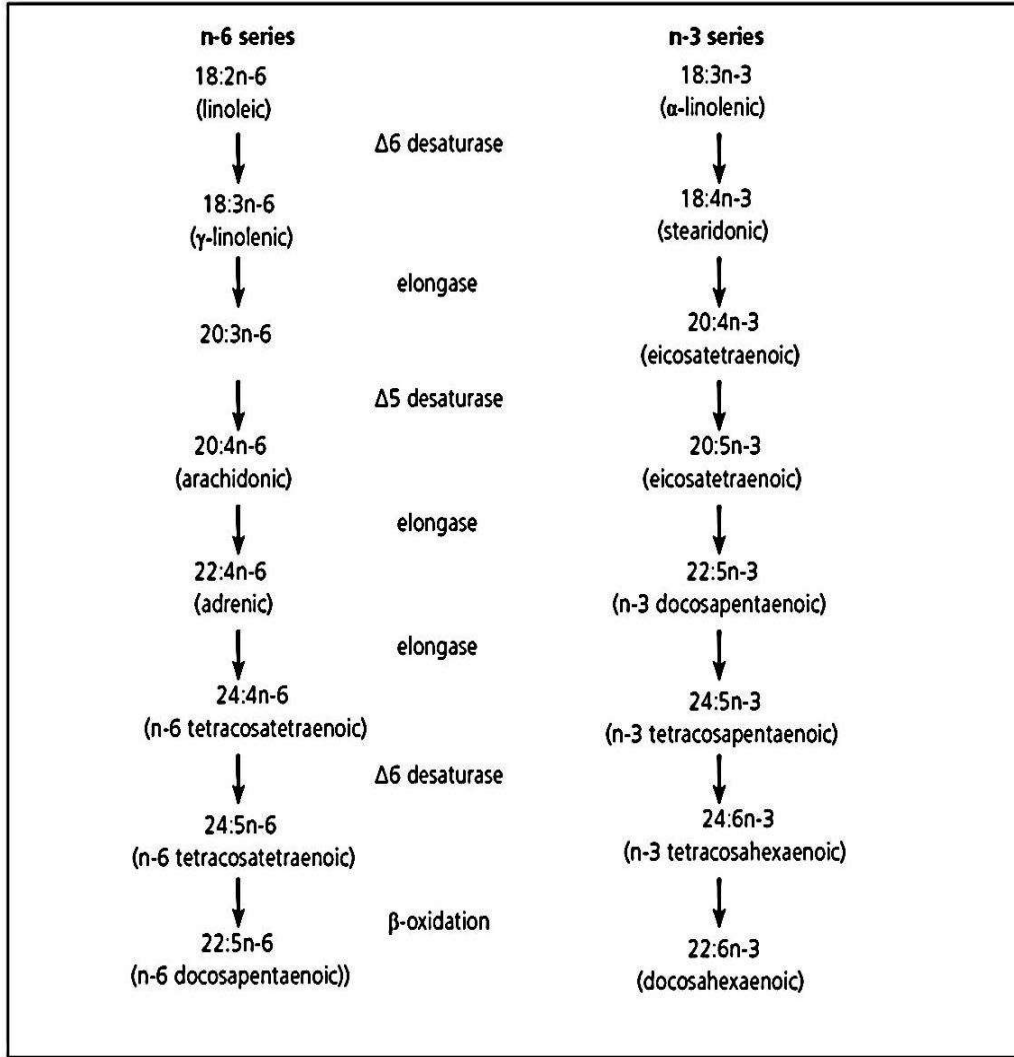
(Meisenberg and Simmons, 2017)

يتم إنتاج HDL أساساً في الكبد ويمكن تصنيف جسيمات HDL تحت الفئات الفرعية (HDL_2 , HDL_3) تكتسب جسيم HDL الوليدة الكوليسترول الحر من الأنسجة والكيلومايكرونات وVLDL، إن دور HDL يكمن في إزالة الكوليسترول من الأنسجة المختلفة ثم إعادته إلى الكبد للإفراز، وهو مسار يسمى نقل الكوليسترول العكسي يتم تحويل الكوليسترول الحر إلى أسترات الكوليسترول بواسطة إنزيم لسيثين كوليسترول أسايل ترانس فريس (LCAT) هذا الإنزيم موجود في جسيم HDL الوليد، ويعمل ApoA-1 الموجود أيضاً في HDL على تنشيط هذا الإنزيم، ثم يتم نقل أسترات الكوليسترول إلى بقايا الكيلومايكرونات وIDL التي يتم إزالتها من الدورة الدموية بواسطة الكبد الذي يلتقطه من خلال المستقبلات الخاصة بالبروتين (ApoE) الموجود في هـ هذا الجسيم (Meisenberg and Simmons, 2017) (Dasgupta and Wahed, 2014)، ويوضح الشكل (7.1) عملية تمثيل (VLDL, LDL) التي تتضمن الدهون داخلية المنشأ (المخلقة داخل الجسم).

4.2.1 أيض الأحماض الدهنية Fatty Acid Metabolism

تتضمن العملية الأيضية للأحماض الدهنية عمليات إزالة التشبع وعمليات الاستطالة أو تحول الأحماض من شكل إلى آخر (FAO/report, 2010) الأحماض الدهنية غير الأساسية

الأحادية الاصرة، تنتج الاصرة المزدوجة من الأحماض الدهنية المشبعة الموجودة في الغذاء أو التي تخلق في الجسم من الكربوهيدرات أو البروتينات وتتكون الاصرة المزدوجة في هذه الأحماض المشبعة عند الموقع ($\Delta 9$) بفعل إنزيم ($\Delta 9$ -desaturase) الذي يتواجد في الشبكة الاندوبلازمية لخلايا جميع الأنسجة (Rodwell *et al.*, 2018) تتضمن العملية التركيبية تكسير الكربوهيدرات الغذائية الزائدة إلى وحدات الأسيتات وتكثيف الأسيتات مثل (Acetyl CoA) مع البيكاربونات لتشكيل المالونات (Malonyl CoA) بعد ذلك يدمج (Acetyl CoA) مع سلسلة من جزيئات المالونات (Malonyl CoA) لتشكيل الأحماض الدهنية المشبعة بأطوال كربونية مختلفة والتي يكون المنتج النهائي لها هو حامض بالميتيك (16:0) فإنه يمكن أن يمتد إلى حامض دهني وأحماض دهنية مشبعة أعلى عن طريق الإضافات لمجموعات الاسيتايل (Acetyl CoA)، ومن خلال عمل أنظمة استطالة الأحماض الدهنية في الأنسجة الحيوانية يتوقف التكوين الحقيقي للأحماض الدهنية المشبعة مع تشكيل سلسلة MUFA n-9، يتم إجراء هذا التحويل من قبل ($\Delta 9$ -desaturase) وهو إنزيم إزالة التشبع (Desaturase) نشط للغاية في أنسجة الثدييات، ويدخل أواصر مزدوجة في المواقع 10 و9 من سلسلة الأحماض الدهنية حامض الأوليك (18:1n-9) هو الناتج الرئيسي (Vemuri and Kelley, 2008)، إذ يوضح الشكل (8.1) مسار أيض الأحماض الدهنية غير المشبعة الأساسية.



الشكل (8.1) يوضح مسار أيض الأحماض الدهنية غير المشبعة الأساسية

(FAO/report, 2010)

على الرغم من أن الثدييات تقوم بإدخال روابط مزدوجة في (9 Δ) بسهولة فإنها لا تستطيع توليد روابط مزدوجة إضافية بين الموقع (10 Δ) ونهاية طرف المثل وهكذا لا يمكن تصنيع الثدييات Linoleic acid (LA) و α-linolenic (ALA) وبمجرد الحصول عليها من النباتات في النظام الغذائي يمكن تحويلها إلى عائلة n-6، n-3 من C₂₀ و C₂₂ عن طريق تفاعلات إزالة التشبع والاستطالة (Sprecher, 2002).

1.4.2.1 الأهمية الحيوية للأحماض الدهنية الأساسية:

تتواجد الأحماض الدهنية الأساسية في الغذاء وتتضمن حامض اللينوليك وحامض اللينولينك واراكيديونيك فضلاً عن ذلك هناك أنواع أخرى مشتقة من الأحماض الدهنية الأساسية مركبات الثرمبوكسين والليوكترين والبروستاغلاندين والتي تلعب دوراً مهماً في النظام المناعي للجسم (Artemis and Simopoulos, 2008) تؤثر الأحماض الدهنية من نوع (n-3) و (n-6) على دورة الفوسفوانوسيتيد (phosphoinositide cycle) والتي تلعب دوراً مهماً في تنظيم الخلايا ذات الاستجابة المناعية وكذلك نمو الأورام السرطانية وقد بينت دراسات حديثة إن إعطاء زيت كبد الحوت الحاوي على الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى حيوانات التجارب يؤدي إلى زيادة الاستجابة المناعية ونقصان مستوى الكوليسترول ويرجع سبب أهمية الأحماض الدهنية الأساسية إلى قابليتها على إدخال الأحماض الدهنية إلى الغشاء الخلوي للدهون الفوسفاتية والتي ينتج عنه زيادة في إنتاج الايكوزينيدات والبروستاغلاندينات والثرمبوكسانات والليوكوترينات إلى مسار توليد الدهون (Natalie *et al.*, 2009) إن الأحماض الدهنية الأساسية n-3 و n-6 مهمة لنمو الجنين وتطوره خاصة للجهاز العصبي المركزي، مما يؤثر على حدة البصر وكذلك الوظيفة المعرفية ونقص الأحماض الدهنية الأساسية يعزز أيضاً الالتهابات الجلدية ويؤخر التئام الجروح

(Rustan and Drevon, 2005) ومن ناحية أخرى هناك علاقة عكسية بين تناول الأحماض الدهنية (PUFA) من نوع (n-3) واحتمالية الإصابة بأمراض القلب وتصلب الشرايين وكذلك تقلل من ارتفاع ضغط الدم العالي عن طريق خفض الكوليسترول الحر و LDL وتعمل على زيادة إفراز الأنسولين وزيادة مضادات الأكسدة وتقليل من التهاب المفاصل (Oraby, 2013) (Natalie *et al.*, 2009) كما إنها مطلوبة للهيكل الغشائي وتدخل في بنية الفوسفوليبيدات وأسترات الكوليسترول إذ تلعب الأحماض n-3، n-6 أدواراً فسيولوجية بارزة في مختلف الأعضاء حيث يمكن لهذه الأحماض الدهنية تعديل سيولة الأغشية، سماكة الغشاء، تفاعلات محددة مع بروتينات الغشاء (Prabhu and Shetty, 2014).

3.1 فصل وتحليل الدهون: Isolation and Analysis of Fat

إن من الغايات المهمة في الكيمياء هي فصل مركبات معينة من مزيج من المركبات، المواد الأساس للدهون الطبيعية تتواجد بشكل مزيج وعادة يكون بالغ التعقيد، الخطوة الأولى في تشخيص مكونات هذا المزيج هي فصل المواد الدهنية عن بقية المواد الموجودة في المزيج ويتم ذلك من خلال:

1.3.1 الاستخلاص بواسطة المذيبات العضوية

Extraction by Organic Solvents

الخطوة الأولى في فصل الدهون الكلية من المزيج الحيوي هي عملية الاستخلاص بواسطة المذيبات العضوية مثل داي إيثايل إيثر أو كلوروفورم أو الميثانول ومذيبات عضوية أخرى (Al-Tamer and mahmood, 2004) يتبع ذلك استخدام طرائق الكروماتوغرافيا التي تعتمد على الخاصية القطبية في فصل مزيج الدهون (Rodwell *et al.*, 2018)

2.3.1 تقنيات الكروماتوغرافيا Chromatographic Techniques

الكروماتوغرافيا تم تقديمها بواسطة Tswett في عام 1906 لفصل المنتجات الملونة، وهي تقنية مختبرية تستخدم لفصل المواد ذات الصلة مثل البروتينات والأحماض الأمينية والدهون، ويتم الفصل بالتوزيع المستمر وإعادة التوزيع بين الطور الثابت والطور المتحرك يعتمد الفصل على اختلاف الحجم، وخصائص الامتصاص (Shanthi and Lakshmi, 2010).

سوف يتم التطرق إلى نوعين من أنواع الكروماتوغرافيا بشيء من التفصيل وذلك لاستخدامها في هذه الدراسة:

1.2.3.1 كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة:

TLC Layer Chromatography (TLC)

عند تطبيق هذا النوع من الكروماتوغرافيا تؤخذ بنظر الاعتبار عدة أمور منها الخصائص الفيزيائية للمواد المراد فصلها وكذلك خواص المادة المستخدمة كطور ساكن والمواد المستخدمة كطور متحرك، عادة الطور الساكن في هذا النوع عبارة عن طبقة رقيقة من مادة امتزاز ناعمة ومثبتة على صفيحة من الزجاج أو الألمنيوم، وهذه المادة يمكن أن تكون (الومينا، سليكا جيل أو

سليولوز) ويتم تنشيط هذه الصفائح بواسطة تجفيفها بالتسخين لفترة زمنية معينة، ويمكن تظهير البقعة بواسطة رش الصفحة بصبغات خاصة ثم تعريضها لأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet) (UV) (Arneson and Brickell, 2007).

ويمكن ايضاح فوائد وتطبيقات تقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة كما يأتي:

1. تحتاج كميات قليلة من العينة وتستخدم لتتقنية العينات.
2. مفيدة جدا في التحليل السريع لعدد كبير من العينات.
3. مفيدة لفصل مركبات درجة تطايرها غير كاف للتحليل بتقنية كروماتوغرافيا الغاز - السائل.
4. تستخدم لتتبع تفاعلات كيميائية معينة.
5. تستخدم لتشخيص المركبات على أساس المجاميع الفعالة.
6. تستخدم في تحليل مركبات عديدة أهمها (الدهون) وهي ذات أهمية في حقول الصيدلة وعلم السموم.
7. تعد ذات أهمية مستقبلية في دراسة تأثير الأدوية على الجسم.
8. يمكن استخدام مواد كيميائية مؤكسدة مثل حامض الكبريتيك المركز للكشف عن بقع المواد في المزيج ويمكن تسخين هذه الصفائح لإكمال عملية الكشف (Arneson and Brickell, 2007).

2.2.3.1 كروماتوغرافيا الغاز: Gas Chromatography (GC)

نشأت هذه التقنية منذ عام 1952 وقد أجريت عدة تطويرات، وتعد وسيلة ذات أهمية كبيرة في الكيمياء التحليلية والحياتية، إذ تستخدم لفصل الغازات أو المواد التي يمكن تحويلها إلى الحالة الغازية بسهولة أو المواد المتطايرة وتعد من الطرائق الحساسة والسريعة والبسيطة وتعطي معلومات نوعية وكمية وتتطلب كميات صغيرة جدا من العينة المراد قياسها (الغبيشة، عبدالرحيم، 1986).

تتضمن الميزات الرئيسية لكروماتوغرافيا الغاز (GC) ما يأتي:

1. يمكن استخدام GC لفصل الجزيئات الصغيرة المتغيرة نسبيا نظرا لأن عمليات فصل GC تعتمد على الاختلافات في ضغوط البخار (نقاط الغليان) ، فإن المركبات ذات الضغوط البخارية الأعلى (نقاط الغليان المنخفضة) ستظهر أسرع من المركبات ذات الضغوط البخارية المنخفضة (نقاط الغليان العالية).
2. تزداد نقطة الغليان مع زيادة القطبية.
3. في بعض الأحيان بالنسبة لتحليل GC، يمكن تحويل مركب غير متطاير نسبيا (على سبيل المثال) الأحماض الدهنية التي لا يمكن تحليلها بصورة مباشرة إلا بعد تحويلها إلى مشتقات أكثر تطايرا عن طريق تحويلها إلى هيئة أستراتها المثالية (Dasgupta and Wahed, 2014).
4. يتم تحديد المركبات عادة عن طريق معرفة الزمن (زمن الاحتباس Retention time) وهو الزمن الذي تستغرقه المادة كي تظهر نهاية العمود وتعتمد أوقات الاحتباس على معدل تدفق الغاز (الهليوم أو غاز خامل) خلال العمود، وطبيعة العمود، ونقاط غليان المواد المحللة.
5. يتم تحويل معلومات الفصل بكروماتوغرافيا الغاز إما إلى الشاشة الملحقة بالحاسوب أو على شكل ورقي (الكروماتوغرام ويمكن تقدير كميات نسبية لمكونات المزيج عن طريق حساب مساحة المنحنيات لكل مكون ثم حساب كل جزء من الكل (Gunstone *et al.*, 1994).
6. يتم الكشف عن المركبات بواسطة كاشف تأين اللهب (FID) (Flame ionization detector)، كاشف التقاط الإلكترون (ECD) (Electron capture detector)، كاشف النتروجين _ الفوسفور (NPD) (Nitrogen-phosphorus detector) أو أي نوع آخر من أجهزة الكشف الكهروكيميائية. (Dasgupta and Wahed, 2014).

4.1 الصيام: Fasting

الصيام هو جزء لا يتجزأ في العديد من الأديان ويختلف نمط ومدة وحدود الصيام بين مختلف الأديان (Chtourou, 2013)، الشروط البيوكيميائية هو الامتناع عن تناول السعرات الحرارية لمدة (12-14) ساعة (Rehman and Shafiq, 2000)، وبناءً على ذلك يمكن تصنيف الصوم إلى عدة أنواع حسب مدة ونوع الصيام أهمها:

1. الصيام المتقطع (Intermittent fasting) (IF): ينطوي نمط الأكل في هذا النوع على الصيام لفترات زمنية مختلفة عادة لمدة 12 ساعة أو أكثر.
2. تقييد السعرات الحرارية (Calorie restriction) (CR): ينطوي نمط الأكل هذا على تخفيض مستمر في السعرات الحرارية دون الوصول إلى سوء التغذية.
3. التغذية المقيدة زمنياً (Time-restricted feeding) (TRF): ينطوي نمط الأكل هذا على تقييد تناول الطعام لفترات زمنية محددة من اليوم عادة ما بين 8 و 12 ساعة يومياً.
4. يوم الصيام المناوب (Alternate-day fasting) (ADF): نمط تناول الطعام هذا لا يتطلب استهلاك أي سعرات حرارية في أيام الصيام وتناوب أيام الصيام مع يوم من تناول الطعام غير المقيد، ويوم العيد.
5. الصيام المعدل البديل (Alternate-day modified fasting) (ADMF): ينطوي نمط الأكل هذا على استهلاك أقل من 25% من احتياجات خط الأساس للطاقة في أيام الصيام بالتناوب مع يوم من تناول الطعام غير المقيد أو يوم عيد.
6. الصيام الدوري (Periodic fasting) (PF): يتكون نمط الأكل هذا من الصيام 1-2 يوم/أسبوع فقط ويستهلك الطعام حتى الشبع على 5-6 يوم/أسبوع (Anton *et al.*, 2018).
7. صوم رمضان (Fasting Ramadan): رمضان هو الشهر التاسع من التقويم الإسلامي الهجري خلال هذا الشهر ومن المتوقع جميع المسلمين البالغين الأصحاء، الذكور والإناث الامتناع عن الأطعمة والسوائل والأدوية عن طريق الفم والتدخين من طلوع الفجر إلى غروب الشمس وهذا النوع من الصوم تناولته دراستنا والذي يستمر من 29 إلى 30 يوماً (Saedeghi *et al.*, 2012).

إن قضاء الوقت في حالة الصيام هو في الواقع شكل من أشكال التمرين وهو عبارة عن تمرين عضلي (Metabolic Workout) في الواقع هناك الكثير من أوجه التشابه بين التمارين والصوم حيث تكون فائدة التمارين ما يأتي:

1. يقلل من نسبة الكلوكرز في الدم.
2. انخفاض مستوى الأنسولين.
3. يزيد من حساسية الأنسولين.
4. يزيد من تحلل الدهون وأيض الحامض الدهني الحر.
5. يزيد من أكسدة الدهون الخلوية.
6. يزيد الكلوكرجون (عكس الأنسولين).
7. زيادة هرمون النمو (عكس الأنسولين) (Cherif *et al.*, 2015).

1.4.1 تأثير الصوم على دهون الجسم

إن الصيام يؤثر على العديد من العمليات الأيضية في جسم الإنسان وتعود المؤشرات الفسيولوجية إلى طبيعتها بعد انتهاء شهر الصيام مما يدل على سلامة الصوم للأشخاص الأصحاء (Elnasri and Ahmed, 2006) النظام الغذائي البشري هو خليط معقد من المكونات المتفاعلة التي تؤثر بشكل تراكمي على الصحة (Junior, 2017) والصيام هو نموذج ممتاز لكيفية تأثير التعديلات الغذائية على ملف الدهون إذ أظهرت الدراسات تغيرات مفيدة في مصل الدم على المتغيرات الكيموحياتية من حيث ارتفاع المتغيرات (ApoA-I، HDL) وانخفاض المتغيرات (LDL، ApoB، TC، TG) التي تعدّ من عوامل الخطر الرئيسية المسؤولة عن أمراض القلب التاجي والأمراض الدماغية الوعائية (Fararjeh *et al.*, 2012) يعد تعديل النظام الغذائي (الصوم) علاجاً لفرط دهون الدم ويؤخذ أيضاً جنباً إلى جنب مع العلاج الدوائي في الأشخاص الذين يعانون من خطر مرض القلب التاجي كجزء من التعديلات الأخرى مثل ممارسة الرياضة والإقلاع عن التدخين ووقف تناول الكحول والسيطرة على الوزن حيث ساعد العلاج الغذائي (الصيام) في انخفاض طفيف في مستويات الدهون لدى عينات الدراسة (Saleh *et al.*, 2005).

2.4.1 تأثير الصوم على الأحماض الدهنية:

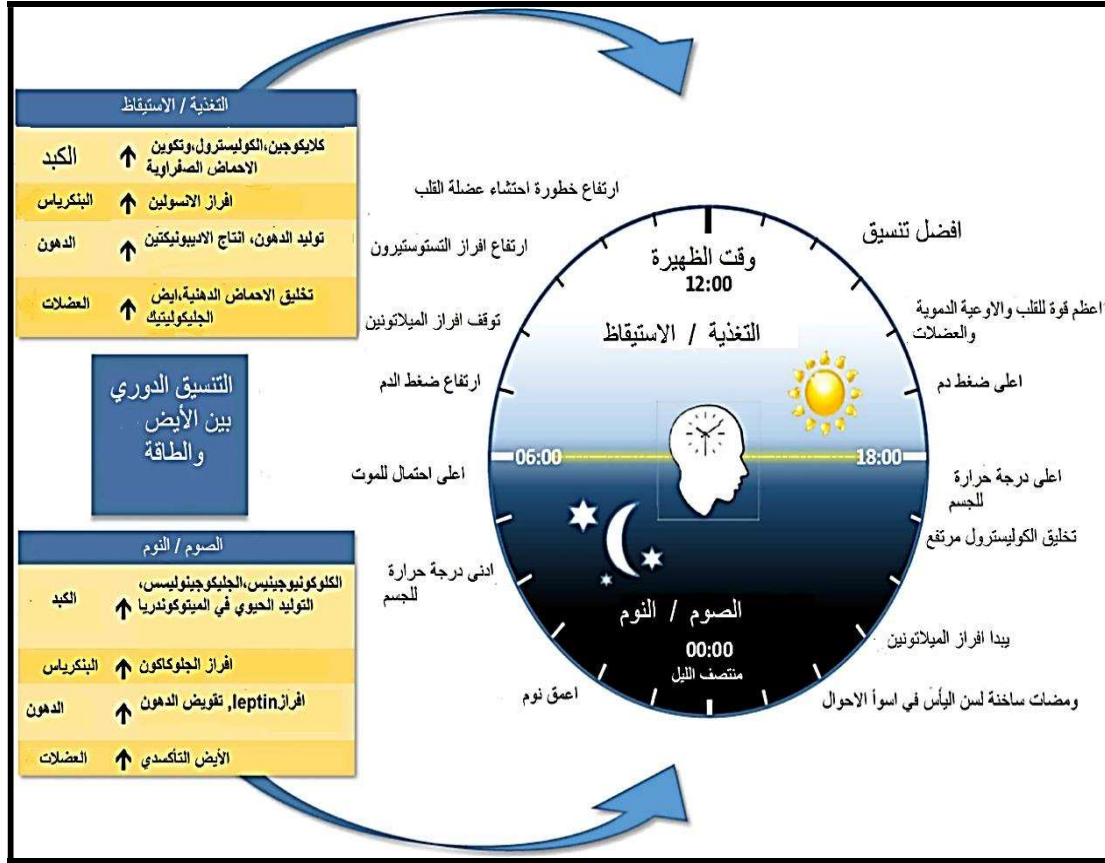
الأحماض الدهنية لها أهمية فسيولوجية من الناحية التركيبية كمكونات من الدهون الفوسفاتية والدهون السكرية وكذلك وظيفياً وكجزيئات وقود لاسيما في حالة الصوم (Hassanabad and Chan, 2005) والأحماض الدهنية الحرة تمثل العناصر الغذائية الهامة والوقود المؤكسد الرئيسي للقلب والكبد والهيكل العظمي والعضلات خلال الصيام (Mandal *et al.*, 2012) إذ تتكيف الخلايا مع (الصيام) عن طريق تحويل الأيض من الاعتماد على استقلاب الكلوكوز إلى الاعتماد على أكسدة الأحماض الدهنية أكسدة بيتا في الميتوكوندريا ويتم تخزين الأحماض الدهنية في الخلايا الشحمية مثل ثلاثي أسايل كليسيرول (TAG) الغنية بالطاقة في قطيرات دهنية (Lipid droplets) (LDs) فضلاً عن أنها توجد على الأغشية الخلوية (Rambold *et al.*, 2015) عادة ما يحدث التحول الأيضي في المرحلة الثالثة من الصيام عندما تستنفذ مخازن الكلايكوجين في الخلايا الكبدية وما بين (12-36) ساعة من الصيام بعدها تتسارع عملية تحلل الدهون في الأنسجة الدهنية وينتج عن التحلل زيادة في الأحماض الدهنية والكليسيرول يتم استقلاب TAG و DAG إلى FFAs التي تطلق في الدم، يتم نقل (Fatty Acids) FFAs إلى خلايا الكبد، إذ يتم استقلابها بواسطة أكسدة β بيتا لإنتاج الأجسام الكيتونية والتي تتضمن (β -هيدروكسي بيوتيريت (β -hydroxybutyrate) واسيتو اسيتيك واسيتون) والتي بدورها تحفز التوليد الحيوي (biogenes) في الميتوكوندريا، يتم نقل الكيتونات بكميات كبيرة إلى خلايا ذات استقلاب مرتفع النشاط (خلايا العضلات والخلايا العصبية) إذ يتم استقلابها إلى اسيتايل CoA (Acetyl Coenzyme A) الذي يدخل بعد ذلك دورة حامض الثلاثي الكربوكسيل (Tri carboxylic) إلى توليد الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (Adenosine Triphosphate) (ATP) من خلال هذه العمليات الفسيولوجية (Anton *et al.*, 2018)، تعمل الكيتونات مصدراً للطاقة للحفاظ على وظيفة خلايا العضلات والدماغ أثناء الصيام وهكذا يبدو عند التبدل الأيضي باستبدال مصدر الطاقة الأساسي للجسم، إذ يتحول من الكلوكوز إلى الأحماض الدهنية (FFA) المشتقة من عملية تحلل الدهون (Lipolysis) للأنسجة الدهنية والكيتونات والتي تخدم للحفاظ على العضلات، افترضت العديد من الدراسات الصيام علاجاً لمرض السكري من النوع الثاني ووجدت عدة دراسات إضافية

لتحسين حساسية الأنسولين وتحمل الكلوكونز (Sauvat *et al.*, 2018) يتم تنشيط اللايبوليسس (Lipolysis) للأنسجة الدهنية أثناء الصيام وTAG المخزونة في الأنسجة الدهنية يزداد معدل تحللها بزيادة اللايبيز الدهني في الأنسجة الدهنية واللايبيز الحساس للهرمونات (Hormone-sensitive lipase) (HSL) لتحرير المزيد من الأحماض الدهنية غير المؤسترة (Non-esterified fatty acid) (NEFA) في الدورة الدموية لتوفير المواد الأساسية لدهون الجسم، بينت البحوث أن إنزيم (HSL) يميل إلى الثلاثي اساييل كليسيرون (TAG) التي تحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة طويلة السلسلة (PUFA) (Marks *et al.*, 2015).

3.4.1 تأثير الصيام على هرمونات الجسم:

يشمل الأيض كل من العمليات البيوكيميائية المستخدمة من قبل الكائنات الحية للبناء الهيكلي والمكونات الوظيفية والحصول على الطاقة، وينقسم عادة إلى البناء والذي يشمل الجزيئات الحيوية مثل الكلايكونجين والبروتينات والدهون على سبيل المثال (triacylglycerol- TAG)، والهدم الذي يشمل هدم الجزيئات الكبيرة إلى مكوناتها من المواد الأساسية (الكلوكونز، الأحماض الأمينية والكليسيرون والأحماض الدهنية) (Junior, 2017)، تشكل الكربوهيدرات (مثل الكلايكونجين) مخازن طاقة فورية (الكبد) بينما تشكل الدهون على سبيل المثال الثلاثي اساييل كليسيرون (TAG) مخزونات طويلة الأجل للطاقة في الأنسجة الدهنية، والبروتينات تشكل كتلة الخلايا النشطة ومصدراً ثانوياً للطاقة (Campbell, 2017). الأنسولين البنكرياسي وهرمون النمو (Growth hormone) (GH) مثال على الهرمونات البنائية، وهرمون المعدة الذي يحفز الشهية، وغيرها من إفرازات الغدة الصماء (الغدة النخامية والبرولاكتين وهرمون أدرينوكورتيكوتروبك (adrenocorticotrophic))، وزيادة الوزن (Messini *et al.*, 2017). الأندروجينات على سبيل المثال (التستوستيرون) قد يكون لها تأثير بنائي والذي يتطلب جميع العناصر الغذائية، ان الكلوكون البنكرياسي والادرينالين الغدة الكظرية والكورتيزول هي أمثلة على الهرمونات التقويضية (الهدم) هذه الهرمونات جنباً إلى جنب مع هرمون النمو تكافح نقص السكر في الدم (أي الكلوكونز في البلازما اقل من 70mg/dl)، الكلوكون البنكرياسي على وجه الخصوص يحفز الكبد للافراج

عن الكلوکوز عن طريق تحلل الكلايکوجين (هدم الكلايکوجين) (glycogenolysis) والتوليد الكلوکوزي من مصادر غير سكرية ويحفز الأنسجة الدهنية لإطلاق الأحماض الدهنية الحرة (FFAs) والكليسيرول عن طريق تحلل الثلاثي اساييل كليسيرول (TAG). والهرمونات الدرقية على سبيل المثال (ثلاثي يودوثيرونين T_3) وهي من الهرمونات التقويضية التي تلعب دوراً مهماً على المدى الطويل في التمثيل الغذائي (Junior, 2017) وهرمون اللبتين (Adepoctye leptin) أيضا تقويضي يعمل على تثبيط تخزين الطعام وتخزين الدهون مع تعزيز استهلاك الطاقة (Kang *et al.*, 2008)، في هذه المرحلة في حالة الصيام يتم تأجيل عملية البناء لصالح الهدم، يتكيف التمثيل الغذائي للصائم بشكل واضح لضمان تنظيم المسارات الأيضية الأساسية والطاقة للحفاظ على النشاط الحيوي و تتميز هذه المرحلة بانخفاض مستويات الأنسولين وارتفاع مستويات الكلوکاجون وتحلل الكلايکوجين في الكبد وتوليد الكلوکوز للحفاظ على مستويات الكلوکوز في الدم والمحافظة على وظيفة الدماغ. في مرحلة الصيام تشمل التغيرات الهرمونية التكيفية على سبيل المثال انخفاض مستويات الأنسولين و T_3 جنبا إلى جنب مع مستويات عالية من الكلوکاجون والمستقلب غير النشط T_3 (rT_3 العكسي) يزداد هرمون النمو خلال حالات الصيام (سواء أثناء النوم أو بعد فترة الصيام) للمساعدة في الحفاظ على العضلات (Junior, 2017) ويشعر الأشخاص بمستوى متزايد من التركيز واليقظة أثناء الصيام بفضل افراز هرموني الادرينالين والنورادرينالين (Cherif *et al.*, 2015) ويُعدّ النوم من الحالات الشبيهة بالصيام من حيث التمثيل الغذائي خلال مراحل النوم ويمكن توضيح آلية النوم والاستيقاظ خلال الليل والنهار كما في الشكل (9.1) (Patterson and Sears, 2017).



الشكل (9.1) العمليات الأيضية خلال النوم والاستيقاظ

(Patterson and Sears, 2017)

5.1 الهدف من البحث: Aim of the Study

تهدف الدراسة إلى معرفة تأثير الصوم على العديد من المتغيرات الكيموحياتية داخل جسم الإنسان وخصوصا المتغيرات المتعلقة بمستويات أيض الكربوهيدرات والدهون كذلك التعرف على تأثير الصوم على النسبة المئوية للأنواع الثلاثة من الأحماض الدهنية في مصل الدم لأجزائه الثلاثة الدهون الفوسفاتية وأستر كوليسترول والدهون الثلاثية (الثلاثي اساييل كليسيرول) وبالتالي معرفة فائدة الصوم من الناحية البيولوجية من خلال التأثير على العديد من المسارات الأيضية داخل الجسم، فضلاً عن تأثير العمر والجنس على المتغيرات الكيموحياتية والأحماض الدهنية خلال مدة الصوم، فضلاً عن معرفة تأثير مدة الصوم على المتغيرات الكيموحياتية والأحماض الدهنية.

الفصل الثاني

الجزء العملي

Experimental Part

1.2 جمع العينات Sample collection

تضمنت هذه الدراسة (50) عينة لأشخاص أصحاء (غير مصابين بأي مرض ظاهري) بدون صيام ومتابعة نفس الأشخاص بعد الصيام بأوقات زمنية (مختلفة) من الذكور والإناث وبفئات عمرية مختلفة تتراوح ما بين (19-80) سنة. تم تقسيم العينات التي تم جمعها بدون صيام (نماذج السيطرة) وفي حالة الصوم إلى فئتين عمرية وكما يأتي:

الفئة الاولى

تتراوح أعمار هذه الفئة ما بين (19-44) سنة لنماذج الصيام ولنماذج السيطرة وتضم كل منها (30) شخصاً (ذكوراً وإناثاً).

الفئة الثانية

تتراوح أعمار هذه الفئة ما بين (45-80) سنة لنماذج الصيام ولنماذج السيطرة وتضم كل منها (20) شخصاً (ذكوراً وإناثاً).

2.2 بيانات نماذج العينات:

تم أخذ المعلومات الآتية من نماذج الصيام ونماذج السيطرة وكما يأتي:

1. العمر
2. الجنس
3. الوزن
4. الطول
5. الأدوية المستخدمة (إن وجد)
6. صوم أو بدون صوم.

3.2 جمع نماذج الدم:

تم في هذه الدراسة جمع عينات الدم بواقع:

- أولاً- نماذج السيطرة بدون صيام.
- ثانياً- نماذج الاختبار بعد فترة الصوم (10-15) يوم.
- ثالثاً- نماذج الاختبار بعد فترة صوم 20 يوم .
- رابعاً- نماذج الاختبار بعد فترة صوم 30 يوم.

لأشخاص أصحاء في حالة الصيام لمدة (17) ساعة خلال فصل الصيف في مدينة الموصل حيث تم جمع العينات للفترة (5/17-6/16) 2018م حيث تم سحب (5) مليلتر من الدم لكل شخص ثم تركت العينات لمدة (15) دقيقة عند درجة حرارة 37 درجة مئوية وبعد ذلك تم فصل مصل الدم بواسطة جهاز الطرد المركزي بسرعة (3000) r.p.m ولمدة (15) دقيقة. تم عزل مصل الدم بواسطة ماصة مايكروية ووضع في أنابيب اختبار وقسم إلى قسمين:

• القسم الأول تم إجراء القياسات الآتية:

1. كلوكوز مصل الدم (Glu).
 2. الكوليسترول الكلي (TC).
 3. كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL-C).
 4. كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL-C).
 5. ثلاثي اساييل كليسيرول (TG).
 6. الدهون الفوسفاتية (PL).
 7. كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا (VLDL-C) حيث تم حسابه نظريا.
- القسم الثاني، يحفظ في التجميد بدرجة (-18) م لحين بدء التحليل للأحماض الدهنية.

4.2 الأجهزة والأدوات المستخدمة:

يبين الجدول (1.2) الأجهزة والأدوات والشركات المصنعة المستخدمة في الدراسة.

اسم الجهاز	الشركات الموردة
Centrifuge	ZENITH LAB CO., LTD /P.R.C
Water bath	Kotter Mann instruments LTD/Germany
Vis spectrophotometer	ZENITH LAB CO., LTD /P.R.C
Electronic oven	Memmert instruments LTD/Germany
Electronic balance	KERN&SOHN GmbH/Germany
UV-visible spectrophotometer	UV-1800 Shimadzu/Japan
Micropipettes 10ul-100ul / 100ul-1000ul	GENEX / U.S. A
Capillary gas chromatograph -2010	Shimadzo/ Japan

5.2 عدد التحليل: Kits

يبين الجدول (2.2) عدد التحليل والشركات المصنعة المستخدمة في الدراسة.

الشركات المجهزة	مواد الفحوصات
RANDOX/United Kingdom	Glucose
Biolabo/france	Total cholesterol
Biolabo/france	HDL-C
Biolabo/france	Triacylglycerol
Centronic GmbH/Germany	LDL-C
Centronic GmbH/Germany	Total cholesterol
AG, BUCHS SG/Switzerland	phospholipid
Poole /England	phospholipid
Fortress /UK	phospholipid

6.2. طرائق العمل:

1.6.2. مؤشر كتلة الجسم (BMI) BODY MASS INDEX

تم احتساب مؤشر كتلة الجسم BMI عن طريق عملية تقسيم وزن الجسم Mass (كغم)

على مربع الطول Height (متر)² وتم احتساب مؤشر كتلة الجسم

$$BMI = \text{MASS (KG)} / [\text{Height(m)}^2]$$

(Fost *etal.*, 2005)

إذ إن قيمة هذا المؤشر تعطي فكرة عن معدل السمنة كما يأتي:

للشخص الطبيعي (18.5-24.9) BMI

للشخص زائد الوزن (25-29.9) BMI

للشخص السمين (30-34.9) BMI

للشخص المفرط السمنة BMI > 40

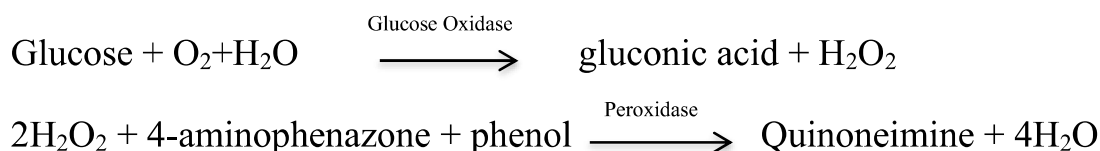
(Ferrier *et al.*, 2017)

2.6.2. تقدير مستوى كلوكوز مصل الدم

تم استخدام عدة التحليل (kit) المجهزة من شركة (RANDOX/united kingdom) لتحديد مستويات الكلوكوز في الدم إنزيميا:

المبدأ الأساسي:

تم فحص السكر في الدم من خلال استخدام الطريقة اللونية الأنزيمية (GOD-POD) وفقا للمعادلة التالية: (Barham and Trinder, 1972)



طريقة العمل:

تم استخدام ثلاثة أنابيب كمحلول بلانك، المحلول القياسي ومحلول الاختبار، على التوالي وتمت إضافة المواد في كل أنبوبة.

الانموذج	المحلول القياسي	محلول بلانك	الكاشف
10µl			Serum
	10µl		Standard
		10µl	Distilled water
1ml	1ml	1ml	Working reagent

تم مزج الأنابيب ووضعها في الحاضنة لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 37 درجة مئوية، وبعد ذلك تم تسجيل الامتصاصية لكل أنبوب عند طول موجي 500 نانوميتر.

الحسابات:

تم قياس تركيز السكر في مصل الدم باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{R\&F.B.G(mg/dl)} = \text{Abs. sample/Abs. St.} \times \text{St. Concentration 100mg/dl}$$

Abs.sample: امتصاصية النموذج

Abs.St.: امتصاصية المحلول القياسي

المعدل الطبيعي للسكر في حالة الصوم (115-75mg/dl) & (6.4-4.2mmol/l)
 $\text{mg/dl con.} \times 0.055 = \text{mmol/l Glu.}$

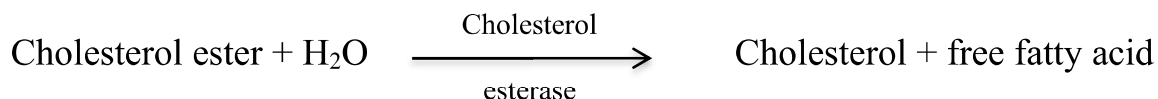
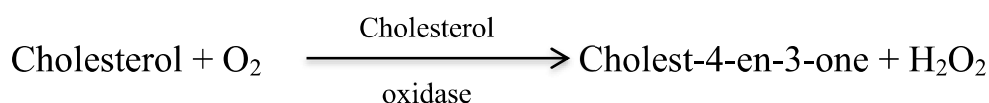
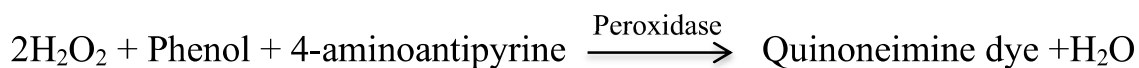
(Teuscher, 1971)

3.6.2. تقدير مستوى الكوليسترول الكلي في مصل الدم:

تم قياس الكوليسترول الكلي لمصل الدم باستخدام عدة التحليل المجهزة من (Biolabo/France).

المبدأ:

التحلل الإنزيمي كمبدأ لهذه الطريقة وفقا للمعادلات الآتية (Allain *et al.*, 2005)



(Quinoneimine) ذو لون أحمر تتناسب شدته مع كمية الكوليسترول المراد تقديره

نقاس امتصاصية الـ Quinoneimine عند الطول الموجي 500 نانوميتر باستخدام مقياس الطيف الضوئي (Tietz, 2006).

طريقة العمل:

تم استخدام ثلاثة أنابيب كمحلول البلاנק، المحلول القياسي ومحلول الاختبار، على التوالي تمت اضافة المواد لكل أنبوبة كما موضح بالجدول:

الانموذج	المحلول القياسي	محلول البلاנק	الكاشف
10µl			Serum
	10µl		Standard
		10µl	Distilled water
1ml	1ml	1ml	Working Reagent

تم مزج الأنابيب ووضعها في الحاضنة لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 37 درجة مئوية وبعد ذلك سجلت الامتصاصية لكل أنبوب عند طول موجي 500 نانوميتر.

الحسابات:

تم حساب كمية الكوليسترول الكلي باستخدام المعادلة الآتية:

$$T.Chol.(mg/dl) = Abs.sample / Abs.St. \times St. Concentration 200mg/dl$$

Abs.sample: امتصاصية الانموذج

Abs.St.: امتصاصية المحلول القياسي

المعدل الطبيعي للكوليسترول أقل من 200mg/dl (Tietz,2006)

$$mg/dl con. \times 0.0259 = mmol/l cho.$$

(Burtis and ashwood,1999)

4.6.2 تقدير مستوى الثلاثي اساييل كليسيرون في مصل الدم:

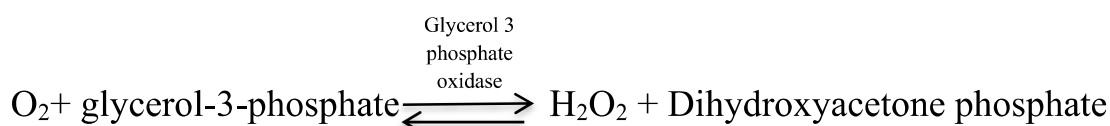
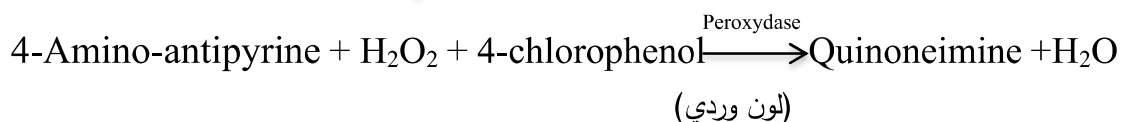
تم قياس الثلاثي اساييل كليسيرون لمصل الدم باستخدام عدة التحليل المجهزة من

(Biolabo/France).

المبدأ:

تم تقدير تركيز الدهون الثلاثية بواسطة عدة التحليل (Kit) التي تستخدم الطريقة

الأنزيمية للباحثين Fossati و Prencipe وحسب المعادلات الآتية: (Tietz,2006)



الكثافة الضوئية للون الوردي (Quinoneimine) تتناسب مع كمية الدهون الثلاثية وتم

قياس الامتصاصية عند الطول الموجي 500 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف اللوني.

طريقة العمل:

تم استخدام ثلاثة أنابيب كمحلول البلاנק، المحلول القياسي ومحلول الاختبار، على التوالي وتمت إضافة المواد في كل أنبوبة:

الانموذج	المحلول القياسي	محلول البلاנק	الكاشف
10µl			Serum
	10µl		Standard
		10µl	Distilled water
1ml	1ml	1ml	Working reagent

تم مزج الأنابيب ووضعها في الحاضنة لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 37 درجة مئوية وبعد ذلك تم تسجيل الامتصاصية لكل أنبوب عند طول موجي 500 نانوميتر .
الحسابات:

تم حساب كمية الدهون الثلاثية باستخدام المعادلة الآتية:

$$T. G (mg/l) = \text{Abs.sample} / \text{Abs.St} \times \text{St. Concentration} (200mg/dl)$$

Abs.sample: امتصاصية الانموذج

Abs.St.: امتصاصية المحلول القياسي

(160-35 mg/dl) المعدل الطبيعي للدهون الثلاثية

$$mg/dl \times 0.0114 = mmol/l TG$$

(Tietz,2006)

5.6.2. تقدير مستوى كوليسترول البروتين الدهني العالي الكثافة (HDL-C) في مصل الدم:

تم قياس (HDL-C) لمصل الدم باستخدام عدة التحليل المجهزة من (Biolabo/France).

المبدأ:

يستخدم هذا النظام تقنية فصل تعتمد على VLDL و LDL وكايلومايكرونات، تم ترسيبها بواسطة حامض $Phosphotungestic / MgCl_2$ من خلال الطرد المركزي للرواسب، (إذ يبقى الكوليسترول HDL ذائباً، وبعد ذلك تم القياس بواسطة عدة التحليل kit) (Tietz,2006).

طريقة العمل:

تم تحضير العينة باستخدام أنبوبة اختبار، وماصة مدرجة على النحو الآتي:

precipitating	50µl
serum	500µl

- تم خلط الأنبوب وتركت بالحاضنة لمدة عشر دقائق عند درجة حرارة 37 درجة مئوية، وثم الفصل بجهاز الطرد المركزي عند سرعة (3000-4000) r.p.m دورة/دقيقة لمدة عشر دقائق.
- الكاشف الإنزيمي للكوليسترول باستخدام نفس الاستراتيجية لطريقة الكوليسترول الكلي كما مبين أدناه:

الانموذج	المحلول القياسي	البلاנק	الكاشف
		25µl	D.W
25µl			Supernatant
	25µl		standard
1000µl	1000µl	1000µl	Reagent T.C

تم خلط الأنابيب ووضعها لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 37 درجة مئوية وبعد ذلك تم تسجيل الامتصاصية لكل أنبوب عند الطول الموجي 500 نانوميتر.

الحسابات:

تم حساب كمية البروتينات الدهنية عالية الكثافة كما في المعادلة الآتية:

$$\text{Conc.of HDL} = \text{Abs.sample} / \text{Abs.St} \times \text{standard conc. (100mg/dl)} \times 1.1 (\text{St.remaining undiluted})$$

Abs.sample: امتصاصية الانموذج

Abs.St.: امتصاصية المحلول القياسي

المعدل الطبيعي HDL مستوى منخفض أقل من (40mg/dl) مستوى مرتفع أكبر من

(Tietz, 2006) (60mg/dl)

$$\text{mg/dl} \times 0.0259 = \text{mmol/l}$$

(Laker, 1996)

6.6.2. تقدير مستوى كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL-C) في مصل الدم:

تم قياس الكثافة المنخفضة للبروتين الدهني (LDL) باستخدام عدة التحليل المجهزة من (Centronic GmbH/Germany).

المبدأ:

تم ترسيب البروتين الدهني منخفض الكثافة في المصل بعد إضافة محلول السترات عند نقطة التعادل بعد الطرد المركزي فإن VLDL (البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة جدا) و(البروتينات الدهنية عالية الكثافة) تبقى ذائبة في المادة وتم تحديدها باستخدام كاشف الكوليسترول الكلي من الفرق في تركيز الكوليسترول الكلي وتركيز VLDL و HDL الذائب بحسب تركيز الكوليسترول LDL.

طريقة العمل:

تم تحضير العينة باستخدام أنبوبة اختبار وماصة مدرجة على النحو الآتي:

LDL precipitating rg.	1000 µl
serum	100 µl

- تم مزج الأنبوب وتركت بالحاضنة لمدة عشر دقائق في درجة حرارة الغرفة، وتم الفصل بجهاز الطرد المركزي عند سرعة 4000 rpm دورة/دقيقة لمدة 15 دقيقة يحدد تركيز الكوليسترول من الذائب في غضون ساعة بعد الطرد المركزي.
- يحتوي المحلول الرائق بعد الترسيب على VLDL و HDL وبعد ذلك تم تقديرهم باستخدام الكاشف الإنزيمي للكوليسترول باستخدام نفس الاستراتيجية لطريقة الكوليسترول الكلي كما مبين في أدناه:

الانموذج	البلاנק	الكاشف
	100µl	D.W
100µl		Supernatant
1ml	1ml	Reagent TC

تم خلط الأنابيب ووضعها في الحاضنة لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 37 درجة مئوية، وبعد ذلك تم تسجيل الامتصاصية عند الطول الموجي 500 نانومتر ضد البلاנק.

الحسابات:

تم حساب كمية البروتينات الدهنية واطئة الكثافة كما يأتي:

لحساب تركيز (Cholesterol conc. in the supernatant) عند الطول الموجي 500nm عند mg/dl تم ضرب الامتصاصية في 660 (660mg/dl × Abs.sample) وإذا كان عند mmol/l تم ضرب الامتصاصية في 17.1 (17.1mmol × Abs.sample) وبعد ذلك تم حساب LDL كما في المعادلة الآتية:

$LDL\text{-Cholesterol} = \text{total cholesterol} - \text{cholesterol in the supernatant}$
 Abs.sample: امتصاصية الانموذج (امتصاصية Chol.supernatant)
 المعدل الطبيعي 150 mg/dl & 3.9 mmol/l (Wieland and Seidel, 1983)

7.6.2. تقدير مستوى كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا (VLDL-C) في مصل الدم:

تم تقدير مستوى كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا باستخدام العلاقة الرياضية النظرية الآتية:

$$VLDL\text{-C}(\text{mmol/l}) = TG/2.2$$

$$VLDL\text{-C}(\text{mg/dl}) = TG/5$$

(Michael *et al.*, 2005)

والمعدل الطبيعي لتركيز VLDL كما يتبين من هذه المعادلة هو أقل من 40mg/dl.

8.6.2. نسبة Cholesterol/ HDL-C:

تم حسابها بقسمة الكوليسترول الكلي على HDL المعدل الطبيعي (3-5)

(Millan *et al.*, 2009)

9.6.2. نسبة LDL-C/HDL-C:

تحسب بقسمة LDL-C على HDL-C المعدل الطبيعي: أقل من 3.3.

(Pinto and Ros, 2000)

10.6.2. نسبة Triglyceride/HDL-C:

تحسب بواسطة قسمة الدهون الثلاثية على HDL المعدل الطبيعي: أقل من 4.0

(Lamarche *et al.*, 1999)

11.6.2. تقدير مستوى الدهون الفوسفاتية في مصل الدم:

هناك عدة طرائق حساسة لتقدير مستوى الدهون الفوسفاتية والتي تعتمد على تكوين معقد الفوسفوموليبيدات، والذي سوف يختزل بعد ذلك بواسطة الكاشف المناسب لتكوين معقد أزرق اللون، تتضمن الطريقة استخلاص الدهون الفوسفاتية من السوائل أو الأنسجة الحياتية ومن ثم يقدر الفسفور اللاعضوي لها، وبما أن معدل وجود الفسفور في الفوسفات هو (4%) لذلك نقوم بضرب الناتج النهائي في (25) للحصول على تركيز الدهون الفوسفاتية الكلي (phospholipid) total (Tietz,2006).

الكواشف: Reagent

- محلول أمونيوم موليبيدات (W/V) (2.5%).
- محلول حامض الأسكوربيك (10%).
- حامض الكبريتيك (6N).

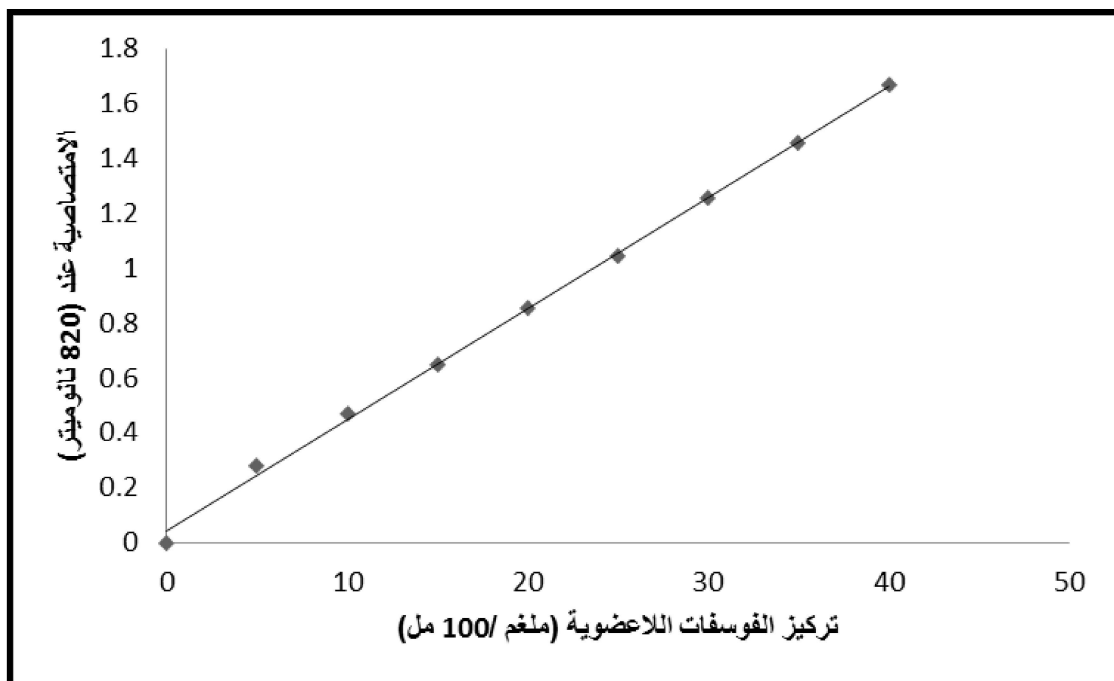
تم حسب هذه الطريقة مزج حجم واحد من كل الكواشف الثلاثة أعلاه مع حجمين من الماء المقطر إذ تم هذا التحضير قبل الاستخدام مباشرة ويكون المحلول الناتج هو المحلول الملون المستخدم في التحليل.

طريقة العمل: Procedures

تتم إضافة (0.2) مل من حامض البيروكلوريك (70%) إلى بقعة الدهون الفوسفاتية المفصولة من صفيحة الـ (TLC) في أنبوبة اختبار وبعد ذلك تم تسخين الأنبوبة إلى أن يصبح المحلول رائقا ثم يضاف إلى الانموذج (5) مل من الماء المقطر ومن ثم يرشح المحلول للتخلص من طبقة السليكا جيل وبعد ذلك يضاف (5) مل من المحلول الملون مع رج الأنبوبة بشكل جيد ثم تم وضع الأنبوبة في حمام مائي بدرجة (37) درجة مئوية لمدة (90 - 120) دقيقة بعد ذلك تم تبريد الأنبوب وقياس الامتصاص عند طول موجي (820) نانوميتر.

تحضير المنحني القياسي: Standard curve

تم تحضير المنحني القياسي لهذه التجربة من خلال تحضير عدة نماذج قياسية من مادة KH_2PO_4 وبعد ذلك تم قياس امتصاصية المحاليل الملونة الناتجة عند نفس الطول الموجي (820) نانوميتر (Tietz, 2006) يوضح الشكل المنحني القياسي للفوسفات اللاعضوية.



الشكل (1.2) المنحني القياسي للفوسفات اللاعضوية

12.6.2. استخلاص الدهون: Lipid Extraction

1.12.6.2. استخلاص دهون الدم: Extraction of Blood Lipids

يؤخذ (1) مل من مصل الدم المفصول وتم استخلاص الدهون منه وكما يأتي:
 يضاف للمصل (2) مل من الميثانول مع الرج بشكل جيد بعد ذلك تتم عملية الاستخلاص بإضافة (4) مل من الكلوروفورم مع الرج ومن ثم تم ترشيح المحلول الناتج (Folsom *et al.*, 1996) بعد ذلك تم تركيز المحلول الناتج إلى حجم (1) مل من خلال استخدام غاز النتروجين (أو استخدام تخفيف الضغط) وتبقى الدهون مذابة في (1) مل من الميثانول ثم تم إمرار هذه النماذج وفصلها من خلال تقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC).

13.6.2. فصل الدهون بوساطة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة:

1.13.6.2. خصائص صفائح الكروماتوغرافيا:

properties of chromatographic plates

تتكون صفيحة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة من لوح زجاجي (أومن الألمنيوم، البلاستيك، اللدائن الصناعية) بأبعاد (20×20) سم مطلي بطبقة من جيل السليكا بسبك (0.25) ملم إذ تم الحصول عليها جاهزة من شركة (MERCK CO., Germany) وتم تنشيط الصفائح قبل الاستخدام مباشرة وذلك من خلال وضع الصفيحة في فرن كهربائي بدرجة حرارة (100) درجة مئوية لمدة (1) ساعة، إذ تم استخدامها بعد التبريد مباشرة (Touchstone and shrema, 1979).

2.13.6.2. المذيبات في الطور الساكن Stationary phase Solvents

يوجد أكثر من طور متحرك يمكن أن يستخدم في فصل عدة أنواع من الدهون إذ إن أكثر هذه المذيبات استقرارا أو ملاءمة لهذه الدراسة هي استخدام مزيج من (الهكسان-الايثر-حاض الفورميك) بنسبة 2:20:80 (v: v: v) (Al-Tamer and mahmood, 2004).

3.13.6.2. تطبيقات النماذج: Sample applications

تم وضع (30) مايكرو ليتر من المحاليل المستخلصة من مصل الدم على صفيحة الكروماتوغرافيا بواسطة ماصة مايكروية ومن ثم تركها للجريان للأعلى لمدة (60_120) دقيقة داخل الوعاء الخاص بالتقنية وبعد الجريان ترفع الصفيحة من داخل الوعاء وتجفف ومن ثم ترش بالمادة المظهرة (Touchstane and sherma, 1979).

4.13.6.2. التظهير: Visualization

توجد عدة طرائق تستخدم في إظهار البقع عديمة اللون للدهون وللحصول على ألوان متخصصة منها الفلورة أو حرق المركبات العضوية بحامض الكبريتيك المركز أو استخدام اليود المتسامي (Robyt and white, 1987).

في هذه الدراسة تم استخدام صبغة (2,7-dichlorofluorescein) بوصفه مادة مظهرة (Ma et al., 1995) إذ تم تحضير محلول هذه الصبغة بإذابة (0.1) غم من الصبغة في

(100) مل من الإيثانول ومن ثم ترش الصفيحة إذ تتلون كل أجزاء الدهون بلون أصفر-مخضر بعد تعريض الصفيحة للأشعة فوق البنفسجية (uv) بطول موجي (310) نانوميتر (Touchstone and sherma,1979).

وبعد عملية التطهير سوف تظهر بقع للدهون الرئيسية مثل (الدهون الفوسفاتية، أستر الكوليسترول، الثلاثي اساييل كليسيروول والكوليسترول الحر) إذ تم فصل كل بقعة من هذه البقع بقشط مادة السليكا ووضعها في أنابيب خاصة لغرض أسترة الأحماض الدهنية الموجودة فيها إلى أستراتها (Methyl esters) وكما موضح لاحقا.

7.2. تحليل وتشخيص الأحماض الدهنية:

Analysis and Identification of fatty acids

1.7.2. إعادة أسترة الأحماض الدهنية:

في هذه الدراسة تحليل وإعادة أسترة الأحماض الدهنية باستخدام طريقة الأسترة بواسطة ثلاثي فلوريد البورون (BF₃) المذاب في الميثانول بتركيز (16%)، وحسب هذه الطريقة تم قشط البقعة الخاصة بالمركب الدهني، ووضعها في أنابيب اختبار ثم يضاف إليها (2) مل كلوروفورم وترج بشكل جيد ومن ثم تم ترشيح الانموذج للتخلص من السليكا جيل ثم تم تركيز الحجم إلى (1) مل ومن ثم تتم اضافة محلول (BF₃) بحجم (2) مل لكل انموذج تحت ظروف مشبعة بالنيتروجين، ثم تم بعد ذلك وضع المحلول في أنبوبة اختبار محكمة السد وتوضع في حمام مائي مغلي ولمدة زمنية تعتمد على نوع المركب الدهني وكما يأتي:

- الدهون الفوسفاتية (15) دقيقة

- الثلاثي اساييل كليسيروول (45) دقيقة

- استر الكوليسترول (45) دقيقة

تم بعد ذلك تبريد الأنابيب ويضاف إليها مزيج من (1مل بنتان+0.5مل ماء مقطر) لغرض فصل الأحماض الدهنية المؤسترة وبعد ذلك تم إجراء عملية فصل بواسطة جهاز الطرد المركزي بسرعة (3000دورة/دقيقة)، ولمدة (15) دقيقة ثم تم فصل الطبقة العليا من المحلول والحاوية على أسترات الأحماض الدهنية مذابة في البنتان وتوضع في أنابيب اختبار محكمة السد لحين إجراء التحليل عليها بواسطة جهاز كروماتوغرافيا الغاز الشعري (CGC) (Ma et al., 1995).

2.7.2. تقدير النسبة المئوية للأحماض الدهنية:

تم تقدير نسبة الأحماض الدهنية في مصل الدم للمكونات الثلاثة آفة الذكر وذلك بواسطة حقن (1) مايكرو ليتر من الانموذج المعد للقياس في جهاز كروماتوغرافيا الغاز الشعري (CGC) (capillary gas chromatography).

• تقنية العمل لكروماتوغرافيا الغاز:

تحقن كمية صغيرة من الخليط المراد تحليله في مقدمة عمود الفصل وتتفصل محتويات الخليط عن طريق حركتها الجزيئية خلال عمود الفصل وتزاح بصورة مستقلة من العمود مع الغاز الناقل وتمر بعد ذلك خلال المكشاف (detector)، ثم تم تسجيل الإشارة الخارجة من المكشاف معطيا كروماتوغراما، وتعتمد درجة الفصل على معاملات التجزؤ اختلافا كافيا لا تتفصل المكونات بصورة تامة (الغبشة، عبد الرحيم، 1986).

• الغاز الخامل الناقل:

يستخدم عادة غاز النيتروجين أو الهليوم أو الهيدروجين في هذه التقنية عندما يكون المكشاف للتوصيل الحراري، بسبب القدرة التي تمتلكها هذه الغازات في التوصيل الحراري بحيث تحدث هناك استجابة سريعة من قبل المكشاف وتم الحصول على الغاز العمود بواسطة مانومتريات عند نهاية العمود. من أسطوانة تحتوي عليه ويسيطر على السرعة من خلال حمام ويقاس الضغط في العمود بواسطة مانومتريات عند نهاية العمود.

• العمود

تم الفصل عادة في تقنية كروماتوغرافيا للغاز باستخدام عمود مصنوع من الزجاج أو النحاس باستخدام درجات حرارية عالية، وللحصول على نتائج دقيقة وخاصة في قياس أسترات الأحماض الدهنية يستخدم عمود الكروماتوغرافيا الشعري (capillary)، إذ يلف العمود أو يلوى ويتراوح طول العمود ما بين (10-1000) قدم (الغبشة، عبد الرحيم، 1986).

ولأن هذا الجهاز غير متوفر في جامعة الموصل، فقد تم قياس النماذج في مختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا في العاصمة بغداد، إذ كانت مواصفات الجهاز المستخدم في الدراسة:

نوع الجهاز : SHIMADZU CORPORATION 2010, JAPAN

اسم العمود: SP2480

درجة الحرارة: C° (250-70)

طول العمود: 30 m

قطر العمود: 0.25mm

الغاز الحامل: N₂

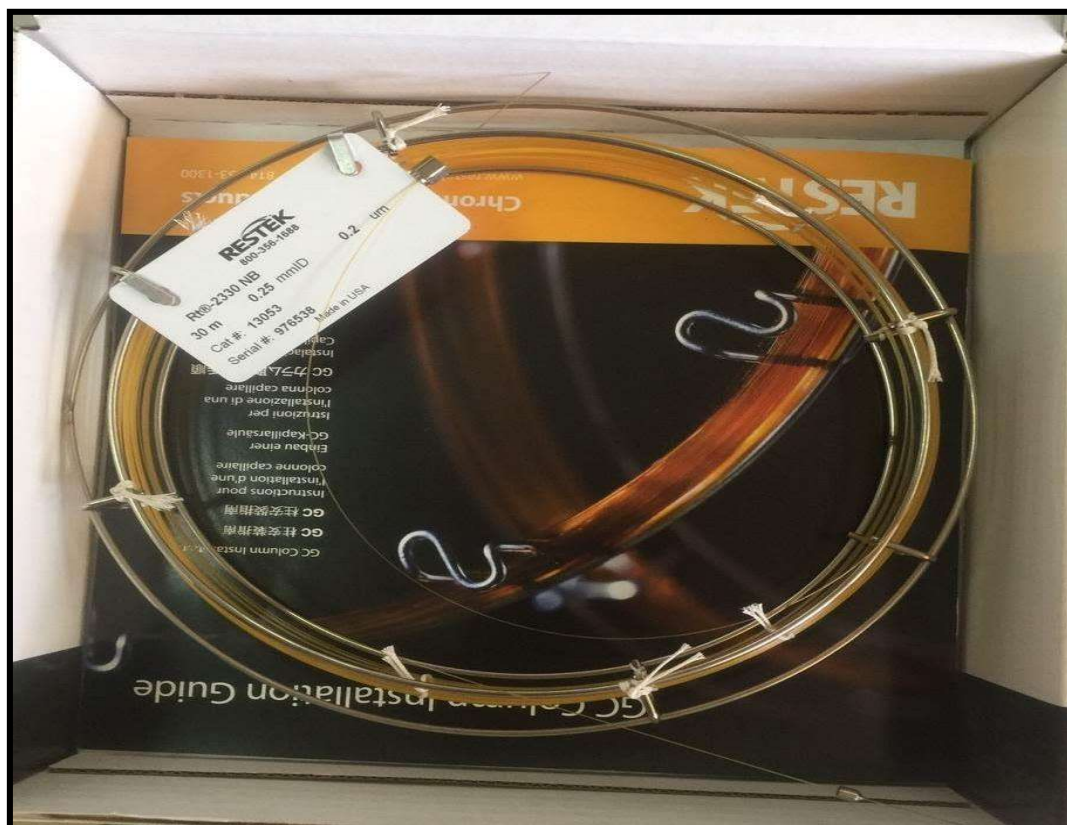
زمن القياس: 40 min

وتبين الصورة رقم (1.2) نوع الجهاز المستخدم في هذه الدراسة، بينما توضح الصورة

رقم (2.2) العمود المستخدم للقياس في هذه الدراسة.



الصورة (1.2): جهاز كروماتوغرافيا الغاز الشعري (CGC) من نوع Shimadzu 2010



الصورة (2.2): عمود كروموتوكرافيا الغاز الشعري من نوع (SP2480) المستخدم في هذه الدراسة

8.2 التحليل الاحصائي: Statistical analysis

تم تحليل نتائج مستويات المتغيرات الكيموحياتية (الكلوكوز، الكوليسترول الكلي، كوليسترول البروتين الدهني وإطى الكثافة، كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة، كوليسترول البروتين الدهني وإطى الكثافة جدا، الثلاثي اساييل كليسيروول والدهون الفوسفاتية)، وكذلك تحليل النسبة المئوية للأحماض الدهنية في الأجزاء الثلاثة المفصولة من دهون مصل الدم باستخدام اختبار (t-test) للمجاميع المتساوية في العدد، والمجاميع المختلفة. وذلك لمقارنة نتائج:

- الأشخاص في حالة الصوم مع نماذج السيطرة بشكل عام.
- الأشخاص في حالة صوم (10-15) يوماً مع صيام أكثر من 20 يوماً.
- تأثير العمر على المتغيرات الكيموحيوية خلال الصوم.
- تأثير الجنس على المتغيرات الكيموحيوية خلال الصوم.

إذ كان مستوى الاحتمالية المقبول هو ($P < 0.05$)

(بشير، 2003)

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results & Discussion

1.3.1 تركيز الكلوكوز في مصل الدم:

أظهرت النتائج لهذه الدراسة انخفاضاً معنوياً لتركيز الكلوكوز في مصل الدم لنماذج الصيام الثلاثة مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (1.3) وقد يعزى السبب في ذلك إلى انخفاض كمية السعرات الحرارية المتناولة خلال شهر رمضان مقارنة مع الأشهر الأخرى وكذلك طبيعة الجهد العضلي والنوم خلال شهر الصيام (Larijani *et al.*, 2003)، وقد يكون السبب زيادة حساسية الأنسولين خلال الصوم من خلال العلاقة مع الهرمون البروتيني ادبيونكتين (Adiponectin) الذي ينظم عمل الأنسولين من خلال تنظيم مستويات الكلوكوز في مصل الدم خلال الصوم والذي أشارت إليه عدد من البحوث في هذا المجال من خلال زيادة حساسية مستقبلات الأنسولين (IRS-2) (Insulin receptor substrate-2) بزيادة فعالية نـاقلات الإـشـارة والمسـتـقبلات (STAT3) (Signal transducer and activator of transcription 3)، إذ أشارت البحوث إلى أن انخفاض تركيز الكلوكوز يحدث خلال الساعات الأولى من الصيام إذ يحدث انخفاض بسيط خلال الأيام الأولى من الصيام ويكون هذا الانخفاض واضحاً خلال زيادة عدد أيام الصوم (بعد 20 يوماً من الصوم) ثم يعود هذا المستوى إلى الارتفاع بعد مرور (28 يوماً من الصوم) (Mansi, 2007).

2.3 تركيز الكوليسترول الكلي في مصل الدم:

أشارت النتائج لهذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في تركيز الكوليسترول الكلي في مصل الدم لنماذج الصيام لمدة 15 يوماً مقارنة مع نماذج السيطرة وكما موضح في الجدول (1.3) ويتوافق هذا مع العديد من الدراسات التي أشارت إلى حدوث هذا الانخفاض خلال صيام 30 يوماً، وقد يكون السبب هو زيادة حساسية الأنسولين من خلال الصيام (Gnanou *et al.*, 2015) وكذلك تأثير الصوم على فعالية الإنزيم المنظم لتخليق الكوليسترول (HMG/CoA Synthase)، من خلال العمل على تثبيط هذا الإنزيم (Khan *et al.*, 2017) بينما كانت نتائج الكوليسترول في مصل الدم لنماذج الصيام الثانية (صيام 20 يوماً) هو ملاحظة انخفاض غير معنوي في تركيز الكوليسترول وهذا يتوافق أيضاً مع بعض الدراسات وقد يعود السبب في ذلك إلى حدوث تأقلم في الجسم

من خلال زيادة مدة الصوم وكذلك إلى طبيعة الغذاء المتناول خلال شهر الصوم (Fararjeh *et al.*,2012).

3.3 تركيز كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة في مصل الدم (HDL-C):

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي لمستوى كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة في مصل الدم لنماذج الصيام الثالثة (صيام 30 يوماً) وانخفاض غير معنوي لنماذج الصيام الثانية (صيام 20 يوماً) مقارنة مع نماذج السيطرة وكما موضح في الجدول (1.3) وهذا يتطابق مع العديد من الدراسات في مجال الصوم وقد يعزى السبب في ذلك إلى دور اللايباز الكبدي الذي يعمل على التحكم في مستوى الكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL) وخلال الصوم يكون زيادة في فعالية اللايباز الكبدي مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى هذا النوع من الكوليسترول خلال فترة الصيام وانخفاض مستوى الكوليسترول الضار (Elnasri and Amed, 2006) (Fararjeh *et al.*,2012).

4.3 تركيز كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة في مصل الدم (LDL-C):

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في مستوى كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة في مصل الدم لنماذج الصيام الثالثة (صيام 30 يوماً) انخفاض غير معنوي لنماذج الصيام الأولى والثانية مقارنة مع نماذج السيطرة وكما موضح في الجدول (1.3) وهذا يتوافق مع عدد من الدراسات التي أشارت إلى احتمالية انخفاض مستوى الكوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة في مصل الدم خلال مدة الصيام وقد يعزى السبب في ذلك إلى حدوث انخفاض في حساسية مستقبلات الأس-تايل CoA (استايل مرافق الانزيم A) وكذلك الكليسيرول خلال الصيام فضلاً عن انخفاض فعالية عدد من المسارات مثل مسار البنتوزفوسفات الذي يحدث خلال مدة الصيام ويُعدّ هذا الانخفاض من الأمور الجيدة والمفيدة التي تقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب والشرابين المختلفة (Kamal *et al.*,2012).

5.3 تركيز الثلاثي اساييل كليسيرول في مصل الدم (TG):

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في تركيز الثلاثي اساييل كليسيرول TG في مصل الدم في نماذج الصيام الثالثة والثانية (صيام 30 يوماً وصيام 20 يوماً) وانخفاض غير معنوي في نماذج الصيام الأولى مقارنة مع نماذج السيطرة وكما موضح في الجدول (1.3) وقد يعود السبب في ذلك إلى طبيعة الغذاء المتناول خلال مدة الصوم إذ إن تركيز الدهون الثلاثية في مصل الدم يعتمد بشكل كبير على الغذاء المتناول وهذا يتطابق مع العديد من الدراسات في مجال الصوم (Khan *et al.*, 2017)، كذلك يعتمد تركيز الدهون الثلاثية في مصل الدم على كمية السرعات الحرارية المتناولة خلال الغذاء وتأثير بعض العوامل البايوكيميائية و الفسلجية خلال مدة النوم والاستيقاظ وكذلك كمية الماء المتناول والجهد العضلي خلال مدة الصوم (Feres *et al.*, 2018).

6.3 تركيز كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا في مصل الدم (VLDL-C):

أظهرت نتائج دراستنا وجود انخفاض معنوي في مستوى كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا لنماذج الثالثة (صيام 30 يوماً) والثانية (صيام 20 يوماً) وانخفاض غير معنوي في النماذج الأولى في مصل الدم مقارنة مع نماذج السيطرة وكما موضح بالجدول (1.3) وقد يعود السبب في ذلك إلى طبيعة الغذاء المتناول خلال مدة الصوم إذ يعتمد تركيز هذا النوع من الدهون على مستوى الدهون الثلاثية المتعادلة التي ترتبط ارتباطاً مباشراً مع الغذاء Khan *et al.*, 2017).

7.3 معدل كتلة الجسم BMI:

أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود انخفاض غير معنوي في معدل كتلة الجسم BMI لنماذج الصيام الثالثة (صيام 30 يوماً) مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (1.3) وهذا يتطابق مع العديد من الدراسات المتعلقة بالصوم (Mansi., 2007) وقد يعزى السبب في ذلك إلى قلة مستوى الدهون المتناولة خلال مدة الصوم وكذلك الزيادة في عملية أكسدة الدهون في الأنسجة الدهنية خلال مدة الصوم إذ تكون ميكانيكية خاصة تؤثر على معدل كتلة الجسم من خلال التأثير على الوزن عبر الفعالية الفسيولوجية للجسم

(Tiboura et al.,2015) (Feres et al.,2018) إذ إن معدل كتلة الجسم يتأثر بشكل مباشر مع كمية الماء المتناول والمفقود خلال عملية الصوم وكذلك انخفاض معدل خزين كلايوجين مع الماء (Khan et al.,2017).

8.3 نسبة كوليسترول البروتين الدهني واطى الكثافة إلى كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (LDL/HDL):

إن هذه النسبة تعد من المؤشرات السريرية المهمة لتشخيص خطورة الإصابة بأمراض القلب الوعائية (Fernandez and Webb, 2008) وكذلك أظهرت الدراسات أهمية هذه النسبة في التأثير على خطورة أمراض الشرايين التاجية (Enomoto et al.,2011) إن الارتفاع أو الانخفاض في هذه النسبة يعد مؤشراً على مدى سير العمليات الأيضية ضمن المستوى الطبيعي وإن النسبة الطبيعية يجب أن تكون أقل من 3.3 (Pinto and Rose, 2000) ومن خلال هذه الدراسة تم ملاحظة أن هذه النسبة تنخفض في نماذج الصوم 30 يوماً مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (1.3) وهذا يدل على فائدة الصوم من الناحية السريرية لخفض هذه النسبة وتعدّ من المؤشرات الإيجابية لتأثير الصوم على العمليات الأيضية داخل الجسم وخصوصاً المتعلقة بأبيض الدهون (Enomoto et al.,2011).

9.3 نسبة الكوليسترول الكلي إلى كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (TC/HDL):

تشير هذه النسبة إلى خطورة تتطور أمراض القلب والشرايين واحتمالية حدوثها إذ تُعدّ أكثر خصوصية من مستوى الكوليسترول الكلي لمصل الدم (Genest et al.,2003) إذ أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في هذه النسبة لنماذج الصيام الأولى مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (1.3) وهذا يشير إلى دور وتأثير الصوم على مستوى الدهون بشكل عام والكوليسترول بشكل خاص والتأثير على مستوى HDL إذ إن انخفاض هذه النسبة من الأمور الجيدة من الناحية الصحية للصوم من خلال التأثير على المسارات الأيضية الخاصة بالدهون مما يؤدي إلى تقليل احتمالية حدوث وتطور أمراض القلب والشرايين (Chtourou, 2013).

10.3 نسبة الثلاثي اساييل كليسيروول إلى كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (TG/HDL):

تعد هذه النسبة من المؤشرات المهمة على حدوث تصلب الشرايين وكلما كانت هذه النسبة مرتفعة زادت احتمالية الإصابة بتصلب الشرايين وقد بينت نتائج هذه الدراسة وجود انخفاض معنوي في هذه النسبة لنماذج الصوم العام مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (1.3) وهذا يدل على فائدة الصيام التي تؤثر على مستوى الأنسولين في مصل الدم والذي يؤثر بدوره على أيض الدهون الثلاثية والكوليسترول عالي الكثافة والكوليسترول الكلي بشكل كبير (Miller *et al.*, 2008).

11.3 مستوى الدهون الفوسفاتية PL

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي لمستوى الدهون الفوسفاتية في مصل الدم لنماذج الصيام الثالثة (صيام 30 يوماً) مقارنة مع نماذج السيطرة إذ إن السبب يعود إلى عدة عوامل أهمها دور إنزيم اللابيز الكبدية حيث يكون فعالاً خلال مدة الصوم مما يؤدي إلى زيادة تحلل الدهون بشكل عام والدهون الفوسفاتية بشكل خاص (Rodwell *et al.*, 2018)، وقد يعود السبب في بعض الأحيان إلى عامل التدخين إذ إن مستوى الدهون الفوسفاتية يرتبط ارتباطاً مباشراً مع مستوى التدخين وخلال مدة الصوم ينخفض مستوى التدخين بشكل كبير (مع انعدامه في بعض الأحيان) مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الدهون الفوسفاتية في مصل الدم لنماذج الصوم (AL-Juraisy, 2002).

جدول (1.3): المتغيرات الكيموحياتية لنماذج السيطرة ونماذج الصيام (15 يوماً) و (25 يوماً) و (30 يوماً)

المتغيرات الكيموحيوية	مجموعه السيطرة	صيام 15 يوم	صيام 25 يوم	صيام 30 يوم	قيمة p^*	قيمة p^{**}	قيمة p^{***}				
								العدد			
								50	25	15	50
مؤشر كتلة الجسم (BMI)(كغم/م ²)	5.4 ± 26.4	5.7 ± 28.2	5.74± 27.1	5.2 ± 26.2	0.250	0.622	0.835				
الكولكوز (ملمول/ لتر)	0.94 ± 5.04	0.58 ± 3.77	0.97 ± 4.12	0.78 ± 4.13	0.001>	0.001>	0.001>				
الكوليسترول الكلي (TC)(ملمول/لتر)	0.81 ± 4.91	0.79 ± 3.87	0.96 ± 4.65	0.97 ± 4.60	0.001>	0.246	0.093				
كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL-C)(ملمول/لتر)	0.42 ± 1.27	0.38 ± 1.50	0.47 ± 1.20	0.43 ± 1.43	0.094	0.529	0.05				
كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL-C) (ملمول/لتر)	0.70 ± 3.68	0.88 ± 3.47	0.81 ± 3.38	0.85 ± 3.13	0.374	0.126	0.001				
كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا (VLDL-C)(ملمول/لتر)	0.30 ± 0.58	0.15 ± 0.49	0.16 ± 0.42	0.14 ± 0.44	0.235	0.003	0.009				
ثلاثي اساييل كليسيرول (TG) (ملمول/ لتر)	0.71 ± 1.40	0.49 ± 1.22	0.60 ± 1.045	0.53 ± 1.044	0.315	0.018	0.004				
نسبة Cholesterol/HDL-C	1.66 ± 3.86	0.66 ± 2.58	1.51 ± 3.87	1.12 ± 3.55	0.004	0.144	0.262				
نسبة LDL-C/HDL-C	1.02 ± 2.89	0.85 ± 2.42	1.25 ± 2.81	1.00 ± 2.51	0.362	0.046	0.334				
نسبة Triglyceride/ HDL-C	0.62 ± 1.05	0.39 ± 0.83	1.02 ± 0.87	0.46 ± 0.79	0.279	0.627	0.05				
الدهون الفوسفاتية (PL) (ملغم/100مل)	34.3±126	0	0	2.97±80.3	0	0	0.017				

القيم معبر عنها بالمعدل ± الانحراف القياسي SD ± Mean

إذ أن:

P^* : مستوى الاحتمالية لمقارنة فئة صيام (15 يوماً) مع نماذج السيطرة.

P^{**} : مستوى الاحتمالية لمقارنة فئة صيام (25 يوماً) مع نماذج السيطرة.

P^{***} : مستوى الاحتمالية لمقارنة نماذج الصيام (30 يوماً) مع نماذج السيطرة.

12.3 تأثير الجنس على مستوى المتغيرات الكيموحياتية خلال فترة الصوم:

أشارت العديد من الدراسات إلى أهمية عامل الجنس وتأثيره المباشر على مستوى المتغيرات الكيموحياتية خلال مدة الصيام ولذلك تم تقسيم عينات الدراسة خلال مدة الصوم إلى نماذج ذكور (20) ونماذج إناث (30) حيث أظهرت النتائج وجود ارتفاع معنوي في كل من معدل كتلة الجسم BMI وكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة HDL وارتفاع غير معنوي في الكوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة LDL وانخفاض معنوي في نسبة الكوليسترول الكلي إلى كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (TC/HDL) ونسبة الدهون الثلاثية إلى الكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (TG/HDL) وكوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة VLDL والدهون الثلاثية TG بينما تم ملاحظة وجود انخفاض ولكنه غير معنوي في مستوى الكوليسترول الكلي TC والكلوكوز كذلك ونسبة الكوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة إلى الكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (LDL/HDL) في نماذج الإناث مقارنة مع نماذج الذكور وكما موضح في الجدول (2.3) وقد يعزى السبب في هذه الحالة إلى العديد من العوامل أهمها العامل الهرموني إذ إن مستوى هرمون الاستروجين في النساء يلعب دوراً مهماً خلال عملية أيض الدهون قبل سن اليأس وعند تساوي الأعمار يلغى تأثير العامل الهرموني (Al-Hourani *et al.*, 2009) الذي يختلف بين الذكور والإناث وكذلك تلعب عوامل الجهد الفيزيائي والسمنة دوراً مهماً وكبيراً في التأثير على المتغيرات الكيموحياتية وخصوصاً أيض الدهون إذ إن النتائج في هذه الدراسة أشارت إلى ارتفاع معنوي لقيمة معدل كتلة الجسم BMI للإناث مقارنة مع الذكور (Kalyani *et al.*, 2015)، فضلاً عن عامل التدخين الذي يكون في الرجال أكثر من النساء وهذا يتطابق مع نتائج العديد من الدراسات (Jassem and Farahan, 2015) وتم ملاحظة وجود انخفاض معنوي في تركيز الكلوكوز في مصل الدم لنماذج الصيام (الإناث) مقارنة مع نماذج الصيام (الذكور) وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات في موضوع الجنس والصيام (Banu *et al.*, 2014) وقد يعزى السبب في ذلك إلى تركيز الأنسولين وزيادة مقاومة الأنسولين في الوقت نفسه مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى سكر الكلوكوز لدى الذكور مقارنة مع الإناث (Marhoum *et al.*, 2013) فضلاً عن دور العامل

(HOMA-IR) (Homeostatic model assessment of insulin resistance) الذي يتحكم بتركيز الكلوكوز في مصل الدم (Yeasmin *et al.*, 2015).

جدول (2.3): تأثير الجنس على المتغيرات الكيموحياتية لنماذج الصيام (30 يوما)

قيمة p*	صيام 30 يوما اناث	صيام 30 يوما ذكور	المتغيرات الكيموحيوية
	العدد		
	30	20	
0.003	5.5± 27.9	3.5 ± 23.4	مؤشر كتلة الجسم (BMI) (كغم/م ²)
0.438	0.77± 4.15	0.82 ± 4.34	الكلوكوز (ملمول/ لتر)
0.120	0.97 ± 4.41	0.93± 4.85	الكوليسترول الكلي (TC) (ملمول/لتر)
0.047	0.45 ± 1.44	0.31 ± 1.19	كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL-C) (ملمول/لتر)
0.664	0.92 ± 3.16	0.70 ± 3.06	كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL-C) (ملمول/لتر)
0.028	0.17 ± 0.43	0.30 ± 0.58	كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا (VLDL-C) (ملمول/لتر)
0.023	0.39 ± 0.90	0.64 ± 1.25	ثلاثي اساييل كليسيروول (TG) (ملمول/ لتر)
0.017	1.06 ± 3.24	1.07 ± 4.01	نسبة Cholesterol/HDL-C
0.372	0.95 ± 2.40	1.09± 2.68	نسبة LDL-C/HDL-C
0.003	0.25 ± 0.63	0.58± 1.01	نسبة Triglyceride/HDL-C

القيم معبر عنها بالمعدل ± الانحراف القياسي SD ± Mean

إذ إن:

P* : مستوى الاحتمالية لمقارنة نماذج الصيام (الذكور) مع نماذج الصيام (الاناث).

13.3 تأثير العمر على مستوى المتغيرات الكيموحياتية خلال فترة الصوم

تشير العديد من الدراسات إلى أن عامل العمر له تأثير مهم على مستوى المتغيرات الكيموحياتية والعديد من المسارات الأيضية للدهون خلال مدة الصوم ولذلك تم تقسيم عينات الدراسة إلى فئتين عمريتين الفئة الأولى تتراوح ما بين (19-44) سنة والفئة الثانية تتراوح من (45-80) سنة ولكلا الجنسين ذكور وإناث وأشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في كل من مؤشر كتلة الجسم BMI والدهون الثلاثية TG وكوليسترول البروتين الدهني واطى الكثافة جدا VLDL وكذلك وجود ارتفاع غير معنوي في مستوى الكلوكونز والكوليسترول البروتين الدهني واطى الكثافة LDL ووجود انخفاض غير معنوي في مستوى الكوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة HDL اما بالنسبة للكوليسترول الكلي TC ونسبة (TC/HDL-C)، (TG/HDL-C) و (LDL-C/HDL-C) فهو ارتفاع غير معنوي للفئة العمرية الثانية مقارنة مع الفئة العمرية الأولى كما موضح في الجدول (3.3) وقد يعود السبب إلى عدة عوامل أهمها تأثير العمر الذي يلعب دوراً مهماً في معدل امتصاص الدهون مقارنة مع امتصاص الكربوهيدرات من خلال التأثير على فعالية إنزيم اللابيز الكبدى وعصارة البنكرياس وعمليات الإفراز وهذه العوامل مجتمعة تؤدي إلى حدوث خلل في العمليات الأيضية وخصوصا الدهون مع تقدم العمر (Jassem and Farahan, 2015) فضلاً عن ذلك تلعب السمنة دورا مهما في التأثير على المتغيرات الكيموحياتية وخصوصا أن نتائج الدراسة أظهرت ارتفاعا معنوياً لمعدل كتلة الجسم (BMI) للفئة الثانية مقارنة مع الفئة الأولى إذ إن ازدياد معدل السمنة يؤدي إلى زيادة فعالية الأنسولين المفرز من خلال خلايا بيتا وتقليل مستقبلاته في الأنسجة الهدف وبالتالي زيادة مقاومة الأنسولين (Kopman,2005) كذلك يؤثر عامل الجهد العضلي والحركي على المتغيرات الكيموحيوية وأيض الدهون بشكل خاص (Banu et al.,2014) إذ إن تقدم العمر يؤثر على الجهد العضلي والحركي ولذلك تتغير مستويات المتغيرات الكيموحيوية مع تقدم العمر (Marhoum et al.,2013) (Yeasmin et al.,2015).

جدول (3.3): تأثير العمر على المتغيرات الكيموحياتية لنماذج الصيام (30 يوما)

قيمة p*	الفئة العمرية (سنة)		المتغيرات الكيموحيوية
	الفئة الثانية (80-45)	الفئة الأولى (44 -19)	
	العدد		
	20	30	
0.0001>	6.24± 29.5	2.75 ± 23.8	مؤشر كتلة الجسم (BMI) (كغم/م ²)
0.563	0.88± 4.31	0.74 ± 4.17	الكلوكوز (ملمول/ لتر)
0.985	0.67 ± 4.30	0.89± 4.29	الكوليسترول الكلي (TC) (ملمول/لتر)
0.809	0.44 ± 1.36	0.46 ± 1.39	كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL-C) (ملمول/لتر)
0.268	1.07 ± 3.32	0.67 ± 3.01	كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL-C) (ملمول/لتر)
0.002	0.28 ± 0.62	0.16 ± 0.41	كوليسترول البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا (VLDL-C) (ملمول/لتر)
0.031	0.65 ± 1.24	0.39± 0.91	ثلاثي اساييل كليسيروول (TG) (ملمول/ لتر)
0.495	0.95 ± 3.16	1.21± 3.08	نسبة Cholesterol/HDL-C
0.449	0.82 ± 2.44	1.11± 2.16	نسبة LDL-C/HDL-C
0.563	0.39 ± 0.91	0.49 ± 0.65	نسبة Triglyceride/HDL-C

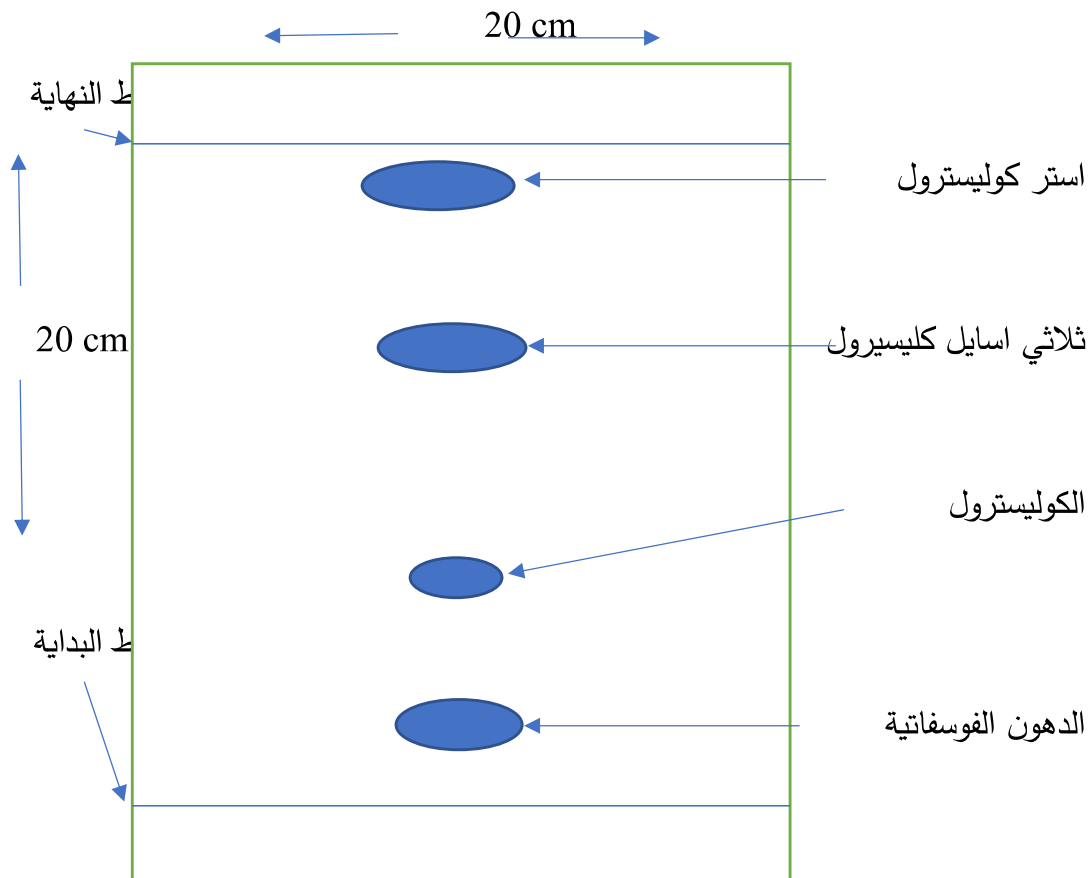
القيم معبر عنها بالمعدل ± الانحراف القياسي SD± Mean

إذ ان:

P*: مستوى الاحتمالية مقارنة النماذج الأولى مع النماذج الثانية.

14.3 تحليل وقياس نسبة الأحماض الدهنية لمصل الدم:

تم قياس النسبة المئوية للأحماض الدهنية للأجزاء الثلاثة في مصل الدم (أستر الكوليسترول، الدهون الفوسفاتية والثلاثي اسيل كليسيرول) بعد عملية فصل كل جزء من الأجزاء الثلاثة باستخدام تقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC)، إذ تتوزع هذه الأجزاء وكما موضح في الشكل (1.3) الذي يمثل رسماً تخطيطياً لصفحة السليكاجيل المستخدمة والنتيجة من فصل مكونات مصل الدم باستخدام نظام مذيب يتكون من (الهكسان / الإيثر / حامض الفورميك) بنسب (2:20:80) (V/V/V).

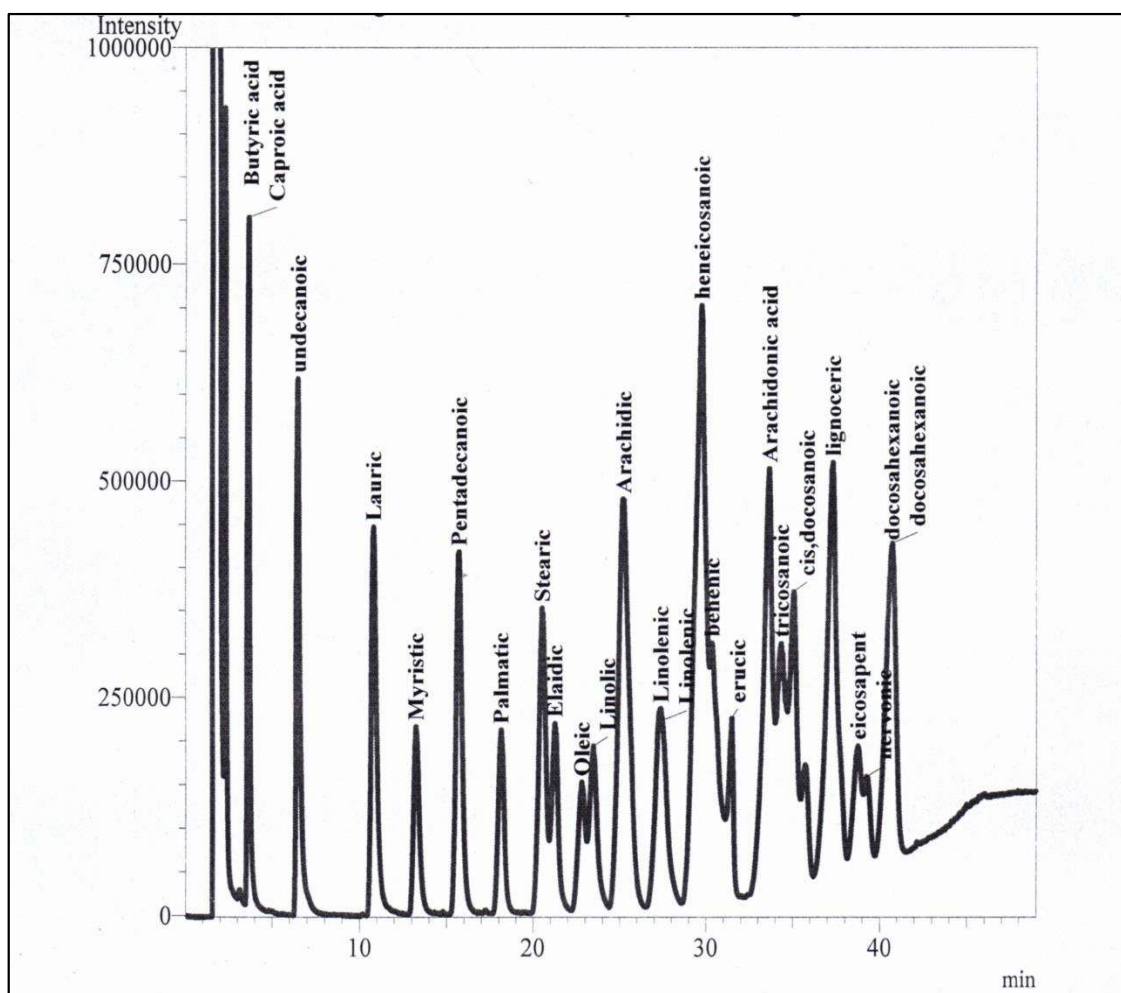


شكل (1.3): رسم تخطيطي لفصل الدهون الرئيسية في مصل الدم باستخدام تقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC)

بعد ذلك تتم إعادة أسترة الأحماض الدهنية لكل جزء من الأجزاء الثلاثة المفصولة سابقا وذلك باستخدام ($\text{BF}_3/\text{Methanol}$) بنسبة (16%). ومن ثم إجراء تشخيص وتحليل النسبة المئوية للأحماض الدهنية لكل جزء باستخدام نماذج قياسية.

إذ يوضح الشكل (2.3) الرسم الناتج من تحليل وقياس نسبة (23) حامضا دهنيا قياسي باستخدام جهاز كروماتوغرافيا الغاز الشعري (CGC) (Al-Tamer and mahmood, 2004).

وتمثل الأشكال (3.3)، (4.3)، (5.3) الأشكال الناتجة من قياس وتحليل نسبة الأحماض الدهنية في مصل الدم لثلاثة أجزاء (أستر الكوليسترول، الدهون الفوسفاتية، الثلاثي اسيل كليسيرول) على التوالي باستخدام تقنية (CGC).



الشكل (2.3): مخطط لانموذج قياسي يتكون من (23) حامضاً دهنياً

الجدول (4.3): أسماء وزمن احتباس والنسبة المئوية (23) حامضاً دهنيّاً قياسيّاً

الأحماض الدهنية القياسية (methyl ester)	الرمز	زمن الاحتباس (دقيقة) Retention time	النسبة المئوية (%)
البيوتريك	C 4:0	2.28	0.09
الكابريك	C 6:0	3.62	0.14
الاندكائونيك	C 11:0	6.47	0.15
الليوريك	C 12:0	10.81	0.172
الميريستك	C 14:0	13.23	0.084
البنتاديكائونيك	C 15:0	15.71	0.18
البالميتك	C 16:0	18.12	0.086
الستيريك	C 18:0	20.51	0.17
الايلايديك	C 18:1trans	21:25	0.095
الاوليك	C 18:1cis	22:79	0.036
اللينوليك	C 18:2	23:46	0.048
اللينولينك	C 18:3	27:47	0.068
الاراكيديك	C 20:0	25:22	0.363
الهينيكوسانويك	C 21:0	29.73	0.338
البهينيك	C 22:0	30.33	0.01
الاورسيك	C 22:1	31.48	0.039
الاراكيدونيك	C 20:4	33.67	0.178
التركوسيليك	C 23:0	34.34	0.03
سس، الدكوسانويك	C 22:2	35.70	0.024
الليغنوسيريك	C 24:0	37.32	0.323
الايكوسابنتانويك	C 20:5	38.74	0.031
النيرفونيك	C 24:1	39.23	0.015
الدوكوساهيكساينويك	C 22:6	40.73	0.099

1.14.3 النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء أستر الكوليسترول لمصل الدم

تعد النسبة المئوية للأحماض الدهنية وتركيبها في جزء أستر الكوليسترول لمصل الدم من المؤشرات الضرورية والمهمة التي من الممكن استخدامها لتوضيح علاقة الأحماض الدهنية الموجودة في الغذاء مع مستوياتها في مصل الدم وتعطي مؤشراً على فائدة الصوم في التأثير على نسبة الأحماض الدهنية بكافة أنواعها في هذا الجزء من مصل الدم (Salo *et al.*, 2000) وكانت النتائج هذه الدراسة كما مثبت أدناه.

أ. النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة (SFA).

أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود ارتفاع معنوي في نسبة الأحماض الدهنية المشبعة في مصل الدم لنماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (4.3) وهذا يتطابق مع العديد من الدراسات في مجال الصوم التي تؤكد زيادة عملية أكسدة الدهون خلال الساعات المتقدمة من الصوم وقد يعزى السبب في ذلك إلى استهلاك الكربوهيدرات في بداية الصوم ثم تبدأ عملية استهلاك وأكسدة الدهون مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الأحماض الدهنية المشبعة خلال مدة الصوم من خلال زيادة في مستويات عدد من المسارات الأيضية الخاصة بأكسدة الدهون كما في حالة أكسدة بيتا وتكوين الاسيتايل COA (Sauvat *et al.*, 2018) وقد يعزى السبب كذلك إلى زيادة فعالية مسار اللايبوليسس مما يؤدي إلى ارتفاع معنوي في مستوى الكلوكاكون وبالتالي زيادة في مستويات الأحماض الدهنية المشبعة (Junior, 2017) وقد يعزى السبب أيضاً إلى العلاقة مع مستوى الأنسولين في مصل الدم وكذلك حساسية الأنسولين التي تزداد خلال مدة الصوم كما بينت العديد من الدراسات (Torchon *et al.*, 2017).

ب. النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (MUFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في مصل الدم لنماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة وقد يعزى السبب في ذلك إلى تأثير الصوم على عمليات أكسدة الدهون وخصوصاً التأثير على فعالية أنزيم اللايبوبروتين لايبز والذي يؤثر بدوره على أنزيمات الاستطالة وإزالة التشبع والتي بدورها تتحكم بمستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في هذا الجزء من مصل الدم من خلال التحكم

في عملية تحليل الثلاثي اساييل كليسيرول في مصل الدم وتكوين الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (Sabin *et al.*, 2014) كذلك يؤثر مستوى ومقاومة الأنسولين على النسبة المئوية لهذا النوع من الأحماض الدهنية في مصل الدم وهذا يتطابق مع العديد من الدراسات في مجال الصوم (Fujii *et al.*, 2017).

ج. النسبة المئوية للأحماض الدهنية الغير المشبعة المتعددة (PUFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في نسبة الأحماض الدهنية المشبعة المتعددة لنماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (4.3) وقد يعود السبب في ذلك إلى دور عدد من الإنزيمات مثل إنزيم اللايباز الحساس للهرمون (HSL) وإنزيم لايباز الدهون الثلاثية في الأنسجة الدهنية (Adipose triglyceride lipase) (ATGL) التي تعمل على أكسدة وأيض الدهون وخصوصا الكوليسترول أستر والثلاثي اساييل كليسيرول في الأنسجة الدهنية (Marks *et al.*, 2015) والتي لها علاقة (95%) من عمليات أيض الدهون في الأنسجة الدهنية ومن ثم التأثير على مستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة من خلال التأثير على استطالة وعدم التشبع وتحويل الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة إلى أحماض دهنية مشبعة (Walle *et al.*, 2017)، ومن خلال هذه العلاقة يتم ملاحظة فائدة الصوم على إحداث توازن بين مستوى ونسبة الأحماض الدهنية في هذا الجزء من مصل الدم بحيث تكون هذه النسبة طبيعية وملائمة لصحة الإنسان وهذه النتائج تتطابق مع العدد القليل من البحوث في مجال الأحماض الدهنية والصوم (Marks *et al.*, 2015).

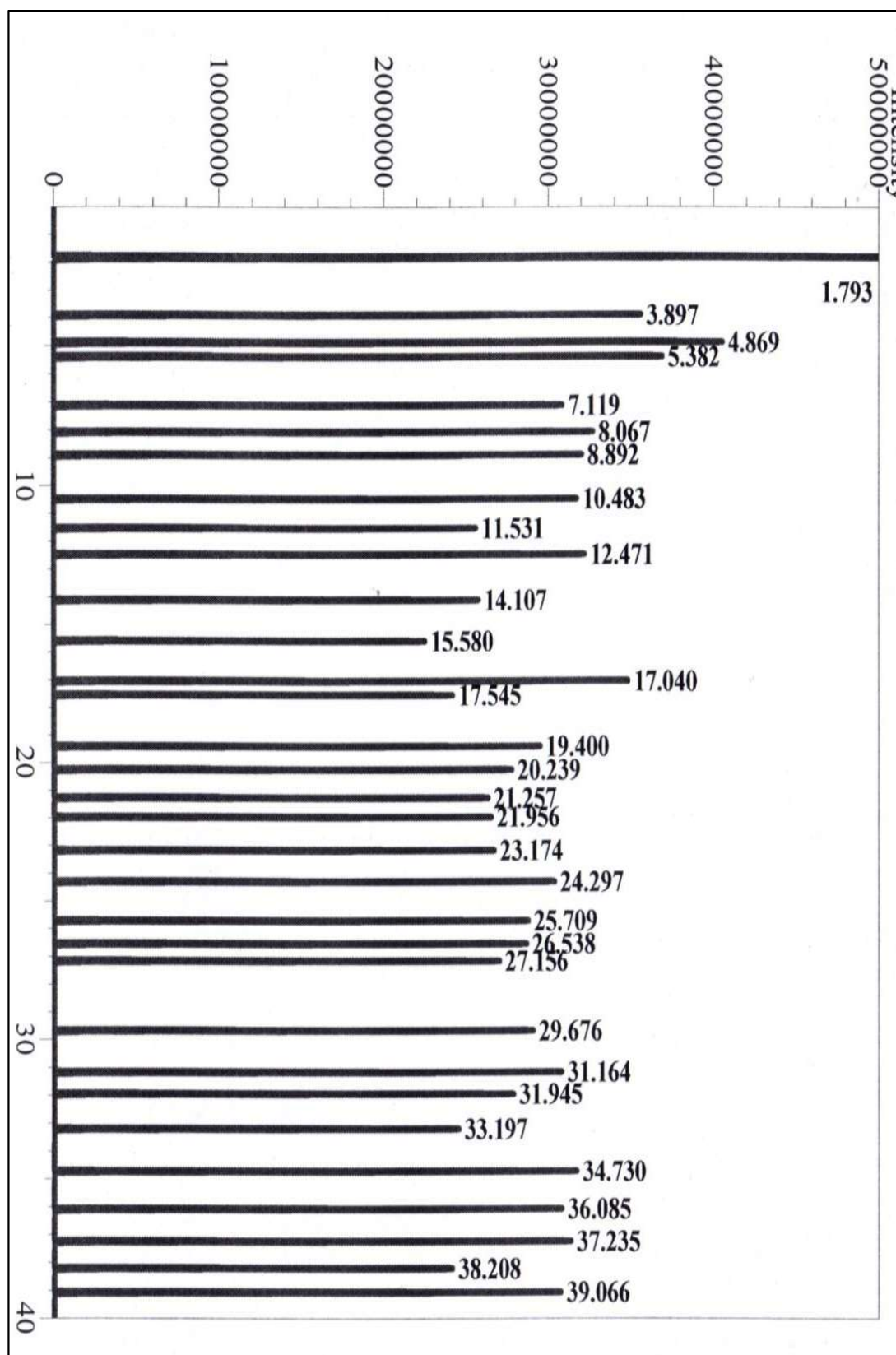
جدول (5.3): النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون أستر الكوليسترول لمصل الدم

قيمة p*	صيام 30 يوما	نماذج السيطرة	الأحماض الدهنية	
	العدد			
	7	7		
0.24	1.49 ± 4.40	0.16± 5.22	6:0	SFA
0.021	1.70 ± 4.25	0.16 ± 1.95	11:0	
0.006	1.36 ± 4.84	0.18 ± 2.35	12:0	
0.103	1.33 ± 3.7	0.18 ± 2.55	14:0	
0.058	1.84 ± 4.44	0.14 ± 2.27	15:0	
0.012	3.89 ± 8.78	0.19 ± 2.35	16:0	
0.306	0.33 ± 2.42	0.11 ± 2.16	18:0	
0.099	0.52 ± 2.13	0.10 ± 2.74	20:0	
0.069	1.18 ± 4.08	0.12 ± 5.85	21:0	
0.152	0.47 ± 2.49	0.01 ± 1.86	22:0	
0.649	0.88 ± 2.31	0.02 ± 2.51	23:0	
0.038	0.49 ± 1.99	0.23 ± 2.66	24:0	
0.001	15.48 ± 45.83	1.6±34.47	المجموع الكلي (Total)	
0.234	0.19 ± 3.76	0.12 ± 5.00	18:1trans	MUFA
0.066	0.46 ± 1.58	0.21 ± 2.55	18:1cis	
0.04	0.01 ± 0.61	0.28 ± 2.12	22:1	
0.328	0.67 ± 2.81	0.17 ± 2.32	24:1	
0.05	1.33 ± 8.76	0.78 ± 11.99	المجموع الكلي (Total)	
0.984	0.45 ± 2.51	0.17 ± 2.51	18:2 n6	PUFA
0.312	0.45 ± 2.15	0.28 ± 2.50	18:3 n6	
0.011	0.34 ± 1.92	0.21 ± 2.91	20:4 n6	
0.161	1.42 ± 3.03	0.28 ± 2.06	22:2 n6	
0.090	0.33 ± 2.24	0.19 ± 2.59	20:5 n3	
0.05	2.99 ± 11.85	1.13± 12.57	المجموع الكلي (Total)	

القيم معبر عنها بالمعدل ± الانحراف القياسي SD ± Mean

إذ أن:

P* : مستوى الاحتمالية لمقارنة نماذج الصيام (30 يوم) مع نماذج السيطرة.



الشكل (3.3): الأحماض الدهنية في جزء أستير كوليسترول

2.14.3 النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الثلاثي اساييل كليسيرول لمصل الدم

تشير هذه النسبة بشكل عام إلى كمية الأحماض الدهنية المتواجدة ضمن الغذاء المتناول إذ إن نسبة الأحماض الدهنية في هذا الجزء من مصل الدم ترتبط ارتباطاً كبيراً بطبيعة وكمية الأحماض الدهنية المتواجدة في الغذاء المتناول خلال مدة الصوم (الإفطار والسحور) (Innis.,2011) وكانت نتائج هذه الدراسة كما موضح في أدناه:-

أ. النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة (SFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في الأحماض الدهنية المشبعة في نماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة في هذا الجزء من مصل الدم كما موضح في الجدول (5.3) وقد يعزى السبب في ذلك إلى حساسية الأنسولين خلال مدة الصيام حيث هناك علاقة عكسية تربط بين حساسية الأنسولين ومستوى الأحماض الدهنية المشبعة وبذلك تزداد النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة في هذا الجزء (Nigam *et al.*,2009) وهذه النتيجة تتطابق مع عدد من الدراسات في مجال الصوم إذ أوضحت تلك الدراسات وجود ارتفاع معنوي لنسبة الأحماض الدهنية المشبعة خلال مدة الصوم في هذا الجزء من مصل الدم (Marks *et al.*, 2015) وقد يكون السبب في ذلك العلاقة العكسية بين معدل كتلة الجسم والأحماض الدهنية المشبعة وخصوصاً الحامض الدهني ستيريك (Stearic) (Kunesova *et al.*,2012).

ب. النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (MUFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع غير معنوي في مستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في نماذج الصوم مقارنة مع نماذج السيطرة في هذا الجزء من مصل الدم كما موضح في الجدول (5.3) وقد يعزى السبب في ذلك إلى تأثير الصوم على عدد من الانزيمات الخاصة بإزالة التشبع والاستطالة والذي يلعب دوراً مهماً في زيادة نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (Vessby *et al.*,1994) فضلاً عن ذلك قد يعزى السبب إلى طبيعة الغذاء المتناول الذي يؤثر بشكل كبير على الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في مصل الدم وتعدّ هذه النتيجة مفيدة لكونها توضح أهمية الصوم في رفع مستوى هذا النوع من

الأحماض الدهنية إذ إن هناك علاقة عكسية بين ارتفاع مستوى ونسبة هذه الأحماض مع احتمالية حدوث أمراض القلب (CHD)(Coronary Heart Disease) (Nourmohammdi *et al.*, 2015).

ج. النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة (PUFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع غير معنوي في مستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة في نماذج الصيام مقارنة مع نماذج السيطرة في هذا الجزء من مصل الدم كما موضح في الجدول (5.3) وقد يعود السبب في ذلك بشكل كبير إلى الغذاء المتناول فضلاً عن تأثير الصوم على الإنزيمات التي تنظم عملية تحلل الدهون مما يؤدي إلى تكوين نسبة أكبر من الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة من خلال زيادة أكسدة الدهون وإزالة التشبع من بعض الأحماض قصيرة السلسلة وتحويلها إلى أحماض دهنية غير المشبعة المتعددة طويلة السلسلة وهذا يتطابق مع عدد من الدراسات الحديثة في مجال الصوم (Cardona and Rodriguez, 2016) وقد يعود السبب كذلك إلى دور الأنسولين الذي يلعب دوراً مهماً وفعالاً في التأثير على إنزيمات الاستطالة وإزالة التشبع من خلال تأثيره المباشر على تحفيز عمل هذه الأنزيمات للقيام بوظيفتها بشكل متكامل مما يؤدي إلى ارتفاع هذا النوع من نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة في مصل الدم (Frangioudakis *et al.*, 2005) فضلاً عن ذلك قد يكون السبب بعض العوامل التي تربط بين الكاربوهيدرات والبروتينات بأواصر معدنية (Kunesova *et al.*, 2012).

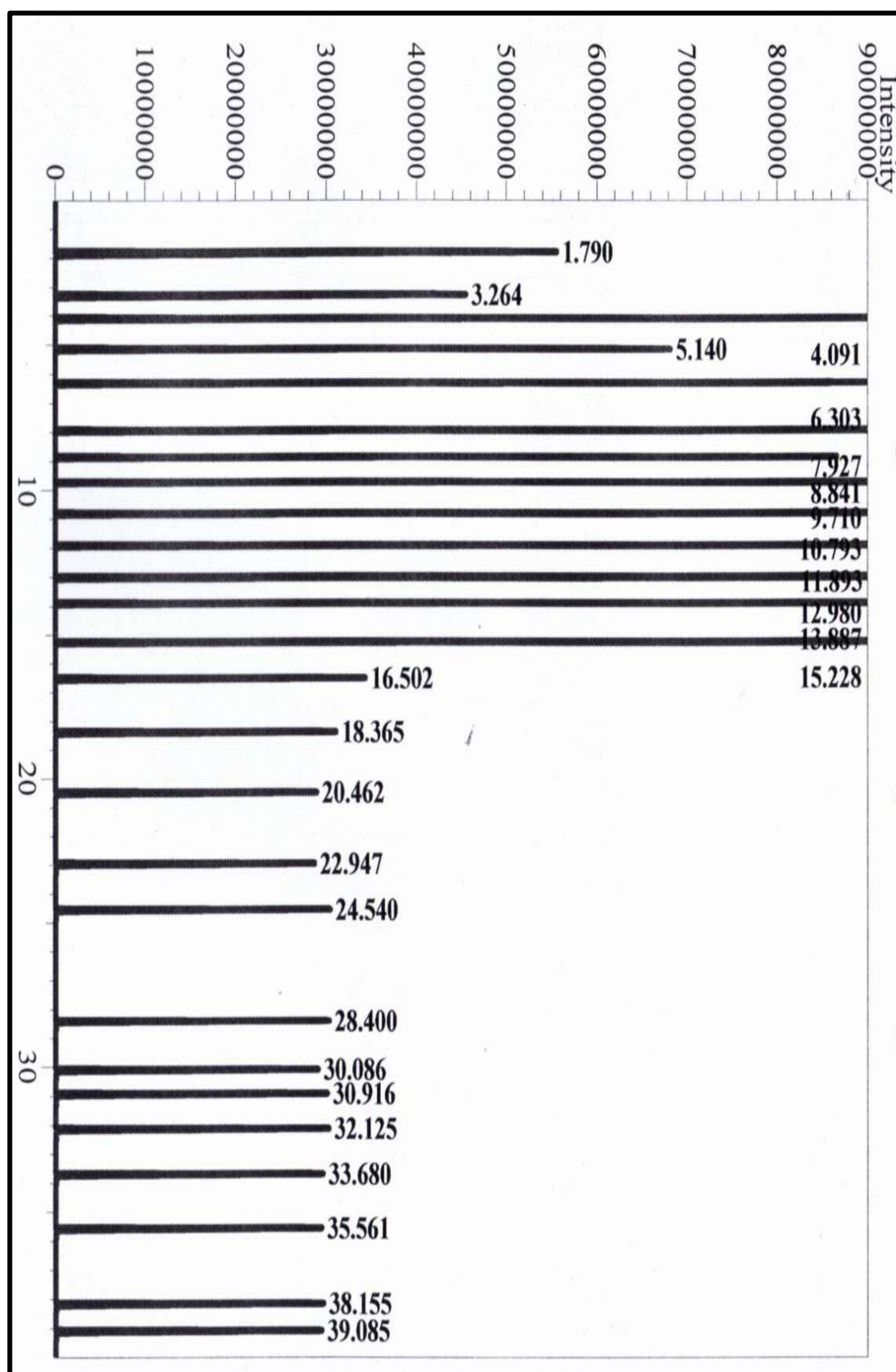
جدول (6.3): النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون الثلاثي اساييل كليسيروول لمصل الدم

قيمة p*	صيام 30 يوما	نماذج السيطرة	الأحماض الدهنية	
	العدد			
	7	7		
0.002	1.52 ± 4.66	0.19 ± 1.08	6:0	SFA
0.019	1.79 ± 4.45	0.17 ± 2.0	11:0	
0.022	1.55 ± 4.26	0.14 ± 2.19	12:0	
0.105	1.42 ± 3.53	0.14 ± 2.39	14:0	
0.227	2.30 ± 3.78	0.16 ± 2.32	15:0	
0.008	2.84 ± 7.05	0.17 ± 2.12	16:0	
0.861	0.45 ± 2.23	0.23 ± 2.20	18:0	
0.383	0.69 ± 2.43	0.19 ± 2.78	20:0	
0.338	1.80 ± 3.40	0.24 ± 4.42	21:0	
0.211	0.83 ± 2.56	0.17 ± 1.89	22:0	
0.285	1.21 ± 3.33	0.32 ± 2.55	23:0	
0.260	1.42 ± 3.99	0.23 ± 2.7	24:0	
0.001	17.82 ± 45.67	2.35±28.64	المجموع الكلي (Total)	MUFA
0.407	0.85 ± 2.20	0.27± 2.61	18:1trans	
0.009	0.50 ± 1.57	0.14± 2.60	18:1cis	
0.079	0.81 ± 2.08	0.36 ± 1.23	22:1	
0.357	1.13 ± 3.21	0.12 ± 2.43	24:1	
0.09	3.29 ± 9.06	0.89 ± 8.87	المجموع الكلي (Total)	PUFA
0.048	0.24 ± 2.16	0.17 ± 2.58	18:2 n6	
0.029	0.22 ± 2.09	0.23 ± 2.54	18:3 n6	
0.001	0.24 ± 1.82	0.26 ± 2.70	20:4 n6	
0.170	1.57 ± 3.26	0.34 ± 2.09	22:2 n6	
0.371	1.57 ± 3.47	0.24 ± 2.63	20:5 n3	
0.4	3.84 ± 12.8	1.24± 12.54	المجموع الكلي (Total)	

القيم معبر عنها بالمعدل ± الانحراف القياسي SD ± Mean

إذ أن:

*P: مستوى الاحتمالية لمقارنة نماذج الصيام (30 يوما) مع نماذج السيطرة.



الشكل (4.3) : الأحماض الدهنية في جزء الثلاثي اساييل كليسيروول

3.14.3 النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون الفوسفاتية لمصل الدم

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود تباين في النسبة المئوية للأحماض الدهنية في هذا الجزء من مصل الدم عن نسبتها في الأجزاء الأخرى الأستر كولسترول وثلاثي أسايل كليسيرول وهو يتفق مع العديد من الدراسات في هذا المجال إذ إن نسبة الأحماض الدهنية في هذا الجزء من مصل الدم تعدّ مؤشراً على أهمية الصوم من خلال زيادة عملية التوافق والتوليد الكبدي لكل من الأحماض الدهنية المشبعة وخصوصاً الحامض الدهني بالمتيك (16:0) والأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة نوع n:3 إذ تعدّ الدهون الفوسفاتية من النواقل الجيدة لإعادة تدوير الحامض الدهني (Docosahexaenoic acid) (DHA) لإعادة تكوين الأنواع المختلفة من البروتينات الدهنية وهو يعزز صحة الجسم من خلال إعادة توزيع وانتقال الأحماض الدهنية بين الأجزاء المختلفة من مصل الدم (Marks *et al.*, 2015) وكانت نتائج هذه الدراسة كما موضح في أدناه:-

أ. النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة (SFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة في هذا الجزء من مصل الدم لنماذج الصيام مقارنة مع نماذج السيطرة كما موضح في الجدول (6.3) وقد يعزى السبب في ذلك إلى دور الكبد خلال عملية الصوم إذ يلعب الكبد دوراً أساسياً في عملية تكوين أو هدم هذا النوع من الدهون الفوسفاتية من خلال التحكم في كمية الأحماض الدهنية المشبعة الداخلة أو الخارجة من مصل الدم إلى الكبد مما يؤثر على النسبة المئوية لهذا النوع من الأحماض إذ إن عملية هدم الدهون تزداد خلال فترة الصيام ويقوم الكبد بدور رئيس في هذه العملية (Marks *et al.*, 2015).

ب. النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية (MUFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في مستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في هذا الجزء من مصل الدم لنماذج الصيام مقارنة مع نماذج السيطرة وقد يعزى السبب في ذلك إلى أن الصوم يؤثر على معدل كتلة الجسم في المرحلة الأولى من خلال تنشيط فعالية إنزيم اللابوبوتين لايبيز ومن ثمّ التأثير في معدل تكوين الدهون الثلاثية والذي يؤثر على نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في هذا الجزء من مصل الدم (Cardona and Rodriguez., 2016).

ج. النسبة المئوية للأحماض الدهنية الغير المشبعة المتعددة (PUFA)

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود انخفاض غير معنوي للنسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة الكلية بينما كان الارتفاع غير معنوي في النسبة المئوية للحامض الدهني (22:2n6) لهذا النوع من الأحماض الدهنية في هذا الجزء من مصل الدم لنماذج الصيام مقارنة مع نماذج السيطرة وقد يعزى السبب في ذلك إلى حساسية الأنسولين التي تؤثر بدورها على عمل الإنزيمات الخاصة بإزالة التشبع وخاصة ($\Delta 5$ ، $\Delta 6$ ، $\Delta 9$) إذ إن عمل هذه الإنزيمات يرتبط ارتباطاً وثيقاً مع نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة طويلة السلسلة ودور الأنسولين والفعالية الفيزيائية (Nigam *et al.*, 2009) فضلاً عن ذلك قد يؤثر عامل التدخين على هذا النوع من الأحماض الدهنية غير المشبعة إذ إن انخفاض معدل التدخين خلال مدة الصوم يؤثر على النسبة المئوية للأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة إذ يتطابق هذا مع العديد من الدراسات في مجال التدخين ونسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة (Al-Juraisy, 2002).

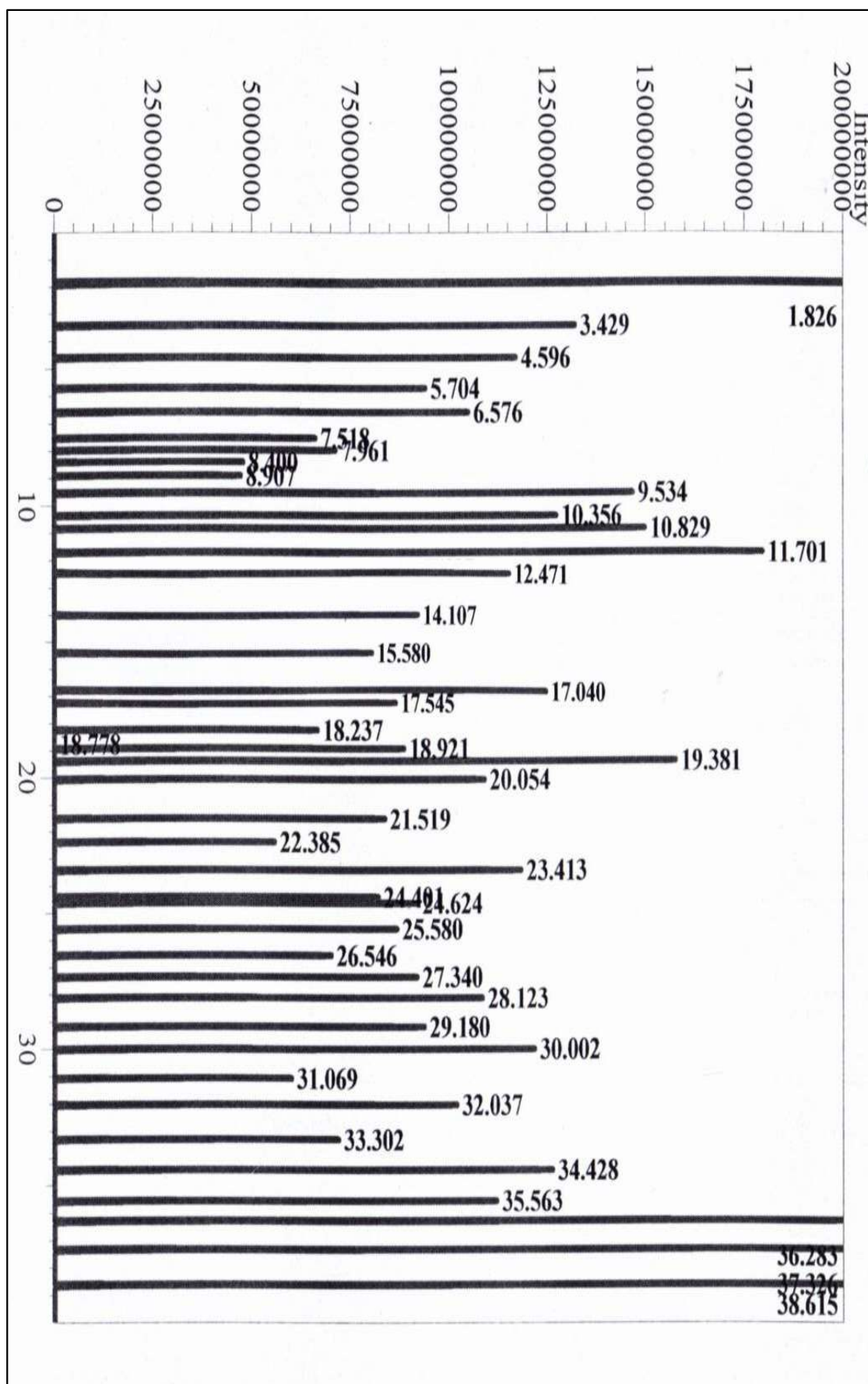
جدول (7.3): النسبة المئوية للأحماض الدهنية في جزء الدهون الفوسفاتية لمصل الدم

قيمة p*	صيام 30 يوما	نماذج السيطرة	الأحماض الدهنية	
	العدد			
	7	7		
0.003	1.50 ± 4.31	0.16 ± 1.04	6:0	SFA
0.022	1.47 ± 4.32	0.17 ± 1.92	11:0	
0.004	1.23 ± 4.73	0.14 ± 2.14	12:0	
0.027	1.13 ± 3.76	0.15 ± 2.34	14:0	
0.019	1.62 ± 5.04	0.09 ± 2.25	15:0	
0.044	5.59 ± 9.40	0.22 ± 2.11	16:0	
0.151	2.52 ± 4.57	0.23 ± 2.14	18:0	
0.370	0.45 ± 2.30	0.29 ± 2.61	20:0	
0.422	1.61 ± 3.39	0.16 ± 2.63	21:0	
0.954	0.65 ± 1.86	0.24 ± 1.84	22:0	
0.328	1.70 ± 3.83	0.17 ± 2.50	23:0	
0.423	0.67 ± 2.24	0.22 ± 2.63	24:0	
0.001	20.14 ± 49.75	2.24±26.15	المجموع الكلي (Total)	
0.257	0.80 ± 2.06	0.24 ± 2.54	18:1trans	MUFA
0.263	0.70 ± 1.90	0.21 ± 2.53	18:1cis	
0.156	0.44 ± 2.38	0.22 ± 2.81	22:1	
0.375	0.67 ± 2.81	0.15 ± 2.37	24:1	
0.05	2.61 ± 9.15	0.82 ± 10.25	المجموع الكلي (Total)	
0.383	0.40 ± 2.26	0.18 ± 2.52	18:2 n6	PUFA
0.256	0.75 ± 1.80	0.23 ± 2.48	18:3 n6	
0.071	0.36 ± 1.85	0.29 ± 2.61	20:4 n6	
0.092	1.64 ± 4.06	0.29 ± 2.03	22:2 n6	
0.059	0.82 ± 1.62	0.34 ± 2.57	20:5 n3	
0.3	3.97 ± 11.59	1.33 ± 12.21	المجموع الكلي (Total)	

القيم معبر عنها بالمعدل ± الانحراف القياسي SD ± Mean

إذ أن:

P*: مستوى الاحتمالية لمقارنة نماذج الصيام (عام) مع نماذج السيطرة.



الشكل (5.3): الأحماض الدهنية في جزء الدهون الفوسفاتية

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

الاستنتاجات: Conclusions

1. أشارت نتائج الدراسة إلى وجود انخفاض معنوي في مستوى الكوليسترول الكلي في مصل الدم لمجموعة الصوم مقارنة مع مجموعة السيطرة مما يدل على فائدة الصوم في التقليل من مخاطر ارتفاع كوليسترول مصل الدم إذ إن ارتفاع الكوليسترول بمصل الدم يؤدي إلى زيادة مخاطر التعرض إلى أمراض القلب وتصلب الشرايين.
2. أشارت نتائج الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في مستوى HDL وانخفاض معنوي في مستوى LDL وهذا يثبت دور الصوم في السيطرة على الأيض بشكل عام وأيض الدهون بشكل خاص إذ إن الصوم يعمل على تنشيط عمليات الأيض من خلال حرق الدهون وتكوين سعرات حرارية بكفاءة أكبر إذ يعتمد الجسم على الدهون خلال الصوم بوصفه مصدراً رئيساً للطاقة خلال مدة الصيام ثم يعود الجسم إلى طبيعته بعد الإفطار.
3. أشارت النتائج إلى وجود انخفاض في مؤشر كتلة الجسم عند الصوم مما يدل على أهمية الصوم كوسيلة مناسبة جداً لإنقاص الوزن بشكل طبيعي دون تناول الأدوية والمستحضرات الخاصة بإنقاص الوزن إذ يعتمد الجسم على الدهون المخزونة للطاقة مما يؤدي إلى إنقاص الوزن بشكل تدريجي دون التأثير السلبي على أيض المواد الأخرى.
4. أشارت النتائج إلى أهمية الصوم في الحفاظ على نسب المتغيرات الكيموحياتية التالية (TC/HDL, TG/HDL, LDL/HDL) ضمن المستوى الطبيعي المطلوب إذ يؤثر الصوم على النسب الثلاثة وهو مؤشر جيد لتقليل عوامل الخطورة للإصابة بأمراض القلب وتصلب الشرايين.
5. أشارت الدراسة إلى وجود تأثير لعامل الجنس على المتغيرات الكيموحياتية خلال الصوم وظهرت العديد من الاختلافات المعنوية بين الرجال والنساء في مستوى المتغيرات الكيموحياتية إذ إن التأثير الرئيس يكون للعوامل الهرمونية وعامل السمنة.
6. أشارت الدراسات إلى وجود تأثير لعامل العمر لكلا الجنسين على المتغيرات الكيموحياتية من خلال التأثير على العديد من المسارات الأيضية إذ إن معدل الأيض يقل مع تقدم العمر ولكن عند الصوم يؤدي ذلك إلى زيادة نشاط عمليات الأيض وبالتالي التأثير على مستوى الدهون والعديد من المتغيرات الكيموحياتية الأخرى.
7. أشارت نتائج الدراسة إلى وجود تأثير الصوم على مستوى الأحماض الدهنية بأصنافها الثلاثة المشبعة وغير المشبعة الأحادية والمتعددة (PUFA/MUFA/SFA) في الأجزاء الثلاثة

لمصل الدم إذ كانت التأثيرات متباينة من حيث ارتفاع النسبة المئوية للأحماض الدهنية وانخفاض النسبة المئوية للأحماض الدهنية الأحادية التشبع والمتعددة مقارنة مع مجاميع السيطرة مما يدل على دور الصوم في التأثير على أيض جميع أنواع الأحماض الدهنية في الأجزاء المختلفة من مصل الدم.

التوصيات: Recommendations

1. دراسة تأثير الصوم على وظائف الكبد والكلية من خلال قياس عدد من المتغيرات المتعلقة بتلك الوظائف.
2. دراسة علاقة الصوم مع التمارين الرياضية من خلال قياس عدد من المتغيرات الكيموحياتية والأحماض الدهنية لمجاميع مختلفة من الصوم مع التمارين الرياضية.
3. دراسة علاقة الصوم مع مرض السكري وملاحظة تأثير الصوم على تحسين حالة مرض السكري بنوعيه الأول والثاني.
4. دراسة تأثير الصوم على توازن السوائل داخل الجسم من خلال حساب كمية الماء المتناول خلال الصوم ومقارنتها مع كمية الماء خلال الحالة الطبيعية (بدون صوم) مع حساب كمية السوائل المطروحة لكلا النوعين.

المصادر

References

المصادر العربية

- ال فليح، خوله احمد (2007). "مدخل الى الكيمياء الحياتية" الطبعة الثانية، دار الكتب للطباعة والنشر ،جامعة الموصل ص 64-63، 74-76.
- بشير، سعد زغلول (2003). "دليلك الى البرنامج الاحصائي SPSS". الجهاز المركزي للإحصاء، جمهورية العراق: 103-113
- الغبشة، ثابت سعيد وسمير عبد الرحيم (1986). "مدخل الى تقنيات الفصل في الكيمياء". مطبعة جامعة الموصل.

- Al-Hourani H.M., Atoum M.F., Akel S., Hijjawi N., Awawdeh S.(2009)."Effects of Ramadan fasting on some haematological and biochemical parameters".JJBS.,2(3):103-108.
- Al-Juraisy A.A.M. (2002). "Lipid component and fatty acid Composition of human serum of subjects Consuming dairy products and of human Mother colostrums and mature milk". Ph.D. Thesis College of Edu., Uni. Of Mosul.
- Allain C., Poon L. S., Chan C.S.G., Richmond W. and Fu P.(1974). "Enzymatic Determination of Total Serum Cholesterol". Clin.chem,20(4):470-475.
- Al-Tamer Y.Y. and Mahmood A.A. (2004). "Lipid components and fatty acid composition of Iraqi subjects who smoke and consume dairy Products". Nurt. Metab. Cardiovasc. Dis., 14: 94-96.
- Anton S.D., Moehl K., Donahoo W., Marosi K., Lee S.A., Mainous A.G., Leeuwenburgh C. and Mattson M.P. (2018)."Flipping the Metabolic Switch:Understanding and Applying the Health Benefits of fasting". Obesity, 26(2):254-268.
- Arneson W. and Brickell J.(2007)."Clinical chemistry a laboratory perspective". F.A.Davis Company, Philadelphia.:124-125.
- Artemis P. Simopoulos MD (2008)." The Omega-6/1 omega-3 fatty acid ratio, genetic uariation and cardiovascular disease". Asi pac. J.Clin Nutr;17(1):131-134.
- Banu S., Jabir N.R., Manjunath N.C., Firoz C.K., Kamal M.A., Khan M.S. and Tabrez S.(2014)."Comparative Study of Non-High-Density Lipoproteins Cholesterol Level and Lipid Profile in Pre-Diabetic and Diabetic Patients". CNS and Neurological Disorders- Drug Targets,13 (3) :402-407.

- Barham D. and Trinder P. (1972) *Analyst*,:97-142.
- Belitz H., Grosch W. and Schieberle P.(2010). "Food Chemistry".4th ed., ACATAP, Berlin,:222,515-516.
- Burtis C.A. and Ashwood E.R.(1999)."Tiets Text Book of Clinical Chemistry". 3rd ed., W.B. Saunders Com.,London,:110-115.
- Campbell I.(2017)."Intermediary metabolism". *Anaesth Intensive Care Med.*,18:147-149.
- Cardona J.B. and Rodriguez V.C.(2016)."Profile of free fatty acids and fractions of phospholipids,cholesterol esters and triglycerides in serum of obese youth with and without metabolic syndrome".*Nutrients* ,8,54; doi:10.3390/nu8020054.
- Cherif A., Roelands B., Meeusen R. and Chamari K.(2015)."Effects of intermittent fasting, caloric restriction,and Ramadan intermittent fasting on cognitive performance at rest and during exercise in adults". Springer international publishing Switzerland, doi 10.1007/s40279-015-0408-6.
- Chtourou H.(2013)."Effects of Ramadan Fasting on Health and Athletic Performance ". OMICS Group eBooks, USA:3-6.
- Collins A.L., Fivush A.M. and Wilson J.C.(2002)."Identification of nonsteroidel liver X-receptor agonist through parallal array synthesis of tertiary amines". *J.Med.Chem.*, 45:1963-1966.
- Crook M.A.(2012)."Clinical Biochemistry and metabolic medicine". 8th ed.,Hodder Arnold, UK.,PP.202-203.
- Dasgupta A. and Wahed A.(2014)."Clinical chemistry, immunology and laboratory quality control".Elsevier Inc.,UK.,:88-89,8-9.
- Dobiasova M., Frohlich J., Sedova M., Cheung MC. and Brown BG.(2011)."Cholesterol esterification and atherogenic index of plasma correlate with lipoprotein size and findings on coronary angiography". *J., Lipid Res.*,52(3):566-571.

- Elnasri H. A. and Ahmed A. M.(2006)."Effects of Ramadan Fasting on Blood Levels of Glucose,Triglyceride and Cholesterol among Type II Diabetic patients". Sudanese Journal of Public Health,1(3): 203-206
- Enomoto M., Adachi H., Hirai Y. and Fukami A.(2011)."LDL-C/HDL-C ratio predicts carotid intima-media thickness progression better than HDL-C or LDL-C alone". Journal of Lipid.,2:1-6.
- FAO (2010)." Fats and fatty acids in Human Nutrition Report of an expert consultation".FAO.Rome.FAO Food and Nutrition,:21-25,30.
- Fararjeh M.A., Aljamal A., Faris M.E., Alkurd R.A., Khalil M.and Albustanji Y.(2012)."Effect of intermittent fasting on lipid profile and hematological parameters in healthy volunteers in Jordan". Universal Journal of Medicine and Dentistry. 1(1): 005-009.
- Feres M.C., Perez B.B., Thorrecilha J.T.M., Bini R., Raphael N.A., Martino M.C.D., Boscolo D.R.R., Souza A.A.D.and Tufik S.(2018)."Implications of Lipid Profile Dosages in Fasting and Postprandial Status". Atheroscler open Access, an open ACCESS Journal.3(1):121
- Fernandez M.L. and Webb D.(2008)."The LDL to HDL cholesterol ratio as a valuable tool to evaluate coronary heart disease risk". Journal of the American College.27(1):1-5.
- Ferrier, Denise R.,author (2017). "Lippincott's illustrated Reviews: Biochemistry".7th. ed., Wolters Kluwer, Philadelphia.:173-180, 208, 237,385, 190,344,346-349.
- Folsom A.R., Ma J., Mc Govern P.G. and Eckteltdt J.H.(1996)."Relation between plasma phospholipid saturated fatty acids and hyperinsulinemia". Metabolism.45:223-228.

- Fost L., Hane L.J. and Vestergaard P. (2005). "Overweight and Obesity as Risk Factors for Atrial Fibrillation or Flutter". The Danish diet, Cancer, and Health Study. Am. J. of Med.,:118,489-95.
- Frangioudakis G., Yem. and Cooney J.(2005). "Both saturated and n-6 Polyunsaturated fat reduce phosphorylation of insulin receptor". Endocrinology.146: 5596-5603.
- Fujii C., Kawai T., Azuma K., Oguma Y., Katsukawa F., Hirose H., Tanaka K., Meguro S., Matsumoto H. and Itoh H. (2017). "Relationships between composition of major fatty acids and fat distribution and insulin resistance in Japanese". Journal of Diabetes Research volume 2017, Article ID 1567467, 9 pages.
- Genest J. Jr., Marcil M., Denis M. and Yu L.(2003). "High density lipoproteins in health and in disease. "J Investig Med.,47:31-42.
- Gnanou J.V., Caszo B.A., Khalil K.M., Abdullah S.L., Knight V.F. and Bidin M.Z.(2015). "Effects of Ramadan fasting on glucose homeostasis and adiponectin levels in healthy adult males". Journal of Diabetes and Metabolic Disorders,14:55.
- Gunstone F.D., Harwood J.L. and Padely F.B. (1994). "The lipid hand book". 2th ed., Chapman and Hall, London, UK, 195:243-244.
- Hassanabad Z.F. and Chan C.B.(2005). "Transcriptional regulation of lipid metabolism by fatty acids: a key determinant of pancreatic β -cell function ". Bio., Med., Central Ltd., 2(1):1-12.
- Horton H.R., Moran L.A., Ochs R.S., Rawn J.D. and Scrimgeour K.G. (2003) "Principles of Biochemistry ". 3th .ed., Prentice, Hall Peason Education international.:490-94.
- Innis S.M.(2011). "Dietary triacylglycerol Structure and its role in infant Nutrition". American Society for Nutrition. Adv., Nutr., 2:275-283.

- Jassem W.E. and Farahan A.R. (2015)."The Effect of age and gender on fetuin-A and some biochemical parameters in blood sera of Iraqi patients with T2DM: A comparative study ". Baghdad Science Journal.12(1):197-203.
- Junior A.M.C.(2017)."Metabolism during fasting and starvation: understanding the basics to glimpse new boundaries". Journal of Nutrition and Dietetics.1(1):102.
- Kalyani R.R., Kim C., Ferrucci L., Laughlin G.A., Sliverstein D.K., Kong S., Nan B. and Connor E.B. (2015)."Sex differences in the association of fasting and postchallenge glucose levels with grip strength among older adults: the the Rancho Bernardo Study". BMJ open Diabetes Research and Care ,3: doi: 10.1136/ bmjdrc-2015-000086.
- Kamal S., Ahmad Q.S., Sayedda K. and UlHaque M. (2012)."Effect of Islamic fasting on lipid profile, total protein and albumin on healthy muslim male subjects of shri ram murti Smarak institute of medical sciences, Bareilly, uttar Pradesh". National Journal of medical research.2(4):407-410.
- Kang SG., Lee HJ., Park YM., Choi JE., Han C.et al. (2008)."Possible association between the-2548A/G Polymorphism of the leptin gene and olanzapine-induced weight gain". Prog Neuropsychopharmacol Biol psychiatry 32:160-163.
- Khan N., Rasheed A., Ahmed H., Aslam F. and Kanwal F.(2017)."Effect of Ramadan fasting on glucose level, lipid profil, HbA1c and uric acid among medical students in karachi, Pakistan".Eastern Mediterranean Health Journal La Revue de Sante de la Mediterranee orientale.23(4):274-279.
- Koopman R.(2005)."Changes in age at diagnosis of type-2 diabetes mellitus". Ann. Fam. Med., 3: 60-71.

- Kunesova M., Hlavaty P., Tvrzicka E., Stankova B., Kalouskova P., Viguerie N., Larsen T.M., Vanbaak M.A., Jebb S.A., Martinez J.A., Pfeiffer A.F.H., Kafatos A., Handjieva-Darlenska T., Hill M., Langin D., Zak A., Astrup A., Saris W.H.M.(2012)."fatty acid composition of adipose tissue triglycerides after weight loss and weight maintenance: the DIOGENES Study". *Physiol. Res.*,61:597-607.
- Laker M.F.(1996)."Clinical Biochemistry for Medical Students". W.B. Saunders Com., UK.,:22-32.
- Lamarche B., Lemieux I., Despres J.P.(1999)."The small dense phenotype and the risk of coronary heart disease: epidemiology, pathophysiology, and therapeutic aspects." *Diabetes Metab.* 25:199-211.
- Larijani B., Zahedi F., Sanjari M., Amini MD. M.R., Jalili MD.R.B., Adibi H., MD.A.R.,Vassigh(2003)." The effect of Ramadan fasting on fasting serum glucose in healthy adults". *Med.,J., Malaysia*,58(5).
- Ma J., Folsom A.R., Shahar E. and Eckfldt J.H.(1995). "Plasma fatty acid composition as an indicactor of habitual dietary fat intake in middle-age Adults ". *Am. J. Clin. Nutr.*,62: 564-571.
- Mandal S., Causevic A., Malenica M., Hadzidedic S., Prnjavorac B. and Semiz S.(2012)."Age and gender related differences in free fatty acid levels in patients with type 2 diabetes mellitus". *Journal of Health Sciences*.2(3):184-191.
- Mansi K. M. S.(2007)." Study the effects of Ramadan Fasting on the Serum Glucose and Lipid Profile among Healthy Jordanian Students". *American Journal of Applied Sciences*.4(8):565-569.

- Marhoum T.A., Abdrabo A.A., Lutfi M.F.(2013)."Effects of age and gender on serum lipid profile in over 55 years-old apparently healthy Sudanese individuals". Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences.3(19):10-14.
- Marks K.A., Marvyn P.M., Henao J.J.A., Bradley R.M., Stark K.D., Duncan R.E.(2015)."Fasting enriches liver triacylglycerol with n-3 polyunsaturated fatty acids: implications for understanding the adipose-liver axis in serum docosahexaenoic acid regulation".Genes Nutr.,doi 10.1007/s12263-015-0490-2.
- Marshall W.J., Bangert S.K., Lapsley M. (2012)."Clinical Chemistry". 7th ed.,Elsevier Ltd.,UK.,:358-359.
- Meisenberg G. and Simmons W.H.(2017)."Principles of Medical Biochemistry".4th ed., Elsevier, Inc., Philadelphia.:413,446-452.
- Messini CI., Malandri M., Anifandis G., Dafopoulos K.,Georgoulis P.et al.(2017)."Submaximal doses of ghrelin do not inhibit gonadotrophin levels but stimulate prolactin secretion in postmenopausal women".Clin Endocrinol. 87:44-50.
- Michael L., Edward P. and Larry S.(2005). "Clinical Chemistry".5th ed., Lipp. Williams & Wilkins, USA.,: 288-292.
- Millan J., Pinto X., Munoz A., Zuniga M., Rubies - Prat J., Pallardo L. & Pedro - Botet J. (2009). "Lipoprotein ratios: Physiological significance and clinical usefulness in cardiovascular prevention". Vasc Health Risk Manag. 5:757-765.
- Miller M., Cannon CP., Murphy SA., Qin J., Ray KK., Braunwald E.(2008)."Investigators, Impact of triglyceride levels beyond low-density lipoprotein cholesterol after acute coronary syndrome in the Prove it-Timi 22 trial". J. Am. Coll Cardiol. 51 (7): 724-730.

- Natalie D., Riediger MSC., Ragia A., Othman MSC., Miyoung SUH. PhD. RD., Mohammed H., Mogha dasian PhD. (2009). "Asystemic review of the role of A-3 Fatty acid ". Jam., Diet Assoc.,109:668-679.
- Nigam A., Smith N.F., Lesperance F., Julien P. (2009). "Relationship between n-3 and n-6 plasma fatty acid levels and insulin resistance in coronary patients with and without metabolic syndrome". Nutrition, Metabolism and cardiovascular Diseases. 19:264-270.
- Nourmohammdi M., Ejtahed H.S., Mirmiran P., Hekmatdoost A. (2015). "Dietary fatty acid composition and metabolic syndrome: a review". JNSD.,1(1):28-36.
- Oraby S.(2013). "Oraby's illustrated reviews of biochemistry". 12th ed., E-Mail: m-s-oraby@hotmail.com,Egypt.: 27,150,32.
- Patterson R.E. and Sears D.D. (2017). "Metabolic effects of intermittent fasting". Nutr.,37:371-93.
- Pherson R.A. and Pincus M.R.(2017)." Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods". 23rd ed.,Elsevier Inc. Louis, Missouri.:224.
- Pinto X. and Ros E. (2000). "Lipidos sericos y prediccion del riesgo cardiovascular: importancia de los cocientes colesterol total/colesterol HDL y colesterol LDL/colesterol HDL".Clin Invest Arterioscl.12:267-284.
- Prabhu K. and Shetty J.K. (2014). "Biochemistry for undergraduates". 1 ed., Jaypee Brothers Medical,USA.,:58-59, 148, 64.
- Rambold A.S., Cohen S. and Schwartz J.L. (2015)."Fatty acid trafficking in starved cells: regulation by lipid droplet lipolysis, autophagy, and mitochondrial fusion dynamics".Developmental Cell., 32:678-692.

- Rehman J. and Shafiq M.(2000)."Changes in blood glucose and lipid profile during Ramadan fasting". JAMC.,12(3):13-15.
- Robyt F.J. and White J.B.(1987)."Biochemical Techniques. Theory and Practice ". Brookes/Cloe Publishing Com., USA.,:125-135.
- Rodwell V.W., Kennelly P.J., Bender D.A., Weil P.A., Botham K.M. (2018). "Harper's illustrated biochemistry". 13th ed., McGraw-Hill Education,USA.,:146,155-156,167,191-198,202,230-250,257-261,487,582,637-638.
- Rustan A.C. and Drevon C.A.(2005)." Fatty acids: structures and properties". Encyclopedia of life sciences, doi: 10.1038/ npg. els. 0003894.
- Sabin M.A., Hora M., Holly J.M.P., Hunt L.P., Ford A.L., Williams S.R., Baker J.S., Retallick C.J.,Crowne E.C. and Shield J.(2014)."Fasting Nonesterified Fatty acid profiles in childhood and their relationship with adiposity, insulin sensitivity, and lipid levels". Official Journal of the American academy of pediatrics, doi:10.1542/peds.2007-0189.
- Saedeghi H., Fauzee M. S. O., Jahromi M. K., Abdullah M. N. H., Rosli M.H.(2012)."The effects of Ramadan fasting on the body fat percent among adults".Annals of Biological Research.3 (8) : 3958-3961.
- Saleh S.A., Elsharouni S. A., Cherian B. and Mourou M.(2005). "Effects of ramadan fasting on waist circumference, blood pressure, lipid profile, and blood sugar on a sample of healthy Kuwaiti men and women".Mal Nutr.,11(2)143-150.
- Salo P.,Vilkari J. and Routi T.(2000)."Fatty acid composition of serum CEs as areflector of low-saturated-fat, low cholesterol diet in young children". Acta. Paediat.,89:399-405.

- Sauvat A., Chen G., Muller K., Tong M., Aprahamian F., Durand S., Cerrato G., Bezu L., Leduc M., Franz J., Rockenfeller P., Sadoshima J., Madeo F., Kepp O. and Kroemer G. (2018). "Trans-Fats Inhibit Autophagy induced by Saturated Fatty Acids". EBioMedicine. [https:// doi.org/ 10.1016/ j.ebiom. 2018.03.028](https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2018.03.028).
- Shanthi D. and Lakshmi S.(2010)."An easy guide for practical biochemistry".1 ed., Jaypee brothers medical Ltd.,USA.,:170-173.
- Sprecher H.(2002)."The roles of anabolic and catabolic reactions in the synthesis and recycling of polyunsaturated fatty acids. Prostaglandins Leukot.Essent. Fatty acids". 67:79-81.
- Teuscher A. and Richterich P. Schweiz Med. Wschr. (1971)101: 345 and 390.
- Tiboura G., Khaled B. M., Diaf M., Semeria S., Bouanani G. (2015). "Effect of Ramadan fasting on serum glucose and lipid profile among Algerian type 2 diabetes patients ". Rom., J., Diabetes Nutr., Metab., Dis.,22(4):385-392.
- Tietz N. W.(2006). "Text Book of Clinical Biochemistry". 4th Ed., W. B. Saunders Com., Philadelphia, USA.,:135-140,1074-1077, 244-249, 316-321.
- Torchon E., Ray R., Hulver M. W., Millan R.P. and Voy B. H. (2017). "Fasting rapidly increases fatty acid oxidation in white adipose tissue of young broiler chickens". Adipocyte. 6(1):33-39.
- Touchstone J.C. and Sherma J.(1979)."Densitometry in Thin Layer Chromatography". John Wiley and Sone, Ltd., USA.,:370-374.
- Vemuri M. and Kelley D.S.(2008)."The effects of dietary fatty acids on lipid metabolism".in chow,C.K., ed. Fatty acids in foods and their Health implications,London,UK.,:591-630.

- Vessby B., Aro A. and Salminen (1994). "The risk to develop NIDDM is related to the fatty acid composition of serum cholesterol ester". *Am. Dia. Ass.*, 43:1353-1357.
- Walle P., Takkune M., Mannisto V., Vaittinen M., Kakela P., Agren J., Schwab U., Lindstrom J., Tuomilehto J., Uusitupa M. and Pihlajamaki J. (2017). "Alterations in fatty acid metabolism in response to obesity surgery combined with dietary counseling". *Nutrition and Diabetes*. doi: 10.1038 / nutd. 2017.33.
- Wieland H., Seidel U. D., *J-Lipid Res.* 24,904 (1983).
- Yeasmin R., Nahar N., Muttalib M., Bhuiyan N.H., Zahid A. Z. R., Jahan W. A. (2015). "Gender Variation of Lipid Profile of Type-2 Diabetes Mellitus Patients attended at a Specialized Diabetic Hospital in Dhaka". *Journal of Current and Advance Medical Research*. 2(2):34-38.

Summary

This study was designed to estimate the effect of fasting on the level of some biochemical parameters, the percentage and level of fatty acids in the serum lipids and the effect of age and gender on these parameters. The study included (50) samples of healthy people in the case of fasting, males and females, between the ages of (19-80) years of healthy people who are not infected with any apparent disease and the same group of people without fasting for the same group of people were considered a control group of the same categories age above, where the serum divided into two parts. The following biochemical parameters in the first part were measured include glucose, (GLU), high-density cholesterol (HDL), low-density lipoprotein cholesterol (LDL), very low-density lipoprotein cholesterol (VLDL), triglyceride (TG) and phospholipids, using kits, phosphoric fats were estimated by color method. The results of this study showed a significant decrease in the level of biochemical variables, in the case of fasting, and a significant increase in the level of high-density cholesterol in the case of fasting compared to control groups. The study showed the effect of age on the biochemical variables in the case of fasting, where the results showed a significant increase in BMI and TG levels, as well as a significant increase in Glu, LDL and VLDL, and a significant decrease in HDL for the second group (45-80) compared to the first group (19-44). The results of this study also indicated that there was a gender effect during the fasting period. The study showed a significant increase in BMI, HDL, LDL, LDL / HDL and insignificant decrease in TC, Glu, VLDL, TG and insignificant in LDL, according to females samples compared to males samples. Furthermore, this study includes analysis and measurement of percentage of fatty acids in the second part of serum lipids and for its three parts (ester cholesterol, triglyceride and phospholipids) by using (Capillary Gas Chromatography) (CGC). Where the results showed a significant increase in the percentage of saturated fatty acids (SFA) (Total), and insignificant decrease in the percentage of monounsaturated fatty acids (MUFA), and insignificant decrease in the percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFA) (Total) in the part of cholesterol ester

of blood serum compared to control samples. The results showed that there was a significant increase in the percentage and level of saturated fatty acids (SFA) (Total), and insignificant decrease in monounsaturated fatty acids (MUFA) and insignificant decrease in polyunsaturated fatty acids (PUFA) (Total), in the cholesterol ester (CE) part of serum lipids for the fasting group compared with the control group. The study concludes that fasting reduces risk factors that increase the risk of heart disease and atherosclerosis and proves the role of fasting in controlling metabolism in general and fat metabolism in particular as fasting works to stimulate fat metabolism more efficiently as the body relies on fat during fasting as a major source of energy. It was concluded that there is a significant effect on the factors of BMI, age and sex at the level of the chemical variables, which have a significant impact on different metabolic processes, which leads to a difference in the level of these variables and the proportion of fatty acids, which affect the development of risk factors with lower risk of heart disease and atherosclerosis in the case of fasting.

University of Mosul
College of Education
For pure science



**Comparative study of some biochemical
parameters and the composition of fatty
acids during the fasting**

Raghad Amer Ahmed Al Hayali

M.Sc. Thesis
Chemistry

Supervised By
Assist. Prof.

Dr. Mohammed Abd AL-hadi Jasim Al-obaidey

A.D.2019

A.H.1440