الجمهورية العربية السورية
جامعة حماة
كلية الطب البيطري
قسم الإنتاج الحيواني

تأثير حقن الأوميغا-3 في بعض المؤشرات التناسلية والهرمونية والدموية في كباش أغنام العواس ونعاجها

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في العلوم الطبية البيطرية اختصاص

/تربية المجترات/ في قسم الإنتاج الحيواني

إعداد الطالب

عبد القادر حسان سفلو

بإشراف:

المشرف العلمي:	المشرف المشارك:	المشرف المتعاون:
أ.م.د. جهاد مسوح	أ.د. محمد زهير الأحمد	د. عبد المنعم الياسين

للعام الدراسي 1448 هـ - 2026 م

فهرس المحتويات

الرقم	العنوان	الصفحة
1	المقدمة	1
2	مبررات البحث	5
3	أهداف البحث	7
4	الدراسة المرجعية	9
1.4	الخصائص الشكلية للأغنام العواس.	10
2.4	الخصائص التناسلية والإنتاجية للأغنام العواس.	11
3.4	وظائف الدهون ومصادرها.	12
4.4	التركيب الكيميائي ومصادر الأحماض الدهنية.	13
5.4	تحسين الأداء التناسلي.	16
1.5.4	تأثير الأوميغا-3 في الأداء التناسلي للحيوان.	17
2.5.4	تأثير الأوميغا-3 في نمو الأعضاء التناسلية والهرمونات.	18
6.4	تأثير الأوميغا-3 في الخصوبة لدى النعاج.	21
1.6.4	دور الأوميغا-3 في استقلاب وإنتاج البروستاغلاندين.	21
2.6.4	دور البروستاغلاندين في التكاثر ودورة الشبق.	22
3.6.4	تأثير الأوميغا-3 في إنتاج البروستاغلاندين في بطانة الرحم.	24
4.6.4	تأثير الأوميغا-٣ في تطور الجريبات، الإباضة، ووظائف الجسم الأصفر.	26
5.6.4	تأثير الأوميغا-٣ في التعرف الأمومي في الحمل وبقاء الجنين.	28
7.4	تأثير الأحماض الدهنية في الذكور.	29
1.7.4	الدهون كمكون أساسي في غشاء النطاف.	29
2.7.4	مصدر الطاقة لنشاط النطاف.	31
3.7.4	المساهمة في إنتاج هرمون التستوستيرون واستعدادية النطاف.	32

4.7.4	تأثير الأوميغا-3 في إنتاج الهرمونات وتطور الخصية.	33
5	مواد وطرائق العمل	36
6	التحليل الإحصائي	45
7	النتائج	47
1.7	حجم السائل المنوي	48
2.7	معدل الحركية الجماعية	51
3.7	معدل الحركية الفردية	53
4.7	تركيز النطاف	55
5.7	معدل الخلايا الحية في السائل المنوي.	57
6.7	معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي.	59
7.7	تركيز الغلوكوز في الدم لدى الكباش.	61
8.7	تركيز الكولسترول في الدم لدى الكباش.	63
9.7	تركيز LDL في الدم لدى الكباش.	65
10.7	تركيز HDL في الدم لدى الكباش.	67
11.7	تركيز التستوستيرون في الدم لدى الكباش.	69
12.7	تركيز الغلوكوز في الدم لدى النعاج.	72
13.7	تركيز الكولسترول في الدم لدى النعاج.	74
14.7	تركيز LDL في الدم لدى النعاج.	76
15.7	تركيز HDL في الدم لدى النعاج.	78
16.7	تركيز البروجسترون P4 في الدم لدى النعاج.	80
17.7	المؤشرات التناسلية	82
8	المناقشة	84
9	الاستنتاجات	117

10	التوصيات	119
11	المراجع	121

فهرس الجداول

الرقم	الجدول	الصفحة
1	متوسط حجم السائل المنوي (مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	49
2	متوسط معدل الحركية الجماعية (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	51
3	متوسط معدل الحركية الفردية (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	53
4	متوسط تركيز النطاف (مليون / مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	55
5	متوسط معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	57
6	متوسط معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	59
7	متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مغ / دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	61
8	متوسط تركيز الكوليسترول في الدم (مغ / دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	63
9	متوسط تركيز LDL في الدم (مغ / دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	65
10	متوسط تركيز HDL في الدم (مغ / دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	67

11	متوسط تركيز التستوستيرون في الدم (نغ / مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	69
12	متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مغ / دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	72
13	متوسط تركيز الكوليسترول في الدم (مغ / دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	74
14	متوسط تركيز LDL في الدم (مغ / دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	76
15	متوسط تركيز HDL في الدم (مغ / دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	78
16	متوسط تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ / دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.	80
17	تأثير حقن الأوميغا-3 على المؤشرات التناسلية والفروق المعنوية بين مجموعات الدراسة والتفاعل بين الذكور والاناث المعاملة بالأوميغا-3 وتأثيرها على المؤشرات التناسلية.	82

فهرس الأشكال

الرقم	الشكل	الصفحة
1	توزيع الكباش التجريبية والشاهدة لتلقيح النعاج التجريبية والشاهدة.	44

فهرس المخططات

الرقم	المخطط	الصفحة
A1	حقن الأوميغا-3 وجمع السائل المنوي وسحب عينات الدم لكباش التجربة.	42

B1	حقن المحلول الفيزيولوجي وجمع السائل المنوي وسحب عينات الدم لكباش التجربة.	42
A2	حقن الأوميغا-3 وسحب عينات الدم لنعاج التجربة وموعد ادخال الكباش للتلقيح.	42
B2	حقن المحلول الفيزيولوجي وسحب عينات الدم للنعاج الشاهدة وموعد ادخال الكباش للتلقيح.	42
3	المتوسط الحسابي لقيم حجم السائل المنوي (مل) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	50
4	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في حجم السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	50
5	المتوسط الحسابي لقيم معدل الحركية الجماعية (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	52
6	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الحركية الجماعية في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	52
7	المتوسط الحسابي لقيم معدل الحركية الفردية (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	54
8	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الحركية الفردية في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	54
9	المتوسط الحسابي لقيم تركيز النطاف (مليون / مل) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	56
10	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز النطاف في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	56
11	المتوسط الحسابي لقيم معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	58
12	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الخلايا الحية في السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	58
13	المتوسط الحسابي لقيم معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	60
14	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	60

15	المتوسط الحسابي لقيم تركيز الغلوكوز في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	62
16	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الغلوكوز في الدم في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	62
17	المتوسط الحسابي لقيم تركيز الكوليسترول في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	64
18	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الكوليسترول في الدم في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	64
19	المتوسط الحسابي لقيم تركيز LDL في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	66
20	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز LDL في الدم في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	66
21	المتوسط الحسابي لقيم تركيز HDL في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	68
22	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز HDL في الدم في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	68
23	المتوسط الحسابي لقيم تركيز التستوستيرون في الدم (نغ / مل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	70
24	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز التستوستيرون في الدم في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	70
25	المتوسط الحسابي لقيم تركيز الغلوكوز في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	73
26	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الغلوكوز في الدم في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	73
27	المتوسط الحسابي لقيم تركيز الكوليسترول في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	75
28	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الكوليسترول في الدم في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	75

29	المتوسط الحسابي لقيم تركيز LDL في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	77
30	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز LDL في الدم في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	77
31	المتوسط الحسابي لقيم تركيز HDL في الدم (مغ / دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	79
32	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز HDL في الدم في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	79
33	المتوسط الحسابي لقيم تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ / دل) في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3.	81
34	المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز البروجسترون P4 في الدم في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.	81
A35	النسبة المئوية لحدوث الحمل في عينة النعاج وفقاً لطريقة التلقيح المتبعة.	83
B35	النسبة المئوية للمواليد التوأمية والفردية في عينة النعاج وفقاً لطريقة التلقيح المتبعة.	83
C35	نسبة الولودية في عينة النعاج وفقاً لطريقة التلقيح المتبعة.	83

فهرس المختصرات

المختصر	المصطلح باللغة الانكليزية	المصطلح باللغة العربية
AA	Arachidonic Acid	حمض الأراشيدونيك
ALA	Alpha-Linolenic Acid	حمض ألفا-لينولينيك
ATP	Adenosine Triphosphate	ثلاثي فوسفات الأدينوزين
BHB	Beta-Hydroxybutyrate	بيتا-هيدروكسي بيوتيرات
CIDR	Controlled Internal Drug Release	جهاز تحرير البروجسترون الداخلي
CMFC	Control Males + Control Females	كباش شاهدة + نعاج شاهدة
CMFO	Control Males + Omega Females	كباش شاهدة + نعاج أوميغا
COX	Cyclooxygenase	إنزيم الأكسدة الحلقية
DHA	Docosahexaenoic Acid	حمض الدوكوساهيكسانويك
E2	Estradiol	الإستراديول
EPA	Eicosapentaenoic Acid	حمض الإيكوسابنتانويك
FSH	Follicle-Stimulating Hormone	الهرمون المنبه للجريب
GLM	General Linear Models	النماذج الخطية العامة
GnRH	Gonadotropin-Releasing Hormone	الهرمون الموجه للغدد التناسلية
HCG	Human Chorionic Gonadotropin	الهرمون المشيمائي البشري
HDL	High-Density Lipoprotein	البروتين الدهني مرتفع الكثافة
HPG	Hypothalamic-Pituitary-Gonadal axis	محور الوطاء-الغدة النخامية-الغدد التناسلية

HSL	Hormone-Sensitive Lipase	الليباز الحساس للهرمونات
IFNτ	Interferon-Tau	إنترفيرون تاو
IGF-I	Insulin-like Growth Factor-I	عامل النمو الشبيه بالأنسولين -1
LA	Linoleic Acid	حمض اللينوليك
LCAT	Lecithin-Cholesterol Acyltransferase	الليسيثين كوليسترول أسيل ترانسفيراز
LCFA	Long-Chain Fatty Acids	الأحماض الدهنية طويلة السلسلة
LDL	Low-Density Lipoprotein	البروتين الدهني منخفض الكثافة
LH	Luteinizing Hormone	الهرمون الملوتن
LOX	Lipoxygenase	إنزيم الليبوكسيجيناز
LTB5	Leukotriene B5	ليكوترين B5
MCFA	Medium-Chain Fatty Acids	الأحماض الدهنية متوسطة السلسلة
MRP	Maternal Recognition of Pregnancy	التعرف الأمومي على الحمل
MUFA	Monounsaturated Fatty Acids	الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة
NEFA	Non-Esterified Fatty Acids	الأحماض الدهنية غير المشبعة
OMFC	Omega Males + Control Females	كباش أوميغا + نعاج شاهدة
OMFO	Omega Males + Omega Females	كباش أوميغا + نعاج أوميغا
P4	Progesterone	البروجسترون
PGE3	Prostaglandin E3	بروستاغلاندين E3
PGF2α	Prostaglandin F2 alpha	بروستاغلاندين F2 ألفا
PGFM	Prostaglandin F2α Metabolite	مستقلب البروستاغلاندين F2α
PGHS	Prostaglandin H Synthase	إنزيم تخليق البروستاغلاندين H
PGS	Prostaglandins	البروستاغلاندينات
PPARs	Peroxisome Proliferator-Activated Receptors	مستقبلات منشط التكاثر البيروكسيسومي

PS	Physiological Saline	المحلول الفيزيولوجي
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acids	الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة
SCFA	Short-Chain Fatty Acids	الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة
SFA	Saturated Fatty Acids	الأحماض الدهنية المشبعة
SPSS	Statistical Package for Social Sciences	الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية
StAR	Steroidogenic Acute Regulatory protein	البروتين المنظم الحاد للتخليق الستيرويدي
UFA	Unsaturated Fatty Acids	الأحماض الدهنية غير المشبعة
VLDL	Very Low-Density Lipoprotein	البروتين الدهني منخفض الكثافة جداً

الجهات المشاركة في البحث
كلية الطب البيطري- جامعة حماة – سورية.
المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة /أكساد/، دمشق، سورية.

الملخص العربي:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الحقن العضلي للأحماض الدهنية أوميغا-3 في المؤشرات التناسلية والهرمونية والدموية داخل الموسم التناسلي لكل من ذكور وإناث أغنام العواس السورية، وذلك لدور هذه الأحماض المحوري في تحسين الخصوبة وتعزيز الوظائف التناسلية للمجترات. نُفذت الدراسة في محطة بحوث ازرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بمحافظة درعا خلال شهري أيار وحزيران من عام 2024.

نُفذت التجربة على مرحلتين متزامنتين، شملت المرحلة الأولى 8 كباش متوسط أعمارها (3-5) سنوات، ومتوسط أوزانها (89±5 كغ) وزعت عشوائياً إلى مجموعتين متساويتين (تجربة وشاهد)، والمرحلة الثانية شملت 48 نعجة متوسط أعمارها (3-4) سنوات، ومتوسط أوزانها (52±4 كغ) أيضاً وزعت عشوائياً إلى مجموعتين متساويتين(تجربة وشاهد): المجموعات التجريبية في الكباش والنعاج حقنت بأحد الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأوميغا-3) بجرعة 3 مل ثلاث مرات بفاصل 15 يوماً، بينما المجموعات الشاهدة في الكباش والنعاج فتركت من دون إعطاء أية أحماض دهنية غير مشبعة وحقنت فقط بالمحلول الفيزيولوجي 3 مل في نفس ترتيب برنامج مجموعات التجربة. جُمع السائل المنوي من الكباش داخل الموسم التناسلي مرة أسبوعياً لمدة 9 أسابيع وتم تحديد خواص عينات السائل المنوي من حجم وتركيز(كثافة) النطاف، والتقديرات الوصفية والقيم المئوية للحركية الجماعية والفردية وحيوية النطاف. كما جمعت عينات الدم لكلا الجنسين أسبوعياً طوال مدة التجربة (7 أسابيع) لقياس تراكيز الغلوكوز، الكوليسترول الكلي، البروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL)، البروتين الدهني مرتفع الكثافة (HDL)، بالإضافة إلى هرمون التستوستيرون في الكباش وهرمون البروجسترون في النعاج. بعد انتهاء برنامج الحقن، وزعت النعاج إلى أربع مجموعات للتلقيح وفقاً لنوع المعاملة: كباش أوميغا مع نعاج أوميغا (OMFO)، كباش شاهدة مع نعاج أوميغا (CMFO)، كباش أوميغا مع نعاج شاهدة (OMFC)، وكباش شاهدة مع نعاج شاهدة (CMFC) كمجموعة شاهدة، ثم سجلت المؤشرات التناسلية المتمثلة بنسبة كثافة الشياع ومتوسط فترة التلقيح ونسبة الحمل، نسبة الولادات التوأمية والفردية وعدد المواليد ونسبة الولودية وجنس المواليد وأوزانها عند الولادة.

أظهرت النتائج تحسناً معنوياً ($P\leq0.05$) في معظم خواص السائل المنوي في نهاية التجربة لدى الكباش المعاملة بالأوميغا-3 مقارنة بالشاهدة، ولوحظ تحسن معنوي تدريجي بلغ ذروته في الأسبوع السادس إذ بلغ متوسط حجم السائل المنوي 1,45 مل مقابل 0,88 مل، ووصلت نسبة الحركية الجماعية إلى 95% مقابل 88%، والحركية الفردية إلى 90% مقابل 83%، كما ارتفع تركيز النطاف إلى 6229 مليون/مل مقابل 3480 مليون/مل، وازدادت نسبة الخلايا الحية إلى 82,75% مقابل 75,75%. في مجموعة كباش التجربة والشاهدة على التوالي. كما لوحظ ارتفاع معنوي في مستويات الغلوكوز والكوليسترول الكلي والـ HDL وهرمون التستوستيرون في مصل دم كباش مجموعة التجربة بالمقارنة مع الكباش في المجموعة الشاهدة طوال فترات القياس.

أما في النعاج، فأظهرت النتائج أن الحقن العضلي للأوميغا-3 أدى إلى ارتفاع معنوي في تراكيز الغلوكوز والكوليسترول الكلي والبروجسترون في نعاج المجموعة التجريبية بالمقارنة مع نعاج المجموعة الشاهدة، إذ سجلت أعلى قيمة للبروجسترون 7,13 نغ/مل في الأسبوع السادس مقابل 4,16 نغ/مل. كما أظهرت المؤشرات التناسلية تفوقاً واضحاً للمجموعة OMFO التي عومل فيها كلا الجنسين بالأوميغا-3، إذ بلغت نسبة الحمل فيها 100% مقابل 66,7% في المجموعة الشاهدة، وسجلت أعلى عدد للمواليد (16مولود) مقابل (10مواليد) في المجموعة الشاهدة، وأعلى نسب ولودية (133,33%) مقابل (83,33%). كما أظهرت النعاج المعاملة بالأوميغا-3 ارتفاعاً في نسبة كثافة الشياع، بالإضافة إلى قصر المدة اللازمة للتلقيح مقارنةً بالنعاج الشاهدة. في المقابل، لم يُسجَّل لحقن الأوميغا-3 أي تأثير معنوي في نسبة الولادات التوأمية، ولا في جنس المواليد، ولا في أوزانها عند الولادة.

نستنتج من الدراسة أن الحقن العضلي للأوميغا-3 حسّن معنوياً من جودة السائل المنوي للكباش والمستويات الهرمونية والاستقلابية لكلا الجنسين، ما انعكس إيجاباً على المؤشرات التناسلية في أغنام العواس السورية، لا سيما عند معاملة الذكور والإناث معاً، ما يوصي باستخدامه قبل وخلال الموسم التناسلي لتحسين الكفاءة التناسلية في قطعان الأغنام.

الكلمات المفتاحية: أوميغا-3 – السائل المنوي– الموسم التناسلي – الحمل – بروجسترون– تستوستيرون– كباش العواس – نعاج العواس.

1. المقدمة Introduction

1. المقدمة Introduction:

تعد الثروة الحيوانية من الدعائم الأساسية للأنظمة الزراعية المتنوعة؛ إذْ تلعب دوراً محورياً في تأمين الغذاء للإنسان عبر منتجاتها المتعددة من اللحوم والحليب والجلود وغيرها، كما تسهم بما يقدر بنحو 30 -40% من إجمالي الاقتصاد الزراعي العالمي. ومع ذلك، فإن الموارد الحيوانية تواجه تهديدات متزايدة على مستوى العالم (Bélanger and Pilling, 2019). وهذا الواقع يسلط الضوء على الأهمية القصوى لوضع استراتيجيات مستدامة تهدف إلى حماية الثروة الحيوانية، لا سيما في البلدان النامية التي تعاني من ضعف الموارد التقنية والمالية، مما يحد من قدرتها على تبني برامج حماية وراثية فعالة (Hanotte and Jianlin, 2005).

تواجه سلالات الأغنام المستأنسة مجموعة من التحديات التي قد تؤدي إلى انخفاض أعدادها، ويعد ذلك مصدر قلق كبير نظراً للأهمية الاقتصادية لهذه الحيوانات. وتبرز سلالة العواس من بين هذه السلالات كواحدة من أكثرها قدرة على التكيف؛ فهي توفر الحليب واللحوم حتى في البيئات القاسية التي تتصف بندرة الأعلاف وارتفاع درجات الحرارة (Toro and Caballero, 2005). تولي العديد من البلدان اهتماماً متزايداً بتربية هذه السلالة نظراً لدورها الحيوي في دعم الأمن الغذائي، فضلاً عما تحظى به من تقدير واسع لدى المزارعين المحليين لقدرتها على ملاءمة الظروف البيئية الصعبة وتلبية الاحتياجات الغذائية للمجتمعات بكفاءة (Suliman *et al.*, 2022).

وتشير الدراسات إلى أن سلالة أغنام العواس قد أُدخلت إلى أكثر من ثلاثين دولة في قارات مختلفة، وتنتشر هذه السلالة بشكل رئيسي في دول شرق البحر الأبيض المتوسط، إذ تُعد الأكثر شيوعاً في كل من العراق وفلسطين وسورية ودول الخليج العربي. ونظراً لقدرتها الفائقة على

التكيف مع البيئات المتنوعة، تمكنت سلالة العواس من الانتشار عالمياً، بما في ذلك في أمريكا الجنوبية(Kridli *et al*., 2018) .

يرتبط التناسل في المجترات بإمكانية الحصول على الطاقة وتأمينها، إذْ تؤدي الدهون والزيوت دوراً في دعم الوظائف التناسلية من خلال إمداد الجسم بالطاقة. كما أن زيادة الأحماض الدهنية في النظام الغذائي تؤدي إلى زيادة إفراز الهرمونات الستيروئيدية والإيكوسانويدات (وهي أحماض دهنية غير مشبعة داخلية المنشأ، تشمل البروستاغلاندينات)، مما ينشط بدوره عمل الغدد التناسلية (المبايض والخصيتين) والرحم، وبالتالي يؤثر في الكفاءة التناسلية (Mattos *et al*., 2000).

تعد الأحماض الدهنية غير المشبعة (unsaturated fatty acid - UFA)، بما في ذلك أوميغا–3 (n3) ، أحماضاً دهنية أساسية وضرورية للصحة العامة والتناسل، ولكن لا يمكن تصنيعها في الجسم؛ لذا يجب توفيرها عن طريق النظام الغذائي لتأثيرها المهم في التناسل في كلا الجنسين. إذ يتحول حمض ألفا–لينولينيك (α-linolenic acid - ALA-n3) في الجسم إلى حمض الإيكوسابنتانويك (Eicosapentaenoic acid - EPA)، واللذان يعدان طليعة للإيكوسانويدات، بما في ذلك البروستاغلاندينات (Prostaglandins - PGS) التي تلعب دوراً مهماً في الوظائف التناسلية، مثل الإباضة والشبق والحمل واستمرارية الجنين والولادة (Gulliver *et al*., 2012).

كما تلعب الأحماض الدهنية غير المشبعة في النطاف دوراً مهماً في استقلاب الطاقة (Zaniboni *et al*., 2006) ومرونة الغشاء البلازمي (Conquer *et al*., 2000)، وبعض الوظائف المرتبطة بالإخصاب؛ إذ يؤثر كلاً من (Docosahexaenoic acid DHA)

والـ EPA، وهما من عائلة أوميغا-3، في غشاء النطاف (Gulliver *et al*., 2012)، مما يحسن من جودتها وقدرتها على تحمل التخزين والتجميد. وتعمل الأوميغا-3 على طبقات الفوسفوليبيدات الثنائية للغشاء البلازمي للنطاف، مما يؤدي إلى زيادة التحويل من الشكل الأسطواني إلى الشكل الحلقي، وينتج عن ذلك تحسين مرونة الغشاء البلازمي للنطاف مما يكسبها حيوية أفضل، على عكس الأحماض الدهنية المشبعة - Saturated fatty acid) (SFAالتي تقلل من مرونة الغشاء البلازمي، وبالتالي ترفع أعداد النطاف الميتة Speake). *et al*., 2003)

2.مبررات البحث Research Justification

2. مبررات البحث Research Justifications:

تلعب أحماض الأوميغا–3 دوراً محورياً في الصحة العامة والتناسل تتجاوز كونها مجرد مصدر للطاقة، حيث تُعدّ سلائف ضرورية لتخليق البروستاغلاندينات المنظمة للشياع والإباضة، كما أنها تدخل في تركيب أغشية الخلايا المنوية وتؤثر في سيولتها وخصائصها الوظيفية لذا، فإن أي نقص فيها يُحدث خللاً مباشراً في الكفاءة التناسلية و بالرغم من غنى سورية بالمراعي الطبيعية الغنية بحمض ألفا–لينولينيك (مصدر أوميغا–3) ، إلا أن الموسم التناسلي للأغنام يبدأ اعتباراً من شهر تموز وحزيران حيث تجف هذه المراعي وتنعدم، فضلاً عن ارتفاع تكاليف تدعيم العلائق المركبة بالمصادر الزيتية التقليدية مثل زيت السمك مما يخلق فجوة حرجة بين الاحتياج الفسيولوجي للأحماض الدهنية خلال الموسم التناسلي وتوفرها الطبيعي. هذه الفجوة تمثل عائقاً إنتاجياً يحد من استغلال الموسم التناسلي للقطيع.

علاوة على ذلك، تواجه إضافة الأحماض الدهنية عن طريق الفم تحدياً بيولوجياً تمثله عملية الهدرجة الحيوية (Biohydrogenation) التي تقوم بها الأحياء الدقيقة في الكرش، مما يفقد هذه الأحماض قيمتها الوظيفية قبل وصولها للأمعاء والامتصاص ونظراً لما سبق يأتي هذا البحث لاختبار الحقن العضلي للأحماض الدهنية أوميغا–3 كوسيلةً استراتيجيةً وتقنية لتجاوز معضلة الهدرجة الحيوية في الكرش وضمان وصول المركبات الفعالة بنسب عالية إلى الدورة الدموية مباشرة خلال الفترات الحرجة من الموسم التناسلي.

3.أهداف البحث Research Objectives

3. أهداف البحث Research Objectives:

يهدف هذا البحث إلى تقييم الفعالية الفسيولوجية والتناسلية لاستخدام الحقن العضلي للأحماض الدهنية أوميغا-3 في الأغنام (ذكوراً وإناثاً)، ويتفرع عن هذا الهدف الرئيس للأهداف المحددة التالية:

1. تقييم تأثير الحقن العضلي بالأوميغا-3 في خصائص السائل المنوي لدى الكباش:
   - تحديد التغيرات في حجم القذفة وتركيز النطاف.
   - قياس الحركية الجماعية والفردية للنطاف، وتقييم نسبة النطاف الحية مقارنة بالميتة (الحيوية).
2. دراسة مدى تحسن الكفاءة التناسلية لدى الإناث المعاملة بالأوميغا-3:
   - تقييم الاستجابة التناسلية من خلال قياس معدلات (كثافة الشياع، فترة التلقيح، ونسب الحمل).
   - قياس الكفاءة الانتاجية للمواليد (معدلات الولادات التوأمية والفردية، عدد المواليد، ونسبة الولودية Fecundity).
   - الكشف عن مدى تأثير المعاملة في أوزان المواليد عند الولادة وتوزيع جنسها.
3. تحديد الاستجابة الهرمونية للحقن بالأوميغا-3 لدى الذكور والإناث:
   - قياس التغيرات في التراكيز المصلية للهرمونات التناسلية الرئيسة (التستوستيرون لدى الذكور، والبروجسترون لدى الإناث).
4. تقييم تأثير الأوميغا-3 في الحالة الأيضية والصحية العامّة عبر الاستجابة البيوكيميائية للدم من خلال تحليل مستويات الغلوكوز الكوليسترول الكلي، HDL، LDL.

4.الدراسة المرجعية Literature Review

4. الدراسة المرجعية Literature Review:

1.4 الخصائص الشكلية للأغنام العواس Morphological Characteristics of Awassi Sheep:

تتمتع أغنام العواس بمجموعة من الخصائص الشكلية التي تميزها عن سلالات الأغنام الأخرى؛ فصوفها طويل وخشن ويميل إلى اللون الأبيض الكريمي، بينما قد يكون الرأس بنياً أو أسود في بعض الحالات، مع وجود جبهة ذات منحنى واضح ورأس ممدود ونحيف. وعادةً ما تحمل الكباش قروناً حلزونية يتراوح طولها بين 40–50 سم، بينما تكون النعاج إما عديمة القرون أو تحمل قروناً قصيرة ويعد الذيل الدهني (الألية) أحد أبرز السمات المميزة لهذه السلالة؛ إذ يصل متوسط طوله في النعاج إلى 18 سم ومتوسط عرضه 16 سم ويزن وسطياً حوالي 6 كغ، بينما يكون أكبر لدى الكباش فيبلغ متوسط طوله 30 سم ومتوسط عرضه 25 سم ويزن وسطياً حوالي 12 كغ، ويتفرع إلى قسمين يتسعان نحو الأسفل ويفصل بينهما صدع عميق. ويصل متوسط وزن الكبش البالغ إلى حوالي 85 كغ، في حين يبلغ متوسط وزن النعجة البالغة نحو 56 كغ (Talafha and Ababneh, 2011).

يتراوح إنتاج الحليب لدى أغنام العواس ما بين 126 كغ (Khazal,2005) و260 كغ (Kassem,2005) بالموسم؛ ويعزى هذا التباين إلى عوامل التحسين والانتخاب الوراثي، ونمط الولادة، والعوامل الموسمية، وتكرار الحلابة. بالإضافة إلى ذلك، تتمتع هذه السلالة بخصائص فسيولوجية وسلوكية مهمة، مثل القدرة على مقاومة الأمراض والطفيليات، وتحمل المشي

لمسافات طويلة أثناء الرعي، فضلاً عن مرونتها في مواجهة تقلبات الإدارة البيطرية والظروف البيئية (Ali *et al*., 2020).

2.4. الخصائص التناسلية والإنتاجية للأغنام العواس Reproductive and Production Characteristics of Awassi Sheep:

رغم الميزات السابقة، فإن أغنام العواس تُصنف ضمن السلالات منخفضة التوأمية مقارنة ببعض السلالات الأخرى، وتتميز هذه السلالة بوصول متأخر إلى سن البلوغ؛ وهو الأمر الذي دفع الباحثين إلى تطوير سلالات محسنة تُعرف باسم أغنام العواس المحسنة، والتي أظهرت مستويات أعلى في إنتاج الحليب مقارنةً بالسلالات الأصلية، وتصل النعاج المولودة في الشتاء إلى البلوغ عند عمر 9 أشهر، بينما تصل الكباش إلى البلوغ عند عمر 243 يوماً بمتوسط وزن 42 كغ ومتوسط محيط صفن يبلغ 21 سم (Kridli *et al*., 2007).

وتُعد أغنام العواس من السلالات موسمية التناسل؛ إذْ تُنظم دورتها التناسلية عبر إفراز هرمون الميلاتونين استجابةً للتغيرات في طول الفترة الضوئية؛ إذ تبدأ فترة التزاوج الطبيعي في آذار وتمتد حتى أيلول، مع تركز الخصوبة الطبيعية للكباش بين أواخر حزيران وأوائل أيلول، وتتراوح الدورة الشبقية بين 15–20 يوماً بمتوسط مرحلة شبق يبلغ 29 ساعة، وتتكون الدورة من مرحلة جريبية تستمر 2–3 أيام ومرحلة لوتيئينية تستمر 12–14 يوماً، وتحدث الإباضة عند انتهاء الشبق مباشرةً. كما تتراوح مدة الحمل بين 149–155 يوماً بمتوسط 152±2,3 يوماً (Abu-Zanat *et al*., 2005).

تُقاس الخصوبة الأساسية لنعاج العواس بإنتاج حَمَل واحد لكل نعجة سنوياً، وهو معدل يمكن تحسينه عبر التغذية المكثفة وزيادة وزن النعاج مما يؤدي إلى رفع معدلات الحمل (Pineda, 2003). كما تُعد الاستراتيجيات الهرمونية لتوحيد الشبق والإباضة من الأدوات الفعالة لتحسين

الكفاءة التناسلية؛ ومن أبرزها استخدام كل من البروجستين، والهرمون المشيمائي البشري، والبروستاغلاندين، بالإضافة إلى أجهزة Controlled Internal Drug Release (CIDR) المهبلية لتحفيز الدورة خارج الموسم التناسلي (Titi *et al*., 2010). ويمكن أيضاً استخدام "تأثير الذكر" كوسيلة سلوكية لتحفيز النشاط التناسلي؛ إذ يؤدي تعريض النعاج للكباش إلى تسريع البلوغ، وتقليص فترة اللاشبق، وتحفيز الإباضة من خلال زيادة إفراز الـ LH قبل الإباضة (Rosa and Bryant, 2002). بالإضافة إلى ذلك، يمكن تعديل طول الفترة الضوئية أو تطبيق هرمون الميلاتونين خارجياً لتحفيز موسم التزاوج (Keisler, 2007).

3.4. وظائف الدهون ومصادرها Functions of Fats and their Sources:

تُعدّ الدهون الغذائية من المكونات الحيوية التي تؤدي أدواراً متعددة في جسم الحيوان فهي لا تقتصر على كونها مصدراً للطاقة فحسب بل تسهم في تنظيم العديد من الوظائف الفسيولوجية الأساسية. ومن أهم وظائفها أنها تشكل جزءاً بنيوياً رئيسياً من أغشية الخلايا وهو الأمر الذي يمكّنها من التحكم في انتقال المواد داخل الخلايا وخارجها مما يحافظ على توازن البيئة الداخلية ويضمن كفاءة العمليات الحيوية (De Carvalho and Caramujo, 2018). وعند وجودها ضمن النسب الطبيعية، فإن الدهون تعمل على دعم عمليات نقل الطاقة وتخزينها داخل أنسجة الجسم كما تساعد في امتصاص الفيتامينات الذائبة في الدهون مثل فيتامينات (A,D,E,K) التي تلعب أدواراً رئيسية في دعم النمو وتعزيز المناعة وتنظيم النشاط الأيضي والهرموني (Thomas *et al*., 2016). وإلى جانب دورها الغذائي والتمثيلي توفر الدهون أيضاً وظائف وقائية إذ تساهم في حماية الأعضاء الداخلية من الصدمات الميكانيكية، فضلاً عن دورها في الحفاظ على درجة حرارة الجسم عبر تشكيل طبقة عازلة تقلل من فقدان الحرارة وهو ما يمنح الحيوان قدرة أفضل على التكيف مع التغيرات البيئية (Hannah and Lynch, 2022).

تتنوع مصادر الدهون الغذائية المستخدمة في علائق الحيوانات بين المصادر النباتية مثل زيوت الذرة وفول الصويا ودوار الشمس والمصادر الحيوانية مثل شحوم الأبقار والدواجن والأسماك. ويختلف تأثير كل نوع منها بحسب تركيبته الكيميائية ومحتواه من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة مما يجعل اختيار المصدر المناسب عاملاً حاسماً في تحقيق التوازن الغذائي المطلوب وتحسين الأداء الإنتاجي والتناسلي للحيوانات (Ogori, 2020).

4.4. التركيب الكيميائي ومصادر الأحماض الدهنية Chemical Composition and Sources of Fatty Acids:

تُعدّ الدهون من المركّبات العضوية المعقّدة التي تتميز بتنوع كبير في تراكيبها الجزيئية؛ إذْ تحتوي على مواد كيميائية قابلة للذوبان في المذيبات العضوية وغير قابلة للذوبان في الماء، مما يمنحها خصائص فيزيائية وكيميائية مميزة. ويتكوّن التركيب الجزيئي للدهون في الأساس من سلاسل هيدروكربونية وأحماض دهنية، لا سيما الأحماض الدهنية الطيّارة التي تُعدّ من المكونات المهمة في العديد من التفاعلات الحيوية (Kerr *et al*., 2015).

من الناحية البنائية، فإن الدهون تتكون أساساً من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة المرتبطة بجزيء الغليسيرول، الذي يشكل الهيكل المركزي أو ما يُعرف بـ "العمود الفقري" للدهون في حالتها الطبيعية وتمتاز الأحماض الدهنية بأنها سلاسل من ذرات الكربون ترتبط في أحد أطرافها بمجموعة كربوكسيل (-COOH)، وهي البنية التي تحدد التفاعلات الكيميائية وسلوك الحمض الدهني داخل الكائن الحي (Christie, 2011). وغالباً ما توجد الأحماض الدهنية في الطبيعة على شكل إسترات؛ أي أنها تكون مرتبطة بجزيء غليسيرول، وقد تتواجد أيضاً بصيغة أحماض دهنية حرة ضمن بعض التفاعلات الأيضية أو في حالات التحلل الدهني (Abayasekara and Wathes, 1999).

تُصنَّف الأحماض الدهنية وفق ثلاثة معايير أساسية؛ الأول: هو عدد ذرات الكربون المكوّنة للسلسلة الكربونية، والثاني: هو عدد الروابط المزدوجة التي تحتويها السلسلة، فيما يتمثل الثالث في موضع أول رابطة مزدوجة نسبةً إلى الطرف الميثيلي للجزيء. ووفقاً لنظام التسمية المتعارف عليه، فإنه يُعبَّر عن تركيب الحمض الدهني برمز مثل (C18:1n-9)؛ إذ يشير العدد الأول (18) إلى عدد ذرات الكربون، بينما يشير الرقم (1) إلى عدد الروابط المزدوجة، في حين يرمز الحرف (n) إلى موقع أول رابطة مزدوجة ابتداءً من الطرف الميثيلي، كما هو الحال في حمض الأوليك الذي يحتوي على 18 ذرة كربون ورابطة مزدوجة واحدة عند الكربون التاسع (Hand, 2017).

وباستخدام نظام التصنيف نفسه، فإن الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (Polyunsaturated fatty acids - PUFAs) تُقسم إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي: (n-3)، و(n-6)، و(n-9)، وذلك وفقاً لموقع أول رابطة مزدوجة في السلسلة الكربونية؛ إذْ تقع هذه الروابط عند ذرات الكربون الثالثة أو السادسة أو التاسعة على التوالي من الطرف الميثيلي. ويُعرف هذا التصنيف في المراجع العلمية بمصطلحات (أوميغا-3 وأوميغا-6 وأوميغا-9) (McDonald, 2002).

إضافة إلى درجة التشبع، تُصنَّف الأحماض الدهنية أيضاً بحسب طول السلسلة الكربونية إلى ثلاثة أنواع رئيسية (Agostoni and Bruzzese, 1992):

1. **الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة (Short-Chain Fatty Acids - SCFA):** والتي تتراوح بين 2-4 ذرات كربون، وتمتاز بتطايرها العالي.
2. **الأحماض الدهنية متوسطة السلسلة (Medium-Chain Fatty Acids - MCFA):** والتي تتكوّن من 6-12 ذرة كربون، وتُعد أكثر ثباتاً نسبياً.

3. **الأحماض الدهنية طويلة السلسلة (Long-Chain Fatty Acids - LCFA):**

والتي تتكون من 14 ذرة كربون فأكثر، وتتميز بالاستقرار البنيوي الأعلى.

ويتأثر الهيكل الكيميائي النهائي للدهون بعدد من العوامل البيئية والفيزيائية، مثل درجة الحرارة، والتعرض للأوكسجين، ومستوى التشبع، والرطوبة، ومحتوى الأملاح، بالإضافة إلى التفاعلات مع المركبات غير الدهنية؛ وهي عوامل قد تؤثر في ثبات الدهون وتفاعليتها الحيوية (Kerr *et al*., 2015).

أما من حيث المصادر فتُعدّ الأحماض الدهنية مركبات غذائية واسعة الانتشار إذ يمكن الحصول عليها من مصادر نباتية أو حيوانية أو حتى من منتجات صناعية تجارية وتعد البذور الزيتية لمختلف المحاصيل الزراعية مثل القطن وفول الصويا ودوار الشمس من أهم المصادر النباتية أما الأعلاف الطازجة من الأعشاب والبقوليات كالبرسيم فتتميز بمحتوى منخفض نسبياً من الدهون يتراوح عادةً بين 3–6% من المادة الجافة(Ogori, 2020).

بشكل عام فإن كمية الأحماض الدهنية ونوعيتها تتفاوت في النباتات تبعاً لعوامل مختلفة يمكن أن تشمل كلاً من النوع النباتي والتنوع الوراثي والظروف البيئية أثناء النمو، إضافةً إلى توقيت الحصاد وطرائق التخزين أو المعالجة (Mir *et al*., 2006). ويُعدّ حمض ألفا–لينولينيك(C18:3n-3) (ALA) المكوّن الرئيسي للأحماض الدهنية في الأعلاف النباتية وهو من نوع (n–3) ويتواجد بشكل أساسي في البلاستيدات الخضراء للنباتات وفي زيت بذور الكتان ومطحونه (ELgersma *et al*., 2006). ويعمل هذا الحمض بوصفه سلَفاً حيوياً لتكوين أحماض دهنية أطول وأكثر تشبعاً مثل حمض الإيكوسابنتانويك (C20:5n-3) (EPA) وحمض الدوكوساهيكسانويك (C22:6n-3) (DHA) اللذان يتواجدان بوفرة في الأسماك وبعض أنواع الطحالب (Gulliver *et al*., 2012). وفي المقابل فإن الحبوب الزيتية تعد من أغنى المصادر

بالأحماض الدهنية من نوع (n-6) وعلى وجه الخصوص حمض اللينوليك (C18:2n-6) (LA) الذي يُعدّ الطليعة الحيوية لتكوين حمض الأراشيدونيك (C20:4n-6) (AA) (ELgersma *et al*., 2006).

5.4. تحسين الأداء التناسلي Improvement of Reproductive Performance:

تُعدّ القدرة التناسلية لدى الحيوانات من الخصائص الحيوية المعقدة التي تتأثر بعدد من العوامل المتداخلة؛ إذ تشمل هذه العوامل الجوانب الوراثية المرتبطة بالتركيب الجيني للحيوان، والعمر، وطرائق التربية المتبعة، إضافةً إلى كفاءة عمل نظام الغدد الصماء الذي يُعدّ المحرك الأساسي للعمليات الهرمونية المرتبطة بالتكاثر (Kgari *et al*., 2020). ومن بين هذه العوامل المتعددة، تحظى التغذية بأهمية خاصة؛ إذْ تشكل الركيزة الأساسية في دعم الحالة التناسلية والكفاءة الإنجابية للحيوانات. وقد أظهرت دراسات عدة أن وفرة العناصر الغذائية وارتفاع مستوى الطاقة في العلف يسهمان في تحسين معدلات الخصوبة ورفع الأداء التناسلي الكلي (Endris and Feki, 2021).

تُعد الدهون الغذائية من أبرز المكونات التي تلعب دوراً محورياً في هذا السياق؛ فهي مصدر رئيسي للأحماض الدهنية الأساسية (ALA, LA) والفيتامينات الذائبة في الدهون، وتُعدّ من أكثر مصادر الطاقة كثافةً في العلف؛ إذْ تحتوي على طاقة تعادل تقريباً ضعف ما توفره الكربوهيدرات أو البروتينات (Hadrová *et al*., 2021). إن إدخال الدهون ضمن الخلطات العلفية لا يقتصر على تزويد الحيوان بالطاقة فحسب، بل يمتد ليؤثر إيجابياً في عمليات الهضم ورفع كفاءة الاستفادة من المغذيات. وتشير الأبحاث إلى أن استخدام الدهون في علائق المجترات والدواجن يساهم في تحسين معدل تحويل الغذاء إلى نمو فعلي، مما يؤدي إلى زيادة الوزن وتحسن بنية الجسم ورفع الإنتاجية الكلية (Castro *et al*., 2019). ومن الناحية الحسية

والفسيولوجية، فإن الدهون تضفي على العلف خصائص مرغوبة تزيد من تفضيله ورائحته وملمسه، وهو ما يحفز الحيوانات على زيادة استهلاك المادة الجافة، وبالتالي تحقيق استفادة قصوى من المحتوى الغذائي. إلى جانب ذلك، تؤدي الدهون دوراً مهماً في تنظيم الوظائف التناسلية؛ إذْ تساعد، بالتكامل مع العناصر الغذائية الأخرى، في نمو البويضات والنطاف، وتساهم في حدوث الإباضة والإخصاب وتطور الجنين واستقرار الحمل (Zeng *et al*., 2023).

وقد تبين أن الدهون تؤثر في مستويات الهرمونات والمستقلبات المرتبطة بالمغذيات اللازمة لنجاح العمليات التناسلية. فعلى سبيل المثال، يُعدّ الكوليسترول الناتج عن الدهون الغذائية اللبنة الأساسية لتصنيع الهرمونات الستيروئيدية التي تتحكم في تنظيم دورة الشبق، والإباضة، والتعشيش، والحفاظ على الحمل (Zeng *et al*., 2023). وفي المقابل، أظهرت بعض الدراسات أن نقص الطاقة الناتج عن تناول أعلاف منخفضة السعرات الحرارية لفترات طويلة يؤدي إلى انخفاض مستويات هرمون التستوستيرون وضعف الرغبة الجنسية، مما ينعكس سلباً على الأداء التناسلي العام للحيوان (Bentley *et al*., 2014).

1.5.4. تأثير الأوميغا-3 في الأداء التناسلي للحيوان Effect of Omega-3 on Reproductive Performance in Animals:

تعد العلاقة بين الدهون الغذائية وعمليات التكاثر من الموضوعات الحيوية التي نالت اهتماماً واسعاً في علم فسيولوجيا الحيوان؛ إذْ تُشير الأدلة العلمية إلى وجود ارتباط وثيق بين نوعية وكميات الأحماض الدهنية المستهلكة وبين الكفاءة التناسلية في مختلف أنواع الحيوانات (Castro *et al*., 2019). فالدهون الغذائية، بعد هضمها وتكسيرها إلى مكوناتها الأساسية، تُطلِق الأحماض الدهنية الحرة التي تُمتص عبر مجرى الدم وتُسهم في بناء مكونات خلوية وهياكل هامة تدخل في آليات التناسل وتنظيم الهرمونات الجنسية. وتُعدّ الأحماض الدهنية

الأساسية من نوع أوميغا–3 من أهم العناصر الغذائية الضرورية التي تؤثر مباشرة في الوظائف التناسلية؛ إذْ تُسهم هذه الأحماض في تحسين الخصوبة لدى حيوانات المزرعة، وتوجد بشكل طبيعي في كل من منتجات الألبان، ولحوم الأبقار، والزيوت النباتية المختلفة (Egalini *et al*., 2023). وقد أشارت الأبحاث إلى أن إدراج كميات مدروسة من الأوميغا–3 في علائق الحيوانات يُمكن أن يؤدي إلى زيادة عدد الجريبات المبيضية، وتحفيز إنتاج هرمون البروجسترون، إضافة إلى رفع معدل إطلاق البروستاغلاندينات وإطالة عمر الجسم الأصفر، مما يعزز فرص الإخصاب وثبات الحمل (Kumar *et al*., 2022). ومن منظور فسيولوجي، فإن الدهون الغذائية تسهم في بناء أغشية الخلايا وتكوينها؛ إذْ يتكوّن غشاء النطاف في الثدييات من نسبة تتراوح بين 30 إلى 50% من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (معظمها على شكل حمض DHA وهو من عائلة الأوميغا–3)، وهو ما يمنحه المرونة اللازمة للحركة والاندماج مع البويضة أثناء الإخصاب (Collodel *et al*., 2020). وتُعدّ هذه الأحماض أيضاً عنصراً أساسياً في عملية نضوج النطاف وتحسين حركيتها؛ وهي خصائص فسيولوجية تظهر بوضوح خلال فترة البلوغ حين تزداد تراكيز الأحماض الدهنية غير المشبعة في أنسجة الخصى. وبناءً على ذلك، فإن النسب المدروسة من الأحماض الدهنية في النظام الغذائي تمثل عاملاً رئيسياً في دعم العمليات التناسلية؛ إذْ يمكن لأي خلل في هذه النسب أن يؤدي إلى اضطرابات في تكوين الهرمونات الجنسية، أو ضعف في جودة السائل المنوي والبويضات، أو حتى انخفاض معدلات الإخصاب والخصوبة العامة في القطيع(Rato and Sousa, 2021).

2.5.4. تأثير الأوميغا-3 في نمو الأعضاء التناسلية والهرمونات Effect of Omega-3 on the Development of Reproductive Organs and Hormone:

تُعدّ الأعضاء التناسلية والهرمونات الجنسية من أبرز المؤشرات الحيوية على كفاءة الخصوبة والقدرة على التكاثر في الحيوانات؛ إذ تعتمد هذه المنظومة التناسلية على التكامل بين سلامة الأعضاء التناسلية من جهة، والتوازن الهرموني من جهة أخرى وتعد التغذية من أبرز العوامل البيئية التي تُؤثر في هذا التكامل؛ إذ تُسهم المكونات الغذائية، ولا سيما الدهون، في تطوير الأعضاء التناسلية، وتحفيز إفراز الهرمونات الجنسية، وتحسين الكفاءة التناسلية العامة (Chen *et al*., 2013).

لقد تزايدت الأدلة العلمية التي تُبرز الدور الحيوي الذي تلعبه الأحماض الدهنية في دعم نمو الأعضاء التناسلية لكل من الذكور والإناث، إضافة إلى مساهمتها في الحفاظ على وظائفها الحيوية (Sadagurski *et al*., 2014). وتشمل هذه الأعضاء كلاً من المبيضين والخصيتين والرحم، وجميعها تعتمد بدرجات متفاوتة على توافر مستويات كافية من الأحماض الدهنية في الجسم لضمان تكوينها البنيوي ووظيفتها الفسيولوجية السليمة. بالمقابل، فإن الحرمان من الدهون أو استهلاكها المفرط قد يؤدي إلى اضطرابات في نمو الأعضاء التناسلية وتراجع في أدائها التناسلي؛ وهو ما ينعكس عملياً في صورة انخفاض معدلات التبويض، وضعف الإخصاب، وانخفاض نسب الحمل في المزارع الإنتاجية (Crowe *et al*., 2021). وتُظهر نتائج الأبحاث أن الأحماض الدهنية غير المشبعة (ولا سيما أحماض الأوميغا−3) تمتلك تأثيراً مباشراً في كل من معدلات الخصوبة وتحسين الكفاءة الإنجابية، من خلال تنظيم إفراز الهرمونات التناسلية والحفاظ على سلامة الخلايا التناسلية سواء كانت بويضات أو حيوانات منوية (Zanussi *et al*., 2019). ويسهم إدراج الدهون في علائق الحيوانات في تحفيز نمو الجريبات المبيضية ما

قبل الإباضة وزيادة قدرتها على إفراز هرمون الإستراديول؛ وذلك من خلال رفع تركيزات الكوليسترول في كل من السائل البيني والبلازما (Moallem *et al*., 2020). وبالتالي، فإن هذا الارتفاع في الكوليسترول يُعزز من جودة البويضات وحيوية الجسم الأصفر، مما يؤدي إلى زيادة إنتاج هرمون البروجسترون الذي يُعد ضرورياً لاستقرار الحمل والمحافظة عليه (Pandey *et al*., 2018). وفي هذا السياق، فقد أكدت دراسات عديدة أن زيادة مستوى الكوليسترول ترتبط ارتباطاً إيجابياً بإنتاج البروجسترون (Titi and Awad, 2018; Weerasinghe *et al*., 2023)؛ وهو ما يُبرز الدور المحوري للدهون كمصدر أولي لمركبات الستيرويد الهرمونية. ومن ناحية أخرى، فإن الأنظمة الغذائية الغنية بزيت السمك مثلاً، والذي يُعد مصدراً غنياً بالأوميغا-3، تمتلك قدرة على تثبيط نشاط إنزيم (cyclooxygenase-2) المسؤول عن إنتاج البروستاغلاندين؛ وهو هرمون يُشارك في تحلل الجسم الأصفر (Mansour and Zeitoun, 2020). وقد وُجد أن هذا النوع من التغذية يؤدي إلى انخفاض تخليق البروجسترون في الخلايا اللوتيئينية المزروعة مخبرياً، كما أثبتت دراسات أُجريت على الحيوانات أن الأنظمة الغذائية الغنية ببذور الكتان تقلل من تراكيز البروجسترون في البلازما (Cheng *et al*., 2013). وعلى النقيض من ذلك، أظهرت نتائج أخرى أن الأنظمة الغذائية التي تحتوي على نسب مرتفعة من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة تحفّز تخليق البروستاغلاندين، مما يُساهم في تعزيز صحة الرحم ودعم التوازن الهرموني (Nazir *et al*., 2013). ولا يقتصر تأثير الدهون على العمليات الهرمونية فحسب، بل يمتد أيضاً إلى العمليات الفسيولوجية المسؤولة عن النمو الجنيني؛ إذ تُوفر الدهون الأحماض الدهنية اللازمة لانقسامات الخلايا الفعالة وتطور الأعضاء وتمايزها، إضافة إلى دورها في دعم وظيفة المشيمة وتغذية الجنين، مما يجعلها عنصراً أساسياً في الحفاظ على سلامة واستمرارية الحمل (Zeng *et al*., 2023). كذلك فقد أشارت إحدى

الدراسات إلى أن إدراج مكملات الدهون المحمية ضمن علائق الأبقار الحلوب بعد الولادة مباشرة يسهم في رفع كفاءة استخدام الطاقة، وبالتالي يُحسن من معدلات الخصوبة خلال مرحلة ما بعد الولادة (Leroy *et al*., 2014). كما وُجد أن رفع تركيز الكوليسترول في السائل الجريبي له أثر إيجابي مباشر في زيادة حجم الجريبات وتعزيز إنتاج البروجسترون؛ وهو ما يُسهم في تحسين الخصوبة ودعم التطور الجنيني المبكر (Titi Weerasinghe *et al*., 2023). وتشير الأبحاث الحديثة إلى أن تضمين الدهون الغذائية على امتداد الدورة التناسلية يمكن أن يؤدي إلى تخفيض مستويات الإنسولين دون تحفيز مفرط لنمو البويضات أو البويضة المخصبة؛ وهو ما يعد توازناً حيوياً للحفاظ على بيئة تناسلية مثالية (Leroy *et al*., 2018).

6.4. تأثير الأوميغا-3 في الخصوبة لدى النعاج Effect of Omega-3 on Fertility in Ewes:

1.6.4. دور الأوميغا-3 في استقلاب وإنتاج البروستاغلاندين Role of Omega-3 in Prostaglandin Metabolism and Synthesis:

تُعدّ الأحماض الدهنية من نوع أوميغا−٣ المكونات الأساسية في عملية استقلاب الدهون داخل الجسم؛ وهي تلعب دوراً محورياً في إنتاج البروستاغلاندينات والإيكوسانويدات التي تُنظّم بدورها الدورة الشبقية والإباضة (Gulliver *et al*., 2012). ويُعد التوازن الغذائي لهذه الأحماض الدهنية عاملاً حاسماً في تحديد الكمية والنوعية المنتجة من البروستاغلاندينات النشطة. وعندما تُستهلك الأحماض الدهنية بكميات تفوق حاجة الجسم المباشرة، يتم تخزينها داخل أغشية الفوسفوليبيدات الخلوية على شكل إسترات، ويميل نوع أوميغا−٣ إلى الارتباط بهذه الأغشية بشكل تفضيلي (Abayasekara and Wathes, 1999).

تُعد أحماض الأوميغا–٣، مثل حمض ألفا–لينولينيك (C18:3)، المكونات الأساسية في هذه العملية؛ إذْ يمكنها تجاوز التحلل الميكروبي في الكرش والوصول إلى الأنسجة المستهدفة، إذ تُحوّل عبر إنزيمات الاستطالة ونزع التشبع إلى أحماض أطول وأكثر نشاطاً مثل (C20:5)، وهي من السلائف المباشرة لإنتاج البروستاغلاندينات (Gulliver *et al*., 2012). وحيث إن الحيوانات المجترة تفتقر إلى الإنزيمات القادرة على تحويل أحماض أوميغا–٦ إلى أوميغا–٣، فإن النسبة الغذائية التي تُستهلك تبقى محفوظة خلال عمليات الاستقلاب اللاحقة، مما يجعل النظام الغذائي هو العامل المحدد الرئيسي لأنماط البروستاغلاندينات في الجسم (Abayasekara and Wathes, 1999).

بعد تحرير الأحماض الدهنية من شكلها الإستيري بواسطة إنزيم الفوسفوليباز، فإنها تصبح متاحة في شكلها الحر وتدخل في منافسة إنزيمية؛ إذْ تتنافس على إنزيمات نزع التشبع مثل (Delta-6-desaturase) المعروف أيضاً باسم (FA desaturase-2)، و (Delta-5-desaturase والمعروف بـ (FA desaturase-1)، اللذين يُحفزان تحويل الأحماض قصيرة السلسلة إلى سلاسل طويلة تُستخدم في إنتاج البروستاغلاندينات (Gulliver *et al*., 2012).

2.6.4. دور البروستاغلاندين في التكاثر ودورة الشبق Role of Prostaglandins in Reproduction and the Estrous Cycle:

تُعدّ البروستاغلاندينات من المركّبات الحيوية ذات التأثير الواسع والمتعدد الوظائف في الجسم؛ إذ تشارك في تنظيم طيف واسع من العمليات الفسيولوجية التي تشمل الوظائف التناسلية، وتخثر الدم، وتنظيم ضغط الكلى، والاستجابات المناعية، والالتهاب، إضافة إلى دورها في التحكم بإفراز الهرمونات ونقل الإشارات بين الخلايا، وعلى الرغم من تباين الأنواع المختلفة من

البروستاغلاندينات من حيث النشاط البيولوجي، فإنها جميعاً تؤدي أدواراً مترابطة ومتكاملة تضمن الاتزان الحيوي داخل الجسم (Christie, 2011).

تُقسَّم البروستاغلاندينات إلى ثلاث سلاسل رئيسية تختلف فيما بينها في النشاط الفسيولوجي والقدرة التنظيمية؛ إذْ تُعد البروستاغلاندينات المنتمية إلى السلسلة (1) أقل نشاطاً من نظيراتها في السلسلة (2) و(3). وتتميز السلسلة (2) بنشاط محفز للالتهاب، بينما تتصف السلسلة (3) بنشاط مخفف ومضاد للالتهاب (Gulliver *et al*., 2013). وتُعزى هذه القدرة التعديلية إلى ثلاث آليات محتملة:

(أ) **التنافس على المستقبلات:** إذ إن جميع أنواع البروستاغلاندينات ترتبط بالمستقبلات ذاتها، وبالتالي فإن زيادة إنتاج السلسلة (3) قد تُضعف من قدرة السلسلة (2) على الارتباط بتلك المستقبلات.

(ب) **اختلاف التقارب الجزيئي:** إذْ تشير بعض الدراسات إلى أن البروستاغلاندينات من السلسلة (3) تمتلك تقارباً أعلى لمستقبلات البروستاغلاندين مقارنةً بالسلسلة (2).

(ج) **تعديل حساسية المستقبلات:** إذ يمكن للسلسلة (3) أن تقلل من استجابة المستقبلات للإشارات الناتجة عن بروستاغلاندينات السلسلة الثانية، مما يؤدي إلى توازن فسيولوجي في النشاط الالتهابي والتناسلي (Gulliver *et al*., 2013).

ومن الناحية التناسلية، فإن البروستاغلاندينات من السلسلة (2)، وبشكل خاص (PGF2α)، تُعد من العوامل الحاسمة في التحكم بالعمليات التناسلية الأساسية مثل تحفيز الشبق، والإباضة، وتحلل الجسم الأصفر (Luteolysis)، والولادة، وتنظيم بقاء الجنين (Gulliver *et al*., 2013). وتبرز أهمية هذه المركبات خلال المرحلة اللوتيئينية من دورة الشبق التي تنقسم إلى

مرحلتين رئيسيتين: مرحلة (Metestrus) التي تمتد بين اليومين (2–5) وتشهد تشكّل الجسم الأصفر عقب الإباضة، ومرحلة (Diestrus) التي تستمر بين (10–14) يوماً وتتميز بفعالية الجسم الأصفر الذي يفرز كلاً من البروجسترون والأوكسيتوسين (Bartlewski *et al*., 2011).

يعمل البروجسترون في الظروف الطبيعية على تثبيت الحمل والحفاظ على بطانة الرحم في حالة استقبال، لكن في حال غياب الإخصاب، يُفقد تأثيره المثبط في تكوين مستقبلات الأوكسيتوسين في بطانة الرحم بعد مرور (10–12) يوماً من الإباضة؛ وعند تجاوز مستوى معين من الأوكسيتوسين، تبدأ بطانة الرحم بإفراز نبضي لمركب (PGF2α) الذي يزداد تدريجياً حتى يصل إلى المستوى الحرج المسبب لتحلل الجسم الأصفر وبدء المرحلة الجريبية. وتبدأ المرحلة الجريبية بما يُعرف بمرحلة (Proestrus)، إذ يؤدي انخفاض تركيز البروجسترون إلى تحفيز إفراز (GnRH) من الوطاء، مما يرفع إفراز (FSH) و(LH) من الفص الأمامي للغدة النخامية (Bartlewski *et al*., 2011).

ويسهم هذان الهرمونان في تحفيز نمو الجريبات المبيضية التي تفرز بدورها الإستراديول المسؤول عن ظهور علامات الشبق، ويستمر هذا الهرمون في الارتفاع حتى يبلغ مستوىً عتبياً يؤدي إلى انخفاض (FSH) نتيجة للتغذية الراجعة السلبية، بينما يستمر تكرار نبضات (LH) بالازدياد حتى الوصول إلى الإباضة التي تمثل الحدث النهائي في الدورة (Senger and To, 2012). وبالتالي، يمكن القول إن (PGF2α) يمثل المفتاح الرئيسي الذي يربط بين المراحل الهرمونية المختلفة في دورة الشبق ويُسهم في الانتقال من المرحلة اللوتيئينية إلى الجريبية. أما في حالة حدوث الحمل، فيجب تثبيط إفراز (PGF2α) للحفاظ على الجسم الأصفر، ويتحقق ذلك من خلال إفراز الإنترفيرون (IFNτ) من قِبل الأرومة المغذية للجنين (Trophoblast)،

والذي يعمل على تثبيط الإشارات المحفزة لإنتاج (PGF2α) مما يضمن استمرار إفراز البروجسترون اللازم لتثبيت الحمل (Senger and To, 2012).

3.6.4. تأثير الأوميغا-3 في إنتاج البروستاغلاندين من بطانة الرحم Effect of Omega-3 on Prostaglandin Production in the Endometrium:

تشير الدراسات إلى أن أوميغا−٣، لا سيما حمضي (EPA) و(DHA)، تؤدي دوراً محورياً في تثبيط إنتاج البروستاغلاندين من نوع (PGF2α) في النسيج البطاني للرحم؛ ويعزى هذا التأثير إلى تداخلها عبر عدة مسارات حيوية متكاملة (MacLaren *et al*., 2006).

فعلى المستوى الجزيئي، تتنافس أحماض أوميغا−٣ مع حمض الأراشيدونيك (أوميغا−٦) على إنزيم دلتا−٦ نازع التشبع (Delta-6-desaturase)، مما يعيق تخليق حمض الأراشيدونيك من الأساس، إضافة إلى الاستبعاد التنافسي لدمجه في أغشية الفوسفوليبيد لتقليل توافره للتمثيل الغذائي اللاحق. والأكثر من ذلك، فإنها تثبط بشكل تنافسي عمل إنزيم (PGHS)، والذي يُعد حاسماً في تحويل حمض الأراشيدونيك إلى البروستاغلاندين (PGH2)، وهي الخطوة التأسيسية في سلسلة التصنيع (Caldari-Torres *et al*., 2006).

بالإضافة إلى هذه الآليات الإنزيمية المباشرة، تمتلك أحماض الأوميغا−٣ القدرة على تعديل التعبير الجيني للجينات المسؤولة عن تخليق البروستاغلاندين (Coyne *et al*., 2008). ونظراً للصعوبة التقنية في القياس المباشر للبروستاغلاندينات بسبب قصر عمر النصف لها، يعتمد الباحثون على قياس مستقلباتها غير النشطة، مثل (PGFM) و(PGEM)، كمؤشرات حيوية دالة على نشاطها وقد سُجّل انخفاض ملحوظ في مستويات (PGFM) في العديد من الدراسات، مما يُعزى بشكل مباشر إلى التأثير المثبط لأحماض الأوميغا−٣ في الإنزيمات المسؤولة عن التخليق (Dozier *et al*., 2008).

وقد تجسد هذا التأثير عملياً في دراسة على النعاج؛ إذ أدى التسريب الوريدي لأوميغا-٣ إلى انخفاض تركيز (mRNA) الخاص بإنزيم (PGHS-2) -وهو الإنزيم المحدد لسرعة التفاعل- في أنسجة الرحم، مقارنةً بمجموعة التحكم التي تلقت أوميغا-٦ (Ma *et al*., 2000). كما أكدت هذه النتائج دراسات لاحقة على الأبقار، إذ أدت التغذية بالمكمّلات الغنية بالأوميغا-٣ (زيت السمك) إلى انخفاض معنوي في مستويات (PGFM) في البلازما مقابل مجموعة تلقت زيت الزيتون الغني بالأوميغا-٦؛ وقد تزامن هذا الانخفاض مع ارتفاع مستويات الأحماض الدهنية طويلة السلسلة من نوع (EPA) و(DHA) في الحليب وانخفاض تركيز كل من حمض اللينوليك (LA) وحمض الميريستيك (C14:0)، مما يشير إلى تأثير مباشر لتوازن الأوميغا-٣ في العليقة في إنتاج البروستاغلاندين (Mattos *et al*., 2004).

وعلى الرغم من أن نتائج الدراسات الحقلية المباشرة قد تباينت أحياناً بسبب عوامل متغيرة مثل نوع الدهون، ومرحلة الولادة، والعمر الإنتاجي للحيوان، إلا أن الاستنتاج الشامل لغالبية الأبحاث يؤكد أن انخفاض النسبة الغذائية بين الأوميغا-٦ والأوميغا-٣ يرتبط ارتباطاً وثيقاً بانخفاض تركيز (PGFM) في بلازما الدم (Mattos et al., 2000).

4.6.4. تأثير الأوميغا-٣ في تطور الجريبات، الإباضة، ووظائف الجسم الأصفر Effect of Omega-3 on Follicular Development, Ovulation, and Corpus Luteum Function:

يُمثل بدء النشاط الدوري للمبيض مع سن البلوغ محطة مهمة في النضج التناسلي؛ إذ تبدأ عمليات انتقاء الجريبات ونموها وتنتهي بالإباضة. وعلى الرغم من تجنيد عدة جريبات في بداية كل دورة، فإن عدد الجريبات التي تصل إلى مرحلة الإباضة يختلف باختلاف الأنواع، بدءاً من بويضة واحدة في الإنسان والأبقار، وصولاً إلى عدة مئات كما في حيوان الفيسكاتشا Viscacha

(Baker *et al*., 1982). وتشير الدراسات إلى أن ارتفاع محتوى الدهون في علائق الأبقار يُحفز زيادة عدد الجريبات المبيضية وحجمها، ويُقلل الفترة الفاصلة حتى أول إباضة ما بعد الولادة (Thomas and Williams, 1996).

كما تلعب الأحماض الدهنية دوراً رئيسياً في توفير الطاقة للبويضات والأجنة المبكرة (Sturmey *et al*., 2009)؛ وإن التعديل في تركيبة الأحماض الدهنية داخل البويضة أو في السائل الجريبي المحيط بها قد يكون له تأثيرات مباشرة أو غير مباشرة في النضج (Bender *et al*., 2010). وقد تم الإشارة إلى ذلك في دراسة أجراها (Zeron *et al*., 2002)؛ إذ لاحظوا وجود تحسّن في نضج البويضات في المختبر أو في الجسم الحي عند استخدام (ALA) أو زيت السمك، مع تسجيل جودة أعلى للبويضات وقدرة أفضل على مقاومة صدمات التبريد في سلالات (Merino).

وقد اقترح آليتين لذلك التأثير؛ **الأولى:** ارتفاع مستويات الكوليسترول الكلي والمرتبط بالبروتين الدهني عالي الكثافة (HDL) في الدم. ونظراً لدور الكوليسترول كمركب رئيسي لتصنيع الهرمونات الستيروئيدية، فإن توفيره بكميات أكبر يعزز التخليق الستيروئيدي داخل الجريبات. وتدعم هذه الفرضية الملاحظات المسجلة لدراسة أُجريت على أبقار تلقت عليقة غنية بالدهون؛ حيث لوحظ ارتفاع مستويات الأندروستينيدون في السائل الجريبي، وكذلك زيادة إنتاج البروجسترون في مزارع الخلايا الحبيبية (Granulosa cells) المستخلصة من تلك الجريبات. **الآلية الثانية:** تؤدي زيادة الدهون الغذائية إلى ارتفاع مستوى حمض الأراشيدونيك في دهون الفوسفوليبيد ضمن الخلايا الحبيبية، استجابةً لتنبيه الهرمون المطلق للموجهات التناسلية (GnRH). ويُمكن لحمض الأراشيدونيك أن يؤثر مباشرةً في إنتاج الستيروئيدات، أو أن يتحول

عبر مسار إنزيم Cyclooxygenase إلى بروستاغلاندينات تعزز بدورها تخليق الستيروئيدات (Zeron *et al*., 2002).

أظهرت الدراسات أن تدعيم علائق الأبقار الحلوب بمكملات الأوميغا-٣ أدى إلى زيادة متوسط قطر الجريب الناضج ما قبل الإباضة (Mendoza *et al*., 2011)، وكذلك حجم الجسم الأصفر (Petit *et al*., 2002)؛ بينما أدت العلائق الغنية بالأوميغا-٦ إلى انخفاض حجم الجريبات في بعض الحالات (Homa and Brown, 1992). يمكن تفسير الآلية الكامنة من خلال علاقة هذه الأحماض الدهنية بالبروستاغلاندين؛ فزيادة مستويات البروستاغلاندين (PGF2α) أو (PGE2) المرتبطة بارتفاع الأوميغا-٦ قد تُحفز التحلل المبكر للجسم الأصفر وتعجل ببدء الشبق. في المقابل، يُثبط الأوميغا-٣ تصنيع البروستاغلاندين، مما قد يطيل عمر الجسم الأصفر؛ ويتسق ذلك مع ملاحظة تأخر وصول هرموني (LH) والإستراديول (E2) إلى ذروتهما في الأبقار التي تلقت علائق غنية بالأوميغا-٣ (Mattos *et al*., 2000).

بشكل عام، إن تدعيم العلائق بالدهون يغير ديناميكية نمو الجريبات المبيضية بآلية مستقلة عن الطاقة. كما يؤثر التركيب الدهني للعليقة في وظائف الجسم الأصفر عبر ثلاث مسارات: التأثير المباشر في إنتاج البروجسترون، أو تعديل إنتاج الإيكوسانويدات داخل نسيج الجسم الأصفر، أو التفاعل مع النظام المنظم لتحلله والتعرف الأمومي بالحمل (Zachut *et al*., 2011). كما تؤثر الأحماض الدهنية في معدل الإباضة نفسها عبر تعديل مستويات البروستاغلاندينات، ففي التجارب على الجرذان، أدت العليقة الغنية بالأوميغا-٣ إلى زيادة معدل الإباضة، بينما خفضت العليقة الغنية بالأوميغا-٦ منه. وقد فُسر ذلك عبر فرضية تغير النسبة بين (PGE3) المشتق من الأوميغا-٣ والأقل فعالية، و (PGE2) المشتق من الأوميغا-٦ والمثبط للإباضة عند ارتفاع تركيزه بشكل كبير (Trujillo and Broughton, 1995).

يمكن تفسير ارتفاع معدلات الخصوبة عند إضافة الأوميغا-٣ إلى العلائق من خلال آليتين رئيسيتين: تقليل إفراز الرحم لـ (PGF2α)، وانخفاض حساسية الجسم الأصفر تجاهه. يعد كبت إفراز (PGF2α) والحفاظ على وظيفة الجسم الأصفر عاملين حاسمين لتثبيت الحمل؛ وبالتالي، فإن تقليل إفراز (PGF2α) عبر التغذية بالأحماض الدهنية غير المشبعة يمكن أن يحسن الخصوبة عبر تقليل نفوق الأجنة المبكر (Surette *et al*., 1992)

5.6.4. تأثير الأوميغا-٣ في التعرف الأمومي على الحمل وبقاء الجنين Effect of Omega-3 on Maternal Recognition of Pregnancy and Embryo Survival:

يعتمد نجاح التعرف الأمومي بالحمل (Maternal recognition of pregnancy - MRP) وحيوية الجنين على إفراز الجنين لإنترفيرون الأرومة المغذية (interferon-tau - IFNτ)، الذي يثبط تكوين مستقبلات الأوكسيتوسين في بطانة الرحم، مما يؤدي بدوره إلى تثبيط إفراز (PGF2α). هذا التثبيط يمنع تحلل الجسم الأصفر، الذي يستمر بدوره في إفراز هرمون البروجسترون (P4) الضروري لاستمرار الحمل (Wathes and Lamming, 1995). ويمكن أن تساهم الأنظمة الغذائية الغنية بالأوميغا-٣ في تعزيز هذه العملية؛ إذ تقلل من تخليق (PGF2α)، مما يدعم بقاء الجسم الأصفر ويزيد من إفراز البروجسترون، وهو ما قد يحسن من فرص بقاء الجنين على قيد الحياة ويقلل من نسبة الموت الجنيني (Inskeep, 2004). كما يمكن أن يعمل (IFNτ) بآلية بديلة لتثبيط إنتاج (PGF2α) عبر التأثير في استقلاب الدهون؛ إذ يحوِّل مسار استقلاب حمض الأراشيدونيك (AA) من مسار Cyclooxygenase (المسؤول عن إنتاج البروستاغلاندينات) إلى مسار Epoxygenase، مما يقلل من توفر المادة الخام لإنتاج (PGF2α) (Hannigan and Williams, 1991). وقد دعمت الدراسات المخبرية والميدانية هذه الفرضية؛ إذ أدت إضافة (IFNτ) إلى نسيج بطانة الرحم إلى انخفاض في إنتاج

(PGF2α). كما كشفت الأبحاث الجزيئية أن (IFNτ) يثبط عمل الأوكسيتوسين في تحفيز إنزيمات حاسمة في إنتاج (PGF2α)، مثل إنزيم السيكلوأوكسيجينيز-2 (COX-2) وإنزيم تخليق البروستاغلاندين (F) (Mattos *et al*., 2003) .

وعلى الرغم من أن العديد من الأبحاث تشير إلى وجود تأثير إيجابي لأوميغا-٣ في تعزيز بقاء الجنين من خلال تقليل إفراز (PGF2α) Mattos *et al*., 2003; Caldari-Torres *et al*.,) 2006)، إلا أن عدد الدراسات التي قاست هذا التأثير مباشرةً على الحيوانات الحية قليل. ففي إحدى الدراسات، لوحظ انخفاض طفيف في الموت الجنيني عند تغذية الأبقار على بذور الكتان الغنية بحمض ألفا-لينولينيك (Petit and Twagiramungu, 2006)؛ وأظهرت دراسة أخرى أن تناول زيت السمك كمصدر لأوميغا-٣ قلل من الموت الجنيني (Childs *et al*., 2008).

7.4. تأثير الأحماض الدهنية في الذكور Effect of Fatty Acids on Male:

1.7.4. الدهون كمكون أساسي في غشاء النطاف Lipids as Essential Components of Sperm Membrane:

يمكن تصنيف الدهون إلى فئتين رئيسيتين بناءً على نواتج التحلل المائي: الدهون البسيطة والدهون المركبة. تشمل الدهون البسيطة المركبات التي ينتج عن تحللها جزيء واحد أو اثنان فقط، مثل: ثلاثيات الغليسيريد، وثنائيات الغليسيريد، وأحاديات الغليسيريد، إضافة إلى الكوليسترول الحر والمؤستر، والأحماض الدهنية الحرة (Christie *et al*., 1989).

أما الدهون المركبة، فتُهيمن عليها الفوسفوليبيدات، التي تحتوي على مشتق لحمض الفوسفوريك مرتبط بمجموعة هيدروكسيل في الجزيء بدلاً من ارتباطه بحمض دهني؛ وهي مهمة لبناء أغشية الخلايا؛ إذ يمكن لمجموعة الفوسفات الارتباط بمجموعة متنوعة من الكحوليات لتشكيل مكونات حيوية وهامة في الأغشية الخلوية، مثل: الفوسفاتيديل إينوزيتول، والفوسفاتيديل سيرين،

والفوسفاتيديل كولين (المعروف باسم الليسيثين)، والفوسفاتيديل إيثانول أمين، والسفينغوميالين. ويُطلَق على الفوسفاتيديل إيثانول أمين، والفوسفاتيديل سيرين، والفوسفاتيديل إينوزيتول مجتمعين اسم السيفالينات (Yeagle, 1987).

تعتمد حيوية وحركية النطاف على سلامة الغشاء الميتوكوندري الذي تُعد الفوسفوليبيدات مكوناً رئيسياً فيه؛ وإن تأكسد الأحماض الدهنية في هذه الفوسفوليبيدات بواسطة الجذور الحرة سيؤدي إلى تلف النطاف وإضعاف حركيتها (Van Tran *et al*., 2017). وتحتوي الفوسفوليبيدات على مستويات مرتفعة من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFA)؛ إذ تؤدي الفوسفاتيديل إيثانول أمين، والفوسفاتيديل كولين، والفوسفاتيديل سيرين وظائف بالغة الأهمية كمكونات أساسية في الأغشية الخلوية (Van Tran *et al*., 2017). كما تلعب الفوسفوليبيدات دوراً في توليد الشحنة الكهربائية على الغشاء البلازمي؛ فبعضها متعادل الشحنة مثل السفينغوميالين، والفوسفاتيديل كولين، والفوسفاتيديل إيثانول أمين، في حين يحمل البعض الآخر شحنة سالبة صافية مثل الفوسفاتيديل إينوزيتول، والفوسفاتيديل سيرين، والكارديوليبين، مما يخلق تبياناً شحنياً واضحاً بين طبقتي الغشاء البلازمي (Yeagle, 1987).

يُمثل محتوى الفوسفوليبيدات النسبة الأعلى ضمن إجمالي الدهون في النطاف، وتختلف هذه النسبة باختلاف الأنواع؛ ففي حيوانات الجاموس المائي، يبلغ محتوى الفوسفوليبيدات في النطاف والبلازما المنوية 0.548 ملغ/109 خلايا و0.594 ملغ/مل على التوالي، بينما تبلغ هذه القيم في الثور 0.416 ملغ/109 خلايا و1.491 ملغ/مل على التوالي (Van Tran et al., 2017).

كشفت الدراسات عن اختلافات كبيرة في نوعية ومستوى الأحماض الدهنية لغشاء النطاف بين الأنواع؛ ففي معظم الثدييات، يسيطر حمض (DHA) (C22:6 أوميغا-٣) بين الأحماض

الدهنية المتعددة غير المشبعة، على الرغم من هيمنة حمض (DPA) (C22:5 أوميغا−٣) في أنواع أخرى. وقد لوحظ في نطاف الجاموس توزيع متقارب لكل من الأحماض الدهنية المشبعة (47.8%) وغير المشبعة (49.8%)، مع ارتفاع ملحوظ في مستوى (PUFA) (وخاصة DHA)، التي شكّلت أكثر من 70% من إجمالي الأحماض الدهنية غير المشبعة (UFA) (Van Tran *et al*., 2017). في المقابل، أشارت دراسة أخرى إلى ارتفاع نسبة (UFA) في نطاف الكباش إلى 71%، مع هيمنة حمض (DHA) بنسبة 56%. وبشكل عام، تتشكل الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFA) في النطاف من مشتقات حمض اللينولييك (C18:2 أوميغا−٦) وحمض اللينولينيك (C18:3 أوميغا−٣) المتوفرين طبيعياً في الغذاء؛ إذ يتحولان إلى مشتقات طويلة السلسلة عبر سلسلة من تفاعلات الإطالة ونزع التشبع. والجدير بالذكر أن نسب الأحماض الدهنية الأساسية والأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة في الأنسجة التناسلية، مثل غشاء النطفة، قابلة للتعديل من خلال النظام الغذائي (Moallem *et al*., 2015).

2.7.4. مصدر الطاقة لنشاط النطاف Energy Source for Sperm Activity:

يُعَدُّ النشاط الحيوي للنطاف –أي قُدرتها على الحركة والسباحة في السائل المنوي أو داخل القناة التناسلية الأنثوية– عملية حيوية تستلزم توفير كميات كبيرة من الطاقة. ويُعد الفركتوز المصدر الرئيس لهذه الطاقة؛ إذ يُسهم في دعم حركية النطاف. إلى جانب ذلك، تبرز الدهون كمصدرٍ بديلٍ لإنتاج الطاقة في حال عدم توفُّر الكربوهيدرات القابلة للأكسدة (Van Tran *et al*., 2017)؛ إذ أظهرت دراسة قام بها (Hartree and Mann, 1961) أن نطاف الكباش تستطيع أكسدة الأحماض الدهنية طويلة السلسلة المُستمَدّة من الفوسفاتيديل كولين (أبرز أنواع الفوسفوليبيدات في النطاف) عند تحضينها في وسط خالٍ من المصادر الخارجية للطاقة. كما

أشار (Lardy and Phillips, 1994) إلى أن نطاف الثيران تعتمد على أكسدة الفوسفوليبيدات الداخلية لتوليد الطاقة في غياب الكربوهيدرات؛ حيث لوحظ انخفاض معنوي في محتوى الفوسفوليبيدات بعد التحضين الهوائي للنطاف المغسولة.

3.7.4. المساهمة في إنتاج هرمون التستوستيرون واستعدادية النطاف Contribution to Testosterone Production and Sperm Capacitation:

تُعدّ الستيروئيدات، بما في ذلك الكوليسترول ومشتقاته والهرمونات الجنسية، مكونات أساسية في الفسيولوجيا التناسلية للذكور. ويشكل الكوليسترول الحر والفوسفوليبيدات معاً ما يقرب من 80% من إجمالي الدهون في النطاف. ويُعَد الكوليسترول أهم الستيرولات في أغشية النطاف؛ إذ لا يقتصر دوره على توفير البنية الهيكلية فحسب، بل يمثل أيضاً الركيزة الأساسية لتخليق هرمون التستوستيرون في الخلايا البينية (Leydig cells) الموجودة في النسيج الخلالي للخصية (Dolatpanah *et al*., 2008).

يقوم التستوستيرون بدوره بتنظيم الوظائف التناسلية الذكرية، والتي تشمل عملية تكوين النطاف (Spermatogenesis)، وظهور الصفات الجنسية الثانوية، وتنظيم السلوك والعمليات الأيضية. كما يلعب الكوليسترول دوراً محورياً في تعديل سيولة ونفاذية الغشاء البلازمي للنطفة، وهي خصائص تؤثر بشكل مباشر في استعدادية النطاف (Capacitation)؛ إذ تؤدي عملية إخراج الكوليسترول من الغشاء إلى إحداث تغييرات هيكلية تزيد من سيولة الغشاء ونفاذيته، مما يُهيئ النطفة لدخول مرحلة الاستعدادية (Cross, 2003). وتشير الدراسات إلى أن إزالة الكوليسترول تغير خصائص الغشاء بشكل مباشر أو غير مباشر، مما يؤدي إلى ارتفاع تركيز أيونات الكالسيوم داخل الخلية، محفزاً بذلك تغييرات مشابهة لعملية استعدادية النطاف بعد فك التجميد (Kadirvel *et al*., 2009). وتجدر الإشارة إلى أن نسبة الكوليسترول في النطاف وبلازما

السائل المنوي للجاموس تبلغ 22.2% و24.7% على التوالي من إجمالي الدهون، بينما تبلغ هذه النسب في الثور 23.3% و18.8% على التوالي (Van Tran *et al*., 2017).

أشارت الأبحاث أيضاً إلى أن الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFA)، وخاصة حمض (DHA) (الذي يتركز في منطقتي الرأس والذيل في غشاء النطفة)، لها دور حيوي في كل من استعدادية النطاف والتفاعل بين النطفة والبيئة السطحية للرحم (Dolatpanah *et al*., 2008). علاوة على ذلك، تؤثر (PUFA) في تنظيم التعبير الجيني لبروتين (steroidogenic acute regulatory - StAR)، وهو المسؤول عن سرعة معدل تخليق الستيروئيدات ومنها التستوستيرون؛ إذ يقوم هذا البروتين بتسريع نقل الكوليسترول من الغشاء الخارجي إلى الغشاء الداخلي للميتوكوندريا، مما يرفع من معدل تخليق التستوستيرون (Manna *et al*., 2009).

4.7.4. تأثير الأوميغا-3 في إنتاج الهرمونات وتطور الخصية Effect of Omega-3 on Hormone Synthesis and Testis Development:

تلعب الأحماض الدهنية دوراً محورياً كمكونات أساسية في الطبقة الفوسفوليبيدية للأغشية الخلوية؛ إذ تؤثر في خصائص الغشاء والتفاعلات بين مكوناته (Rooke *et al*., 2009). في الذكور، يرتبط نشاط الجهاز التناسلي بمحور الوطاء– الغدة النخامية– الخصية (HPG axis) الذي ينظم الهرمونات المسؤولة عن تطور الخصية وتكوين النطاف. وأظهرت الدراسات وجود علاقة مباشرة بين الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFA) أو مشتقاتها من الإيكوسانويدات وبين هذا المحور ؛ مما يبرز أهمية دراسة تأثيراتها الغذائية في إفراز الهرمونات المنشطة للغدد التناسلية (GnRH, LH, FSH) واستجابة الخلايا لها (Jump and Clarke, 1999).

في دراسة على الكباش، أدى تناول زيت السمك الغني بالأحماض الدهنية أوميغا-٣ إلى ارتفاع تركيز التستوستيرون مقارنةً بزيت دوار الشمس وزيت النخيل؛ مما يشير إلى قدرة هذه الأحماض على تعديل تركيب الأغشية الخلوية في الخصيتين وتحسين ارتباط الـ (GnRH) بمستقبلاته على سطح الخلايا، وبالتالي زيادة تصنيع التستوستيرون (Esmaeili *et al*., 2014). وفي دراسة مماثلة (Adibmoradi *et al*., 2012) على صغار الماعز، لم يظهر زيت السمك أو زيت الصويا تأثيراً معنوياً في مستويات التستوستيرون، لكن لوحظ تحسن ملحوظ في قياسات نمو الخصيتين (المحيط، الحجم، العرض، والطول)، والنبيبات المنوية، وقطر اللمعة، وعدد الخلايا البينية وخلايا سيرتولي، وعدد الخلايا المنوية البدائية والناضجة، وأيضاً زيادة كتلة الخصيتين الطازجة بعد الذبح.

يعزز ذلك فرضية تأثير الأوميغا-٣ في تطور الغدد التناسلية عبر محور (HPG)، وذلك من خلال نشاط هرمونات (GnRH, FSH, LH)؛ إذ يعد (FSH) العامل الرئيسي المسؤول عن انقسام خلايا سيرتولي وتكاثرها، بينما يعمل (LH) على تمايز ونضوج الخلايا البينية (Van Tran *et al*., 2017). وقد لاحظ (Chandolia *et al.,* 1997) أن المعالجة بـ (GnRH) قد سرّعت من البلوغ وزادت من عدد خلايا سيرتولي، وإنتاج النطاف، ووزن الخصيتين.

كما برز دور عامل النمو الشبيه بالأنسولين (IGF-I) في نضج الخلايا الجنسية وحركية النطاف؛ إذ يلعب (IGF-I) دوراً رئيسياً في نمو الأنسجة، وبالتالي قد يؤثر في تكاثر وانقسام الخلايا البينية، مما يؤدي لزيادة تخليق التستوستيرون (Griffeth *et al*., 2014).

وربطت دراسة (Fair *et al*., 2014) عند الكباش بين زيت السمك كمصدر لأوميغا-٣ وزيادة تركيز (IGF-I). وفي دراسة أخرى، تم رصد (IGF-I) في البلازما المنوية عند الأبقار

ومستقبلاته في كل من الخلايا المنوية البدائية، والخلايا المنوية الأولية، وطلائع الخلايا المنوية، والنطاف الناضجة (Lejeune *et al*., 1996).

5. مواد وطرائق العمل Methods & Material

5. مواد وطرائق العمل Material and Methods:

❖ مكان إجراء الدراسة Study Location:

تَمّ إجراء الدراسة على مرحلتين متزامنتين في محطة بحوث (ازرع) بمحافظة درعا، التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، وذلك خلال الفترة الممتدة بين شهر أيار 2024 وكانون الثاني 2025.

❖ حيوانات التجربة Experimental Animals:

- **تغذية الحيوانات:**

تم توحيد النظام الغذائي لجميع الحيوانات الداخلة في التجربة لضمان ثبات العوامل الغذائية اعتُمدت الخلطة العلفية المركزة المستخدمة رسمياً في المحطة بالإضافة لتبن القمح كأعلاف مالئة.

المادة العلفية	الكمية في 1طن (كغ)
الشعير	550
ذرة صفراء	150
كسبة صويا	80
نخالة قمح	200
مسحوق حجر كلسي	15
ملح طعام	5
مضاد فطور	1
متمم غذائي وفيتامينات	1

أدناه يبين خلطة الأعلاف المركزة المقدمة للحيوانات

- **المرحلة الأولى (الكباش):**

أُجريت الدراسة على 8 رؤوس من الكباش العواس، تتراوح أعمارها بين (3–5) سنوات ومتوسط وزن حي (89±5) كغ. تم توحيد ظروف التربية والايواء لجميع الحيوانات وكانت جميعها بصحة جيدة وخالية من أي طفيليات داخلية أو خارجية. وزعت الكباش عشوائياً إلى مجموعتين متساويتين (4 كباش/المجموعة).

- **المجموعة 1 (n=4):** حقنت كباش هذه المجموعة بجرعة 3 مل من مركب الأوميغا–3 (Microsules, EPA: 105 mg, DHA: 125 mg) ثلاث مرات بفارق 15 يوماً حسب المخطط رقم (1).
- **المجموعة 2 (n=4):** حقنت كباش هذه المجموعة (الشاهد) بالمحلول الفيزيولوجي (PS) في نفس فترات ترتيب حقن الأوميغا–3 المستخدمة في المجموعة الأولى حسب المخطط رقم (1).

تَمّ جمع السائل المنوي داخل الموسم التناسلي بمعدل مرة كل أسبوع ولمدة 9 أسابيع، وحُدِّدت خواصه بعد الجمع مباشرةً، لدراسة تأثير الأوميغا–٣ في خصائص السائل المنوي وفقاً لما يأتي:

1. **حجم السائل المنوي (مل):** سُجِّل حجم كل قذفة لكل كبش بعد الجمع بوساطة مهبل الاصطناعي خاص بالكباش (الصورة رقم 1).

2. **تركيز (كثافة) السائل المنوي (مليون/مل):** تم قياس التركيز باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Photometer)، الذي جرت معايرته مسبقاً وتزويده بالمعلومات اللازمة، والتي شملت حجم العينة ونوع الحيوان .

3. **التقديرات الوصفية والقيم المئوية للحركية الجماعية للنطاف (%):** قُيِّمَت الحركية الجماعية بوضع قطرة من السائل المنوي فوق شريحة نظيفة وجافة ومدفأة (بدون ساترة)، وذلك تحت قوة التكبير المنخفضة (4X) باستخدام مجهر مزود بمرحلة تسخين للشريحة؛ حيث جرت مشاهدة الحركية وتصنيفها وفقاً للمقاييس القياسية المعتمدة (الصورة رقم 3).

4. **التقديرات الوصفية والقيم المئوية للحركية الفردية للنطاف (%):** قُيِّمَت الحركية الفردية مجهرياً بأخذ (10 µl) من السائل المنوي ووضعها فوق قطرة من محلول كلوريد الصوديوم (40 µl) على شريحة نظيفة وجافة ومدفأة، ثم غُطِّيَت بساترة وفُحِصَت تحت المجهر بقوة تكبير (X20) أو (X40)؛ حيث جرت مشاهدة الحركية الفردية وتصنيفها وفقاً للمقاييس القياسية المعتمدة (الصورة رقم 3).

5. **الحيوية؛ نسبة الخلايا المنوية الحية والميتة (%):** قُيِّمَت حيوية النطاف باستخدام صبغة (الإيوزين–نيغروزين)؛ حيث وُضِعت قطرة من السائل المنوي (20 µl) على شريحة نظيفة وجافة ومدفأة، وأُضيف إليها قطرتان من صبغة الإيوزين ومُزِجت بلوب خشبي وتُركت لمدة 20 ثانية، ثم أُضيف إليها قطرتان من صبغة النيغروزين ومُزِجت جيداً. بعد ذلك، استُخدِمَت شريحتان فارغتان لعمل مسحة من الخليط السابق، وفُحِصَت تحت المجهر بقوة تكبير(60X) ، حيث سُجِّل عدد النطاف الميتة (لونها الأحمر) وعدد

النطاف الحية (التي بقيت باللون الأبيض "عديمة اللون"). تَمّ عدُّ 200 نطفة لكل عينة، وحُسِبَت النسبة المئوية للنطاف الحية والميتة (الصورة رقم 2).

- **المرحلة الثانية (النعاج):**

أُجريت الدراسة في هذه المرحلة على 48 رأساً من النعاج العواس متوسط أعمارها (3–4) سنوات، ومتوسط أوزانها (52±4 كغ). تم توحيد ظروف التربية والإيواء لجميع الحيوانات وكانت جميعها بصحة جيدة وخالية من أي طفيليات داخلية أو خارجية. وزعت النعاج عشوائياً إلى مجموعتين متساويتين (24 نعجة/المجموعة):

- **المجموعة 1 (n=24):** حقنت فيها النعاج بأحد الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأوميغا–3) (Microsules, EPA: 105 mg, DHA: 125 mg) بجرعة 3 مل ثلاث مرات بفاصل 15 يوماً حسب المخطط رقم (2).
- **المجموعة 2 (n=24):** حقنت نعاج هذه المجموعة (الشاهد) بالمحلول الفيزيولوجي (PS) في نفس ترتيب فترات حقن الأوميغا–3 المستخدمة في المجموعة الأولى حسب المخطط رقم (2).

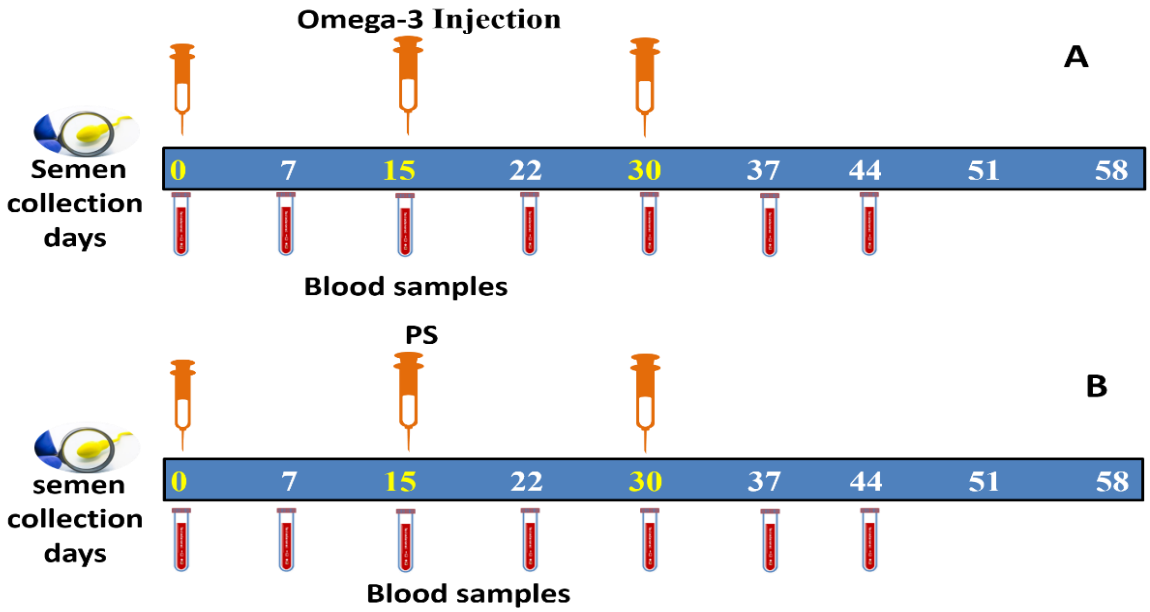
❖ المؤشرات المخبرية Laboratory Indicators:

جُمِعت عينات الدم من الوريد الوداجي بحجم 10 مل مرة كل أسبوع ولمدة 7 أسابيع من الكباش والنعاج (وفق المخططين 1 و2)، وذلك باستخدام أنابيب مفرغة من الهواء وخالية من مانع التخثر؛ ثم جرى تثفيلها بسرعة 2500 دورة/دقيقة لمدة 10 دقائق للحصول على مصل الدم

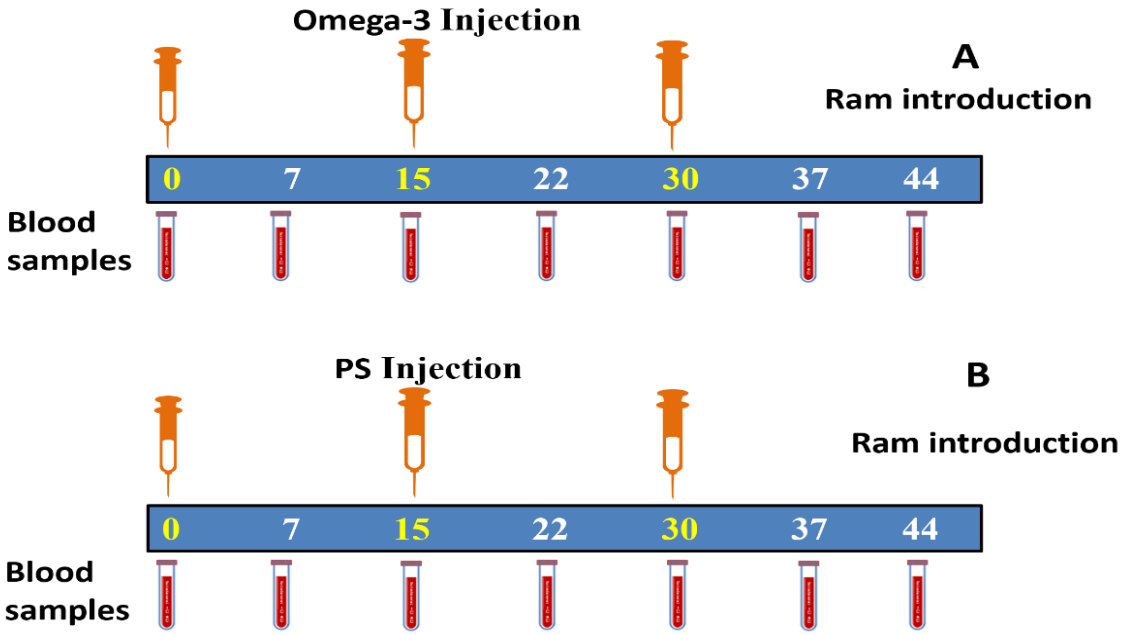
(Serum). ومن ثَمَّ وُضِع مصل الدم في أنابيب إبندروف (2 مل)، وحُفِظت العينات عند درجة حرارة (−20) لتخضع لاحقاً لاختبارات المعايرة والتحاليل البيوكيميائية.

أُجري تحليل هرموني البروجسترون والتستوستيرون باستخدام جهاز Tosoh AIA-360 وباستعمال أطقم التحليل (Kits) من نوع ST AIA-PACK Progesterone II و ST AIA-PACK Testosterone. أما تحاليل الغلوكوز والكوليسترول الكلي والبروتين الدهني مرتفع الكثافة (HDL) والبروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL)، فقد أُجريت باستخدام جهاز (Mindray BS-240).

الصورة رقم (1): توضح الأنبوب المدرج لقياس حجم السائل المنوي.



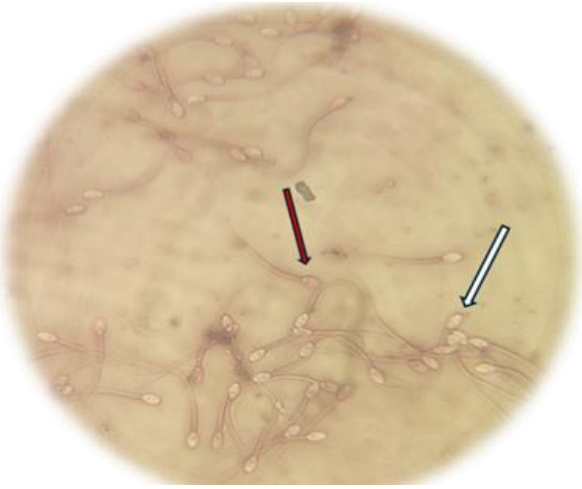
المخطط رقم (1): A: حقن الأوميغا-3 وجمع السائل المنوي وسحب عينات الدم لكباش التجربة، B: حقن المحلول الفيزيولوجي وجمع السائل المنوي وسحب عينات الدم للكباش الشاهدة.



المخطط رقم (2): A: حقن الأوميغا-3 وسحب عينات الدم لنعاج التجربة، B: حقن المحلول الفيزيولوجي وسحب عينات الدم للنعاج الشاهدة وموعد ادخال الكباش للتلقيح.

بعد انتهاء برنامج حقن الأوميغا-٣، وزعت النعاج إلى أربع مجموعات، وخُصِّص كبشان لكل مجموعة (الشكل رقم 1) لإجراء التلقيح عند ظهور علامات الشبق (علماً أن الأغنام التي أظهرت شبقاً قبل انتهاء البرنامج لم تُلقَّح). ودُرِست المؤشرات التناسلية وفقاً للمعادلات الآتية:

- كثافة الشياع في الدورة الأولى (%) (أي بعد انتهاء البرنامج مباشرة): عدد النعاج الشبقة /عدد النعاج الكلي x 100، والدورة الثانية: عدد النعاج الشبقة /عدد النعاج المتبقي x 100
- متوسط فترة التلقيح: مجموع الأيام اللازمة لتلقيح النعاج/عدد النعاج الكلي
- نسبة الحمل (%): عدد الحيوانات الحامل/عدد الحيوانات الملقحة x 100
- نسبة المواليد التوأمية (%): عدد الولادات التوأمية/عدد الولادات الكلي x 100
- نسبة المواليد الفردية (%): عدد الولادات المفردة/عدد الولادات الكلي x 100
- متوسط عدد المواليد: عدد المواليد/عدد النعاج الكلي
- الولودية Fecundity (%): عدد المواليد/عدد الإناث الكلية X 100
- وزن المواليد عند الولادة وجنس المولود.



OM: Omega male , OF: Omega femal, CF: Control female
OMFO: Omega male and female, OMFC: Omega male and female control

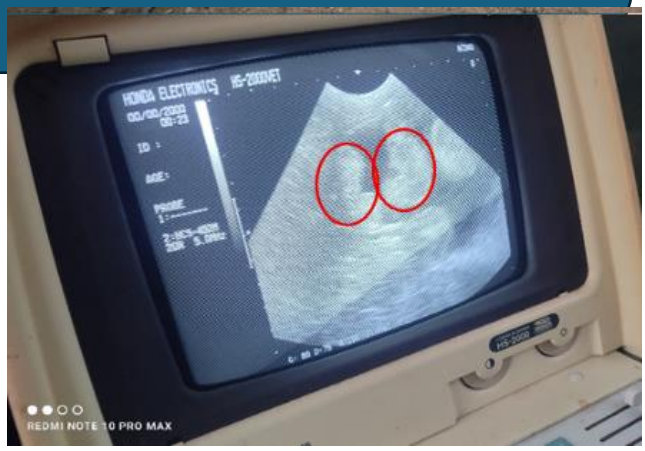
CM: Control male , CF: Control female, OF: Omega female,
CMFO: Control male and Omega female CMFC: Control male and female

الشكل رقم (1): يوضح توزيع الكباش التجريبية والشاهدة لتلقيح النعاج التجريبية والشاهدة.

الصورة رقم (2): توضح الخلايا الحية والميتة باستخدام صبغة الايوزين نيغروزين، يشير السهم الأحمر الى نطفة ميتة بينما يشير السهم الأبيض الى نطفة حية.

6.التحليل الإحصائي Statistical Analysis

الصورة رقم (3): توضح تقييم الحركية الجماعية والفردية للنطاف.



الصورة رقم (4): توضح فحص الحمل بواسطة جهاز الأمواج فوق الصوتية بعد 45 يوماً من التلقيح وتظهر الصورة الفلقات الرحمية المشار اليها بالدوائر الحمراء.

6. التحليل الإحصائي Statistical Analysis:

أُجري التحليل الإحصائي باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS (الإصدار 13.0). تم التحقق من التوزع الطبيعي للبيانات للمتغيرات المعلمية (مثل تراكيز الغلوكوز، الكوليسترول، البروجسترون، التستوستيرون) باستخدام اختبار Kolmogorov-Smirnov ، وأظهرت النتائج عدم وجود انحراف كبير عن التوزع الطبيعي($P>0.05$)، مما استدعى استخدام الاختبارات المعلمية. حُسبت الإحصاءات الوصفية (المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري، الحد الأدنى والأعلى) لجميع المتغيرات المدروسة.

لدراسة تأثير حقن الأوميغا-3 في المؤشرات المقاسة عبر الفترات الزمنية المختلفة، استُخدم اختبار t-test للعينات المستقلة (Independent Samples t-test) لمقارنة متوسطات مجموعتي الكباش (المحقونة والشاهدة) ومجموعتي النعاج (المحقونة والشاهدة) في كل فترة زمنية على حدى، بعد التحقق من افتراضات الاختبار. تم اعتماد مستوى دلالة ($P\leq0.05$) لتحديد وجود فروق معنوية. كما تم حساب نسبة التغير (%) لكل متغير في الفترات الزمنية اللاحقة بالنسبة لقيم البداية باستخدام المعادلة: نسبة التغير = (قيمة الفترة – قيمة البداية) / قيمة البداية × 100.

أما بالنسبة لتحليل المؤشرات التناسلية في النعاج (كثافة الشياع، نسبة الحمل، الولودية، عدد المواليد، أوزان المواليد)، فقد استُخدم تحليل التباين الأحادي (One-way ANOVA) لمقارنة المجموعات الأربع (OMFO، OMFC، CMFO، CMFC). وعند وجود فروق معنوية،

طُبقت طريقة Duncan للمقارنات البعدية (Post-Hoc) لتحديد أين تكمن الفروق بين المجموعات. كما تم تحليل تأثير كل من الذكور والإناث والتفاعل بينهما باستخدام النماذج الخطية العامة (GLM). تم تمثيل النتائج بيانياً بالمخططات المناسبة. تجدر الإشارة إلى أن القيم المعروضة في الجداول الإحصائية على أنها 0.000 تشير إلى قيم احتمالية صغيرة جداً (أقل من 0.001)، وليست أصفاراً مطلقة.

7. النتائج Results

7. النتائج Results:

أولاً–دراسة الكباش:

تم قياس وحساب كل من (حجم السائل المنوي (مل)، معدل الحركية الجماعية (%)، معدل الحركية الفردية (%)، تركيز النطاف (مليون/مل)، معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%)، معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) في تسع فترات زمنية مختلفة (الأسبوع الأول، الثاني، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع، الثامن، التاسع)، لكل كبش من الكباش المدروسة في عينة الكباش. كما تم قياس وحساب كل من تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل)، تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل)، تركيز LDL في الدم (مغ/دل)، تركيز HDL في الدم (مع/دل)، تركيز هرمون التستوستيرون (نغ/مل) في سبع فترات زمنية مختلفة (الأسبوع الأول، الثاني، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع) لكل كبش من الكباش المدروسة في عينة الكباش، وقد تم حساب قيم نسبة التغير في قيم كل من المتغيرات المذكورة (%) في كل من الفترات الزمنية (الأسبوع الثاني، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع، الثامن، التاسع) لكل كبش من الكباش المدروسة في عينة الكباش كما هو موضّح في المعادلة الآتية:

نسبة التغير في قيمة المتغير المدروس (%) في فترة زمنية لكل كبش = (مقدار التغير في قيمة المتغير نفسه في الفترة الزمنية نفسها ÷ قيمة المتغير نفسه في البدء) × 100 للكبش نفسها

ثم تمت دراسة تأثير الحقن بالأوميغا–3 والفترة الزمنية المدروسة في كل من المتغيرات المقاسة والمحسوبة في عينة الكباش وكانت نتائج التحليل كما يأتي:

1.7. حجم السائل المنوي Semen Volume:

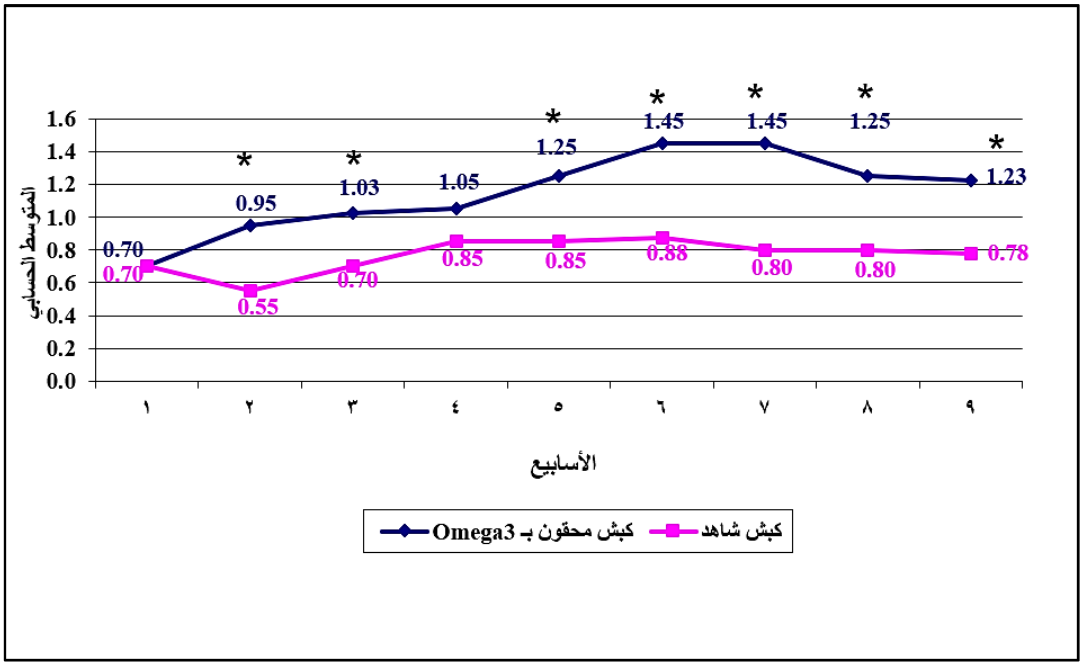
- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم حجم السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

جدول رقم (1): متوسط حجم السائل المنوي (مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

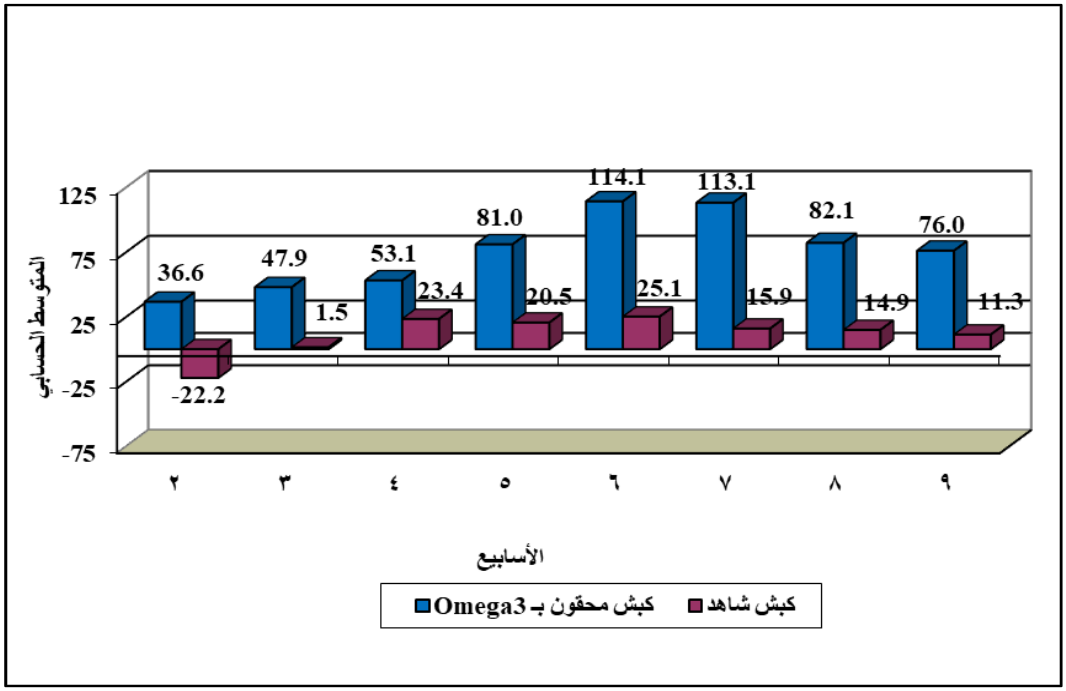
المتغير المدروس = حجم السائل المنوي (مل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	0.70	0.08	0.6	0.8	0	0	1.000
	كبش شاهد	4	0.70	0.08	0.6	0.8			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	0.95	0.06	0.9	1	0.40	5.657	0.001
	كبش شاهد	4	0.55	0.13	0.4	0.7			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1.03	0.05	1	1.1	0.33	6.789	0.000
	كبش شاهد	4	0.70	0.08	0.6	0.8			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1.05	0.13	0.9	1.2	0.20	2.191	0.071
	كبش شاهد	4	0.85	0.13	0.7	1			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1.25	0.13	1.1	1.4	0.40	3.464	0.013
	كبش شاهد	4	0.85	0.19	0.6	1			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1.45	0.39	1.1	2	0.58	2.824	0.030
	كبش شاهد	4	0.88	0.13	0.7	1			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1.45	0.33	1.2	1.9	0.65	3.806	0.009
	كبش شاهد	4	0.80	0.08	0.7	0.9			
الأسبوع الثامن	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1.25	0.17	1.1	1.5	0.45	4.700	0.003
	كبش شاهد	4	0.80	0.08	0.7	0.9			
الأسبوع التاسع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1.23	0.22	1	1.5	0.45	3.216	0.018
	كبش شاهد	4	0.78	0.17	0.6	1			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 في الأسبوع الأول والرابع، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط حجم السائل المنوي (مل) في الأسبوع الأول والرابع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط حجم السائل المنوي (مل) في الأسبوع الثاني والثالث والخامس والسادس والسابع والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة، نستنتج أن قيم حجم السائل المنوي (مل) في الأسبوع الثاني والثالث والخامس والسادس والسابع والثامن والتاسع في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (3): المتوسط الحسابي لقيم حجم السائل المنوي (مل) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (4): المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في حجم السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

2.7. معدل الحركية الجماعية Collective Motility:

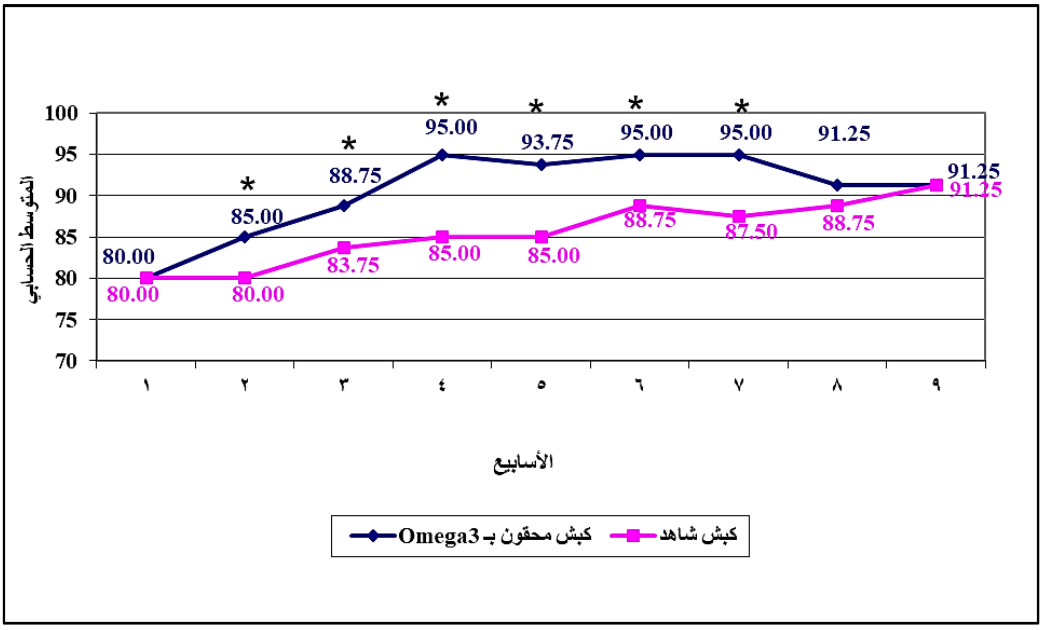
- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم معدل الحركية الجماعية في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

جدول رقم (2): متوسط معدل الحركية الجماعية (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

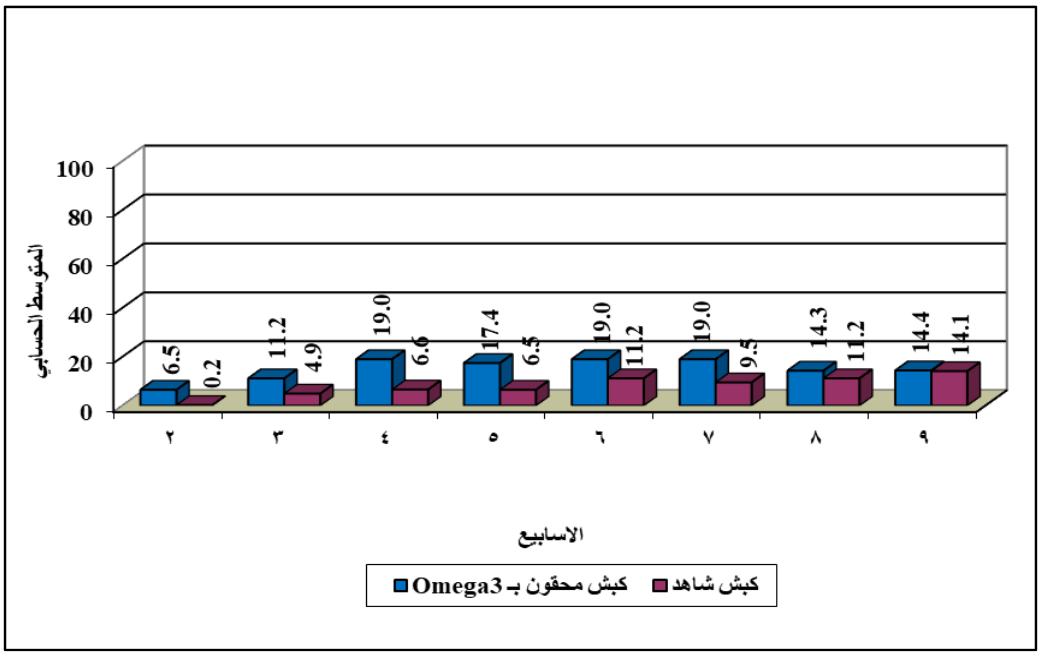
المتغير المدروس = معدل الحركية الجماعية (%)									
الفترة الزمنية	الحقن بـ بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	80.00	4.08	75	85	0	0	1.000
	كبش شاهد	4	80.00	4.08	75	85			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	85.00	0	85	85	5.00	-	0.008
	كبش شاهد	4	80.00	0	80	80			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	88.75	2.50	85	90	5.00	2.828	0.030
	كبش شاهد	4	83.75	2.50	80	85			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	95.00	0	95	95	10.00	4.899	0.003
	كبش شاهد	4	85.00	4.08	80	90			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	93.75	2.50	90	95	8.75	7.000	0.000
	كبش شاهد	4	85.00	0	85	85			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	95.00	0	95	95	6.25	5.000	0.002
	كبش شاهد	4	88.75	2.50	85	90			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	95.00	0	95	95	7.50	5.196	0.002
	كبش شاهد	4	87.50	2.89	85	90			
الأسبوع الثامن	كبش محقون بالأوميغا-3	4	91.25	2.50	90	95	2.50	1.414	0.207
	كبش شاهد	4	88.75	2.50	85	90			
الأسبوع التاسع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	91.25	4.79	85	95	0	0	1.000
	كبش شاهد	4	91.25	4.79	85	95			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في الأسبوع الأول والثامن والتاسع، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الحركية الجماعية (%) في الأسبوع الأول والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الحركية الجماعية (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم معدل الحركية الجماعية (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (5): المتوسط الحسابي لقيم معدل الحركية الجماعية (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (6): المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الحركية الجماعية في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

3.7. معدل الحركية الفردية Individual Motility:

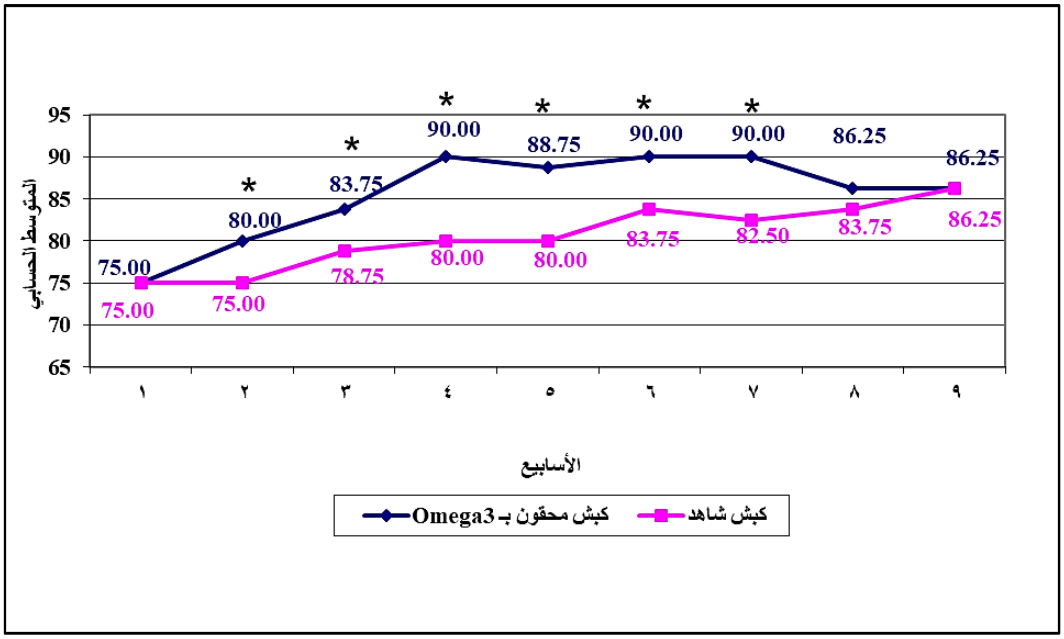
- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم معدل الحركية الفردية في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

جدول رقم (3): متوسط معدل الحركية الفردية (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

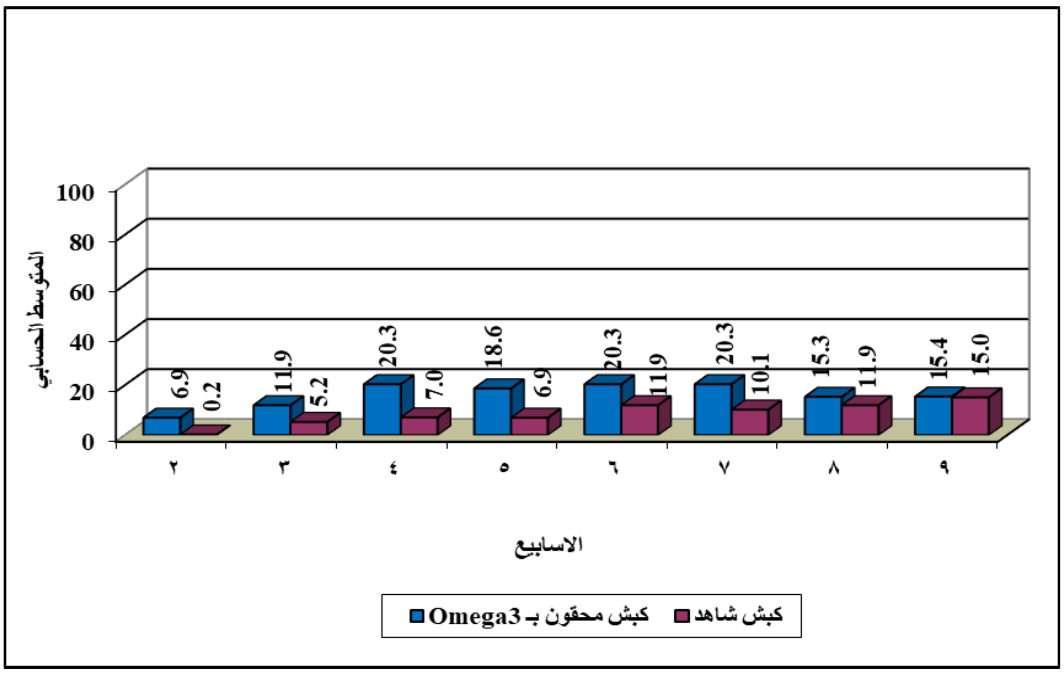
المتغير المدروس = معدل الحركية الفردية (%)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	75.00	4.08	70	80	0	0	1.000
	كبش شاهد	4	75.00	4.08	70	80			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	80.00	0	80	80	5.00	-	0.008
	كبش شاهد	4	75.00	0	75	75			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	83.75	2.50	80	85	5.00	2.828	0.030
	كبش شاهد	4	78.75	2.50	75	80			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	90.00	0	90	90	10.00	4.899	0.003
	كبش شاهد	4	80.00	4.08	75	85			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	88.75	2.50	85	90	8.75	7.000	0.000
	كبش شاهد	4	80.00	0	80	80			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	90.00	0	90	90	6.25	5.000	0.002
	كبش شاهد	4	83.75	2.5	80	85			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	90.00	0	90	90	7.50	5.196	0.002
	كبش شاهد	4	82.50	2.89	80	85			
الأسبوع الثامن	كبش محقون بالأوميغا-3	4	86.25	2.50	85	90	2.50	1.414	0.207
	كبش شاهد	4	83.75	2.50	80	85			
الأسبوع التاسع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	86.25	4.79	80	90	0	0	1.000
	كبش شاهد	4	86.25	4.79	80	90			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في الأسبوع الأول والثامن والتاسع، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الحركية الفردية (%) في الأسبوع الأول والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الحركية الفردية (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم معدل الحركية الفردية (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (7): المتوسط الحسابي لقيم معدل الحركية الفردية (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (8): المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الحركية الفردية في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

4.7. تركيز النطاف Sperm Concentration:

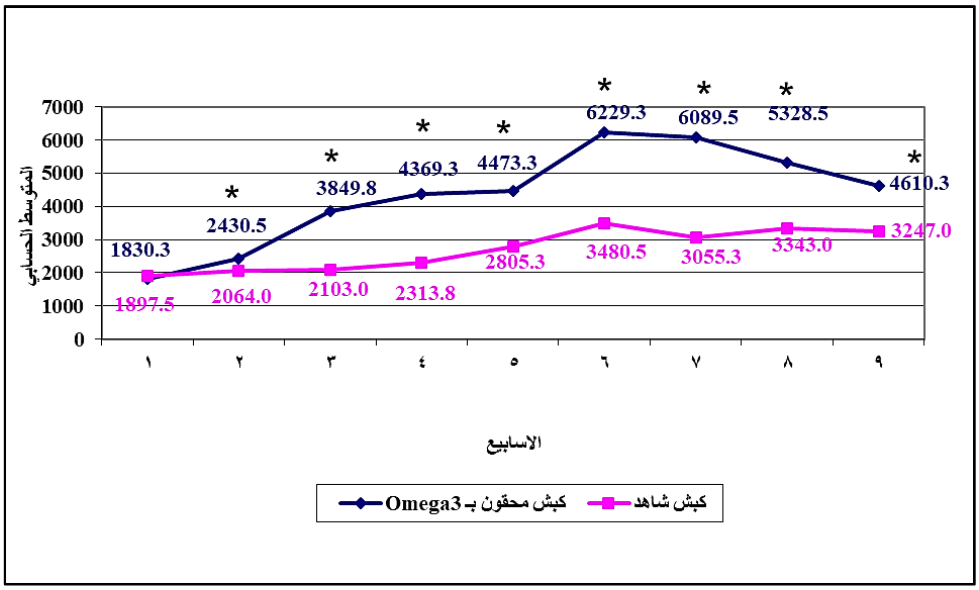
- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز النطاف في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

جدول رقم (4): متوسط تركيز النطاف (مليون / مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

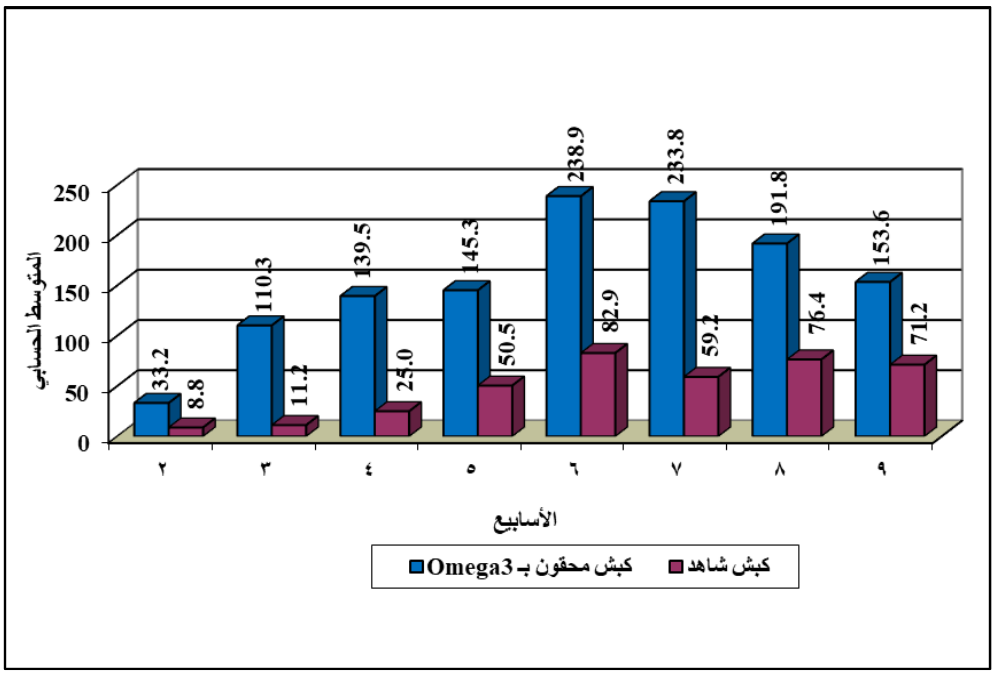
المتغير المدروس = تركيز النطاف (مليون / مل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	1830.25	158.67	1650	2028	-67.25	-0.62	0.554
	كبش شاهد	4	1897.50	144.56	1702	2037			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	2430.50	171.08	2206	2606	366.50	3.16	0.020
	كبش شاهد	4	2064.00	156.36	1920	2267			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	3849.75	528.27	3468	4626	1746.75	6.47	0.001
	كبش شاهد	4	2103.00	109.68	1987	2215			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	4369.25	595.30	3486	4785	2055.50	3.89	0.008
	كبش شاهد	4	2313.75	871.55	1432	3482			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	4473.25	345.26	3987	4783	1668.00	4.17	0.006
	كبش شاهد	4	2805.25	719.72	2308	3872			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	6229.25	993.91	4893	7298	2748.75	4.87	0.003
	كبش شاهد	4	3480.50	532.85	3062	4189			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	6089.50	232.18	5853	6395	3034.25	6.16	0.001
	كبش شاهد	4	3055.25	956.33	2104	4384			
الأسبوع الثامن	كبش محقون بالأوميغا-3	4	5328.50	302.29	4894	5584	1985.50	10.13	0.000
	كبش شاهد	4	3343.00	249.55	3184	3709			
الأسبوع التاسع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	4610.25	256.86	4263	4853	1363.25	4.46	0.004
	كبش شاهد	4	3247.00	554.36	2485	3780			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في الأسبوع الأول، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز النطاف (مليون / مل) في الأسبوع الأول بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز النطاف (مليون / مل) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تركيز النطاف (مليون/مل) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع والثامن والتاسع في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (9): المتوسط الحسابي لقيم تركيز النطاف (مليون/مل) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (10): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز النطاف في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

5.7. معدل الخلايا الحية في السائل المنوي Live Spermatozoa In Semen:

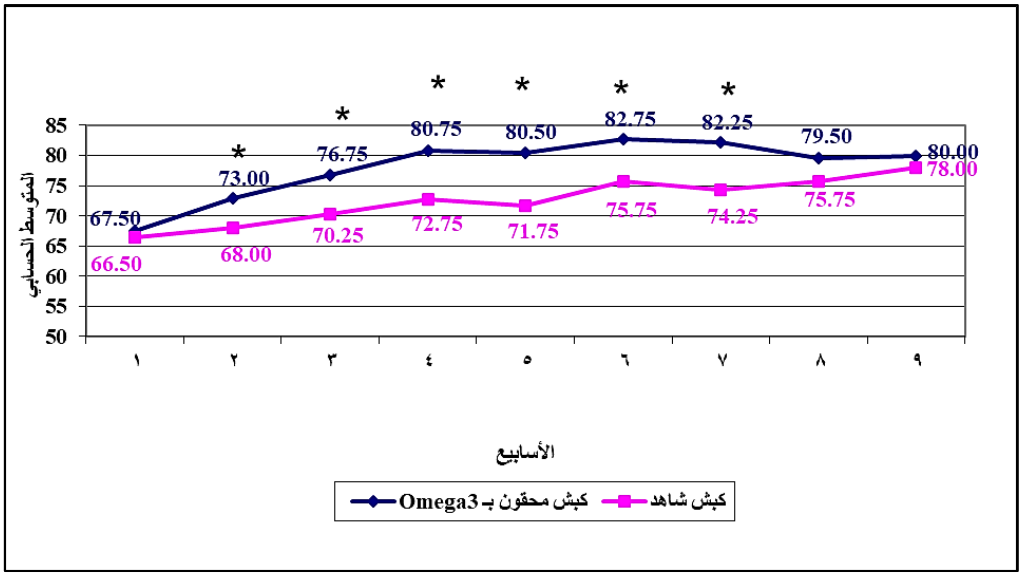
- تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم معدل الخلايا الحية في السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

جدول رقم (5): متوسط معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

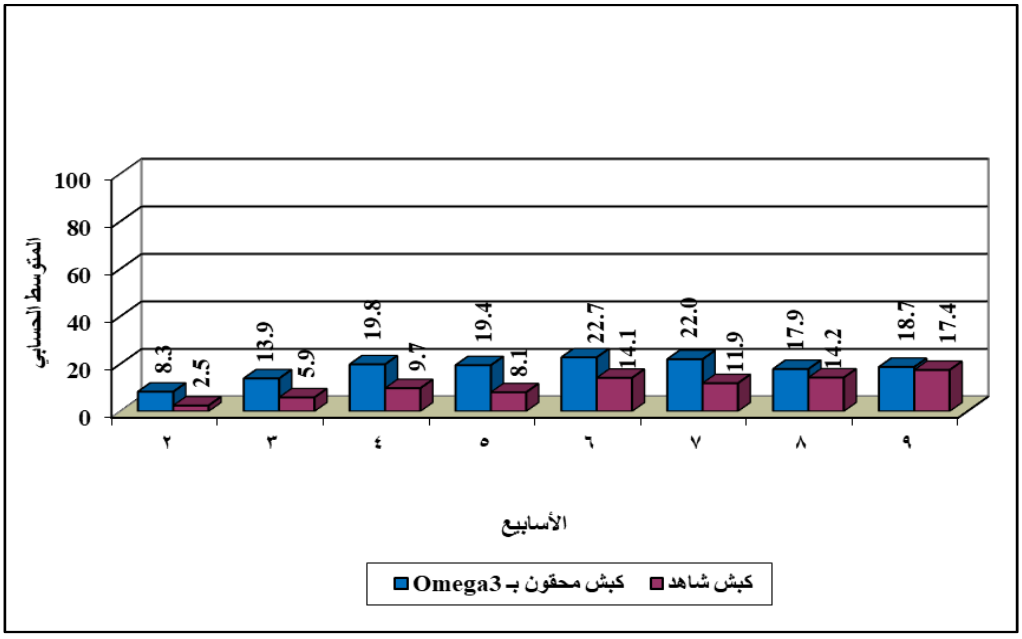
المتغير المدروس = معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	67.50	2.52	64	70	1.00	0.471	0.654
	كبش شاهد	4	66.50	3.42	62	70			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	73.00	0.82	72	74	5.00	12.247	0.000
	كبش شاهد	4	68.00	0	68	68			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	76.75	2.63	73	79	6.50	3.677	0.0104
	كبش شاهد	4	70.25	2.36	67	72			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	80.75	0.96	80	82	8.00	4.409	0.005
	كبش شاهد	4	72.75	3.50	69	77			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	80.50	2.65	77	83	8.75	5.973	0.001
	كبش شاهد	4	71.75	1.26	70	73			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	82.75	1.26	81	84	7.00	5.797	0.001
	كبش شاهد	4	75.75	2.06	73	78			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	82.25	1.26	81	84	8.00	8.991	0.000
	كبش شاهد	4	74.25	1.26	73	76			
الأسبوع الثامن	كبش محقون بالأوميغا-3	4	79.50	2.52	77	83	3.75	1.842	0.115
	كبش شاهد	4	75.75	3.20	71	78			
الأسبوع التاسع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	80.00	3.56	75	83	2.00	0.926	0.390
	كبش شاهد	4	78.00	2.45	75	80			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة في الأسبوع الأول والثامن والتاسع، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%) في الأسبوع الأول والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (11): يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل الخلايا الحية في السائل المنوي (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (12): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الخلايا الحية في السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

6.7. معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي Dead Spermatozoa In Semen:

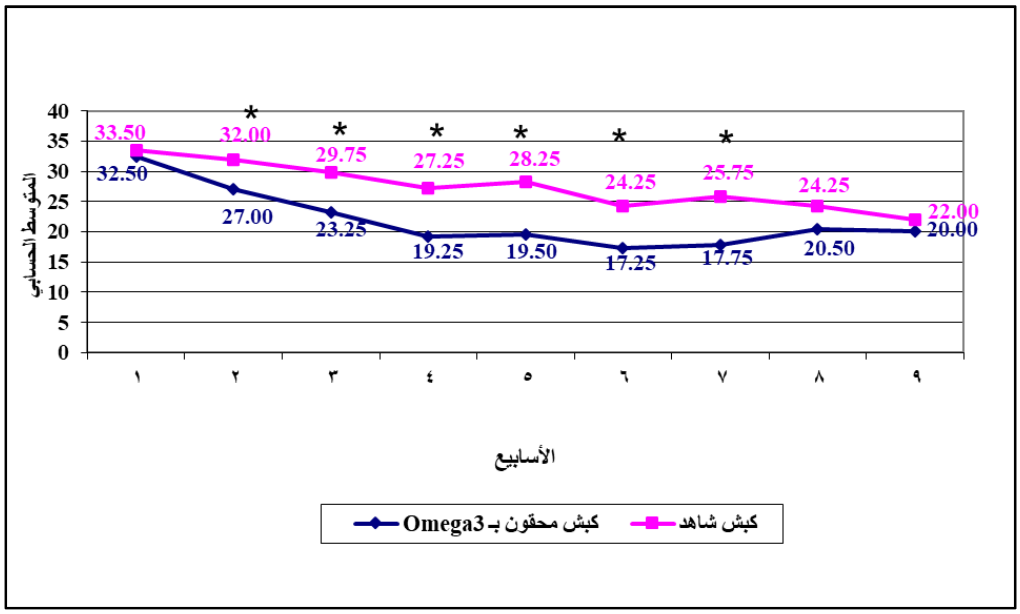
- تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

جدول رقم (6): متوسط معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

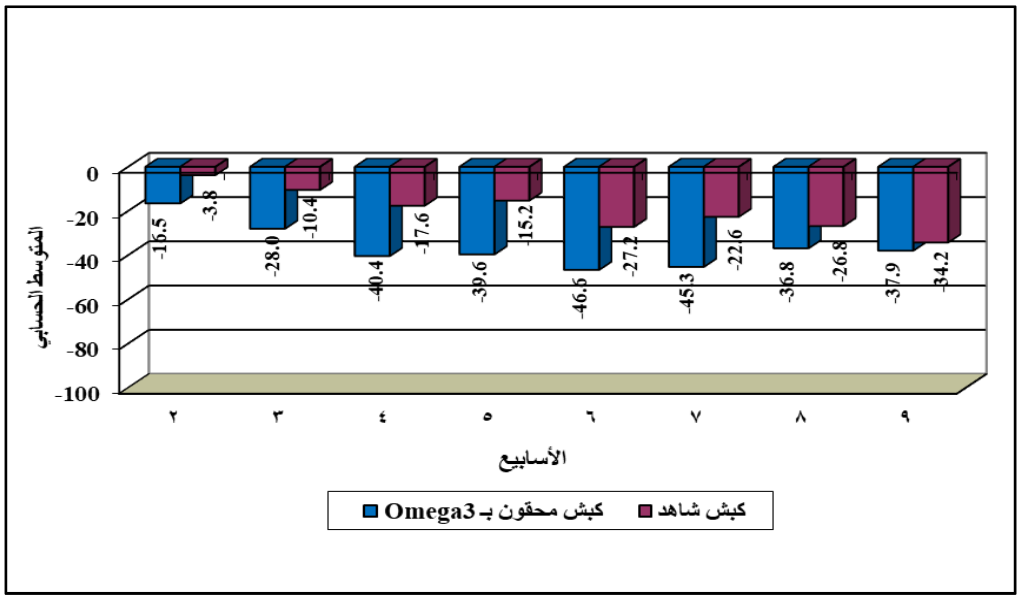
المتغير المدروس = معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	32.50	2.52	30	36	-1.00	-0.471	0.654
	كبش شاهد	4	33.50	3.42	30	38			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	27.00	0.82	26	28	-5.00	-12.247	0.000
	كبش شاهد	4	32.00	0	32	32			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	23.25	2.63	21	27	-6.50	-3.677	0.0104
	كبش شاهد	4	29.75	2.36	28	33			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	19.25	0.96	18	20	-8.00	-4.409	0.005
	كبش شاهد	4	27.25	3.50	23	31			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	19.50	2.65	17	23	-8.75	-5.973	0.001
	كبش شاهد	4	28.25	1.26	27	30			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	17.25	1.26	16	19	-7.00	-5.797	0.001
	كبش شاهد	4	24.25	2.06	22	27			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	17.75	1.26	16	19	-8.00	-8.991	0.000
	كبش شاهد	4	25.75	1.26	24	27			
الأسبوع الثامن	كبش محقون بالأوميغا-3	4	20.50	2.52	17	23	-3.75	-1.842	0.115
	كبش شاهد	4	24.25	3.20	22	29			
الأسبوع التاسع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	20.00	3.56	17	25	-2.00	-0.926	0.390
	كبش شاهد	4	22.00	2.45	20	25			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في الأسبوع الأول والثامن والتاسع أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) في الأسبوع الأول والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أصغر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (13): يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي (%) في عينة السائل المنوي للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (14): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في معدل الخلايا الميتة في السائل المنوي في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

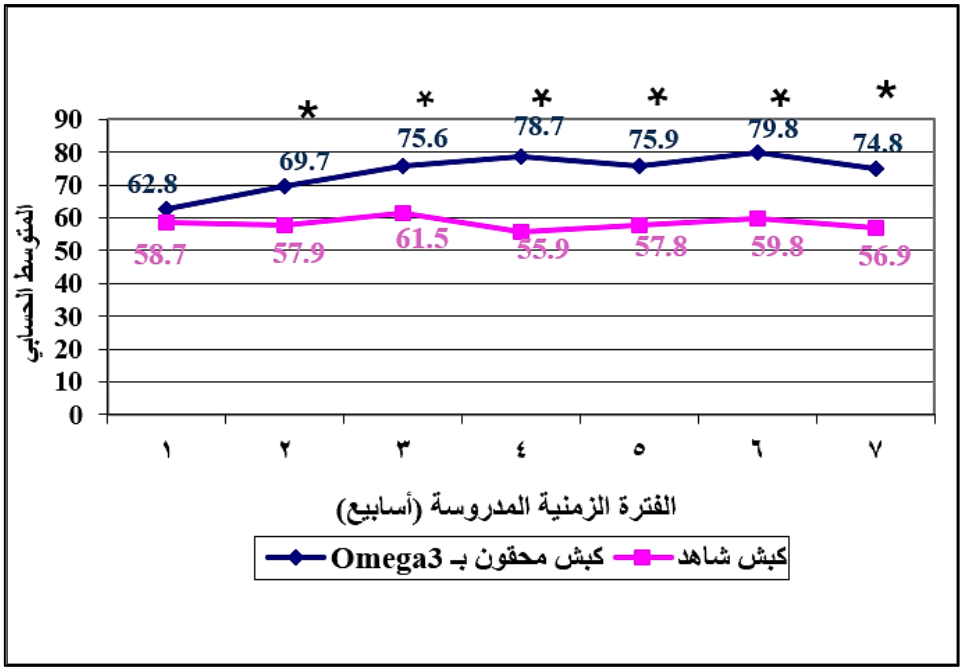
7.7. تركيز الغلوكوز في الدم Blood Glucose Concentration:

- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الغلوكوز في الدم في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

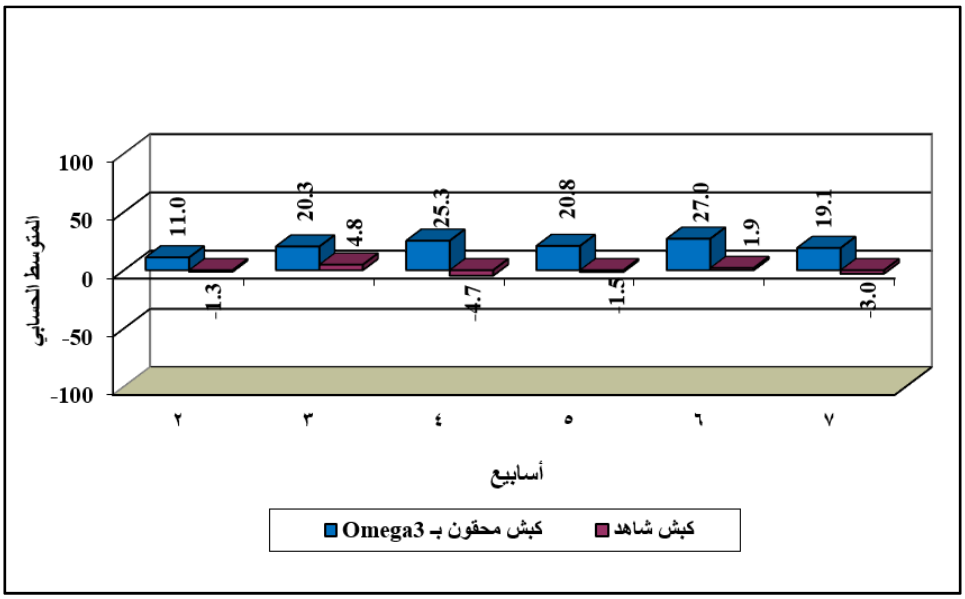
جدول رقم (7): متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مع/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = تركيز الغلوكوز في الدم (مع/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	62.83	0.94	61.5	63.5	4.13	5.567	0.001
	كبش شاهد	4	58.70	1.14	57.5	60.1			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	69.70	0.59	69.1	70.3	11.80	29.812	0.000
	كبش شاهد	4	57.90	0.53	57.2	58.4			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	75.60	0.52	75.1	76.1	14.10	19.907	0.000
	كبش شاهد	4	61.50	1.32	59.9	63.1			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	78.70	1.12	77.5	80.1	22.80	32.516	0.000
	كبش شاهد	4	55.90	0.85	54.9	56.7			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	75.90	0.41	75.6	76.5	18.10	25.770	0.000
	كبش شاهد	4	57.80	1.34	55.9	58.8			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	79.80	0.41	79.4	80.2	20.00	43.644	0.000
	كبش شاهد	4	59.80	0.82	58.8	60.8			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	74.80	0.71	73.9	75.5	17.90	37.598	0.000
	كبش شاهد	4	56.90	0.64	56.4	57.8			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مع/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تركيز الغلوكوز في الدم (مع/دل) في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة الكباش.



مخطط رقم (15): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الغلوكوز في الدم (مع/دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (16): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الغلوكوز في الدم في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

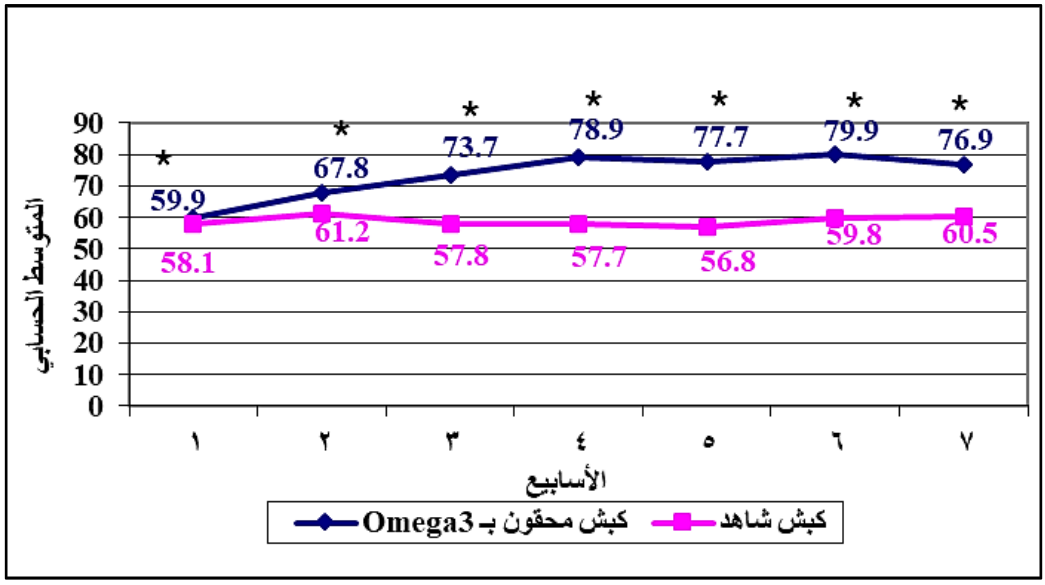
8.7. تركيز الكوليسترول في الدم Blood Cholesterol Concentration:

- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الكوليسترول في الدم في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

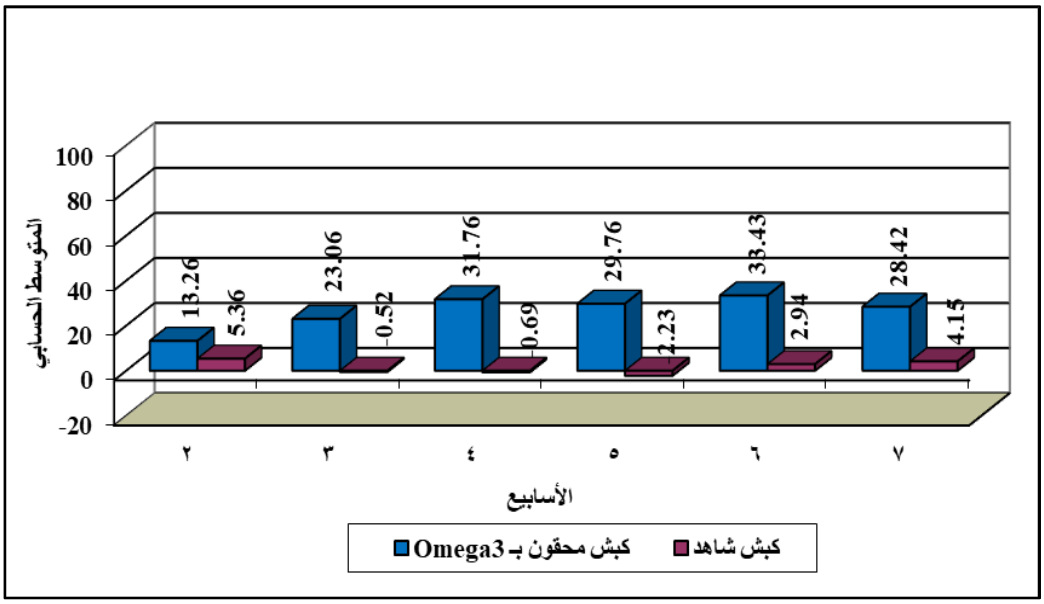
جدول رقم (8): متوسط تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	59.90	1.12	58.6	61.3	1.80	2.537	0.044
	كبش شاهد	4	58.10	0.87	57.1	59.2			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	67.83	1.63	66.2	70	6.62	6.651	0.001
	كبش شاهد	4	61.20	1.15	59.7	62.2			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	73.70	0.63	72.9	74.3	15.90	15.241	0.000
	كبش شاهد	4	57.80	1.99	55.5	60.1			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	78.90	0.96	77.8	80.1	21.20	20.591	0.000
	كبش شاهد	4	57.70	1.82	55.7	60			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	77.70	0.67	76.8	78.4	20.90	40.728	0.000
	كبش شاهد	4	56.80	0.78	55.9	57.8			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	79.90	0.59	79.3	80.5	20.10	60.150	0.000
	كبش شاهد	4	59.80	0.32	59.5	60.2			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	76.90	0.78	75.9	77.8	16.40	36.825	0.000
	كبش شاهد	4	60.50	0.43	59.9	60.9			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل) في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة الكباش.



مخطط رقم (17): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (18): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل) في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

9.7. تركيز الـ LDL في الدم Blood LDL Concentration:

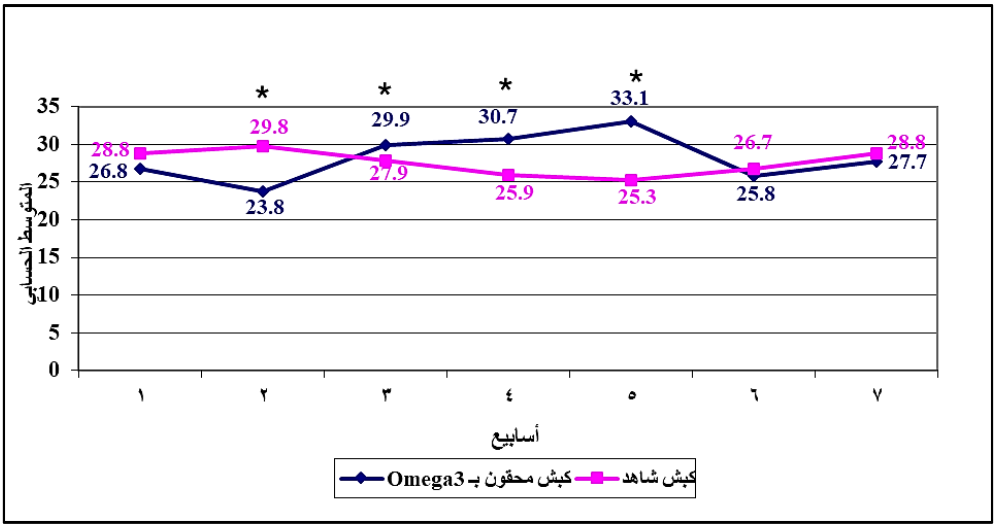
- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الـ LDL في الدم في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

جدول رقم (9): متوسط تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

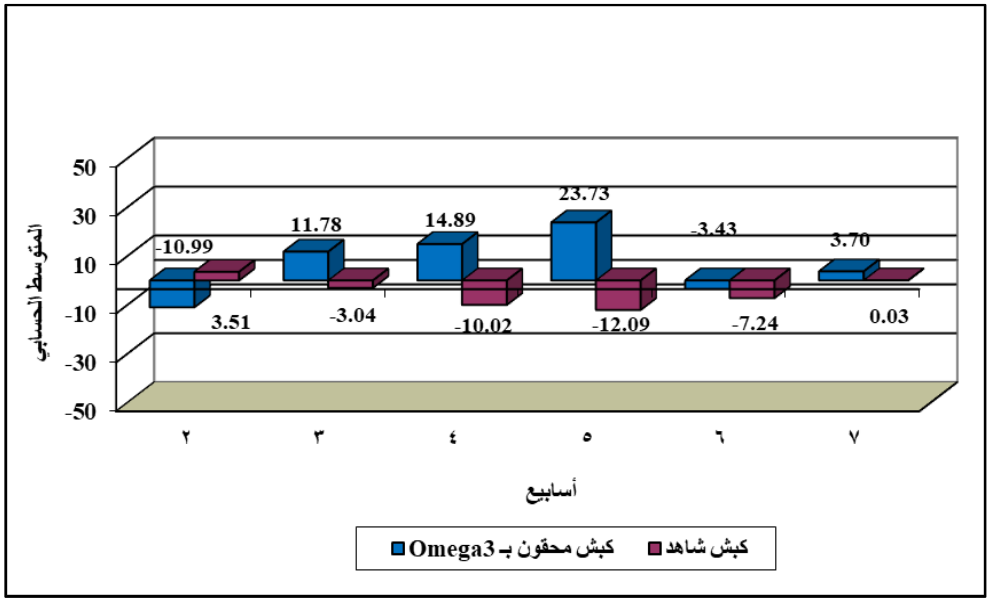
المتغير المدروس = تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	26.80	1.59	25.1	28.8	-2.00	-2.309	0.060
	كبش شاهد	4	28.80	0.70	27.9	29.6			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	23.80	0.66	22.9	24.5	-6.00	-12.205	0.000
	كبش شاهد	4	29.80	0.73	28.8	30.5			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	29.90	0.57	29.2	30.5	2.00	3.136	0.020
	كبش شاهد	4	27.90	1.14	26.8	29.2			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	30.70	0.43	30.1	31.1	4.80	10.082	0.000
	كبش شاهد	4	25.90	0.85	24.9	26.7			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	33.10	0.80	32.2	34	7.80	14.568	0.000
	كبش شاهد	4	25.30	0.71	24.5	26.2			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	25.80	0.70	24.9	26.6	-0.90	-1.754	0.130
	كبش شاهد	4	26.70	0.75	25.8	27.6			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	27.70	0.49	27.1	28.1	-1.10	-2.391	0.054
	كبش شاهد	4	28.80	0.78	27.8	29.7			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في الأسبوع الأول والسادس والسابع، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في الأسبوع الأول والسادس والسابع، بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.

أما في كل من الفترات الزمنية الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في الأسبوع الثاني في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أصغر منها في مجموعة الكباش الشاهدة، ونستنتج أن قيم تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في الأسبوع الثالث والرابع والخامس في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (19): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (20): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الـ LDL في الدم في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

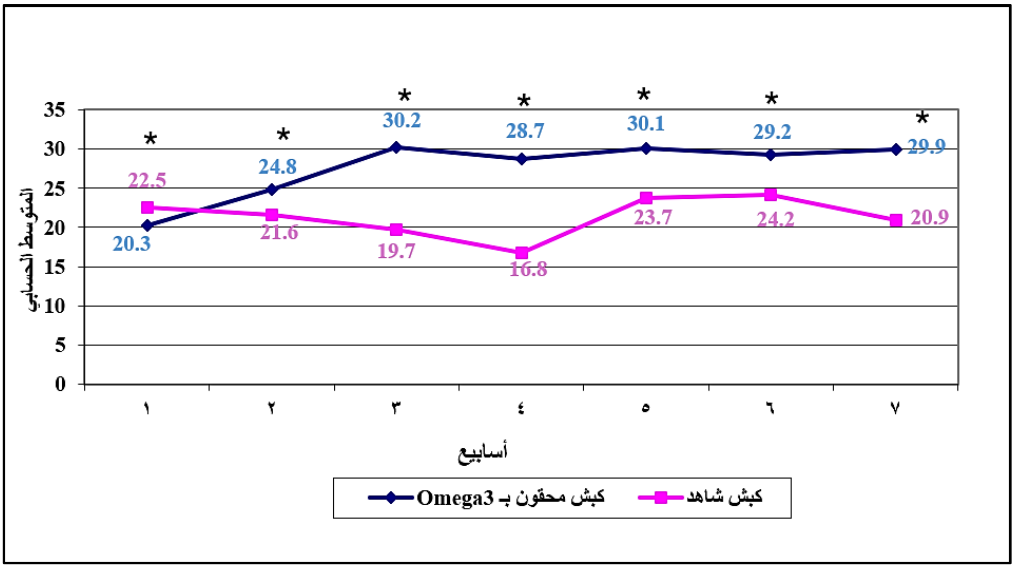
10.7. تركيز الـ HDL في الدم Blood HDL Concentration:

- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الـ HDL في الدم في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

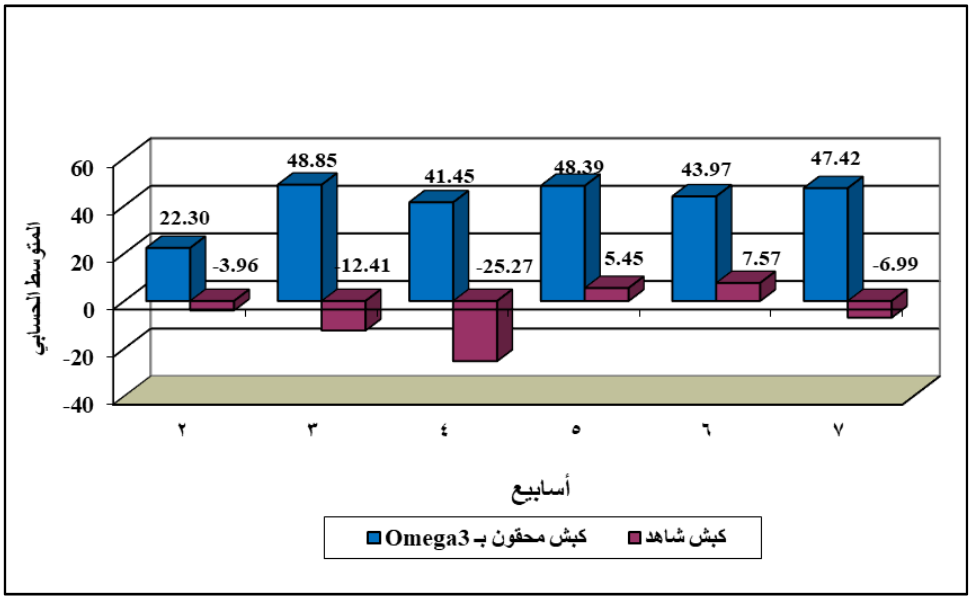
جدول رقم (10): متوسط تركيز الـ HDL في الدم (مع/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = تركيز الـ HDL في الدم (مع/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	20.30	0.66	19.5	21.1	-2.20	-4.234	0.005
	كبش شاهد	4	22.50	0.80	21.8	23.5			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	24.80	0.70	23.9	25.6	3.20	5.543	0.001
	كبش شاهد	4	21.60	0.92	20.6	22.8			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	30.20	0.74	29.5	31.2	10.50	12.892	0.000
	كبش شاهد	4	19.70	1.45	18.4	21.1			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	28.70	0.63	27.9	29.4	11.90	25.371	0.000
	كبش شاهد	4	16.80	0.70	15.9	17.6			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	30.10	0.48	29.4	30.5	6.40	19.297	0.000
	كبش شاهد	4	23.70	0.45	23.1	24.2			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	29.20	0.18	29	29.4	5.00	10.742	0.000
	كبش شاهد	4	24.20	0.91	23.4	25.5			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	29.90	0.14	29.8	30.1	9.00	40.249	0.000
	كبش شاهد	4	20.90	0.42	20.5	21.5			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الـ HDL في الدم (مع/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة الكباش، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم تركيز الـ HDL في الدم (مع/دل) في البدء في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أصغر منها في مجموعة الكباش الشاهدة، ونستنتج أن قيم تركيز الـ HDL في الدم (مع/دل) في الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع في مجموعة الكباش المحقونة بـ بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش.



مخطط رقم (21): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الـ HDL في الدم (مع/دل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (22): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الـ HDL في الدم (مع/دل) في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

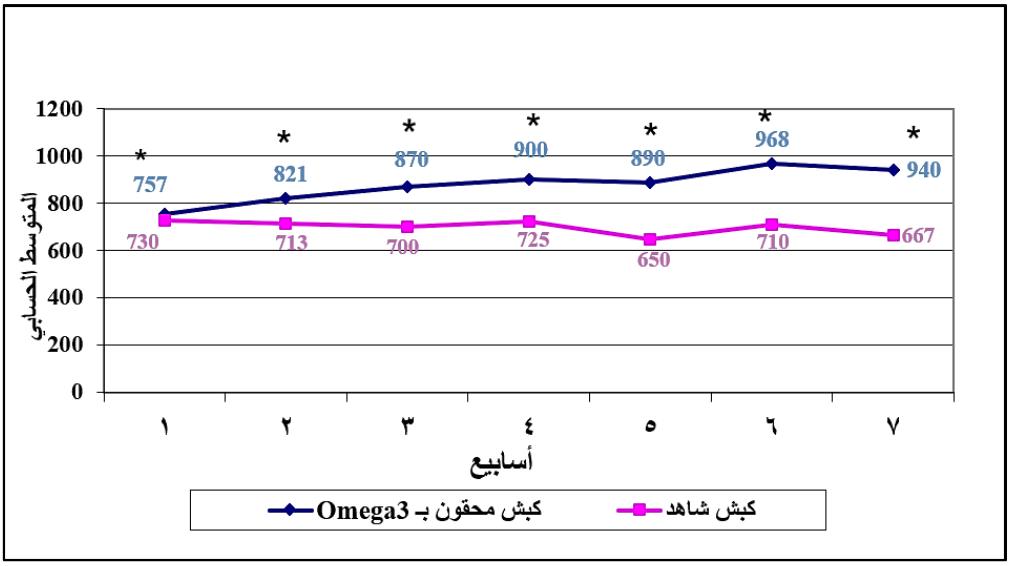
11.7. تركيز التستوستيرون في الدم Blood Testosterone Concentration:

- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز التستوستيرون في الدم في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

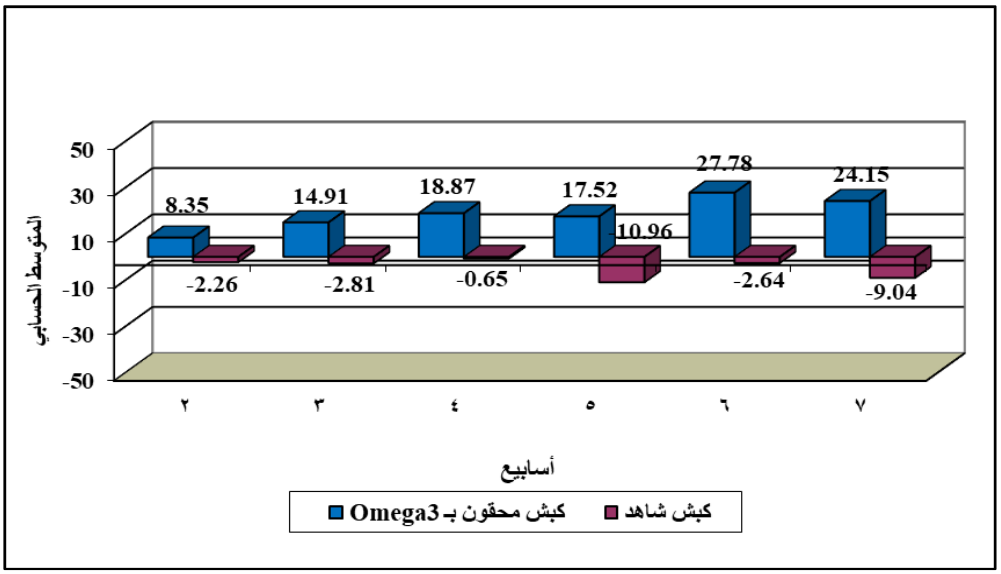
جدول رقم (11): متوسط تركيز التستوستيرون في الدم (نغ/مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في عينة الكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = تركيز التستوستيرون في الدم (نغ/مل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد الكباش	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	كبش محقون بالأوميغا-3	4	757.75	2.63	754	760	27.75	16.307	0.000
	كبش شاهد	4	730.00	2.16	728	733			
الأسبوع الثاني	كبش محقون بالأوميغا-3	4	821.00	1.83	819	823	107.50	66.883	0.000
	كبش شاهد	4	713.50	2.65	710	716			
الأسبوع الثالث	كبش محقون بالأوميغا-3	4	870.75	2.63	867	873	161.25	110.078	0.000
	كبش شاهد	4	709.50	1.29	708	711			
الأسبوع الرابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	900.75	2.75	898	904	175.50	81.606	0.000
	كبش شاهد	4	725.25	3.30	721	729			
الأسبوع الخامس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	890.50	2.65	888	894	240.50	97.509	0.000
	كبش شاهد	4	650.00	4.16	645	655			
الأسبوع السادس	كبش محقون بالأوميغا-3	4	968.25	1.71	966	970	257.50	213.230	0.000
	كبش شاهد	4	710.75	1.71	709	713			
الأسبوع السابع	كبش محقون بالأوميغا-3	4	940.75	1.71	939	943	276.75	200.996	0.000
	كبش شاهد	4	664.00	2.16	661	666			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز التستوستيرون في الدم (نغ/مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة الكباش، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تركيز التستوستيرون في الدم (نغ/مل) في مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة الكباش.



مخطط رقم (23): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز التستوستيرون في الدم (نغ/مل) في عينة الدم للكباش وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (24): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز التستوستيرون في الدم (نغ/مل) في عينة الكباش وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

ثانياً – دراسة النعاج:

تم قياس وحساب كل من تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل)، تركيز الكوليسترول في الدم (مغ/دل)، تركيز الـ LDL في الدم (مغ/دل)، تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل)، تركيز هرمون البروجسترون P4 (نغ/دل) في سبع فترات زمنية مختلفة (في الأسبوع الأول والثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع) لكل نعجة من النعاج المدروسة في عينة النعاج، وقد تم حساب قيم نسبة التغير في قيم كل من المتغيرات الخمسة المذكورة (%) في كل من الفترات الزمنية (الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع) لكل نعجة من النعاج المدروسة في عينة النعاج كما هو موضّح في المعادلة الآتية:

نسبة التغير في قيمة المتغير المدروس (%) في فترة زمنية لكل نعجة = (مقدار التغير في قيمة المتغير نفسه في الفترة الزمنية نفسها ÷ قيمة المتغير نفسه في البدء) × 100 للنعجة نفسها

كما تم الاستقصاء عن كل من كثافة الشياع ومتوسط فترة التلقيح وحدوث الحمل والولادات التوأمية والمفردة وعدد المواليد ونسبة الولودية ووزن المواليد (بالكغ) وجنس المواليد لكل نعجة من النعاج المدروسة في عينة النعاج.

ثم تمت دراسة تأثير الحقن بالأوميغا–3 والفترة الزمنية المدروسة في كل من المتغيرات المقاسة والمحسوبة وتمت دراسة تأثير طريقة التلقيح المتبعة في قيم وتكرارات كل من المتغيرات المتعلقة بالحمل في عينة النعاج وكانت نتائج التحليل كما يأتي:

12.7. تركيز الغلوكوز في الدم Blood Glucose Concentration:

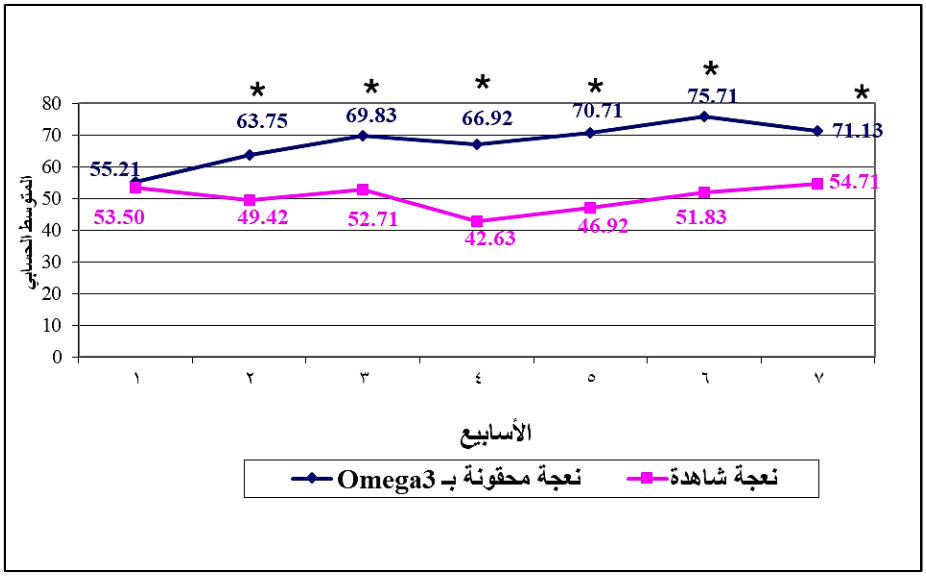
- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الغلوكوز في الدم في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

جدول رقم (12): متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

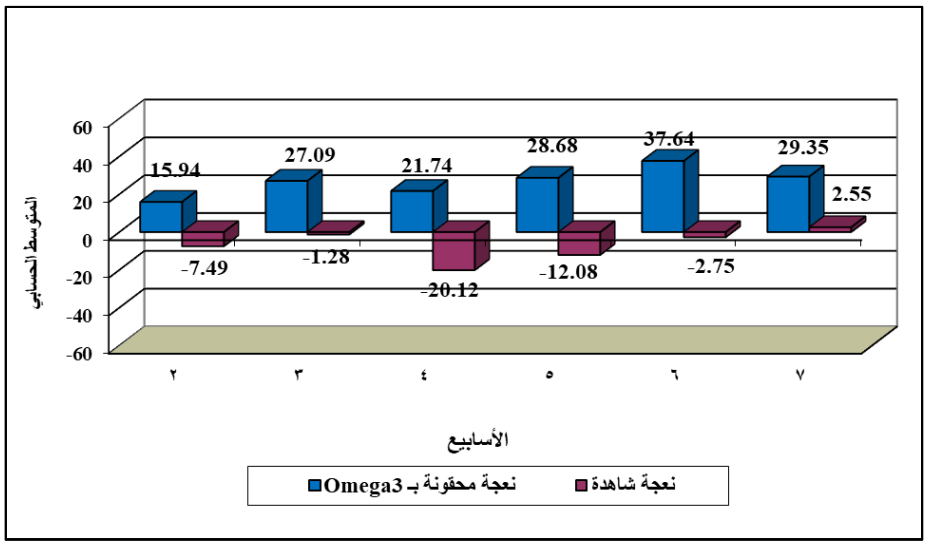
المتغير المدروس = تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد النعاج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	55.21	3.40	49	60	1.71	1.945	0.058
	نعجة شاهد	24	53.50	2.64	48	58			
الأسبوع الثاني	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	63.75	3.59	58	70	14.33	15.628	0.000
	نعجة شاهد	24	49.42	2.70	44	55			
الأسبوع الثالث	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	69.83	3.19	65	76	17.13	21.875	0.000
	نعجة شاهد	24	52.71	2.14	48	57			
الأسبوع الرابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	66.92	2.43	62	72	24.29	32.339	0.000
	نعجة شاهد	24	42.63	2.76	38	48			
الأسبوع الخامس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	70.71	3.24	67	79	23.79	30.280	0.000
	نعجة شاهد	24	46.92	2.08	43	50			
الأسبوع السادس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	75.71	2.37	71	80	23.88	26.434	0.000
	نعجة شاهد	24	51.83	3.74	46	60			
الأسبوع السابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	71.13	1.96	68	75	16.42	20.397	0.000
	نعجة شاهد	24	54.71	3.42	50	61			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 في البدء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) في الأسبوع الأول بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية المدروسة الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في كل من الفترات الزمنية المعنية في عينة النعاج، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) في مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة النعاج الشاهدة في كل من الفترات الزمنية المعنية في عينة النعاج.



مخطط رقم (25): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (26): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الغلوكوز في الدم (مع/دل) في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

13.7. تركيز الكوليسترول في الدم Blood Cholesterol Concentration:

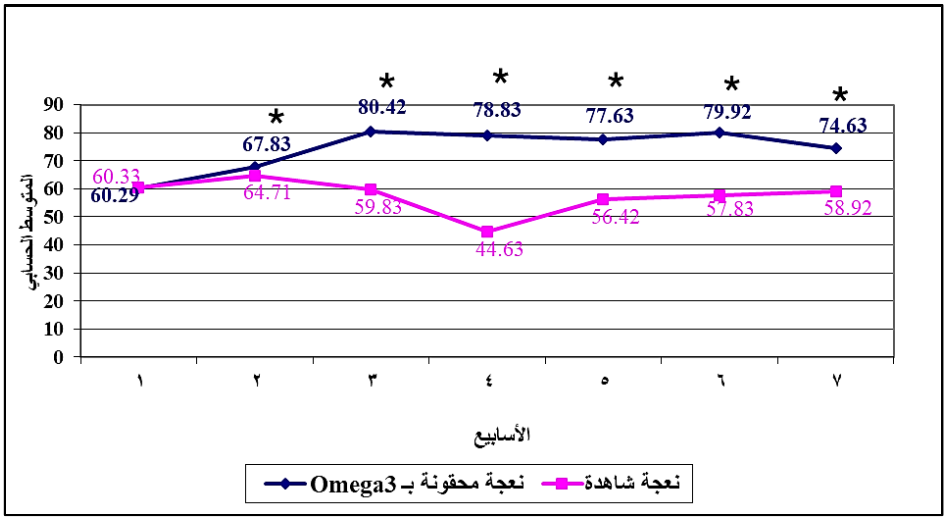
- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الكوليسترول في الدم في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

جدول رقم (13): متوسط تركيز الكوليسترول في الدم (مع/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

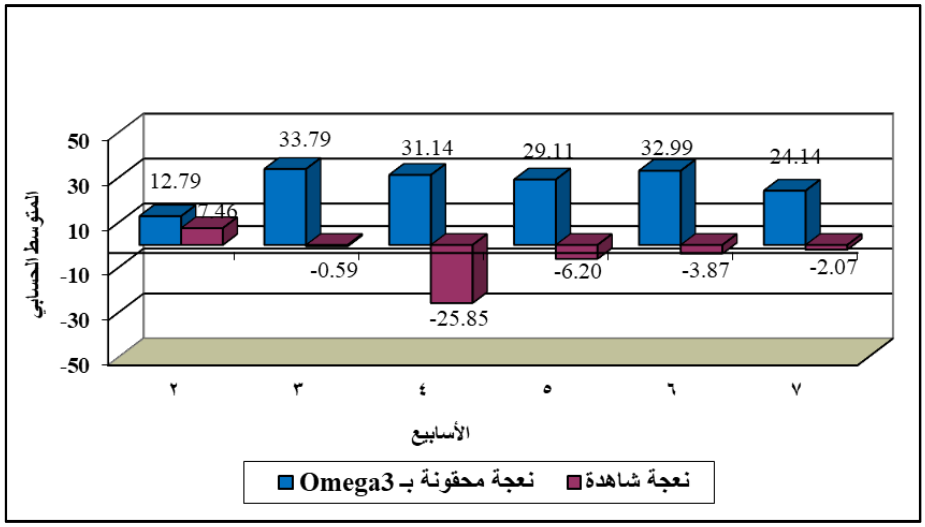
المتغير المدروس = تركيز الكوليسترول في الدم (مع/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد النعاج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة P
الأسبوع الأول	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	60.29	3.50	55	67	-0.04	-0.044	0.965
	نعجة شاهد	24	60.33	3.10	55	67			
الأسبوع الثاني	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	67.83	3.34	63	75	3.13	3.548	0.001
	نعجة شاهد	24	64.71	2.73	59	70			
الأسبوع الثالث	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	80.42	2.69	75	87	20.58	26.736	0.000
	نعجة شاهد	24	59.83	2.65	55	64			
الأسبوع الرابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	78.83	2.32	75	84	34.21	43.654	0.000
	نعجة شاهد	24	44.63	3.06	39	52			
الأسبوع الخامس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	77.63	2.34	73	81	21.21	23.400	0.000
	نعجة شاهد	24	56.42	3.78	47	63			
الأسبوع السادس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	79.92	2.10	76	84	22.08	25.969	0.000
	نعجة شاهد	24	57.83	3.60	50	63			
الأسبوع السابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	74.63	2.26	71	79	15.71	19.305	0.000
	نعجة شاهد	24	58.92	3.28	52	64			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في البدء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الكوليسترول في الدم (مع/دل) في الأسبوع الأول بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج.

أما بالنسبة لكل من الفترات الزمنية المدروسة الباقية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الكوليسترول في الدم (مع/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في كل من الفترات الزمنية المعنية في عينة النعاج، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تركيز الكوليسترول في الدم (مع/دل) في مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة النعاج الشاهدة في كل من الفترات الزمنية المعنية في عينة النعاج.



مخطط رقم (27): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الكوليسترول في الدم (مع/دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (28): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الكوليسترول في الدم (مع/دل) في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

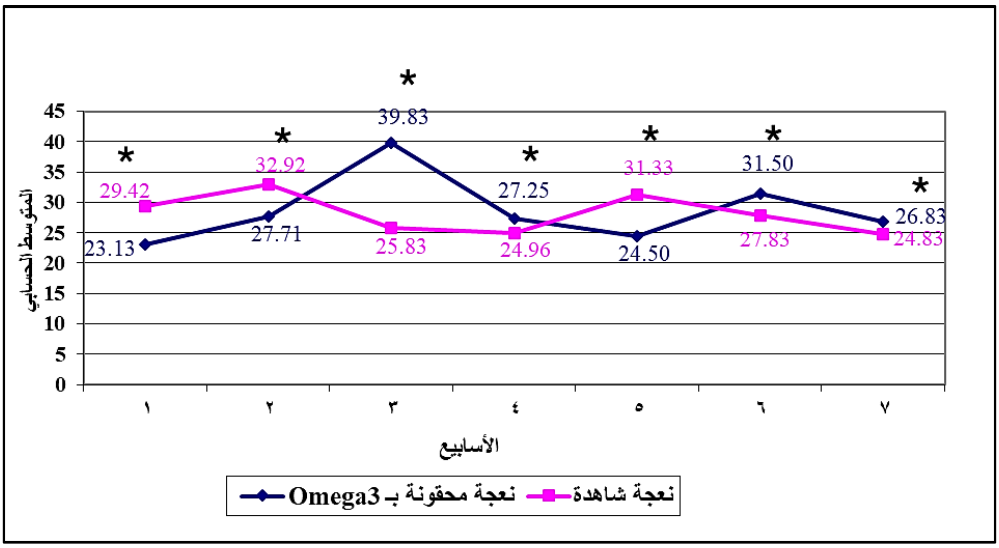
14.7. تركيز الـ LDL في الدم Blood LDL Concentration:

- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الـ LDL في الدم في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

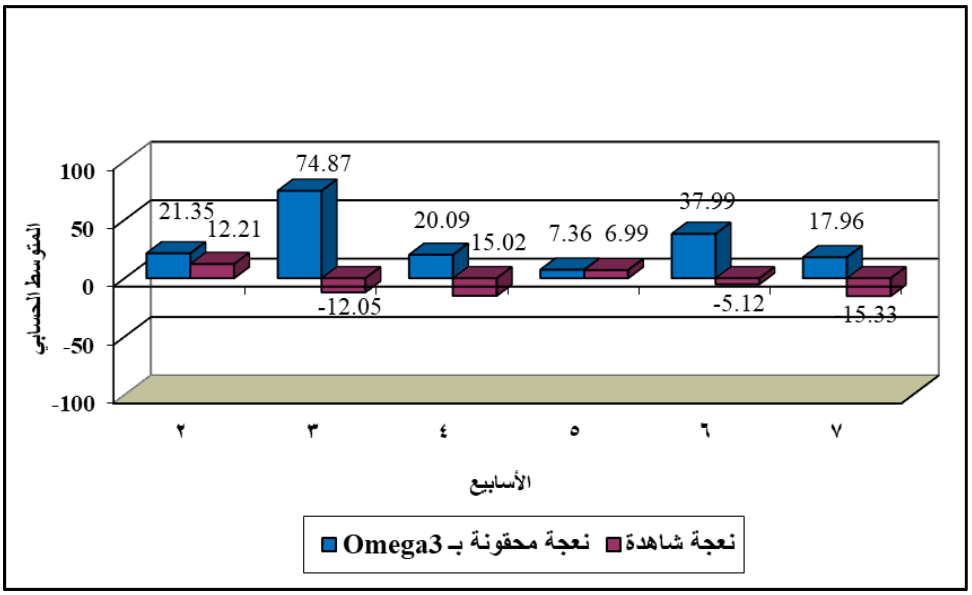
جدول رقم (14): متوسط تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد النعاج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	23.13	2.79	19	29	-6.29	-9.340	0.000
	نعجة شاهد	24	29.42	1.77	26	33			
الأسبوع الثاني	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	27.71	2.16	23	33	-5.21	-8.428	0.000
	نعجة شاهد	24	32.92	2.12	29	37			
الأسبوع الثالث	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	39.83	3.40	33	46	14.00	17.717	0.000
	نعجة شاهد	24	25.83	1.86	23	29			
الأسبوع الرابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	27.25	2.51	23	33	2.29	3.602	0.001
	نعجة شاهد	24	24.96	1.85	20	28			
الأسبوع الخامس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	24.50	1.62	21	28	-6.83	-10.992	0.000
	نعجة شاهد	24	31.33	2.58	27	36			
الأسبوع السادس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	31.50	2.04	28	35	3.67	6.362	0.000
	نعجة شاهد	24	27.83	1.95	25	33			
الأسبوع السابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	26.83	2.46	22	31	2.00	2.945	0.005
	نعجة شاهد	24	24.83	2.24	20	28			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة النعاج، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في الأسبوع الأول والثاني والرابع في مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 كانت أصغر منها في مجموعة النعاج الشاهدة، ونستنتج أن قيم تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) بعد الأسبوع الثالث والخامس والسادس والسابع في مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج.



مخطط رقم (29): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (30): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الـ LDL في الدم (مع/دل) في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

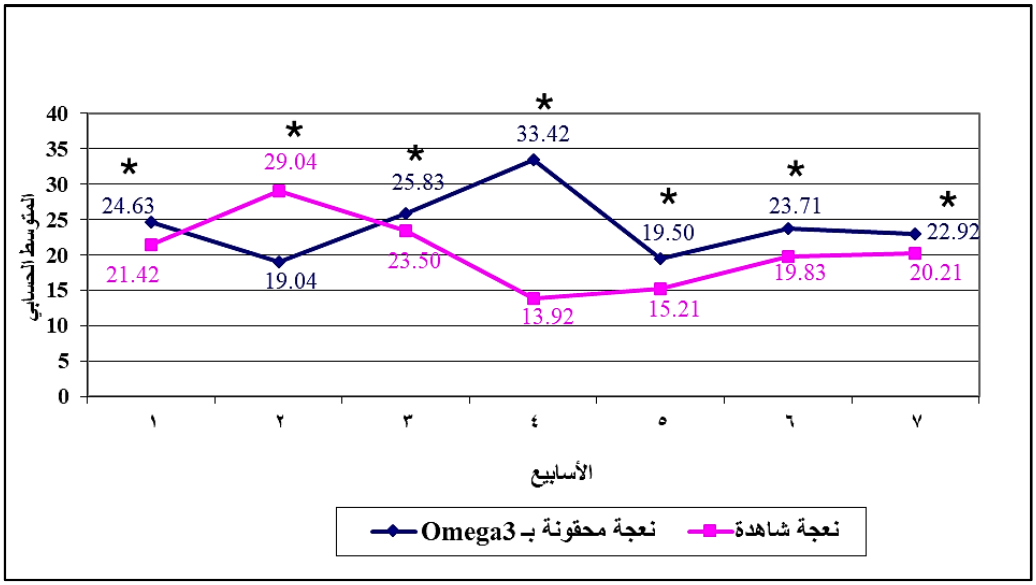
15.7. تركيز الـ HDL في الدم Blood HDL Concentration:

- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز الـ HDL في الدم في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

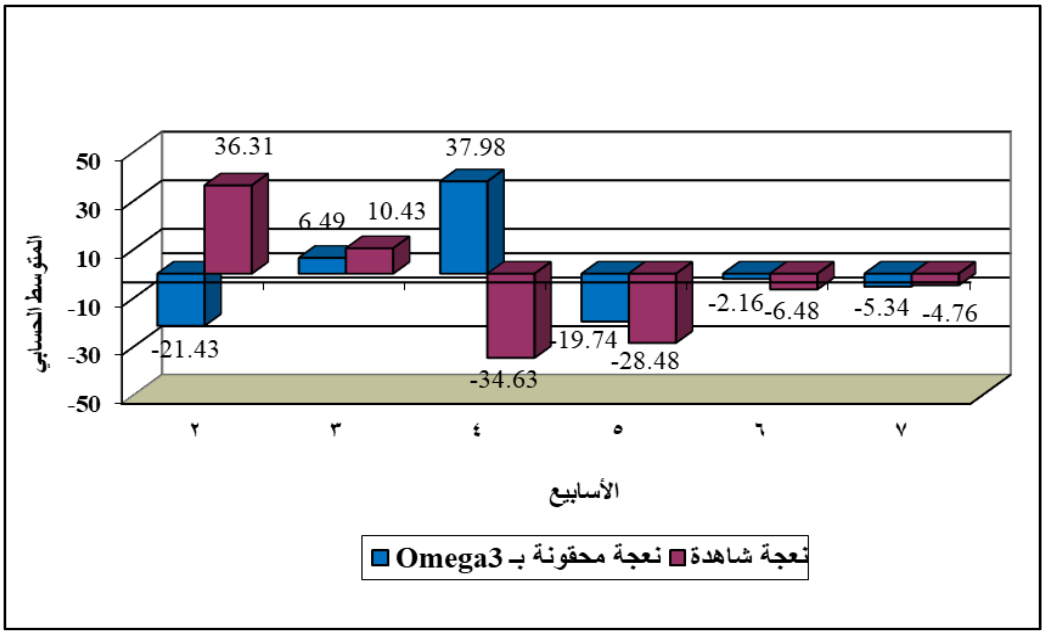
جدول رقم (15): متوسط تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل)									
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد النعاج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	24.63	3.00	20	30	3.21	4.431	0.000
	نعجة شاهد	24	21.42	1.89	16	25			
الأسبوع الثاني	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	19.04	1.57	16	21	-10.00	-15.106	0.000
	نعجة شاهد	24	29.04	2.84	21	34			
الأسبوع الثالث	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	25.83	1.58	23	29	2.33	3.845	0.000
	نعجة شاهد	24	23.50	2.52	19	28			
الأسبوع الرابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	33.42	2.57	27	38	19.50	30.231	0.000
	نعجة شاهد	24	13.92	1.84	11	18			
الأسبوع الخامس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	19.50	2.38	15	26	4.29	7.475	0.000
	نعجة شاهد	24	15.21	1.50	13	18			
الأسبوع السادس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	23.71	2.18	20	28	3.88	6.670	0.000
	نعجة شاهد	24	19.83	1.83	18	24			
الأسبوع السابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	22.92	2.41	19	27	2.71	4.502	0.000
	نعجة شاهد	24	20.21	1.69	18	24			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة النعاج، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل) في الأسبوع الثاني في مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 كانت أصغر منها في مجموعة النعاج الشاهدة، ونستنتج أن قيم تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل) في الأسبوع الأول والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع في مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج.



مخطط رقم (31): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل) في عينة الدم للنعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



مخطط رقم (32): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز الـ HDL في الدم (مغ/دل) في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

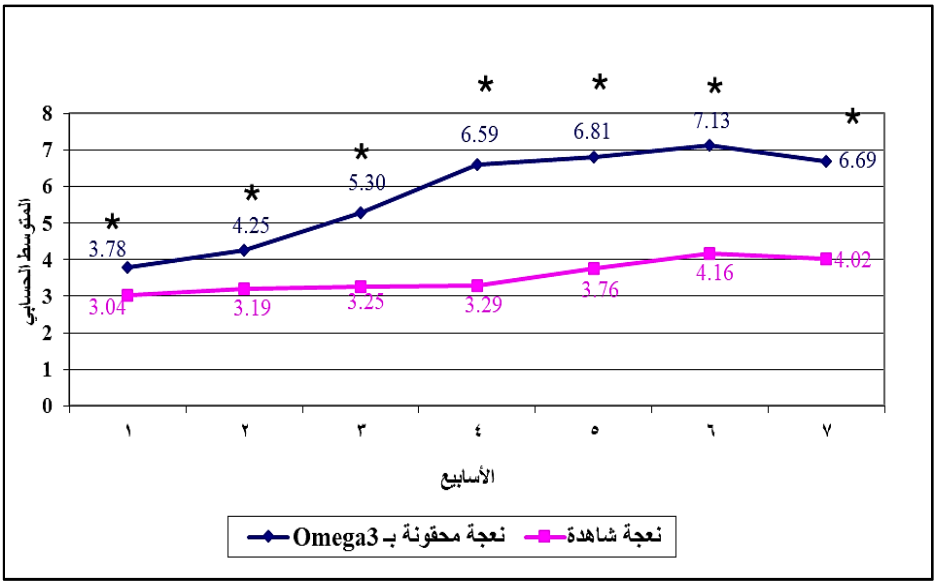
16.7. تركيز البروجسترون في الدم Blood Progesterone Concentration:

- **تأثير الحقن بالأوميغا-3 في قيم تركيز البروجسترون P4 في الدم في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

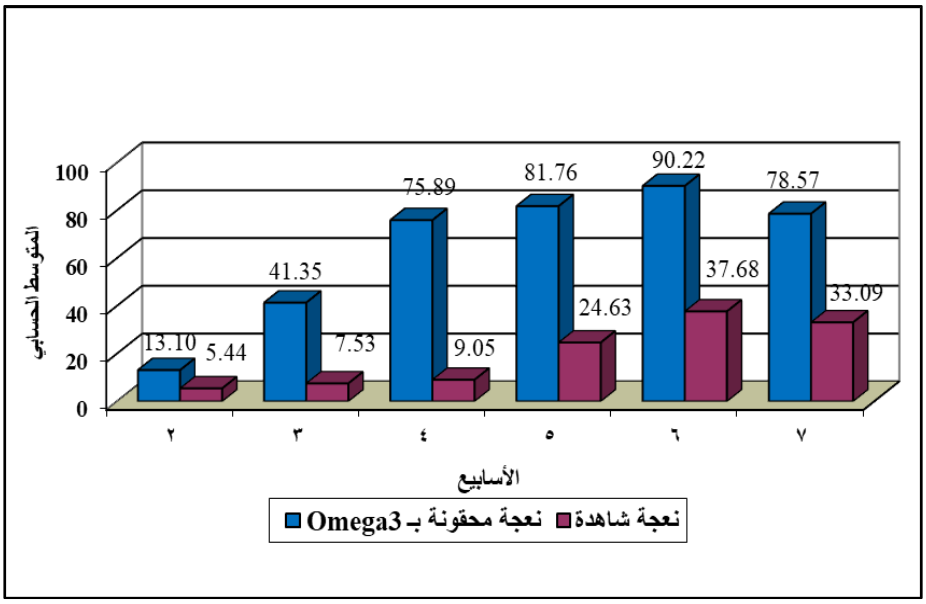
جدول رقم (16): متوسط تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ/دل)								
الفترة الزمنية	الحقن بالأوميغا-3	عدد النعاج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	قيمة P
الأسبوع الأول	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	3.78	0.35	3.2	4.9	0.73	8.174	0.000
	نعجة شاهد	24	3.04	0.27	2.6	3.6			
الأسبوع الثاني	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	4.25	0.42	3.6	5	1.06	11.423	0.000
	نعجة شاهد	24	3.19	0.16	2.9	3.6			
الأسبوع الثالث	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	5.30	0.28	4.8	5.8	2.05	31.094	0.000
	نعجة شاهد	24	3.25	0.16	3	3.6			
الأسبوع الرابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	6.59	0.28	6.1	7.1	3.30	52.552	0.000
	نعجة شاهد	24	3.29	0.13	3.1	3.6			
الأسبوع الخامس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	6.81	0.22	6.4	7.3	3.05	47.021	0.000
	نعجة شاهد	24	3.76	0.23	3.3	4.2			
الأسبوع السادس	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	7.13	0.16	6.8	7.5	2.96	46.913	0.000
	نعجة شاهد	24	4.16	0.27	3.8	4.7			
الأسبوع السابع	نعجة محقون بالأوميغا-3	24	6.69	0.16	6.4	6.9	2.67	48.443	0.000
	نعجة شاهد	24	4.02	0.22	3.7	4.5			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة النعاج، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ/دل) في مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 كانت أكبر منها في مجموعة النعاج الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة النعاج.



مخطط رقم (33): يمثل المتوسط الحسابي لقيم تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ/دل) في عينة النعاج وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والحقن بالأوميغا-3 تشير الـ* لوجود فرق معنوي عند مستوى $P \leq 0.05$.



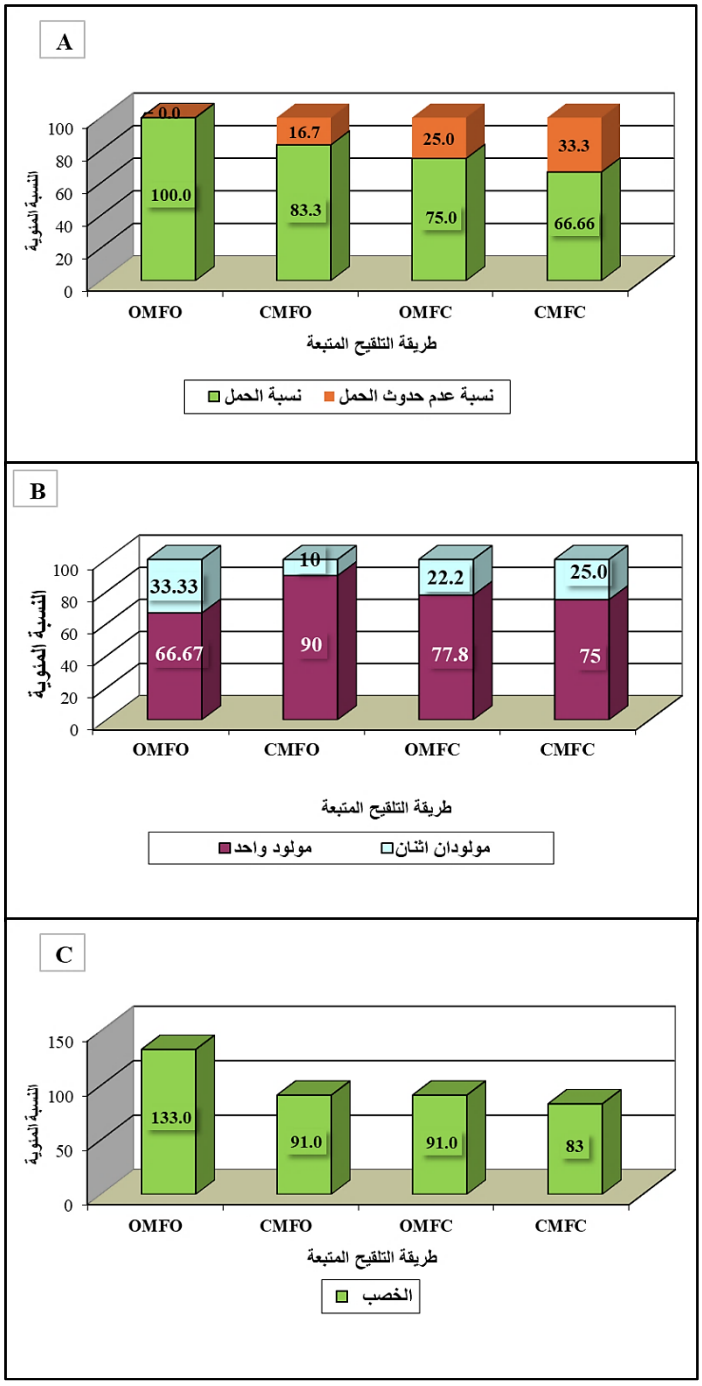
مخطط رقم (34): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في تركيز البروجسترون P4 في الدم (مع/دل) في عينة النعاج وفقاً للحقن بالأوميغا-3 والفترة الزمنية المدروسة.

17.7. المؤشرات التناسلية Reproductive Indicators:

جدول رقم (17): يبين تأثير حقن الأوميغا-3 في المؤشرات التناسلية والفروق المعنوية بين مجموعات الدراسة والتفاعل بين الذكور والاناث المعاملة بالأوميغا-3 وتأثيرها في المؤشرات التناسلية.

المؤشر المدروس	الواحدة	المجموعات				قيمة P≤0.05				تفسير الدلالة
		OMFO	CMFO	OMFC	CMFC	بين المجموعات	تأثير الذكر	تأثير الأنثى	ذكرX الأنثى	
كثافة الشياع الدورة 1	عدد	(12/7)	(12/8)	(12/8)	(12/8)	0.96	0.82	0.82	0.82	لا توجد تأثيرات معنوية.
	(%)	58.3 a	66.6 a	66.6 a	66.6 a					
كثافة الشياع الدورة 2	عدد	(5/4)	(4/3)	(4/2)	(4/2)	0.04	0.08	0.04	0.09	تأثير النعاج معنوي وتأثير الكباش قريب من المعنوية، نعاج الأوميغا قد تحسن الشياع في الدورة الثانية بغض النظر عن نوع الكبش.
	(%)	80 a	75 a	50 b	50 b					
فترة التلقيح /اليوم	المتوسط الحسابي	15.83 a	16.1 a	20 b	21.25 b	0.04	0.09	0.04	0.09	تأثير النعاج معنوي وتأثير الكباش قريب من المعنوية، نعاج الأوميغا (بغض النظر عن الكبش) تلقح في وقت أبكر مقارنة بالنعاج الشاهدة
	الانحراف المعياري	±2.82	±4.63	±3.07	±6.41					
الحمل	عدد	(12/12)	(12/10)	(12/9)	(12/8)	0.03	0.03	0.01	0.04	يوجد تأثير تآزري بين الكباش والنعاج المعاملة
	(%)	100.0 a	83.33 ab	75 b	66.66 b					
الولادات الفردية	عدد	(12/8)	(10/9)	(9/7)	(8/6)	0.08	0.09	0.07	0.08	لا توجد تأثيرات معنوية، رغم أن قيم P قاربت مستوى الدلالة إلا أنها لم تصل إليه
	(%)	66.67 a	90 a	77.8 a	75 a					
الولادات التوأمية	عدد	(12/4)	(10/1)	(9/2)	(8/2)	0.08	0.09	0.07	0.08	غير معنوي .رغم أن OMFOسجلت أعلى نسبة توأم (33.3%)، إلا أن التأثيرات الرئيسية والتفاعل لم تصل للمعنوية
	(%)	33.33 a	10 a	22.2 a	25 a					
المواليد	عدد	16	11	11	10	0.04	0.03	0.01	0.04	يوجد تأثير تآزري بين الكباش والنعاج المعاملة
	المتوسط الحسابي	1.33 a	0.91 b	0.91 b	0.83 b					
الولودية	(%)	133.33 a	91.66 b	91.66 b	83.33 b	0.04	0.03	0.01	0.04	يوجد تأثير تآزري بين الكباش والنعاج المعاملة
المواليد الذكور	(%)	47.1 a	50.0 a	45.5 a	50.0 a	0.874	1.000	1.000	1.000	لا توجد تأثيرات معنوية.
المواليد الإناث	(%)	52.9 a	50.0 a	54.5 a	50.0 a	0.874	1.000	1.000	1.000	لا توجد تأثيرات معنوية.
وزن المواليد (كغ)	متوسط	3.99a	4.03a	4.12a	4.09a	0.874	0.56	0.63	0.91	لا توجد تأثيرات معنوية.
	الانحراف المعياري	±0.33	±0.34	±0.32	±0.22					

- المجموعات = OMFO :كباش أوميغا + نعاج أوميغا، = CMFO كباش شاهدة + نعاج أوميغا، = OMFC كباش أوميغا + نعاج شاهدة، = CMFC كباش شاهدة + نعاج شاهدة (الضابطة).
- الأحرف المختلفة ضمن الصف تشير إلى فروق معنوية عند (P≤0.05) .
- تأثير الذكور، تأثير الإناث، التفاعل :القيم أقل من (P≤0.05) تشير إلى وجود فروق معنوية.



مخطط رقم (35): A: النسبة المئوية لحدوث الحمل في عينة النعاج وفقاً لطريقة التلقيح المتبعة، B: النسبة المئوية للمواليد التوأمية والفردية في عينة النعاج وفقاً لطريقة التلقيح المتبعة، C: نسبة الولودية في عينة النعاج وفقاً لطريقة التلقيح المتبعة OMFO = كباش أوميغا + نعاج أوميغا، CMFO = كباش شاهدة + نعاج أوميغا، OMFC =كباش أوميغا + نعاج شاهدة، CMFC = كباش شاهدة + نعاج شاهدة.

8. المناقشة Discussion

8. المناقشة Discussion:

- **مؤشرات السائل المنويSemen Indications:**

1. حجم السائل المنوي Semen Volume:

نشاهد من الجدول (1) زيادة حجم السائل المنوي في جميع الفترات الزمنية باستثناء الأسبوع الأول والرابع ويُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 في جميع الفترات الزمنية الأخرى أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط حجم السائل المنوي (مل) في الأسبوع الثاني والثالث والخامس والسادس والسابع والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة كما نلاحظ من المخططين (3-4) أن هنالك تفاعل معنوي بين الزمن والمعالجة ويوجد تحسن تدريجي بحجم السائل المنوي بلغ ذروته في الأسبوع السادس والسابع (1.45 مل) من التجربة تتوافق هذه النتائج مع (Hundal *et al*., 2019 ; Masoudi, Alizadeh, *et al*.,2014; El-Desoky, *et al*.,2023; and Dadashpour,2021) وقد يعزى ذلك إلى دور الأوميغا-3 في تنشيط الغدد التناسلية الملحقة (الحويصلة المنوية، البروستات، غدة كوبر) والحفاظ على سلامتها وكفاءتها الوظيفية عبر آليتها المضادة للالتهاب (Gulliver *et al*.,2012) إذْ تساهم هذه الغدد بشكل كبير في حجم السائل المنوي الكلي (تفرز الحويصلة المنوية ما يقرب من 70% من الحجم الكلي للسائل المنوي والمكونات الكيميائية الحيوية مثل الفركتوز والإنزيمات والبروتينات في الثدييات) (La Vignera *et al*., 2011). كما تدخل الأوميغا-3 في تركيب الأغشية الخلوية لبطانة الغدد الملحقة وكريات الدم الحمراء، مما يزيد من مرونتها وبالتالي تحسين تدفق الدم المحمل بالعناصر الغذائية والأوكسجين اللازمين لتنشيط الإفراز، مع ضمان إزالة

أفضل لنواتج الاستقلاب الضارة (Swanson *et al*., 2012) ونتيجة لكل ذلك تتحسن الدورة الدموية في الغدد التناسلية الملحقة مما يعني وصول أفضل للعناصر الغذائية اللازمة للتخليق الحيوي للمواد المفرزة مثل الفركتوز والإنزيمات و البروتينات وإزالة أفضل للمواد الضارة الناتجة عن عمليات الاستقلاب مما يزيد من معدل إنتاج السائل المنوي وينعكس إيجاباً على حجم السائل المنوي. اختلفت نتائج الدراسة مع (Moallem *et al*.,2015) والذي لم يجد فرقاً معنوياً واضحاً في حجم السائل المنوي عند استخدام الأوميغا-3 على الرغم من وجود فرق حسابي وربما يعود ذلك إلى اختلاف الظروف التربوية والبيئية أو نوع الحيوان، كما اختلفت النتائج مع (Fair *et al*.,2014) إذْ لم يجد فرقاً معنوياً واضحاً في حجم السائل المنوي عند استخدام الأوميغا-3 على الرغم من وجود فرق حسابي وربما يعود ذلك إلى استخدام الباحث لسلالات متعددة وأعمار متفاوتة تتراوح بين 11-36 شهراً، مما قد يؤثر في استجابة الحيوانات للمعاملة.

2. الحركية الجماعية والفردية Collective And Individual Motility:

نلاحظ من الجدولين (2) و(3) زيادة في نسبة الحركية الجماعية والفردية للنطاف في جميع الفترات الزمنية باستثناء الأسابيع الأول والثامن والتاسع؛ ويُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 في جميع الفترات الزمنية الأخرى، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في نسبة الحركية الجماعية والفردية للنطاف بعد الأسبوع الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة، كما نلاحظ من المخططات (5-6-7-8) أن هنالك تفاعل معنوي بين الزمن والمعالجة ويوجد تحسن تدريجي في نسبة الحركية الجماعية و الفردية بلغ ذروته في الأسبوع السادس والسابع (95%،90%) للحركية الجماعية والفردية على التوالي من التجربة، تتوافق هذه النتائج مع (Hundal *et al*., 2019؛ Samadian *et al*.,2010 ;Alizadeh, *et al*.,2014 ؛Masoudi, and Dadashpour,2021

؛ Esmaeili *et al*.,2014) وتُعد الحركية الجماعية والفردية من المعايير الأساسية لجودة النطاف؛ إذْ تمثل هاتين الصفتين قدرة النطفة على الحركية وبشكل مستقيم والتقدم باتجاه البويضة (Hoek *et al*.,2022)، وتلعب الأوميغا-3، ولاسيما (DHAو EPA)، دوراً محورياً في تحديد الخصائص الوظيفية والهيكلية للنطفة؛ إذْ تعمل على تعديل سيولة ومرونة الغشاء البلازمي من خلال الاندماج مع الدهون الفوسفورية (Phospholipids) التي تُعد المكون الأساسي للغشاء البلازمي Gulliver (*et*) *al*.,2012) ونظراً لامتلاك الأوميغا-3 سلسلة كربونية طويلة تحتوي على عدة روابط مزدوجة غير مشبعة، فإن هذه الروابط تزيد من مساحة التباعد بين جزيئات الفوسفوليبيدات، مما يقلل من صلابة الغشاء ويزيد من سيولته ومرونته (Stillwell and Wassall,2003) تعتمد النطفة على حركة الذيل المتموجة لتدفع نفسها إلى الأمام بشكل ديناميكي ومستمر، وإذا كان الغشاء المحيط بالذيل ضعيف المرونة، فإنه يقاوم هذه الحركة مما يبطئ النطفة؛ بينما تسمح المرونة العالية الناتجة عن الأوميغا-3 بتموجات سهلة وفعالة للذيل، مما يحسن الحركية التقدمية وهنا تظهر أهمية خاصية المرونة الناتجة عن الأوميغا-3 (Yuan *et al*.,2023)، أيضاً تعد صفة السيولة مهمة جداً لنقل الإشارات والمستقبلات والإنزيمات المهمة المنشطة للحركية؛ فذيول سلاسل الأوميغا-3 تكون ملتوية الشكل، عكس الأحماض الدهنية المشبعة والتي تكون مستقيمة ومضغوطة، عندما تندمج الأوميغا-3 في الغشاء البلازمي للنطفة فتخلق هذه الالتواءات فراغات بين جزيئات الفوسفوليبيدات، تساعد هذه الفراغات على تقليل قوى التجاذب أو ما يعرف بقوة فان دير فالس بين الجزيئات المجاورة وتسمح بحرية حركة أكبر لحركة قنوات الكالسيوم التي تُعد عاملاً حاسماً في حركية النطاف إذْ تعتمد الحركية السليمة والتقدمية للنطفة على تدفق سريع ومنظم لأيونات الكالسيوم إلى داخل الخلية (Treviño *et al*.,2001). ومن ناحية أخرى، تعمل الأوميغا-3 على تعزيز إنتاج الطاقة؛ إذْ تمثل الميتوكوندريا الموجودة في القطعة المتوسطة للنطفة محطات لتوليد الـ ATP والذي يعمل كوقود

مباشر للمحرك البروتيني الدانين (Dynein) الموجود على طول المحور العصبي للذيل إذْ يعمل الدانين على تحليل جزيئات الـ ATP مما يؤدي إلى حركة الانزلاق النسبي للنبيبات الدقيقة وبالتالي توليد قوة الانثناء والتموجات اللازمة لدفع النطفة (Amaral *et al*. 2013)، وتساهم الأوميغا-3 في تحسين كفاءة نقل الإلكترونات عبر غشاء الميتوكوندريا، مما يؤدي لتعظيم القوة الدافعة البروتونية ويحفز تخليق الـ ATP بشكل أكبر، وبالتالي توفير إمداد طاقة وفير ومستمر لتغذية الدانين مما ينعكس إيجاباً على الحركية الجماعية والفردية للنطاف (Esmaeili *et al*., 2015).

اختلفت النتائج مع (Habibi *et al*., 2017)، والذي لم يجد فرقاً معنوياً واضحاً على الحركية الجماعية والفردية للنطاف عند استخدام الأوميغا-3، وقد عزى الباحث ذلك الى ارتفاع مؤشرات الإجهاد التأكسدي وزيادة تركيز المالونديالدهيد (Malondialdehyde) في البلازما المنوية، مما منع تحسن الخصائص العامة للسائل المنوي، كما اختلفت النتائج مع (Fair *etal*.,2014) إذْ لم يلاحظ تحسن معنوي واضح على الحركية الجماعية والفردية للنطاف عند استخدام الأوميغا-3، وربما يعود ذلك إلى اختيار الباحث عدة سلالات وأعمار مختلفة تتراوح بين 11-36 شهراً بينما استخدم في التجربة كباش عواس تراوحت أعمارها بين (3-5 سنوات).

3. تركيز النطاف Sperm Concentration:

يوضح الجدول (4) زيادة تركيز النطاف في جميع الفترات الزمنية باستثناء الأسبوع الأول ويُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 في جميع الفترات الزمنية الأخرى، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز النطاف (مليون/مل) في الأسبوع الثاني والثالث والخامس والسادس والسابع والثامن والتاسع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة، كما نلاحظ من المخططين (9-10) أن هنالك تفاعل معنوي بين الزمن والمعالجة ويوجد تحسن تدريجي بتركيز النطاف بلغ ذروته في الأسبوع السادس

(6229.25 مليون/مل) من التجربة، تتوافق هذه النتائج مع (Hundal *et al*., 2019; Masoudi, and Dadashpour,2021; El-Madawy *et al*., 2019; Alizadeh, *et al*.,2014; Samadian *et al*.,2010) وربما يعود ذلك إلى مساهمة الأوميغا-3 في زيادة تركيز النطاف من خلال عدة آليات، منها بناء وتنظيم النطاف De Carvalho and Caramujo, (2018)، إذْ تدخل الأوميغا-3 وخاصة حمض الـ DHA بشكل مكثف في تركيب أغشية النطاف، ويعد الـ DHA عنصراً مهماً في تكوين كل من الغشاء البلازمي للنطفة وتطوير الغشاء المحيط بالأكروزوم (القُونس)(Ofosu *et al*., 2023). كما تنظم الأوميغا-3 التعبير الجيني المرتبط بتكوين النطاف من خلال ارتباطها بمستقبلات PPARs في النواة، وتنشيط هذه المستقبلات ينظم التعبير عن جينات حاسمة في عملية انقسام وتمايز الخلايا المنوية وبالتالي تعمل الأوميغا-3 كإشارة لخلايا الخصية لاستمرار وزيادة إنتاج النطاف بشكل فعال (Deckelbaum *et al*., 2006).

تعد عملية بناء النطاف عملية نشطة للغاية وتستهلك كميات كبيرة من الطاقة؛ لذا تعمل الأوميغا-3 على تحسين وظيفة الميتوكوندريا في خلايا سيرتولي (Sertoli cells) بالخصية، وهي الخلايا الداعمة والمغذية للنطاف، لزيادة كفاءة إنتاج الـ ATP لتوفير الطاقة الكافية، مما ينعكس إيجاباً على عمليات الانقسام والتمايز (Van Tran *et al*., 2017). كما تعمل الأوميغا-3 كمنظم رئيسي للبيئة الكيمياحيوية داخل الجسم والتي بدورها تتحكم في وظيفة الخصية عبر محورين الإيكوسانويدات وإنتاج الهرمونات، والإيكوسانويدات هي هرمونات محلية مشتقة من الأحماض الدهنية الأوميغا-6 والتي تشمل الـ PGF2α والـ LTB4، وهذه الجزيئات محفزة للالتهاب مما يزيد من الإجهاد التأكسدي والاستجابة الالتهابية بالخصية مما يضر بالخلايا المنوية النامية. تتنافس الأوميغا-3 على نفس إنزيمات الأكسدة الحلقية (COX) والليبوكسيجيناز (LOX) وتزيح الأوميغا-6 عن مواقع الإنزيمات وتتحول إلى إيكوسانويدات من السلسلة 3 و 5 مثل الـ PGE3 والـ LTB5 وهذه الإيكوسانويدات

الجديدة لها تأثير أقل إثارة للالتهاب بل وحتى مضادة للالتهاب ونتيجة ذلك يحدث انخفاض عام في الحالة الالتهابية في الخصية والجهاز التناسلي مما يوفر بيئة مثالية لعملية إنتاج النطاف (Mattos *et al*., 2000).

ومن الناحية الهرمونية، تساهم الأوميغا–3 في تحسين حساسية الخلايا البينية (Leydig cells) لهرمون الـ LH المفرز من الفص الأمامي للغدة النخامية ونتيجة لذلك تنشط الخلايا البينية وتزيد من إنتاج هرمون التستوستيرون، وهو الهرمون الرئيسي في تكوين النطاف وانقسامها وتمايزها بشكل صحيح وبذلك تعمل الأوميغا–3 على تنظيم محور (الوطاء–النخامية–الخصية) للحفاظ على توازن مثالي للإشارات الهرمونية (LH- FSH- GnRH) وبالتالي زيادة كمية النطاف المنتجة (Esmaeili *et al*., 2014).

اختلفت النتائج مع (Moallem *et al*.,2015)، الذي لم يلحظ فرقاً معنوياً واضحاً، على تركيز النطاف عند استخدام زيت السمك وزيت بذر الكتان كمصدر للأوميغا–3 على الرغم من وجود فرق حسابي وربما يعود ذلك إلى اختلاف نوع الحيوان حيث أجرى الباحث التجربة على الثيران أو لاعتماده على خليط من الثيران البالغة والفتية بفارق عمري يتجاوز الأربع سنوات، بينما استُخدم في الدراسة الحالية كباش عواس متجانسة الأعمار (3–5 سنوات).

4. الحيوية (نسبة الخلايا المنوية الحية والميتة) Viability:

يلاحظ من الجدولين (5) و(6) زيادة في نسبة الخلايا المنوية الحية وانخفاضاً في نسبة الخلايا المنوية الميتة في جميع الفترات الزمنية باستثناء الأسابيع الأول والثامن والتاسع؛ ويُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 في جميع الفترات الزمنية الأخرى، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في نسبة الخلايا المنوية الحية والميتة (%) في الأسبوع

الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة. كما يلاحظ من المخططات (11-12-13-14) أن هنالك تفاعل معنوي بين الزمن والمعالجة ويوجد تحسن تدريجي في حيوية النطاف بلغ ذروته في الأسبوع السادس (82.75%،17.25%) للنطاف الحية والميتة على التوالي من التجربة، تتوافق هذه النتائج مع Samadian *et al*.,2010 ؛Hundal *et al*., 2019;Masoudi,) and Dadashpour,2021؛ Esmaeili *et al*.,2014). وتُعد حيوية النطاف (Sperm Viability) مقياساً نوعياً حاسماً لتقييم جودة السائل المنوي؛ وتُعرَّف بقدرة الخلية المنوية على البقاء حية والحفاظ على سلامة غشائها البلازمي ووظائفها الأيضية، وتعد مؤشراً مستقلاً عن الحركية رغم ارتباطهما الوثيق (Gholami *et al*., 2011). تساهم الأوميغا-3 كعنصر هيكلي في الغشاء البلازمي للنطاف مما يحسن خصائصه الوظيفية، إذْ تعمل الأحماض الدهنية الطويلة السلسلة المتعددة مثل الـ DHA على زيادة استقرار الغشاء البلازمي للنطاف وزيادة مرونته؛ إذْ تمتلك النطاف أعلى تركيز من الـ DHA بين جميع خلايا الجسم، وهي نسبة ضرورية لتمكين تفاعلات الإخصاب (Van Tran *et al*., 2017). هذه المرونة ضرورية للحفاظ على سلامة الخلية أثناء التغيرات الحرارية القاسية، مثل التبريد والتجميد، وقد لوحظ أن زيادة الـ DHA، تؤدي إلى خفض نسبة الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة إلى الأحماض المتعددة غير مشبعة (MUFA/PUFA ratio)، مما يزيد من استقرار الغشاء ومقاومته للتلف (Collodel *et al*., 2020).

كما تؤثر الأوميغا-3 في حيوية النطاف من خلال تقليل عملية موت الخلايا المبرمج أو الاستماتة (Apoptosis) عبر مسارين: أولاً، تنشيط مسار NF-κB وهو مسار مهم لحيوية وبقاء الخلية ونتيجة لتنشيط هذا المسار يرتفع إنتاج البروتينات التي تمنع موت الخلايا المبرمج مثل بروتين BCL-2. وثانياً، تثبيط إنزيمات الكاسباز Caspase المسؤولة عن تنفيذ موت الخلايا المبرمج

(Odetayo *et al*., 2024). ومن جانب آخر تعد النطاف عرضة للإجهاد التأكسدي بسبب محتواها العالي من الأحماض الدهنية وضعف دفاعاتها المضادة للأكسدة إذْ يؤدي الإجهاد التأكسدي الى أكسدة الدهون في أغشية النطاف مما يسبب في تلف الحمض النووي لها وتماوتها (Wang *et al*., 2025). تساهم الأوميغا-3 في منع الإجهاد التأكسدي من خلال خفض الجذور الحرة في النطاف عبر عدة آليات منها تقليل إنتاج المركبات المحفزة للالتهاب مثل الإيكوسانويدات المشتقة من حمض الأراشيدونيك وذلك عن طريق إزاحته من الأغشية والتنافس معه على الإنزيمات التي تحفز تخليق الثرومبوكسانات والليوكوتترينات وهي مركبات محفزة للالتهاب مما يساهم في بيئة أقل التهاباً وأكثر ملائمة لاستمرارية النطاف (Bouhadana *et al*., 2025). كما تُستقلب الأوميغا-3 (خاصة DHA و EPA) إلى جزيئات نشطة حيوياً تسمى الريسولفينات (Resolvins) والبروتكتينات (Protectins) وهذه الجزيئات لها خصائص مضادة للالتهاب ومقاومة للإجهاد التأكسدي والذي يعد أيضاً محفزاً رئيساً لموت الخلايا المبرمج مما ينعكس إيجاباً على حيوية النطاف من خلال انخفاض نسبة الخلايا المنوية الميتة أو التي في مرحلة موت مبكر (Calder, 2015).

اختلفت النتائج مع (Habibi *et al*., 2017) والذي لم يلحظ فرقاً معنوياً واضحاً على الحركية الجماعية والفردية للنطاف عند استخدام الأوميغا-3، وقد عزى الباحث ذلك الى ارتفاع مؤشرات الإجهاد التأكسدي، والذي ينعكس سلباً على حيوية النطاف. كما اختلفت النتائج مع Khoshniat *et al*., (2020)، والذي لم يلحظ فرقاً معنوياً واضحاً على حيوية النطاف عند استخدام الأوميغا-3، وربما يعود ذلك إلى اختلاف الظروف التربوية والبيئية والتغذوية أو إلى اختلاف نوع الحيوان.

بالنتيجة، من الملاحظ أن تحسن مؤشرات السائل المنوي حصل تدريجياً في كلا المجموعتين، وربما يعود ذلك إلى إجراء التجربة في بداية الموسم التناسلي عند الكباش العواس (شهر حزيران). ولكن

لوحظ فرق معنوي تدريجي واضح في مؤشرات السائل المنوي في مجموعة التجربة بلغ ذروته في الأسبوعين السادس والسابع، وهو ما يتوافق مع مدة دورة تخليق النطاف التي تستغرق حوالي 45 يوماً بالمتوسط، مما يشير إلى تفاعل معنوي بين عامل الزمن والمعالجة بالأوميغا-3، وهذا ما لوحظ في نتائج التجربة.

- **المؤشرات الدموية Hematological Indicators:**

1. تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) Blood Glucose Concentration:

يُلاحظ في الجدول (7) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في جميع الفترات الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في جميع الفترات الزمنية في عينة الكباش، كما يلاحظ من المخططين (15-16) أن هناك تحسن تدريجي في مستوى الغلوكوز وكان أعلى مستوى في الأسبوع السادس. تتوافق هذه النتائج مع (El-Hamd *et al*., 2019) إذْ لاحظوا ارتفاعاً معنوياً في مستوى الغلوكوز في مجموعة ثيران الفريزيان التي أعطيت زيت بذور الكتان كمصدر طبيعي للأحماض الدهنية الأوميغا-3 مقارنةً مع مجموعة الشاهد، وتتوافق أيضاً النتائج مع (Nguyen *et al*., 2017) والذين لاحظوا ارتفاعاً معنوياً في مستوى الغلوكوز عند حملان من سلالة الكورديال وسلالة سفولك التي أعطيت زيت الكانولا كمصدر طبيعي للأحماض الدهنية الأوميغا-3 بالمقارنة مع حملان من سلالة المرينو. أيضاً يُلاحظ في الجدول (12) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الغلوكوز في الدم (مغ/دل) بين مجموعة

النعاج المحقونة بالأوميغا–3 ومجموعة النعاج الشاهدة في كل من الفترات الزمنية في عينة النعاج باستثناء الأسبوع الأول. كما يلاحظ من المخططين (25–26) أن هناك تحسن تدريجي في مستوى الغلوكوز وكان أعلى مستوى في الأسبوع السادس، تتوافق هذه النتائج مع (Akhtar *et al*.,2024) إذْ ارتفعت تراكيز الغلوكوز في النعاج التي أعطيت بذور الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة. كما تتوافق النتائج مع الدراسة التي قام بها (Kupczyński *et al*., 2012) والتي أظهرت زيادة في غلوكوز الدم عند إضافة مكملات زيت سمك (كمصدر للأوميغا–3) إلى عليقة أبقار الهولشتاين، ويمكن تفسير ذلك بمساهمة الأوميغا–3، وخاصةً حمضي الـ EPA والـ DHA على توفير ركائز عملية استحداث الغلوكوز (Gluconeogenesis) بشكل مباشر عبر إطلاق الغليسيرول من جزيئات الدهون الثلاثية (Wang *et al*., 2019)، وبشكل غير مباشر عبر إنتاج الأسيتيل كوإنزيم أ (Acetyl Co-A) من أكسدة بيتا، والذي يعمل كإشارة استقلابية لتفعيل مسار عملية استحداث الغلوكوز (Tetrick and Odle, 2020 ; Hsieh *et al*., 2022). تُعد عملية استحداث الغلوكوز (Gluconeogenesis)أساسية في المجترات، إذْ يتم تصنيعه من مركبات غير كربوهيدراتية مثل الغليسيرول، البروبيونات، والأحماض الأمينية، ويحدث ذلك بشكل رئيسي في الكبد وبدرجة أقل في الكلى (Hames and Hooper,2006). وهنا يلعب Acetyl Co-A دوراً مزدوجاً؛ فهو منشط إنزيمي لإنزيم بيروفيت كربوكسيلاز Carboxylase (Pyruvate) المسؤول عن تحويل البيروفيت إلى أوكسالواسيتات لبدء المسار (Willson,2022)، وهو أيضاً مزود للطاقة؛ إذْ تستهلك عملية تخليق جزيء واحد من الغلوكوز 6 جزيئات من الـ ATP يوفرها هدم الأحماض الدهنية. أما الغليسيرول الناتج عن تحلل الأحماض الدهنية، فيتحول مباشرةً إلى غلوكوز في مسار استحداث السكر عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية. يتم تحويله أولاً إلى ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات (DHAP)، وهو مشتق من السكريات الثلاثية، ليدخل بعدها في المسار العكسي لتحلل السكر

(Glycolysis)ليُنتج في النهاية غلوكوز (Hames and Hooper,2006) وبذلك، يُعد الغليسيرول المصدر المباشر للهيكل الكربوني اللازم لتخليق الغلوكوز، بينما يؤدي الأسيتيلCo-A دوراً مزدوجاً: فهو محفز للمسار (من خلال تنشيط Pyruvate Carboxylase) ومزوِّد للطاقة (عبر أكسدته في دورة كريبس).

يُعد الغلوكوز مصدر الطاقة الأساسي لخلايا الجسم، ويعد مهماً للغاية لأنسجة معينة لا تستطيع استخدام مصادر طاقة أخرى، مثل الدماغ (Mergenthaler *et al.*,2013)، ويمثل إشارة أيضية قوية تؤثر في المحور التناسلي على مستوى الدماغ والغدد التناسلية (Roa *et al.*,2010). يرتبط توفر الغلوكوز في الدم، ارتباطًا وثيقًا بكفاءة التناسل في كل من الذكور والإناث، إذْ يعمل كمعدِّل رئيسي للخصوبة والإنتاجية (Scaramuzzi *et al.*,2006) وتعد النعاج حساسة للغاية لحالة الطاقة، وترتبط مباشرةً مع الكفاءة التناسلية والقدرة على التكاثر، فإن تحسين التغذية ورفع مستويات الغلوكوز قبل موسم التكاثر يحفز إفراز اللبتين والـ GnRH، مما يعزز معدلات التبويض ويزيد من احتمالية الولادات التوأمية (Chilliard, *et al*., 2005 ; Vinoles *et al*., 2009). أما في الكباش، فتتطلب عملية إنتاج النطاف طاقة عالية يوفرها الغلوكوز لخلايا سيرتولي والنطاف، مما يضمن حركية عالية وقدرة إخصابيه فائقة (Rotimi *et al.*,2024)

اختلفت النتائج مع (Abd El-Hakeem *et al.*,2022) و (Fair *et al.*,2014) واللذين لم يجدوا تأثيراً معنوياً بتراكيز الغلوكوز عند الكباش المعاملة بزيت السمك. كما اختلفت النتائج المتعلقة بتركيز الغلوكوز عند النعاج مع (Mirzaei *et al.*,2018) و (Nazari *et al*., 2019) والذين لاحظوا أن تركيز الغلوكوز لم يتغير عند النعاج والماعز والتي تم إضافة زيت السمك إلى عليقتهم وربما يعود ذلك لاختلاف نوع السلالة إذْ لاحظ (Nguyen *et al*., 2017) أن الأوميغا−3 حسنت من مستوى

الغلوكوز عند حملان من سلالة الكورديال وسلالة سفولك ولكن لم تؤثر عليه عند حملان من سلالة المرينو. أو قد يعود الاختلاف إلى طبيعة المكمل المستخدم إذْ ربطت الدراسات السابقة بين استخدام زيت السمك مع زيادة معدل تصفية الغلوكوز في الدم. كما أشار (Nazari *et al*., 2019) إلى أن زيادة عدد مرات التغذية من مرتين إلى أربع مرات يومياً ساهمت في تحسين كفاءة استجابة الجسم للغلوكوز، وبالتالي فإن التداخل بين نوعية الدهون وتكرار التغذية يمكن أن يساهم في توازن استقلاب الغلوكوز في الجسم، بينما في الدراسة الحالية تم إعطاء الأوميغا-3 حقناً عضلياً، ويمكن أن يفسر الاختلاف بأنه عند حقن الأوميغا-3 طويل السلسلة مثل (EPA) و(DHA)، يتم امتصاصها بسرعة إلى الدورة الدموية واللمفاوية حيث تتحرر الأحماض الدهنية من جزيئات الدهون الثلاثية بواسطة إنزيم ليباز على جدران الأوعية الدموية ومن ثم ترتبط الأحماض الدهنية الحرة بألبومين المصل وتنتقل إلى الخلايا الكبدية حيث تستقلب الأحماض الدهنية إلى أستيل Co-A وقد ذكرنا سابقا أهميته في مسارات استحداث الغلوكوز.

2. تركيز الكوليسترول الكلي والبروتينات الدهنية (HDL \ LDL) في الدم (مغ/دل) عند الكباش:

يوضح الجدولين (8) و (10) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الكوليسترول والـ HDL بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، كما يُلاحظ في الجدول (9) أن مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 لديها قيماً أعلى معنوياً لتركيز الـ LDL في معظم الفترات الزمنية (باستثناء الأسبوع الأول والسادس والسابع) عند مستوى الثقة 95%. كما يلاحظ من المخططات (17-18-19-20) أن هناك تحسن تدريجي في مستوى الكوليسترول والـ HDL وكان أعلى مستوى في الأسبوع السادس والخامس على

التوالي كما يلاحظ من المخططين (21–22) أن الـ LDL انخفض مستواه في اخر أسبوعين من التجربة، تتوافق هذه النتائج مع (El-Desoky *et al*., 2023) التي سجلت ارتفاعاً في تراكيز الكوليسترول والـ HDL والـ LDL لدى الكباش التي أعطيت نسب متوسطة ومنخفضة من الأوميغا–3/الأوميغا–6 بالمقارنة مع الكباش ذات نسبة عالية والكباش الشاهدة. كما توافقت النتائج مع (Abdollahzadeh *et al*.,2024) والذين لاحظوا ارتفاع تراكيز الكوليسترول والـ LDL والـ HDL عند الكباش التي أعطيت نسب منخفضة من زيت السمك بالمقارنة مع الكباش التي أعطيت زيت فول الصويا والذي يحوي نسب عالية من الأوميغا–6. أيضاً تتفق النتائج مع Van Tran *et al*., 2017) والذين لاحظوا ارتفاع تركيز الكوليسترول عند ثيران البوفالو عند استخدام زيت بذر الكتان كمصدر للأوميغا–3، وقد يُعزى هذا التأثير إلى دور الأوميغا–3 لاسيما الـ EPA والـ DHA كجزيئات إشارية قادرة على تعديل التعبير الجيني واستقلاب الدهون في الكبد (Mirshamsollahi *et al*.,2024). توثر الأوميغا–3 وخاصةً الـ DHA بشكل مباشر في حجم وتركيب وتوزيع البروتينات الدهنية في الدم مما قد يساهم في رفع الكوليسترول الكلي للدم ويمثل رفع الـ HDL مؤشراً هاماً للفوائد الصحية للأوميغا–3 وتتم هذه العملية عبر مسارات جزيئية معقدة تشمل المستقبلات النووية والتنظيمات الناقلة (Burillo *et al*.,2012) إذْ تعمل الأوميغا–3 كروابط Ligands لمستقبلات PPAR-α الموجودة بكثافة في الكبد، مما يحفز تخليق البروتينات الدهنية الأساسية المكونة لـ HDL مثل Apo-A1 و Apo-A2، وهذا يعزز بدوره قدرة الجسم على تكوين جزيئات الـ HDL جديدة وقادرة على جمع الكوليسترول من الأنسجة الطرفية (Pizzini *et al*.,2017). أما ارتفاع الـ LDL، فيعود لقدرة حمض الـ DHA على زيادة حجم جسيمات الـ LDL، مما يجعلها أقل عرضة للتصفية من الدورة الدموية (Djuricic and Calder,2025)، كما يعمل الـ DHA إلى إبطاء عملية تحلل البروتين الدهني Apo B-100 (وهو بروتين بنيوي رئيسي في

جسيمات الـ LDL) في الدم والخلايا الكبدية ونتيجة لذلك يبقى البروتين لفترة أطول في الدورة الدموية ويزداد عمر النصف لجزيئات الـ LDL الحاملة لهذا البروتين وبالتالي ارتفاع تركيز الـ LDL في الدم (Pizzini *et al*.,2017).

يعد الكوليسترول جزيئاً حيوياً لا غنى عنه لوظيفة الخلايا في جميع الثدييات ويعد الطليعة الأساسية لتخليق الهرمونات الستيروئيدية، بما فيها التستوستيرون وتعد جزيئات الـ LDL مصدراً رئيسياً لهذا الكوليسترول؛ إذْ ترتبط بمستقبلات نوعية على سطح الخلايا البيني (Leydig cells)، ثم تُستوعب داخلها ليُستخدم الكوليسترول في مسار التخليق الهرموني (Monfared,2013)، وأظهرت الدراسات أن نشاط وقدرة الخلايا البينية على تصنيع التستوستيرون مرتبط بشكل وثيق بتوافر الـ LDL وعدد مستقبلاته، بينما يعمل الـ HDL على جمع الكوليسترول وإيصاله إلى خلايا سيرتولي لدعم عملية تكوين النطاف. كما يعد الكوليسترول مكون هيكلي هام في الغشاء البلازمي للنطاف الناضجة ويعمل على تنظم سيولة الغشاء مما يسمح بالحركية السليمة للنطاف (Dolatpanah *et al*., 2008).

تختلف النتائج مع (Abd El-Hakeem *et al*.,2022) إذْ انخفض تركيز الكوليسترول و الـ LDL في مجموعة الكباش التي تم إضافة زيت السمك في عليقتهم كما اختلفت مع (El-Hamd *et al*., 2019) والذين لاحظوا انخفاضاً معنوياً في تركيز الكوليسترول والـ LDL في مجموعة ثيران الفريزيان التي أعطيت زيت بذور الكتان كمصدر طبيعي للأحماض الدهنية الأوميغا-3 مقارنةً مع مجموعة الشاهد، أيضاً تختلف النتائج مع (Esmaeili *et al*.,2014) إذْ انخفض الكوليسترول في الدم لدى الكباش في مجموعة زيت السمك بالمقارنة مع الكباش التي تغذت على زيت دوار الشمس والكباش التي تغذت على زيت النخيل، وقد يعزى ذلك إلى زيادة تنظيم مستقبلات الـ LDL أو إعادة توزيع الكوليسترول بين مخازن الأنسجة والبلازما إذْ يتجلى ذلك بارتفاع حاجة الخصية للكوليسترول بشدة وخاصةً خلال موسم التلقيح وذلك لتلبية متطلبات تصنيع التستوستيرون حيث تستجيب الخلايا البينية

لذلك عن طريق زيادة عدد ونشاط مستقبلات الـ LDL على أغشيتها يحدث غالباً تحت تأثير هرمونات منبهة مثل هرمون الـ LH تزيد هذه المستقبلات الإضافية من معدل التقاط وامتصاص جزيئات الـ LDL من الدم وبالتالي ينخفض تركيز الـ LDL والكوليسترول الكلي في البلازما بشكل ملحوظ، لأنها تُسحب بسرعة إلى الأنسجة المستهدفة لكن مع زيادة الاستفادة الوظيفية منه في تصنيع التستوستيرون وهو ما أكده (Stocco and Clark, 1996) واللذان لاحظا أن التحفيز الهرموني بـ LH أو HCG عند ذكور الأغنام يزيد من قدرة الخصية على استخلاص الكوليسترول من الدم، مما يتوافق مع زيادة في نشاط مستقبلات الـ LDL على سطح الخلايا البينية، وينجم عنه انخفاض مؤقت في كوليسترول البلازما. وأيضاً أكدته نتائج الأبحاث السابقة إذْ ارتفع تركيز التستوستيرون على الرغم من انخفاض الـ LDL والكوليسترول والذي يعد الطليعة الأساسية لتخليق التستوستيرون.

قد يفسر انخفاض مستوى الـ LDL في آخر أسبوعين من التجربة بزيادة النشاط البدني والجنسي للكباش المرتبط بعملية التلقيح؛ إذْ تميل الكباش إلى إظهار نشاط أعلى لإنزيمات الأكسدة الدهنية مقارنة بالإناث حيث يتم توجيه الدهون نحو إنتاج الطاقة اللازمة للنشاط البدني والجنسي المتزايد للكباش مما يجعل حفظ الـ LDL في الكباش مرتبطاً بحرق الدهون لإنتاج الطاقة (Xie *et al.*,2025). كما تحفز الأوميغا-3 الكبد على زيادة تصفية الـ LDL من الدم ي هذه المرحلة لمنع الإجهاد الاستقلابي المرتبط بارتفاع الليبيدات الضارة (Palani and Omer, 2025)

3. تركيز الكوليسترول الكلي والبروتينات الدهنية (HDL \ LDL) في الدم (مغ/دل) عند النعاج:

يُلاحظ في الجداول (13) و (14) و (15) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة ما عدا الأسبوع الأول للكوليسترول، أي أنه عند مستوى الثقة 95%

توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز الكوليسترول والـ HDL والـ LDL بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة. كما يلاحظ من المخططين (27-28) أن هناك تحسن تدريجي في مستوى الكوليسترول، وأيضاً يُلاحظ من المخططات (29-30-31-32) تذبذب مستويات الـ HDL والـ LDL. تتوافق هذه النتائج مع (Nurlatifah *et al*.,2020) إذْ ارتفعت تراكيز الكوليسترول عند النعاج التي أعطيت نسبة 3% و6% من زيت السمك كمصدر للأوميغا-3 بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، كما تتوافق النتائج مع (Safdar *et al*.,2017) إذْ ارتفعت تراكيز الكوليسترول عند النعاج من سلالة أفشاري التي أعطيت بذور الكتان أو من زيت بذور الكتان كمصدر للأوميغا-3 بالمقارنة مع النعاج الشاهدة. كما اتفقت النتائج مع (Akbarinejad *et al*.,2012) والذين لاحظوا ارتفاع مستوى الكوليسترول والـ LDL عند النعاج التي أعطيت بذور الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، وأيضاً تتفق النتائج مع (Mohammad and Alkhashab, 2022) إذْ لاحظا ارتفاع وانخفاض مستويات الـ HDL و الـ LDL عند النعاج التي أعطيت زيت بذور الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة وقد يعزى ذلك إلى الدور المعروف للأوميغا-3 في تعديل التمثيل الغذائي للدهون وارتفاع الكوليسترول الكلي (Esmaeili *et al*., 2014)، إذْ تعد الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة مكونات هيكلية أساسية للبروتينات الدهنية الـ HDL والـ LDL ويزيد تناولها من إجمالي الأحماض الدهنية المتداولة مما يؤثر في مستويات الـ HDL والـ LDL. تعمل الأوميغا-3 كمثبطات قوية لإفراز البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة جداًVLDL من الكبد، إذْ تقوم بإعاقة عملية إضافة الغليسريدات الثلاثية إلى جزيء ApoB داخل الشبكة الإندوبلازمية، مما يؤدي إلى إعادة توزيع الكوليسترول المتبقي في الكبد نحو جسيمات أخرى مثل الـ HDL والـ LDL، وبالتالي رفع إجمالي تركيز الكوليسترول في المصل(Overton and Waldron, 2004). أيضاً تحفز الأوميغا-3 إنزيم الليباز الحساس

للهرمونات الـ HSL؛ وهو إنزيم خلوي ويعد المسؤول عن تحلل الدهون الثلاثية مما يزيد من تدفق الكوليسترول إلى مجرى الدم (Coleman *et al*.,2019). كما تنشط إنزيم LCAT (الليسيثين كوليسترول أسيل ترانسفيراز) الذي يحول الكوليسترول الحر إلى إسترات كوليسترول داخل جزيئات الـ HDL، محولاً إياها إلى جزيئات ناضجة وكبيرة، مما قد يرفع من تركيز الـ HDL الكلي في الدم، وبآلية معاكسة تساهم الأوميغا-3 في تقليل نشاط بروتين نقل مما يمنع انتقال الإسترات من الـ HDL إلى الـ VLDL، ويحافظ على مستويات مرتفعة من الـ HDL في الدم (Pizzini *et al*.,2017).

تختلف النتائج مع (Kholif *et al*.,2018) إذْ انخفض تركيز الـ HDL والـ LDL في مجموعة النعاج التي أعطيت زيت بذور الكتان، كما اختلفت النتائج مع (Casamassima *et al*., 2014) والذي لاحظ عدم تأثر الـ HDL والـ LDL في مجموعة النعاج التي أعطيت بودرة بذور الكتان مقارنةً مع مجموعة الشاهد، أيضاً تختلف النتائج مع (Mirzaei *et al*.,2018) والذين لاحظوا عدم تأثر الكوليسترول في جميع مجموعات الدراسة بما فيها مجموعة النعاج التي أعطيت زيت السمك، وقد يعزى ذلك إلى عدة عوامل مثل نوع المكمل ونسبة استخدامه وظروف التربية والتغذية والإيواء بالإضافة إلى أنه قد يكون لأغنام العواس استجابة استقلابية مختلفة مقارنة بالسلالات الأخرى أو قد يعود إلى طريقة الإعطاء. فالحقن العضلي يضمن تجاوز عملية الهدرجة الحيوية Biohydrogenation المعقدة التي تحدث داخل الكرش، إذْ تقوم الميكروبات عادةً بتحويل الروابط المزدوجة في الأوميغا-3 إلى روابط مشبعة، وبالتالي تؤدي إلى فقدان أكثر من 80% من الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل الأوميغا-3 (Dock, 2022)، وأشار (Aldai *et al*., 2018) إلى أن حمض الدوكوساهيكسانويك (DHA) يختفي بنسبة 80% خلال 6 ساعات من الحضانة في سائل الكرش. مما يحد من وصول الأحماض النشطة مثل الـ EPA والـ DHA إلى الدورة الدموية، بينما قد

يوفر الحقن العضلي مساراً مباشراً لدمج هذه الأحماض في الفوسفوليبيدات الغشائية والكوليسترول في البلازما.

يُعد الكوليسترول طليعة تخليق الهرمونات الستيروئيدية (البروجسترون، الإستروجين والأندروجينات) داخل الخلايا الحبيبية (Granulosa cells) وخلايا الغمد أو القراب (Theca cells) في المبيض، بالإضافة إلى الخلايا اللوتيئينية (Luteal cells) في الجسم الأصفر(Corpus Luteum) والتي تتحكم في جميع مراحل الدورة التناسلية (Santos *et al*.,2008)، وتلعب الـ HDL والـ LDL دوراً محورياً في نقل الكوليسترول إلى هذه الأنسجة النشطة (مثل المبيض والجسم الأصفر) (Grummer and Carroll, 1988). تظهر النعاج استجابة فريدة للأوميغا-3 بسبب التفاعل المكثف مع الدورة التناسلية والهرمونات الستيروئيدية الأنثوية حيث يعمل الإستروجين بشكل طبيعي على رفع مستوى الـ HDL وخفض مستوى الـ LDL من خلال تحفيز مستقبلات الـ LDL على سطح الخلايا الكبدية وبالتالي زيادة تصفية الـ LDL من الدم واستقلابه داخل الكبد، كما تعزز الأوميغا-3 من حساسية الأنسجة للإستروجين وتساهم في استقرار الدهون الغشائية مما يجعل الإناث أكثر كفاءة في استقلاب الدهون (Palani and Omer, 2025). كما تمتلك الإناث قدرة فطرية أعلى من الذكور على استقلاب الأحماض الدهنية طويلة السلسلة مثل الـ EPA والـ DHA وذلك بفضل البروجسترون والإستروجين لذلك تجد هذه الأحماض الدهنية بيئة إنزيمية مهيأة لاستغلالها في تنظيم الدهون في الأغشية التناسلية وهو ما قد يفسر تذبذب مستويات الـ HDL والـ LDL مقارنةً مع الذكور.

4. تركيز التستوستيرون في الدم (نغ/مل)Blood Testosterone Concentration:

نشاهد في الجدول (11) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في جميع الفترات الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز

التستوستيرون في الدم (نغ/مل) بين مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة الكباش الشاهدة في جميع الفترات الزمنية في عينة الكباش كما يلاحظ من المخططين (23–24) أن هناك تحسن تدريجي في مستوى التستوستيرون وكان أعلى مستوى له في الأسبوع السادس. تتوافق هذه النتائج مع (Esmaeili *et al*.,2014) إذْ ارتفع تركيز التستوستيرون في الدم لدى الكباش في مجموعة زيت السمك بالمقارنة مع الكباش التي تغذت على زيت دوار الشمس والكباش التي تغذت على زيت النخيل والكباش الشاهدة، كما تتوافق النتائج مع (El-Hamd *et al*., 2019) إذْ لاحظوا ارتفاعاً معنوياً في مستوى التستوستيرون في مجموعة ثيران الفريزيان التي أعطيت زيت بذور الكتان كمصدر طبيعي للأحماض الدهنية الأوميغا–3 مقارنةً مع مجموعة الشاهد، كما اتفقت النتائج مع (El-Madawy *et al*., 2019) والذين لاحظوا ارتفاعاً معنوياً في تركيز التستوستيرون في مجموعة الكباش الصغيرة بعمر 7 أشهر التي أعطيت زيت السمك بتركيز 1.5 و 3 % مقارنةً مع مجموعة الشاهد أيضاً. اتفقت النتائج مع (Van Tran *et al*., 2017). والذين لاحظوا ارتفاع تركيز التستوستيرون عند ثيران البوفالو عند استخدام زيت بذر الكتان كمصدر للأوميغا–3 ربطت العديد من الدراسات بين الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة وتحسين الوظيفة التناسلية الذكرية، تأثر الأوميغا–3 على التستوستيرون من خلال آليات هرمونية وفسيولوجية معقدة تتركز بشكل أساسي على محور الوطاء–الغدة النخامية–الخصية (HPG Axis) ووظيفة الخلايا البينية وتخليق الستيروئيدات إذْ تساهم الأوميغا–3 في تنظيم محور (HPG Axis) مما يساعد في الحفاظ على توازن مثالي للإشارات الهرمونية (LH – GnRH) والتي تدفع عملية تخليق التستوستيرون بأكملها (Van Tran *et al*., 2017). حيث تدخل الأوميغا–3 في تركيب الأغشية الخلوية للخلايا العصبية في الوطاء وخلايا الغدة النخامية والخصية فتجعل هذه الأغشية أكثر سيولة ومرونة مما يحسن قدرة مستقبلات الهرمونات مثل هرموني (LH – GnRH) على العمل بكفاءة أعلى مما يوفر استجابة أفضل للإشارات الهرمونية ويسهل ارتباطها بمستقبلاتها

على الخلايا (Sun *et al*. 2018)، يفرز الـ GnRH من الوطاء ويحث الغدة النخامية على إفراز هرمون الـ LH والذي يحفز الخلايا البينية في الخصية، التي تعد المنتج الرئيسي لهرمون التستوستيرون حيث يتم تحفيز تخليقه داخل هذه الخلايا بواسطة هرمون الـ LH أو ما يعرف عند الأغنام بـ ICSH والذي تفرزه الغدة النخامية تحسن الأوميغا–3 من حساسية واستجابة مستقبلات الـ LH في الغدد التناسلية في الخلايا البينية وهذا يعني أن هذه الخلايا تستجيب بشكل أكثر فعالية لمستويات الـ LH وبالتالي زيادة إنتاج التستوستيرون (Maranesi *et al*.,2018) أيضاً تعمل الأوميغا–3 على تعديل مسارات الإشارات الخلوية التي تلي ارتباط الـ LH بمستقبلاته مثل إنتاج cAMP2 أحادي فوسفات الأدينوزين الحلقي وهو جزيء مرسال ثانوي يساعد في تضخيم الإشارات الأولية التي لا تستطيع الدخول إلى الخلية مما يؤدي إلى استجابة خلوية فعالة هذا التعديل يمكن أن يؤدي إلى تفعيل أقوى للجينات المسؤولة عن تخليق التستوستيرون (Hasan *et al*.,2020).

أيضاً تحفز الأوميغا–3 من التعبير عن العديد من الجينات المشاركة في تخليق التستوستيرون ومن هذه الجينات بروتين STAR (Steroidogenic Acute Regulatory protein) ويعد بروتين STAR الخطوة المحددة لمعدل تخليق التستوستيرون إذْ يسهل من عملية نقل الكوليسترول من الغشاء الخارجي الميتوكوندريا إلى الغشاء الداخلي وهي خطوة حاسمة في إنتاج جميع الهرمونات الستيرويدية بما فيها التستوستيرون (Manna *et al*., 2009). لا تكتفي الأوميغا–3 بتسهيل نقل الكوليسترول بل ترفع من تركيزه إذْ يعد الكوليسترول طليعة لتخليق التستوستيرون وهو ما يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية إذْ أدى استخدام الأوميغا–3 إلى ارتفاع تراكيز الكوليسترول.

اختلفت النتائج مع (El-Desoky *et al*., 2023) والذي أشار إلى أن تركيز التستوستيرون لم يتأثر عند استخدام نسبة عالية أو منخفضة من أوميغا–6/أوميغا–3 في كباش من سلالة البرقي ويشير

ذلك إلى الحاجة الى المزيد من الدراسات المتعلقة بالنسب المتوازنة من أوميغا-6/أوميغا-3 كما أشار (Hundal *et al*.,2019) أنه لم يلاحظ تأثير معنوي في مستوى هرمون التستوستيرون عند جدايا من سلالة بيتال التي أعطيت مكملات الأوميغا-3 وقد يعزى ذلك إلى كون الحيوانات المستخدمة في التجربة لا زالت في مرحلة الفطام وعدم نضج كامل لمحور الـ HPG إذْ يكون مستوى هرمون التستوستيرون في هذه المرحلة منخفضاً جداً ولا يتجاوز (0.1-0.5 نغ/مل) وتكون الأولوية في هذا العمر، بتوجيه الطاقة والعناصر الغذائية بشكل أساسي نحو النمو العضلي والعظمي والمناعي.

5. تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ/دل)Blood Progesterone Concentration:

يُلاحظ في الجدول (16) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط تركيز البروجسترون P4 في الدم (نغ/دل) بين مجموعة النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ومجموعة النعاج الشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة كما يلاحظ من المخططين (33-34) أن هناك تحسن تدريجي في مستوى البروجسترون وكان أعلى مستوى له في الأسبوع السادس، تتوافق هذه النتائج مع (Safdar *et al*.,2017) إذْ ارتفعت تركيزات البروجسترون عند النعاج من سلالة أفشاري التي أعطيت بذور الكتان أو من زيت بذور الكتان كمصدر الأوميغا-3 بالمقارنة مع النعاج

الشاهدة، أيضاً تتفق النتائج مع (Mirzaei *et al*.,2018) والذين لاحظوا ارتفاعاً معنوياً في تركيز البروجسترون في مجموعة النعاج التي أعطيت زيت السمك بالمقارنة مع باقي المجموعات كما اتفقت النتائج مع (Akhtar *et al*.,2024) إذْ ارتفع تركيز البروجسترون في النعاج التي أعطيت بذور الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة. واتفقت النتائج مع (Zeraatkar *et al*.,2026) إذْ ارتفع تركيز البروجسترون في النعاج التي أعطيت زيت بذور الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، كما اتفقت النتائج مع (Akbarinejad *et al*.,2012) الذين لاحظوا تحسناً معنوياً في معدلات الحمل عند النعاج التي أعطيت زيت السمك. وقد يعود ذلك لمساهمة الأوميغا-3 في تحسين مستويات البروجسترون في الدم عن طريق عدة آليات تشمل تحفيز مسارات انتاجه و استمرار المصدر الأساسي له وهو الجسم الأصفر وتأمين المادة الخام بتصنيعها إذْ تعمل الأوميغا-3 على تحفيز بروتين الـ STAR في خلايا الغمد أو القراب Theca cell في المبيض ويعد بروتين الـ STAR الخطوة المحددة لمعدل تخليق الستيروئيدات بما فيها البروجسترون وإن تحفيز هذا المسار يترجم مباشرةً إلى زيادة كمية الكوليسترول المتاح لتخليق البروجسترون إذْ يعد الكوليسترول المادة الخام في تصنيع البروجسترون وهذا ما يفسر ارتفاع مستوياته في الدم والسائل الجريبي (Wonnacott *et al*.,2010) بالإضافة لذلك تتدخل الأوميغا-3 في تنظيم إنزيمات تخليق البروجسترون من خلال تحفيز إنزيم 3β-hydroxy steroid dehydrogenase (3β-HSD) المسؤول عن تحويل البرينغنينولون إلى بروجسترون بنسبة تصل إلى 13 ضعف خلال دورة الشبق (Krishnaswamy *et al*.,2020)

لا تكتفي الأوميغا-3 بتحفيز إنتاج البروجسترون فحسب بل تعمل أيضاً على استمرار المصدر الأساسي له وهو الجسم الأصفر، ففي الحالة الطبيعية يعمل البروستاغلاندين (PGF2α) المفرز من الرحم إلى تراجع وتحلل الجسم الأصفر وبالتالي انخفاض البروجسترون. تعمل الأوميغا-3 وخاصةً

الـ EPA كمنافس قوي لحمض الأراشيدونيك وهو طليعة لتصنيع الـ PGF2α إذْ تتنافس معه على نفس إنزيمات الأكسدة الحلقية (COX) وهذا يؤدي إلى إنتاج بروستاغلاندينات من السلسلة 3 مثل الـ PGF3α ألفا بدلاً من الـ PGF2α من السلسلة الثانية (Alshdaifat *et al*.,2023) إذْ يعد الـ PGF3α أقل فعالية بكثير في تحلل الجسم الأصفر مما يسمح بإطالة عمر الجسم الأصفر ومواصلة إنتاج البروجسترون (Gulliver *et al*.,2012). يعمل كذلك الـ EPA على تثبيط الإنزيمات المسؤولة عن تخليق الـ PGF2α في بطانة الرحم مثل إنزيم الـ PTGS-1 أو المعروف بـ COX-1 كما يمكنه تخفيف الاستجابة التحفيزية لحمض الأراشيدونيك بنسبة تصل إلى 80%، مما يقلل من نبضات الـ PGF2α التي تصل إلى المبيض، وبالتالي حماية الجسم الأصفر (Cheng et al.,2013).

وبنفس الوقت تؤثر الأوميغا–3 في الخصائص الفيزيائية لأغشية الخلايا اللوتيئينية مما يؤدي لانخفاض حساسية الجسم الأصفر لعوامل التحلل. تتكون أغشية الخلايا من مناطق متخصصة تعرف بالنطاقات الدقيقة الدهنية (Lipid Rafts) تعمل كمنصات لتجمع مستقبلات الهرمونات ومنها مستقبلات البروستاغلاندين، ولوحظ أن دمج الأوميغا–3 في غشاء الخلية اللوتيئينية يؤدي إلى تشتيت هذه النطاقات وزيادة الحركة الجانبية لمستقبلات البروستاغلاندين وبالتالي تفقد قدرتها على التجمع بكفاءة وارتباطها بالـ PGF2α مما يعطل مسار نقل الإشارة داخل الخلية ونتيجة لذلك يبقى الجسم الأصفر ويستمر في إفراز البروجسترون (Plewes *et al*.,2017)

يعد الكوليسترول المادة الخام لتصنيع البروجسترون ولذلك فإن قدرة الأوميغا–3 على تعديل ملف الدهون تلعب دوراً أساسياً إذْ تزيد من إفراز الكوليسترول وتركيز الـ HDL في الدم (Gulliver *et al*.,2012) وبما أن المبيض عند المجترات يعتمد بشكل أساسي على الـ HDL للحصول على

الكوليسترول فإن هذا التوافر الزائد يوفر الركيزة اللازمة لنمو الجسم الأصفر وزيادة إنتاج البروجسترون (Hughes *et al*.,2011).

اختلفت النتائج مع (Soydan *et al*.,2020) والذين لاحظوا عدم تأثر البروجسترون عند النعاج التي أعطيت بذور الكتان بالمقارنة مع المجموعات الاخرى، وربما يعود ذلك إلى فترة التجربة القصيرة التي اعتمدها الباحث حيث أعطى بذور الكتان لمدة 15 يوماً فقط وهي فترة غير كافية لتغيير تركيب الأغشية الخلوية للجسم الأصفر بشكل يسمح بزيادة إفراز البروجسترون وأيضاً توقيت إضافة المكمل إذْ تم إضافة بذور الكتان بعد التزاوج أي خلال المرحلة اللوتيئينية (Luteal Phase) في هذه المرحلة، يكون الجسم الأصفر قد بدأ بالفعل في النمو وإفراز البروجسترون، وإضافة الأوميغا-3 في هذه المرحلة قد يكون متأخر لإحداث تغيير جوهري في كفاءة هذا الجسم الأصفر. أما لو تمت الإضافة خلال المرحلة الجريبية (قبل التبويض) لربما أثرت في جودة الجريب الذي سيتحول لاحقاً إلى جسم أصفر أكثر كفاءة.

- **<u>المؤشرات التناسلية Reproductive Indicators:</u>**

1. كثافة الشياع ومتوسط فترة التلقيح Intensification Of Estrus And Breeding Period:

يُلاحظ في الجدول (17) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في نسبة كثافة الشياع في الدورة الثانية ومتوسط فترة التلقيح بين مجموعتي النعاج المحقونة بالأوميغا-3 (CMFO+OMFO) ومجموعتي النعاج الشاهدة

(CMFC+OMFC)، بينما لم يلاحظ وجود فرقاً معنوياً في نسبة كثافة الشياع في الدورة الأولى بين المجموعات الأربعة. تتوافق هذه النتائج مع (Akhtar *et al*.,2024) إذْ لاحظوا وجود تحسن معنوي في نسبة كثافة الشياع ومتوسط فترة التلقيح عند النعاج التي أعطيت بذر الكتان كمصدر طبيعي للأوميغا–3 بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، كما اتفقت النتائج مع (Kılıçalp and Yücel.,2020) إذْ لاحظا وجود تحسن معنوي في نسبة كثافة الشياع عند النعاج التي أعطيت مكملات الأوميغا–3 بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، وربما يعزى ذلك إلى مساهمة الأوميغا–3 في تحسين ميزان الطاقة مما يؤدي إلى تسريع ظهور الشبق وبالتالي انخفاض متوسط فترة التلقيح وهذا ما لوحظ في الدورة الثانية في نتائج الدراسة. كذلك تلعب الأوميغا–3 دوراً في تنظيم إنتاج الهرمونات مثل الإستراديول (E2) إذْ ربطت الدراسات بين مكملات الأوميغا–3 وارتفاع مستويات هرمون الإستراديول والذي يعد الهرمون المسؤول عن إظهار علامات الشبق وتهيئة الجهاز التناسلي (Maranesi *et al*.,2018). أما بالنسبة للدورة الأولى فإن عدم وجود فروقات معنوية فربما يعزى ذلك إلى ظهور الشبق عند بعض النعاج في النعاج التي حقنت بالأوميغا–3 قبل انتهاء البرنامج المتبع وبالتالي تم تأجيل تلقيحها لحين ظهور علامات الشبق في الدورة الثانية. اختلفت النتائج مع (Zeraatkar *et al*.,2026) والذين لاحظوا عدم وجود فرق معنوي في نسبة كثافة الشياع ومتوسط فترة التلقيح عند النعاج المعاملة بزيت بذر الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة وقد يعزى ذلك لصغر حجم العينة المستخدمة (8) نعاج من سلالة Shall.

2. نسبة الحمل Pregnancy Rate (%):

يُلاحظ في الجدول (17) أن أعلى نسبة حمل كانت في مجموعة (OMFO) (100%)، وأدناها في المجموعة الشاهدة (CMFC) (66.7%) كما نلاحظ أن المجموعات التي تحتوي على نعاج معاملة

بالأوميغا–3 أي (OMFO, CMFO) أظهرت نسب حمل أعلى من تلك التي تحتوي على نعاج شاهدة (OMFC, CMFC) وهذا يتوافق مع وجود تأثير معنوي للأنثى، وأن حصول مجموعة (OMFO) على أعلى نسبة حمل قد يشير إلى وجود تأثير تآزري بين الكباش والنعاج المعاملة بالأوميغا–3، بينما استخدام كباش أعطيت أوميغا–3 مع نعاج شاهدة حقق تحسناً رقمياً لم يرقى للمعنوية. وإن تحسن نتائج الحمل يتفق مع (Kılıçalp and Yücel.,2020) إذْ لاحظا تحسناً معنوياً في معدلات الحمل عند النعاج التي أعطيت مكملات الأوميغا–3 بالمقارنة مع النعاج الشاهدة كما اتفقت النتائج مع (Mahla *et al*.,2023) الذين وجدوا تحسناً معنوياً لدى النعاج المعاملة بزيت السمك بالنسبة لمعدلات الحمل وذلك عند المقارنة مع النعاج الشاهدة. كما اتفقت النتائج مع (Akhtar *et al*.,2024) الذين لاحظوا تحسناً معنوياً في معدلات الحمل عند النعاج التي أعطيت بذر الكتان كمصدر طبيعي للأوميغا–3، واتفقت النتائج كذلك مع (Akbarinejad *et al*.,2012) الذين لاحظوا تحسن معنوي في معدلات الحمل عند النعاج التي أعطيت زيت السمك. وقد يعزى ذلك إلى عمل الأوميغا–3 كجزيئات إشارة فيزيولوجية توثر في الرحم ومحور الوطاء الغدة النخامية المبيض (Gulliver *et al.*,2012) إذْ ترتبط زيادة نسبة الحمل بتجنب الموت الجنيني المبكر وتوفير بيئة رحمية مثالية للتعشيش، لأن الموت الجنيني عند الأغنام يمكن أن يحدث خلال أول 20 يوماً من الحمل نتيجة فشل التعرف الأمومي على الحمل، وأن أي انخفاض في مستويات هرمون البروجسترون خلال الأيام الأولى يعرض الجنين للموت كونه الهرمون الأساسي المسؤول عن استمرار الحمل (Diskin and Morris, 2008). وقد ناقشنا سابقا أهمية الأوميغا–3 في إنتاج البروجسترون من خلال دعم مسارات تخليقه وتأمين الركائز الخام لتصنيعه ودعم استمرار الجسم الأصفر، هذه الآليات قد تمنح الجنين الوقت الكافي لإفراز الإنترفيرون تاو (IFN-τ) وهو الإشارة الجزيئية التي تنبه جسم الأنثى لوجود الحمل وتمنع عودة الشبق (Alshdaifat *et al*.,2023).

وبالإضافة لذلك فإن الكباش التي تلقت الأوميغا-3 في المجموعة الأولى قد أنتجت نطاف حيوية وذات حركية أعلى كما أثرت في سيولة ومرونة أغشية النطاف إذْ تعد السيولة صفة مهمة وضرورية لتحسين وظائفها الحيوية بما في ذلك استعدادية النطاف وتفاعل القونس وهي عمليات أساسية لنجاح الإخصاب. هذه المساهمة من الأوميغا-3 في الذكور والإناث يمكن أن يفسر ارتفاع نسبة الحمل في المجموعة (OMFO) بالمقارنة مع باقي المجموعات.

اختلفت نتائج الدراسة مع (Zeraatkar *et al*.,2026) والذين لاحظوا عدم وجود فرقاً معنوياً في نسبة الحمل عند النعاج المعاملة بزيت بذر الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، وقد يعزى ذلك إلى قصر مدة المعاملة القصيرة نسبياً (14 يوماً) فقط والتي قد لا تكفي للتأثير في المؤشرات التناسلية، كما اختلفت النتائج مع (Hafez *et al*.,2015) والذين لاحظوا عدم وجود فرق معنوي في نسبة الحمل عند النعاج المعاملة بزيت السمك بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، وقد يعزى ذلك لاعتماد الباحث على عدة سلالات (Finnish landrace , Rahmani) وفرق عمري كبير نسبياً 3-6 سنوات بينما اعتمدنا في دراستنا على سلالة واحدة (العواس) وفرق عمري صغير (3-4 سنوات). واختلفت نتائجنا كذلك مع (Mahla *et al*.,2017) والذين لاحظوا عدم وجود فرق معنوي في نسبة الحمل عند الماعز المعاملة بزيت السمك بالمقارنة مع الماعز الشاهدة على الرغم من وجود فروق حسابية، وقد عزى الباحث ذلك إلى حدوث نفوق لعدد من الماعز (اثنتين) في مجموعة زيت السمك بعد التلقيح مما أثر إحصائياً في المجموعة.

3. الولادات التوأمية والفردية Twin And Single Parturitions (%):

يبين الجدول (17) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في نسبة الولادات التوأمية والمفردة بين المجموعات الأربعة

وظهرت النتائج مشابهة لما أورده (Zeraatkar *et al*.,2026) والذين لاحظوا عدم وجود فرقاً معنوياً في نسب التوائم عند النعاج المعاملة بزيت بذر الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، وقد عزى الباحث ذلك إلى قصر مدة المعاملة نسبياً (14 يوماً) فقط والتي قد لا تكفي للتأثير في المؤشرات التناسلية، أيضاً تشابهت النتائج مع (Hafez *et al*.,2015) والذين لاحظوا عدم وجود فرقاً معنوياً في نسب التوائم عند النعاج المعاملة بزيت السمك بالمقارنة مع النعاج الشاهدة وقد عزى الباحث ذلك لاستخدام عدة سلالات (Finnish landrace , Rahmani) وفرق عمري كبير نسبياً (3–6 سنوات) في الحيوانات المدروسة. في المقابل، أظهرت نتائج العديد من الدراسات نتائج مخالفة للدراسة الحالية إذْ لاحظ (Kılıçalp and Yücel,2020) وجود تحسن معنوي في الولادات التوأمية والمفردة عند النعاج التي أعطيت مكملات الأوميغا–3 بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، كما لاحظ (Akhtar *et al*.,2024) وجود ارتفاعاً معنوياً في معدلات المواليد التوأمية والمفردة عند النعاج التي أعطيت بذر الكتان كمصدر طبيعي للأوميغا–3. وقد ذكرت الدراسات أهمية الأوميغا–3 كعامل محفز للجريبات ما قبل الإباضة من خلال آليات استقلابية وهرمونية معقدة (Mahla *et al*.,2023). من الملاحظ أن هناك تباين في نتائج الدراسات فيما يخص تأثير الأوميغا–3 في نسبة الولادات التوأمية والفردية، وأن عدم ظهور فروقات معنوية في الدراسة الحالية قد يعود لصغر حجم العينة أو طبيعة المكمل وطريقة التكميل مما يستدعي دراسات إضافية على أعداد أكبر من الحيوانات وطرائق تكميل متنوعة.

4. عدد المواليد ونسبة الولودية Litter Size And Fecundity Rate (%):

يبين في الجدول (17) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في عدد المواليد ونسبة الولودية بين مجموعة (OMFO) وباقي مجموعات الدراسة، إذْ سجلت المجموعة (OMFO) أعلى عدد للمواليد (16 مولود) وأعلى

نسبة ولودية (133.33%)، في حين كانت المجموعة الشاهدة (CMFC) الأدنى في عدد المواليد (10 مواليد) ونسبة الولودية (83.33 %). وأن حصول مجموعة (OMFO) على أعلى عدد للمواليد ونسبة ولودية هي نتيجة متوقعة قياساً على تفوق المجموعة في نسبة الحمل بالمقارنة مع المجموعات الأخرى، وقد يشير إلى وجود تأثير تآزري بين الكباش والنعاج المعاملة بالأوميغا–3، بينما استخدام كباش أعطيت أوميغا–3 أو نعاج أعطيت أوميغا–3 لوحدها قد تحقق تحسناً رقمياً لكن لا يرقى للمعنوية. تتوافق هذه النتائج مع (Kılıçalp and Yücel,2020) والذي وجد تحسناً معنوياً في عدد المواليد ونسبة الولودية عند النعاج التي أعطيت مكملات الأوميغا–3 بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، كما اتفقت النتائج مع (Akhtar *et al*.,2024) إذْ لاحظوا تحسناً معنوياً في عدد المواليد ونسبة الولودية عند النعاج التي أعطيت بذر الكتان كمصدر طبيعي للأوميغا–3 ، وأيضاً اتفقت النتائج مع (Mahla *et al*.,2023) والذي وجد تحسناً معنوياً في عدد المواليد ونسبة الولودية عند النعاج التي أعطيت زيت السمك بالمقارنة مع النعاج التي أعطيت زيت النخيل، كما اتفقت النتائج مع (El-Tarabany *et al*.,2020) إذْ وجدوا تحسناً معنوياً في نسبة الولودية عند النعاج التي أعطيت زيت بذر الكتان كمصدر طبيعي للأوميغا–3 بالمقارنة مع باقي المجموعات، كما اتفقت النتائج مع (Akbarinejad *et al*.,2012) الذين لاحظوا تحسناً معنوياً في عدد المواليد ونسبة الولودية عند النعاج التي أعطيت زيت السمك، وقد يعزى ذلك لتأثير الأوميغا–3 في تهيئة بطانة الرحم لاستقبال الأجنة من خلال تثبيط الـ PGF2α وزيادة جينات مثل الـ FOXO1 والـ Glut1 في خلايا بطانة الرحم وهي بروتينات ضرورية لعملية التغضن الرحمي Decidualization وهي عملية حيوية تستعد فيها بطانة الرحم لتعشيش الجنين وتكوين المشيمة وتوفير الغذاء للجنين في مرحلة ما قبل تكون المشيمة وبالتالي تعمل الأوميغا–3 على تثبيت الحمل خلال تلك المرحلة الحرجة تلافياً للموت الجنيني المبكر (Chen *et al*.,2021). كما تعمل الأوميغا–3 على تقليل

الرتق الجريبي (Follicular Atresia) مما يسمح لمجموعة أكبر من الجريبات الصغيرة والمتوسطة بالنمو للوصول إلى مرحلة النضج النهائي (Farrag *et al.*,2024) أيضاً توثر الأوميغا-3 في حساسية الأنسولين ومستويات الغلوكوز إذْ يعد الغلوكوز مصدر الطاقة الأساسي للجريبات المبيضية النامية والخلايا الحبيبية داخل الجريب. وتحفز كذلك الأوميغا-3 ناقلات الغلوكوز (GLUT-4) في المبيض مما يعزز من كفاءة التقاط الطاقة اللازمة لانقسام الخلايا ونمو البويضة (Mahla *et al.*,2023)، كما تعمل الأوميغا-3 على زيادة وتحفيز مستقبلات هرموني الـ FSH والـ LH في الخلايا الحبيبية، مما يجعل المبيض أكثر استجابة لهذين الهرمونين. وهناك عدة أشكال من مستقبلات الـ FSH في الأغنام (FSHR-1, FSHR-2, FSHR-3) ويعد الـ FSHR-3 هو المستقبل السائد في الجريبات والمتوسطة وتعمل الأوميغا-3 على زيادة هذا النوع من المستقبلات ما يضمن استمرار نمو عدد أكبر من الجريبات (Sullivan *et al.*,2013). أما بالنسبة للـ LH فتعمل الأوميغا-3 على زيادة سيولة أغشية الخلايا ما يسهل حركة مستقبلات الـ LH في الغشاء وبالتالي تعزيز استجابة الجريب لذروة الـ LH قبل الإباضة مما يضمن حدوث إباضة ناجحة للجريبات الناضجة (Wonnacott *et al.*,2010). وعلى المستوى الجزيئي تعمل الأحماض الدهنية كإشارات حيوية محفزة للمستقبلات النووية الـ PPARs والذي يوجد منها ثلاثة أنواع (γ,α,δ)(Sheldrick *et al.*,2007) ويعد الـ $PPAR_{\gamma}$ منظماً رئيساً لاستقلاب الدهون داخل البويضة إذْ تستهلك البويضات الناضجة كميات هائلة من الطاقة أثناء الانقسام الاختزالي وتأتي هذه الطاقة من أكسدة الأحماض الدهنية المخزنة (Yu *et al.*,2024) ما ينعكس إيجاباً على عدد المواليد ونسبة الولودية. فيما يخص ارتفاع عدد المواليد ونسبة الولودية في المجموعة (OMFO) ربما يكون ذلك نتيجة لتآزر فيزيولوجي يبدأ من تحسين جودة النطاف عند الكباش وينتهي بتعزيز بقاء الأجنة في الرحم إذْ تندمج الأوميغا-3 في الفوسفوليبيدات المكونة للأغشية الخلوية في الجهاز التناسلي في النعاج ما يؤدي إلى تغيير

الملف الدهني للسائل الجريبي وبطانة الرحم بينما في الكباش يتركز الـ DHA وهو من عائلة الأوميغا-3 بشكل أساسي في غشاء النطفة وهذا التوزيع النسيجي يشكل الأساس للتحولات الفسيولوجية لاحقاً من زيادة أعداد المواليد ورفع نسبة الولودية.

واختلفت النتائج مع (Mahla *et al*.,2017) الذي لم يجد فرقاً معنوياً في عدد المواليد ونسبة الولودية عند الماعز المعاملة بزيت السمك بالمقارنة مع الماعز الشاهدة وقد يعزى ذلك إلى اختلاف نوع الحيوان إذْ استخدم الباحث الماعز بينما في الدراسة الحالية استخدمت نعاج العواس، أو ربما بسبب تطبيق الباحث لبرنامج هرموني على المجموعتين (زيت السمك والشاهد)، بينما في الدراسة الحالية لم يتم استخدام أي برنامج هرموني. كما اختلفت النتائج مع (Zeraatkar *et al*.,2026) والذين لاحظوا عدم وجود فرقاً معنوياً في عدد المواليد ونسبة الولودية عند النعاج المعاملة بزيت بذر الكتان بالمقارنة مع النعاج الشاهدة، وقد يعزى ذلك الى قصر مدة المعاملة القصيرة نسبياً (14 يوماً) فقط والتي قد لا تكفي للتأثير في المؤشرات التناسلية.

5. جنس ووزن الحملان Sex And Birth Weight of Lambs:

نلاحظ من الجدول (17) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في توزيع أجناس المواليد أو في أوزانها بين المجموعات المختلفة، وتتفق هذه النتائج مع ما ورد في الدراسات العلمية (Zeraatkar *et al*.,2026: Akbarinejad *et al*., 2012: Mahla *et al*.,2017). عادةً ما ترتبط الدراسات التي حاولت تغيير نسبة الجنس بتوقيت التلقيح (مثلًا التلقيح الاصطناعي المبكر) أو بتدخلات هرمونية محددة، إذْ تدعم الأدلة التجريبية عموماً أن العوامل الغذائية لها تأثير ضئيل في تحديد جنس

النسل في الأغنام، أما بالنسبة لوزن المواليد فغالباً ما يرتبط تأثير الأوميغا-3 في وزن المولود عند إعطائها في المراحل المتقدمة من الحمل الثاني أو الثالث وهذا ما تحصل عليه (Alshdaifat *et al.*,2023) إذْ لاحظوا زيادة معنوية في وزن المولود ومدة الحمل عند إعطاء زيت السمك في نهاية الحمل.

بالمحصلة تُظهر نتائج الدراسة أن حقن الأوميغا-3 يحدث سلسلة من التغيرات الفسيولوجية المترابطة التي تبدأ على المستوى الخلوي وتنتهي بتحسين الأداء التناسلي الكلي. ففي الكباش، أدى تحسين الخصائص الهيكلية والوظيفية للأغشية الخلوية نتيجة إدماج الأحماض الدهنية الـ DHA والـ EPA إلى زيادة سيولة ومرونة أغشية الخلايا المنوية والغدد الملحقة، ما انعكس إيجاباً على حجم السائل المنوي وتركيز النطاف والحركية الجماعية والفردية وحيوية النطاف. هذا التحسن في جودة السائل المنوي لم يقتصر دوره في الإخصاب فحسب، بل ترافق مع ارتفاع معنوي في تركيز هرمون التستوستيرون، إذْ وفرت التغيرات في المستويات الدهنية كارتفاع الكوليسترول الكلي والبروتين الدهني مرتفع الكثافة الـ HDL الركيزة الأساسية اللازمة لتخليق هذا الهرمون، كما ساهم ارتفاع الغلوكوز في توفير الطاقة اللازمة لعمليات التمثيل الخلوي في الخصيتين أما في النعاج، فقد لعب تحسن مؤشرات الدم الاستقلابية والهرمونية دوراً محورياً في رفع الكفاءة التناسلية. فقد أدى ارتفاع مستوى الغلوكوز والكوليسترول الكلي والبروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL) إلى توفير المواد الأولية والطاقة اللازمة لنمو الجريبات وإنتاج هرمون البروجسترون، والذي ارتفع بشكل ملحوظ، ما حافظ على مستويات البروجسترون المرتفعة الضرورية لاستمرار الحمل. هذا التكامل الوظيفي بين تحسين صفات السائل المنوي عند الذكور وتهيئة البيئة الهرمونية والرحمية عند الإناث تجلى بوضوح في المجموعة (OMFO) التي عومل فيها كلا الجنسين بالأوميغا-3، إذْ سجلت أعلى نسبة حمل (100%) وأعلى معدل للمواليد التوأمية (16 مولود) وأعلى نسبة ولودية (133.33%) مقارنةً بباقي

المجموعات ويعكس هذا التأثير التآزري للأوميغا-3 في كلا الجنسين أنه يمكن أن يتحسن الأداء التناسلي من خلال آليات متعددة تبدأ على مستوى أغشية الخلايا وتمر عبر مسارات استقلابية وهرمونية، لتصل في النهاية إلى تحسين المؤشرات التناسلية.

9. الاستنتاجات Conclusions

9. الاستنتاجات Conclusions:

يستنتج من الدراسة الحالية ما يأتي:

1. **التأثير الإيجابي للأوميغا-3 في صفات السائل المنوي للكباش:** أظهرت النتائج تحسناً معنوياً ($P\leq0.05$) في معظم فترات الدراسة وبلغ ذروته في الأسبوع السادس إذ بلغ متوسط حجم السائل المنوي 1.45 مل مقابل 0.88 مل، ووصلت نسبة الحركية الجماعية إلى 95% مقابل 88%، والحركية الفردية إلى 90% مقابل 83%، كما ارتفع تركيز النطاف إلى 6229 مليون/مل مقابل 3480 مليون/مل، وازدادت نسبة الخلايا الحية إلى 82.75% مقابل 75.75%. في مجموعة التجربة والشاهدة على التوالي.

2. **التحسن في المستويات الهرمونية والاستقلابية لدى الكباش:** سجلت مجموعة الكباش المحقونة بالأوميغا-3 ارتفاعاً معنوياً ($P\leq0.05$) في مستويات كل من الغلوكوز، الكوليسترول الكلي، HDL، وهرمون التستوستيرون طوال فترات القياس مقارنةً بالمجموعة الشاهدة، ما يشير إلى دور الأوميغا-3 في دعم الوظيفة التناسلية الذكرية.
3. **التحسن في المؤشرات الهرمونية والاستقلابية لدى النعاج:** أظهرت النعاج المحقونة بالأوميغا-3 ارتفاعاً معنوياً ($P\leq0.05$) في مستويات كل من الغلوكوز، الكوليسترول الكلي، الـ HDL، وهرمون البروجسترون، مع تغيرات متفاوتة في مستويات الـ LDL، مقارنةً بنعاج المجموعة الشاهدة، ما يعكس تحسناً في الحالة الاستقلابية والهرمونية الداعمة للحمل.
4. **ارتفاع معدلات الحمل والولودية:** سجلت المجموعة التي حقن فيها كلا الجنسين بالأوميغا-3 (OMFO) تفوقاً معنوياً في المؤشرات التناسلية إذ بلغت نسبة الحمل فيها 100% مقارنة بـ 66.7% في مجموعة الشاهد، كما حققت أعلى عدد للمواليد (16 مولوداً مقابل 10 مواليد في الشاهد) ، وأعلى معدل ولودية (133.33%) مقابل (83.33%) لمجموعة الشاهد. ما يؤكد التأثير التآزري لحقن الأوميغا-3 في كلا الجنسين في تحسين الأداء التناسلي
5. **كثافة الشياع وقصر الفترة اللازمة للتلقيح:** كانت أقصر متوسط للفترة اللازمة للتلقيح في النعاج التي حقنت بالأوميغا-3 كما حصلت على نسب أعلى لكثافة الشياع في الدورة الثانية بالمقارنة مع النعاج الشاهدة.
6. لم يظهر الحقن بالأوميغا-3 أي تأثير معنوي في نسبة الولادات التوأمية على الرغم من وجود فرق حسابي بين المجموعات وربما يعود ذلك لصغر حجم العينة كما لوحظ غياب أي تأثير معنوي على جنس المواليد (ذكور/إناث) أو على متوسط أوزان المواليد.

10. التوصيات Recommendations

10. التوصيات Recommendations:

توصي الدراسة بما يأتي:

1. يوصى باستخدام حقن الأوميغا-3 في الكباش والنعاج ضمن برامج تحسين الخصوبة لرفع كفاءة القطيع التناسلية، وخاصةً في قطعان الأغنام (العواس) لزيادة معدلات الحمل والولادات التوأمية.

2. نظراً للنتائج المتحصل عليها في المجموعة (OMFO)، يُفضل حقن كلاً من الذكور والإناث بالأوميغا-3 قبل موسم التلقيح بـ 6 أسابيع لتعظيم الفائدة التناسلية.
3. استخدام جرعات متدرجة لتحديد أقل جرعة فعالة وأعلى جرعة آمنه، بالإضافة إلى دراسة تأثير الأوميغا-3 في جودة السائل المنوي المخزن (المجمد) أو في تحسين استجابة النعاج لبرامج الإباضة المتعددة.
4. تكرار التجربة على عينة أكبر من الكباش والنعاج لتعزيز دقة التقديرات وإمكانية تعميم النتائج على نطاق أوسع من قطعان الأغنام.
5. إجراء دراسات إضافية خارج الموسم التناسلي لاختبار ما إذا كان للأوميغا-3 قدرة على تحفيز بدء النشاط التناسلي بوقت أبكر.
6. إجراء تجارب مماثلة على أنواع أخرى ذات أهمية اقتصادية مثل الماعز والأبقار، واستكشاف الاختلافات الفسيولوجية في الاستجابة إن وجدت.

11. المراجع References

11.المراجع References:

1) Abayasekara, D., and Wathes, D. (1999). Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA), 61(5), 275-287 .
2) Abd El-Hakeem, S.A., Abd-Allah, M., and AS, T. R. (2022). Effects of fish oil supplementation on growth performance and blood constituents of Ossimi ram lambs. Archives of Agriculture Sciences Journal, 5(2), 228-239.
3) Abdollahzadeh, S., Riasi, A., Esfahani, M., Tavalaee, M., and Jafarpour, F (2024). Effect of Feeding High and Low Ratios of Omega-6 to Omega-3 Fatty Acids and

Herbal Antioxidants on Sperm Quality and Fatty Acid Profile in Ram. Available at SSRN 4841521.

4) Abu-Zanat, M., Mekdadi, H., and Tabbaa, M. (2005). Production systems of small ruminants in middle badia of Jordan. Dirasat, 32(2), 205-214 .

5) Adibmoradi, M., Najafi, M. H., Zeinoaldini, S., Ganjkhanlou, M., and Yousefi, A. R. (2012). Effect of dietary soybean oil and fish oil supplementation on blood metabolites and testis development of male growing kids. Egyptian Journal of Sheep and Goats Sciences, 7(1), 1-8.

6) Agostoni, C., and Bruzzese, M. (1992). Fatty acids: their biochemical and functional classification. La Pediatria Medica e Chirurgica: medical and surgical pediatrics, 14(5), 473-479 .

7) Akbarinejad, V., Niasari-Naslaji, A., Mahmoudzadeh, H., and Mohajer, M. (2012). Effects of diets enriched in different sources of fatty acids on reproductive performance of Zel sheep. Iranian Journal of Veterinary Research, 13(4), 310-316.

8) Akhtar, P., Rajoriya, J., Singh, A., Ojha, B., Jha, A., Bisen, A., Bajaj, N. K., Ahirwar, M., Raje, A., and Singh, A. (2024). Effects of dietary supplementation with omega-3 fatty acid-rich linseed on the reproductive performance of ewes in subtropical climates. Frontiers in veterinary science, 11, 1398961.

9) Aldai, N., Delmonte, P., Alves, S. P., Bessa, R. J., and Kramer, J. K. (2018). Evidence for the initial steps of DHA biohydrogenation by mixed ruminal microorganisms from sheep involves formation of conjugated fatty acids. Journal of agricultural and food chemistry, 66(4), 842-855.

10) Ali, W., Ceyhan, A., Ali, M., and Dilawar, S. (2020). The merits of Awassi sheep and its milk along with major factors affecting its production. Journal of Agriculture, Food, Environment and Animal Sciences, 1(1), 50-69 .

11) Alizadeh, A., Esmaeili, V., Shahverdi, A., and Rashidi, L. (2014). Dietary fish oil can change sperm parameters and fatty acid profiles of ram sperm during oil consumption period and after removal of oil source. Cell Journal (Yakhteh), 16(3), 289.–298.

12) Alshdaifat, M. M., Serbester, U., Obeidat, B. S., and Gorgulu, M. (2023). Fish Oil Supplementation as an Omega-3 Fatty Acid Source during Gestation: Effects on the Performance of Awassi Ewes and Their Offspring. Animals, 13(24), 38-58.

13) Amaral , A., Lourenço, B., Marques, M., and Santos, J.R. (2013). The essential role of mitochondria in sperm function: from basic science to clinical reality. Human Reproduction Update, 19(6), 703-722.

14) Baker, T.G. Oogenesis and ovulation. In: Austin, C.R., Short, R.V. (Eds). (1982). Reproduction in mammals. Book 1. Germ cells and fertilization. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1: 17-45.

15) Bartlewski, P. M., Baby, T. E., and Giffin, J. L. (2011). Reproductive cycles in sheep. Animal reproduction science, 124(3-4), 259-268 .

16) Bélanger, J., and Pilling, D. (2019). The state of the world's biodiversity for food and agriculture. FAO.

17) Bender, K., Walsh, S., Evans, A.C.O., Fair, T. and Brennan, L. (2010). Metabolite concentrations in follicular fluid may explain differences in fertility between heifers and lactating cows. Reproduction. 13(9): 1047-1055.

18) Bentley, C., Mond, J., and Rodgers, B. (2014). Sex differences in psychosocial impairment associated with eating-disordered behavior: What if there aren't any? Eating behaviors, 15(4), 609-614 .
19) Bouhadana, D., Godin Pagé, M. H., Montjean, D., Bélanger, M. C., Benkhalifa, M., Miron, P., and Petrella, F. (2025). The role of antioxidants in male fertility: A comprehensive review of mechanisms and clinical applications. Antioxidants, 14(8), 1013-1033.
20) Burillo E, Martín-Fuentes P, Mateo-Gallego R, Baila-Rueda L, Cenarro A, Ros E, and Civeira F. (2012). Omega-3 fatty acids and HDL. How do they work in the prevention of cardiovascular disease? Curr Vasc Pharmacol. 10(4):432-441.
21) Caldari-Torres, C., Rodriguez-Sallaberry, C., Greene, E. S., and Badinga, L. (2006). Differential effects of n-3 and n-6 fatty acids on prostaglandin F2α production by bovine endometrial cells. Journal of dairy science, 89(3), 971-977.
22) Calder, P. C. (2015). Marine omega 3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids, 1851(4), 469–484 .
23) Casamassima, D., Nardoia, M., Palazzo, M., Vizzarri, F., D'Alessandro, A. G., and Corino, C. (2014). Effect of dietary extruded linseed, verbascoside and vitamin E supplements on yield and quality of milk in Lacaune ewes. Journal of Dairy Research, 81(4), 485-493.
24) Castro, T., Martinez, D., Isabel, B., Cabezas, A., and Jimeno, V. (2019). Vegetable oils rich in polyunsaturated fatty acids supplementation of dairy cows' diets: Effects on productive and reproductive performance. Animals, 9(5), 205 .
25) Chandolia, R.K., Honaramooz, A., Bartlewski, P.M., Beard, A.P., and Rawlings, N.C. (1997). Effects of treatment with LH releasing hormone before the early increase in LH secretion on endocrine and reproductive development in bull calves. J Reprod Fertil;111(1):41-50.
26) Chen, M., Zheng, Z., Shi, J., and Shao, J. (2021). Insight on Polyunsaturated Fatty Acids in Endometrial Receptivity. Biomolecules, 12(1), 36-54.
27) Chen, X., Jia, X., Qiao, J., Guan, Y., and Kang, J. (2013). Adipokines in reproductive function: a link between obesity and polycystic ovary syndrome. J mol Endocrinol, 50(2), 21-37 .
28) Cheng, Z., Abayasekara, D. R. E., Ward, F., Preece, D. M., Raheem, K. A., and Wathes, D. C. (2013). Altering n-3 to n-6 polyunsaturated fatty acid ratios affects prostaglandin production by ovine uterine endometrium. Animal reproduction science, 143(1-4), 38-47 .
29) Childs, S., Carter, F., Lynch, C. O., Sreenan, J. M., Lonergan, P., Hennessy, A. A., and Kenny, D. A. (2008). Embryo yield and quality following dietary supplementation of beef heifers with n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). Theriogenology, 70(6), 992-1003.
30) Chilliard, Y., Delavaud, C., and Bonnet, M. (2005). Leptin expression in ruminants: nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. Domestic animal endocrinology, 29(1), 3-22.

31) Christie W. W (1989). Gas chromatography; a practical guide. 1st edn, Ayr, Scotland: The Oily Press;
32) Christie, W. (2011). Fatty Acids and Eicosanoids. The AOCS Lipid Library .
33) Coleman, D. N., Carranza Martin, A. C., Jin, Y., Lee, K., and Relling, A. E. (2019). Prepartum fatty acid supplementation in sheep. IV. Effect of calcium salts with eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in the maternal and finishing diet on lamb liver and adipose tissue during the lamb finishing period. Journal of Animal Science, 97(7), 3071-3088.
34) Collodel, G., Castellini, C., Lee, J. C.-Y., & Signorini, C. (2020). Relevance of fatty acids to sperm maturation and quality. Oxidative medicine and cellular longevity, 2020(1), 1250-1264 .
35) Conquer, J.A., Martin, J.B., Tummon, I., Watson, L., and Tekpetey, F. (2000). Effect of DHA supplementation on DHA status and sperm motility in asthenozoospermic males. Lipids. 35(2):149-54.
36) Coyne, G. S., Kenny, D. A., Childs, S., Sreenan, J. M., and Waters, S. M. (2008). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids alter the expression of genes involved in prostaglandin biosynthesis in the bovine uterus. Theriogenology, 70(5), 772-782.
37) Cross, N. L. (2003). Decrease in order of human sperm lipids during capacitation. Biology of reproduction, 69(2), 529-534.
38) Crowe, A. D., Lonergan, P., and Butler, S. T. (2021). Invited review: Use of assisted reproduction techniques to accelerate genetic gain and increase value of beef production in dairy herds. Journal of Dairy Science, 104(12), 12189-12206 .
39) De Carvalho, C. C., and Caramujo, M. J. (2018). The various roles of fatty acids. Molecules, 23(10), 25-44.
40) Deckelbaum, R. J., Worgall, T. S., and Seo, T. (2006). N-3 fatty acids and gene expression. The American journal of clinical nutrition, 83(6), 1520-1525.
41) Diskin, M. G., and Morris, D. G. (2008). Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. Reproduction in Domestic Animals, 43(2), 260-267.
42) Djuricic, I., & Calder, P. C. (2025). N-3 fatty acids (EPA and DHA) and cardiovascular health-updated review of mechanisms and clinical outcomes. Current Atherosclerosis Reports, 27(1), 116-132.
43) Dock, L. (2022). Evaluation of lipid metabolism in the rumen. B.S. thesis, kansas state university manhattan, Kansas
44) Dolatpanah, M. B., Towhidi, A., Farshad, A., Rashidi, A., and Rezayazdi, A. (2008). Effects of dietary fish oil on semen quality of goats. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 21(1), 29-34.
45) Dozier, B. L., Watanabe, K., and Duffy, D. M. (2008). Two pathways for prostaglandin F2α synthesis by the primate periovulatory follicle. Reproduction, 136(1), 53-63.
46) Egalini, F., Guardamagna, O., Gaggero, G., Varaldo, E., Giannone, B., Beccuti, G., Benso, A., and Broglio, F. (2023). The effects of omega 3 and omega 6 fatty acids on glucose metabolism: an updated review. Nutrients, 15(12), 2672-2682 .
47) El-Desoky, A. M., Shewita, R. S., El-Katcha, M. I., Abdel-Monem, R. M., El-Naggar, K., Elmaghraby, M. M., and Soltan, M. A. (2023). Reproductive Performance of Barki

Rams Fed on Different Omega-6: Omega-3 Ratios. Journal of Advanced Veterinary Research, 13(5), 707-713 .

48) Elgersma, A., Tamminga, S., and Dijkstra, J. (2006). Lipids in herbage. In Fresh herbage for dairy cattle (pp. 175-194). Springer .

49) El-Hamd, M. A., Hegazy, M., Ghallab, Z., and Elateeqy, O. (2019). Effect of supplementation of omega-3 fatty acids on blood parameters and semen quality of Friesian bulls. Slovenian Veterinary Research, 56(22) 765–772.

50) EL–Madawy, A., EL–Sharawy, M., Ali, M., Hafez, Y., Yamauchi, N., and MEtwally, E. S. (2019). Effect of unsaturated fatty acids supplementation on productive and reproductive performance of ram lambs. J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 64 (2), 247–255

51) El-Tarabany, M. S., M. A. Atta, S. S. Emara, and M. M. Mostafa. (2020). Folic Acid and Flaxseed Oil Supplements in Ossimi Ewes: Effect on Body Weight Changes, Progesterone Profile, Blood Chemistry, and Litter Traits. Tropical Animal Health and Production. 52(1): 301–308.

52) Endris, M., and Feki, E. (2021). Review on effect of stress on animal productivity and response of animal to stressors. J. Anim. Vet. 20(1), 1-14.

53) Esmaeili, V., Shahverdi, A. H., Alizadeh, A. R., Alipour, H., and Chehrazi, M. (2014). Saturated, omega□6 and omega□3 dietary fatty acid effects on the characteristics of fresh, frozen–thawed semen and blood parameters in rams. Andrologia, 46(1), 42-49.

54) Esmaeili , V., Shahverdi , A. H., Moghadasian , M. H., and Alizadeh A. R. (2015). Dietary fatty acids affect semen quality: a review. Andrology, 3(3), 450-461.

55) Fair, S., Doyle, D., Diskin, M., Hennessy, A., and Kenny, D. A. (2014). The effect of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids supplementation of rams on semen quality and subsequent quality of liquid stored semen. Theriogenology, 81(2), 210-219 .

56) Farrag, B., K. A. El-Bahrawy, H. A. Shedeed, and M. A.-H. El-Rayes. (2024). Effect of Protected Fatty Acid Supplementation on Ovarian Activity, Reproductive Hormone Profiles and Reproduction of Barki Ewes Under Semiarid Conditions. Archives Animal Breeding 67(1): 111–122.

57) Gholami H, Chamani M, Towhidi A, Fazeli MH. (2011). Improvement of semen quality in holstein bulls during heat stress by dietary supple mentation of omega-3 fatty acids. Int. J Fertil Steril;4:(16)0-7.

58) Griffeth, R. J., Bianda, V., & Nef, S. (2014). The emerging role of insulin-like growth factors in testis development and function. Basic and clinical andrology, 24(1), 12-22.

59) Grummer, R. R., & Carroll, D. J. (1988). A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. Journal of animal science, 66(12), 3160-3173.

60) Gulliver, C., Friend, M., King, B., & Clayton, E. (2012). The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in reproduction of sheep and cattle. Animal reproduction science, 131(1-2), 9-22 .

61) Gulliver, C., Friend, M., King, B., Wilkins, J., & Clayton, E. (2013). A higher proportion of female lambs when ewes were fed oats and cottonseed meal prior to and following conception. Animal Production Science, 53(5), 464-471 .

62) Habibi, M., Zamiri, M. J., Akhlaghi, A., Shahverdi, A. H., Alizadeh, A. R., & Jaafarzadeh, M. R. (2017). Effect of dietary fish oil with or without vitamin E

supplementation on fresh and cryopreserved ovine sperm. Animal Production Science, 57(3), 441-447.

63) Hadrová, S., Sedláková, K., Křížová, L., & Malyugina, S. (2021). Alternative and unconventional feeds in dairy diets and their effect on fatty acid profile and health properties of milk fat. Animals, 11(6), 1817-1838 .

64) Hafez, Y., Metwally, A., Ali, M., & El-Madawy, A. A. (2015). The effect of omega-3 on productive and reproductive performance of sheep 1-ewes and ewe lambs. Journal of Animal and Poultry Production, 6(2), 85-97 .

65) Hames, B. D., & Hooper, N. M. (2006). Gluconeogenesis. In BIOS Instant Notes in Biochemistry (3rd ed., pp. 337–346).

66) Hand, E. J. (2017). Mechanisms behind the alteration of lamb sex ratios when ewes are fed a diet high in omega-6 fatty acids prior to joining (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Charles Sturt University, Australia).

67) Hannah, P., and Lynch, L. (2022). Diet, lipids, and antitumor immunity. Cellular & Molecular Immunology, 19(3), 432-444 .

68) Hannigan, G. E., & Williams, B. R. (1991). Signal transduction by interferon-α through arachidonic acid metabolism. Science, 251(4990), 204-207.

69) Hanotte, O., and Jianlin, H. (2005). Genetic characterization of livestock populations and its use in conservation decision-making. The role of biotechnology. Villa Gualino, Turin, Italy page 132-136.

70) Hartree, E. F., & Mann, T. (1961). Phospholipids in ram semen: metabolism of plasmalogen and fatty acids. Biochemical Journal, 80(3), 464-476.

71) Hasan, M. M., El□Shal, A. S., Mackawy, A. M., Ibrahim, E. M., Abdelghany, E. M., Saeed, A. A., & El□Gendy, J. (2020). Ameliorative effect of combined low dose of Pioglitazone and omega□3 on spermatogenesis and steroidogenesis in diabetic rats. Journal of Cellular Biochemistry, 121(2), 1524-1540.

72) Hoek, V.D.M., Rickard, J. P., & de Graaf, S. P. (2022). Motility assessment of ram spermatozoa. Biology, 11(12), 1715-1732.

73) Homa, S., and Brown, C. (1992). Changes in linoleic acid during follicular development and inhibition of spontaneous breakdown of germinal vesicles in cumulus-free bovine oocytes. Reproduction, 94(1), 153-160 .

74) Hsieh, W. C., Sutter, B. M., Ruess, H., Barnes, S. D., Malladi, V. S., & Tu, B. P. (2022). Glucose starvation induces a switch in the histone acetylome for activation of gluconeogenic and fat metabolism genes. Molecular Cell, 82(1), 60-74.

75) Hughes, J., Kwong, W. Y., Li, D., Salter, A. M., Lea, R. G., & Sinclair, K. D. (2011). Effects of omega-3 and -6 polyunsaturated fatty acids on ovine follicular cell steroidogenesis, embryo development and molecular markers of fatty acid metabolism. Reproduction (Cambridge, England), 141(1), 105–118.

76) Hundal, J.S., Mavi, G.K., Cheema, R.S., Ahuja, A.K., Sharma, A. and Wadhwa, M. (2019). Effect of dietary supplementation of omega-3 rich oils on seminal characteristics, oxidative stress and plasma testosterone levels in Beetal bucks. Indian Journal of Animal Sciences 90 (5), 754–758.

77) Inskeep, E.K. (2004). Preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition effects of concentrations of progesterone on embryonic survival in the cow. J. Anim. Sci. 82(13), 24-39.
78) Jump, D. B., & Clarke, S. D. (1999). Regulation of gene expression by dietary fat. Annual review of nutrition, 19(1), 63-90.
79) Kadirvel, G., Kumar, S., Kumaresan, A., & Kathiravan, P. (2009). Capacitation status of fresh and frozen-thawed buffalo spermatozoa in relation to cholesterol level, membrane fluidity and intracellular calcium. Animal Reproduction Science, 116(3-4), 244-253.
80) Kassem, R. (2005). Small Ruminant Breeds of Syria. In Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa. Small ruminant research 1: 183-237.
81) Keisler, D. H. (2007). Sheep breeding strategies. In Current therapy in large animal theriogenology. page 649-661.
82) Kerr, B. J., Kellner, T. A., & Shurson, G. C. (2015). Characteristics of lipids and their feeding value in swine diets. Journal of Animal Science and Biotechnology, 6(30), 1-23.
83) Kgari, R. D., Muller, C. J. C., Dzama, K., & Makgahlela, M. L. (2020). Evaluation of female fertility in dairy cattle enterprises-A review. South African Journal of Animal Science, 50(6), 819-829.
84) Khazaal, K. (2005). Small ruminant breeds of Lebanon. *Characterization of small* ruminant breeds in West Asia, North Africa, 1, 155-181.
85) Kholif, A. E., Gouda, G. A., Olafadehan, O. A., & Abdo, M. M. (2018). Effects of replacement of Moringa oleifera for berseem clover in the diets of Nubian goats on feed utilisation, and milk yield, composition and fatty acid profile. Animal, 12(5), 964-972.
86) Khoshniat, M.T., Towhidi, A., Rezayazdi, K., Zhandi, M., Rostan, F., Davachi, N.D., Khalooee, F., Kastelic, J. (2020). Dietary omega-3 acids from linseed oil improve quality of post-thaw but not fresh sperm in Holstein bulls. Cryobiology, 93(2), 102–108.
87) Kılıçalp, N., & Yücel, C. (2020). Effect of dietary omega-3 poli unsaturated fatty acids during the flushing period on reproductive performance of Karayaka ewes. Indian J Anim Res, 5(4), 869-873.
88) Kridli, R. T., Abdullah, A. Y., Shaker, M. M., & Masa'Deh, M. K. (2007). Sexual activity and puberty in pure Awassi and crosses and backcrosses with Charollais and Romanov sheep breeds. New Zealand Journal of Agricultural Research, 50(4), 429-436 .
89) Kridli, R. T., Abdullah, A. Y., Obeidat, B., Qudsieh, R., Titi, H., & Awawdeh, M. (2018). Seasonal variation in sexual performance of Awassi rams. Animal Reproduction (AR), 4(1), 38-41 .
90) Krishnaswamy, N., Patra, M., Kumar, H., Badasara, S., Pawde, A., Singh, S., Mahla, A., & Chaudhari, R. (2020). Effect of dietary n□3 polyunsaturated fatty acid supplementation on the expression of genes involved in progesterone biosynthesis in the corpus luteum of goat (Capra hircus). Reproduction in Domestic Animals, 55(9), 1263–1266.

91) Kumar, S., Sihag, S., Sihag, Z. S., Patil, C. S., Dhaka, S. S., & Pandey, A. K. (2022). Effect of dietary enrichment with omega 3 and 6 fatty acids on blood metabolites, hormone concentration and ovarian function in sahiwal heifers. Indian Journal of Animal Research, 56(9), 1084-1089 .

92) Kupczyński, R., Kuczaj, M., Szołtysik, M., & Stefaniak, T. (2012). Influence of fish oil, palm oil and glycerol on milk fatty acid composition and metabolism in cows during early lactation. Archives Animal Breeding, 55(6), 540-551.

93) La Vignera, S., Vicari, E., Condorelli, R. A., d'Agata, R., & Calogero, A. E. (2011). Male accessory gland infection and sperm parameters. International journal of andrology, 34(5-2), 330-347.

94) Lardy, H. A., and Phillips, P. H. (1941). The interrelation of oxidative and glycolytic processes as sources of energy for bull spermatozoa. American Journal of Physiology-Legacy Content, 133(3), 602-609.

95) Lejeune, H., Chuzel, F., Thomas, T., Avallet, O., Habert, R., Durand, P., & Saez, J. (1996, January). Paracrine regulation of Leydig cells. In Annales d'endocrinologie . 57(1), 55-63.

96) Leroy, J., Sturmey, R., Van Hoeck, V., De Bie, J., McKeegan, P., & Bols, P. (2014). Dietary fat supplementation and the consequences for oocyte and embryo quality: hype or significant benefit for dairy cow reproduction? Reproduction in Domestic Animals, 49(3), 353-361 .

97) Leroy, J., Sturmey, R., Van Hoeck, V., De Bie, J., McKeegan, P., & Bols, P. (2018). Dietary lipid supplementation on cow reproductive performance and oocyte and embryo viability: a real benefit? Animal Reproduction, 10(3), 258-267 .

98) Li ,G., Li ,Y., Xiao ,B., Cui , D., Lin ,Y., Zeng, J., Li , J., Cao, M.J., Liu , J. (2021). Antioxidant Activity of Docosahexaenoic Acid (DHA) and Its Regulatory Roles in Mitochondria Agric Food Chem. 69(5):1647-1655.

99) Ma, X. H., Wu, W. X., Brenna, T. J., & Nathanielsz, P. W. (2000). Maternal intravenous administration of long chain n-3 polyunsaturates to the pregnant ewe in late gestation results in specific inhibition of prostaglandin H synthase (PGHS) 2, but not PGHS1 and oxytocin receptor mRNA in myometrium during betamethasone-induced labor. Journal of the Society for Gynecologic Investigation, 7(4), 233-237 .

100) MacLaren, L. A., Guzeloglu, A., Michel, F., & Thatcher, W. W. (2006). Peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR) expression in cultured bovine endometrial cells and response to omega-3 fatty acid, growth hormone and agonist stimulation in relation to series 2 prostaglandin production. Domestic Animal Endocrinology, 30(3), 155-169.

101) Mahla, A. S., Chaudhari, R. K., Verma, A. K., Singh, A. K., Singh, S. K., Singh, G., ... & Krishnaswamy, N. (2017). Effect of dietary supplementation of omega-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA) rich fish oil on reproductive performance of the goat (Capra hircus). Theriogenology, 99(1), 79-89.

102) Mahla, A. S., Bunkar, S. K., Kumawat, B. L., Saxena, V. K., Selvaraju, S., Bhatt, R. S., & Kumar, A. (2023). Dietary n-3 PUFA augments pre-ovulatory follicle turnover and prolificacy in well-fed ewes. Animal Reproduction Science, 252, 107231.

103) Manna, P. R., Dyson, M. T., & Stocco, D. M. (2009). Regulation of the steroidogenic acute regulatory protein gene expression: present and future perspectives. Molecular human reproduction, 15(6), 321-333.
104) Mansour, M. M., & Zeitoun, M. M. (2020). Modulation of ovarian follicular dynamics and conception rate in Buffalo cows exposed to Ovsynch protocol combined with a recombinant bovine somatotropin. Scientific papers animal science and biotechnologies, 53(2), 53-53 .
105) Maranesi, M., Castellini, C., Dall'Aglio, C., Petrucci, L., Mattioli, S., Boiti, C., & Zerani, M. (2018). Effects of PUFAs on animal reproduction: male and female performances and endocrine mechanisms. Phytochemistry Reviews, 17(4), 801–814
106) Masoudi, R., Dadashpour Davachi, N., (2021). Effect of Dietary Fish Oil on Semen Quality and Reproductive Performance of Iranian Zandi Rams. Archives of Razi Institute.76(3), 621-629.
107) Mattos, R., Staples, C. R., & Thatcher, W. W. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. Reviews of reproduction, 5(1), 38-45.
108) Mattos, R., Guzeloglu, A., Badinga, L., Staples, C. R., & Thatcher, W. W. (2003). Polyunsaturated fatty acids and bovine interferon-τ modify phorbol ester-induced secretion of prostaglandin F2α and expression of prostaglandin endoperoxide synthase-2 and phospholipase-A2 in bovine endometrial cells. Biology of reproduction, 69(3), 780-787.
109) Mattos, R., Staples, C., Arteche, A., Wiltbank, M., Diaz, F., Jenkins, T., & Thatcher, W. (2004). The effects of feeding fish oil on uterine secretion of PGF2α, milk composition, and metabolic status of periparturient Holstein cows. Journal of Dairy Science, 87(4), 921-932.
110) McDonald, P. (2002). Animal nutrition. Pearson Education India page125-127.
111) Mendoza, A., Crespi, D., Hernandez, A., Roura, N., Valentin, H., La Manna, A., & Cavestany, D. (2011). Effect of dietary supplementation with fish oil during the transition period on milk production, plasma metabolites and postpartum anoestrus interval in grazing dairy cows. Animal Production Science, 51(5), 481-489.
112) Mergenthaler, P., Lindauer, U., Dienel, G. A., & Meisel, A. (2013). Sugar for the brain: the role of glucose in physiological and pathological brain function. Trends in neurosciences, 36(10), 587-597.
113) Mir, P., Bittman, S., Hunt, D., Entz, T., & Yip, B. (2006). Lipid content and fatty acid composition of grasses sampled on different dates through the early part of the growing season. Canadian Journal of Animal Science, 86(2), 279-290 .
114) Mirshamsollahi, A., Ganjkhanlou, M., & Fatehi, F. (2024). Effect of source and duration of feeding omega-3 and omega-9 protected fatty acids on the expression of some genes involved in fat metabolism in fattening lambs. Animal Production Research, 12(4), 51-62.
115) Mirzaei-Alamouti, H., Mohammadi, Z., Shahir, M. H., Vazirigohar, M., & Mansouryar, M. (2018). Effects of short-term feeding of different sources of fatty acids in pre-mating diets on reproductive performance and blood metabolites of fat-tailed Iranian Afshari ewes. Theriogenology, 11(3), 85-91.

116) Moallem, U., Neta, N., Zeron, Y., Zachut, M., & Roth, Z. (2015). Dietary α-linolenic acid from flaxseed oil or eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids from fish oil differentially alter fatty acid composition and characteristics of fresh and frozen-thawed bull semen. Theriogenology, 83(7), 1110-1120.
117) Moallem, U., Lehrer, H., Livshits, L., & Zachut, M. (2020). The effects of omega-3 α-linolenic acid from flaxseed oil supplemented to high-yielding dairy cows on production, health, and fertility. Livestock Science, 242(10), 43-67.
118) Mohammad, A. L., & Alkhashab, A. (2022). Impact of Linseed Oil Supplementation on the Biochemical Blood Parameters, Production and Milk Components during the Lactation Stage in Awassi Ewes. ProEnvironment Promediu, 15(51), 368-382.
119) Monfared, A. L. (2013). Correlation of Serum Lipid P rofile with Histological and Seminal Parameters of Testis in The Goat. International Journal of Fertility & Sterility, 7(2), 122-129.
120) Nazari, S. A., Ganjkhanlou, M., & Bahnamiri, H. Z. (2019). Effects of Omega-3 fatty acid supplement and feeding frequency on insulin sensitivity and carcass characteristics in Mahabadi goat kids. Small Ruminant Research,17(2), 1-7.
121) Nazir, G., Ghuman, S., Singh, J., Honparkhe, M., Ahuja, C., Dhaliwal, G., Sangha, M., Saijpaul, S., & Agarwal, S. (2013). Improvement of conception rate in postpartum flaxseed supplemented buffalo with Ovsynch+ CIDR protocol. Animal reproduction science, 137(1-2), 15-22.
122) Nguyen, D. V., Le, V. H., Nguyen, Q. V., Malau-Aduli, B. S., Nichols, P. D., & Malau-Aduli, A. E. (2017). Omega–3 long-chain fatty acids in the heart, kidney, liver and plasma metabolite profiles of australian prime lambs supplemented with pelleted canola and flaxseed oils. Nutrients, 9(8), 893-915.
123) Nurlatifah, A., Khotijah, L., Komalasari, K., & Astuti, D. A. (2020, January). The effect of flushing with fatty acid supplementation in ewes ration on folliculogenesis. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 411(1) 20-36.
124) Odetayo, A.F., Akhigbe, R.E., Hamed, M.A., Balogun, M.E., Oluwole, D.T., Olayaki, L.A. (2024). Omega-3 fatty acids abrogate oxido-inflammatory and mitochondrial dysfunction-associated apoptotic responses in testis of tamoxifen-treated rats. Front Nutr.11(14)43-69.
125) Ofosu, J., Nartey, M. A., Mo, X., Ye, J., Zhang, Y., Zeng, C., Zhang, M., Fang, Y., & Zhou, G. (2023). Ram sperm cryopreservation disrupts metabolism of unsaturated fatty acids. Theriogenology, 20(4), 8-17 .
126) Ogori, A. (2020). Source, extraction and constituents of fats and oils. Journal of Food Science and Nutrition, 6(2), 60-68 .
127) Overton, T. R., & Waldron, M. R. (2004). Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. Journal of dairy science, 87(2), 105-119.
128) Palani, Z. M. R., & Omer, E. S. (2025). Analysis of estrogen, testosterone, and cholesterol interactions in Kurdi sheep and goats. Passer Journal of Basic and Applied Sciences, 7(2), 1141-1145.
129) Pandey, A., Ghuman, S., Dhaliwal, G., Honparkhe, M., Phogat, J., & Kumar, S. (2018). Effects of preovulatory follicle size on estradiol concentrations, corpus luteum

diameter, progesterone concentrations and subsequent pregnancy rate in buffalo cows (Bubalus bubalis). Theriogenology, 107(3), 57-62.

130) Pereira, G., Simões, P., Bexiga, R., Silva, E., Mateus, L., Fernandes, T., & Lopes-da-Costa, L. (2022). Effects of feeding rumen-protected linseed fat to postpartum dairy cows on plasma n-3 polyunsaturated fatty acid concentrations and metabolic and reproductive parameters. Journal of Dairy Science, 105(1), 361-374.

131) Petit, H.V., Dewhurst, R.J., Scollan, N.D., Proulx, J.G., Khalid, M., Haresign,W., Twagiramungu, H. and Mann, G.E. (2002). Milk production and composition, ovarian function and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega-3 fatty acids. J. Dairy Sci. 85(4), 889-899

132) Petit, H., & Twagiramungu, H. (2006). Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. Theriogenology, 66(5), 1316-1324.

133) Pineda, M. (2003). Reproductive patterns of sheep and goats. McDonald's veterinary endocrinology and reproduction. Ed. 5, 435-457.

134) Pizzini, A., Lunger, L., Demetz, E., Hilbe, R., Weiss, G., Ebenbichler, C., & Tancevski, I. (2017). The role of omega-3 fatty acids in reverse cholesterol transport: a review. Nutrients, 9(10), 1099-1111.

135) Plewes, M. R., Burns, P. D., Graham, P. E., Hyslop, R. M., & Barisas, B. G. (2017). Effect of fish oil on lateral mobility of prostaglandin $F_{2\alpha}$ (FP) receptors and spatial distribution of lipid microdomains in bovine luteal cell plasma membrane in vitro. Domestic animal endocrinology, 5(8), 39–52.

136) Rato, L., & Sousa, A. C. (2021). The impact of endocrine-disrupting chemicals in male fertility: focus on the action of obesogens. Journal of Xenobiotics, 11(4), 163-196 .

137) Roa, J., & Tena-Sempere, M. (2010). Energy balance and puberty onset: emerging role of central mTOR signaling. Trends in Endocrinology & Metabolism, 21(9), 519-528.

138) Rooke, J. A., Shao, C. C., & Speake, B. K. (2001). Effects of feeding tuna oil on the lipid composition of pig spermatozoa and in vitro characteristics of semen. Reproduction, 121(2), 315-322.

139) Rosa, H., & Bryant, M. (2002). The ‘ram effect’as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. Small Ruminant Research, 45(1), 1-16 .

140) Rotimi, D. E., Iyobhebhe, M., Oluwayemi, E. T., Olajide, O. P., Akinsanola, B. A., Evbuomwan, I. O., and Ojo, O. A. (2024). Energy metabolism and spermatogenesis. Heliyon, 10(19),138-149.

141) Sadagurski, M., Dong, X. C., Myers Jr, M. G., & White, M. F. (2014). Irs2 and Irs4 synergize in non-LepRb neurons to control energy balance and glucose homeostasis. Molecular metabolism, 3(1), 55-63 .

142) Safdar, A.H.A., Sadeghi, A.A. and Chamani, M. (2017). Effects of different fat sources (saturated and unsaturated) on reproductive performance and biological indices of ewes during flushing period. Tropical Animal Health and Production, 49(7),1447-1453.

143) Samadian, F., Towhidi, A., Rezayazdi, K., & Bahreini, M. (2010). Effects of dietary n-3 fatty acids on characteristics and lipid composition of ovine sperm. Animal, 4(12), 2017-2022.
144) Santos, J. E. P., Bilby, T. R., Thatcher, W. W., Staples, C. R., & Silvestre, F. T. (2008). Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. Reproduction in Domestic Animals, 43(2), 23-30.
145) Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., & Somchit, A. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. Reproduction Nutrition Development, 46(4), 339-354.
146) Senger, P., and TO, P. (2012). Pathways to pregnancy and parturition 3rd edition. Redmond OR: Current Conceptions .180-184
147) Sheldrick, E. L., Derecka, K., Marshall, E., Chin, E. C., Hodges, L., Wathes, D. C., Abayasekara, D. R., & Flint, A. P. (2007). Peroxisome-proliferator-activated receptors and the control of levels of prostaglandin-endoperoxide synthase 2 by arachidonic acid in the bovine uterus. The Biochemical journal, 406(1), 175–183.
148) Soydan, E., Kuran, M., Ocak, N., Yıldız, S., & Ulutaş, Z. (2020). Effects of omega-3 and omega-6 fatty acids on some reproductive parameters in ewes. Large Animal Review, 26(6), 329-336.
149) Speake, B. K., Surai, P. F., Rooke, J. A., De Vriese, S., & Christophe, A. (2003). Regulation of avian and mammalian sperm production by dietary fatty acids. Male fertility and lipid metabolism,9(10) 96-117.
150) Stillwell, W., and Wassall, S. R. (2003). Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. Chemistry and Physics of Lipids, 126(1), 1-27.
151) Stocco, D. M., & Clark, B. J. (1996). Regulation of the acute production of steroids in steroidogenic cells. Endocrine reviews, 17(3), 221-244.
152) Sturmey, R., Reis, A., Leese, H., & McEvoy, T. (2009). Role of fatty acids in energy provision during oocyte maturation and early embryo development. Reproduction in Domestic Animals, 44 (3), 50-58.
153) Suliman, G. M., Al-Atiyat, R. M., Abu-Alruz, K. H., Mamkagh, A. M., Al-Zyoud, F. A., Al-Owaimer, A. N., & Alshamiry, F. A. (2022). Application of multivariate discriminant analysis for differentiation between Saudi sheep (Ovis aries) breeds based on physical and histochemical meat characteristics. Veterinary World, 15(11),2665–2672.
154) Sullivan, R. R., Faris, B. R., Eborn, D., Grieger, D. M., Cino-Ozuna, A. G., & Rozell, T. G. (2013). Follicular expression of follicle stimulating hormone receptor variants in the ewe. Reproductive Biology and Endocrinology, 11(1), 113-121.
155) Sun, G. Y., Simonyi, A., Fritsche, K. L., Chuang, D. Y., Hannink, M., Gu, Z., & Beversdorf, D. Q. (2018). Docosahexaenoic acid (DHA): An essential nutrient and a nutraceutical for brain health and diseases. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 13(6), 3-13.

156) Surette, M. E., Whelan, J., Lu, G. P., Broughton, K. S., & Kinsella, J. E. (1992). Dependence on dietary cholesterol for n-3 polyunsaturated fatty acid-induced changes in plasma cholesterol in the Syrian hamster. Journal of lipid research, 33(2), 263-271.
157) Swanson. D., Block, R., and Mousa, S. A. (2012). Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. Advances in Nutrition, 3(1), 1–7.
158) Talafha, A. Q., & Ababneh, M. M. (2011). Awassi sheep reproduction and milk production. Tropical animal health and production, 43(7), 1319-1326.
159) Tetrick, M. A., & Odle, J. (2020). What constitutes a gluconeogenic precursor?. The Journal of Nutrition, 150(9), 2239-2241.
160) Thomas, M. G., & Williams, G. L. (1996). Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated or polyunsaturated fatty acids. Theriogenology, 45(2), 451-458.
161) Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Nutrition and athletic performance. Med. Sci. Sports Exerc, 48(3), 543-568 .
162) Titi, H., Kridli, R., & Alnimer, M. (2010). Estrus synchronization in sheep and goats using combinations of GnRH, progestagen and prostaglandin F2α. Reproduction in Domestic Animals, 45(4), 594-599 .
163) Titi, H., & Awad, R. (2018). Effect of dietary fat supplementation on reproductive performance of goats. Animal Reproduction, 4(1), 23-30 .
164) Toro, M., & Caballero, A. (2005). Characterization and conservation of genetic diversity in subdivided populations. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 360(1459), 1367-1378 .
165) Treviño, C. L., Serrano, C. J., Beltrán, C., Felix, R., & Darszon, A. (2001). Identification of mouse trp homologs and lipid rafts from spermatogenic cells and sperm. FEBS letters, 509(1), 119-125.
166) Trujillo, E., & Broughton, K. (1995). Ingestion of n-3 polyunsaturated fatty acids and ovulation in rats. Reproduction, 105(2), 197-203 .
167) Van Tran, L., Malla, B. A., Kumar, S., & Tyagi, A. K. (2017). Polyunsaturated fatty acids in male ruminant reproduction a review. Asian-Australas J Anim Sci, 30(5), 622-637.
168) Vinoles, C., Meikle, A., & Martin, G. B. (2009). Short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. Animal reproduction science, 113(1-4), 82-92.
169) Wang, J. F., Zhang, H. M., Li, Y. Y., Xia, S., Wei, Y., Yang, L., & Pan, R. R. (2019). A combination of omega-3 and plant sterols regulate glucose and lipid metabolism in individuals with impaired glucose regulation: a randomized and controlled clinical trial. Lipids in health and disease, 18(1), 106-105.
170) Wang, Y., Fu, X., and Li, H., (2025) Mechanisms of oxidative stress-induced sperm dysfunction. Front. Endocrinol. 16(15)20-35.
171) Wathes, D.C. and Lamming, G.E. (1995). The oxytocin receptor, luteolysis and the maternal recognition of pregnancy. J. Reprod. Fertil. 49 (1), 53-67.
172) Weerasinghe, W. M. P. B., Herath, H. M. G. P., & Mahipala, M. B. P. K. (2023). Effects of two levels of dietary energy content on milk production and serum

metabolites in early lactation temperate crossbred dairy cows fed guinea grass (Megathyrsus maximus) based diets. Tropical Agricultural Research, 34(3),200-211.

173) Willson, J. (2022). Acetyl-CoA keeps PC stable. nature structural & molecular biology, 29(12), 1147-1147.

174) Wonnacott, K. E., Kwong, W. Y., Hughes, J., Salter, A. M., Lea, R. G., Garnsworthy, P. C., & Sinclair, K. D. (2010). Dietary omega-3 and-6 polyunsaturated fatty acids affect the composition and development of sheep granulosa cells, oocytes and embryos. Reproduction, 139(1), 57-69.

175) Xie, Y., Zhang, H., Shui, Y., Gu, X., Tang, H., Cheng, L., & Geng, F. (2025). Comparative evaluation of volatile compounds and lipidomic profile in different cuts of Gangba sheep. Food Chemistry, 32(10)33-54.

176) Yeagle, P. (1987). The lipids of cell membranes. The Membranes of Cells. Academic Press, London, UK, 22-39.

177) Yu, H., Zhang, Y., Zhang, Y., Chen, S., Li, Z., Pi, W., Zeng, W., & Hu, G. (2024). Effects of Exogenous Regulation of PPARγ on Ovine Oocyte Maturation and Embryonic Development In Vitro. Veterinary sciences, 11(9), 397-414.

178) Yuan, C., Wang, J., & Lu, W. (2023). Regulation of semen quality by fatty acids in diets, extender, and semen. Frontiers in Veterinary Science, 10(11), 100-112.

179) Zachut, M., Arieli, A. and Moallem, U. (2011). Incorporation of dietary n-3 fatty acids into ovarian compartments in dairy cows and the effects on hormonal and behavioral patterns around estrus. Reproduction. 14(1): 833-840.

180) Zaniboni, L., Rizzi, R., & Cerolini, S. (2006). Combined effect of DHA and α-tocopherol enrichment on sperm quality and fertility in the turkey. Theriogenology, 65(9), 1813-1827.

181) Zanussi, H. P., Shariatmadari, F., Sharafi, M., & Ahmadi, H. (2019). Dietary supplementation with flaxseed oil as source of omega-3 fatty acids improves seminal quality and reproductive performance in aged broiler breeder roosters. Theriogenology, 1(30), 41-48.

182) Zeng, X., Li, S., Liu, L., Cai, S., Ye, Q., Xue, B., Wang, X., Zhang, S., Chen, F., & Cai, C. (2023). Role of functional fatty acids in modulation of reproductive potential in livestock. Journal of Animal Science and Biotechnology, 14(1), 24-36.

183) Zeraatkar, M., Riasi, A., Edriss, M. A., Habibizad, J., Kazemi, K., & Choupani, M. (2026). Effect of Flushing Diets with Different Omega□6 to Omega□3 Fatty Acids Ratios on Reproductive Performance and Blood Biochemical Attributes in Shall Ewes. Veterinary Medicine and Science, 12(1), 70-77.

184) Zeron, Y., Sklan, D., & Arav, A. (2002). Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. Molecular reproduction and development, 61(2), 271-278.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of intramuscular injection of omega-3 fatty acids on reproductive, hormonal, and blood indicators in both rams and ewes of Syrian Awassi sheep during the breeding season, given the pivotal role of these fatty acids in improving fertility and enhancing reproductive functions in ruminants. The study was conducted at the Izra'a Research Station, affiliated with the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD), in Daraa Governorate during May and June 2024.

The experiment was carried out in two concurrent phases. The first phase included 8 rams, average age 3–5 years, average weight 89 ± 5 kg, randomly divided into two equal groups (experimental and control). The second phase included 48 ewes, average age 3–4 years, average weight 52 ± 4 kg, also randomly divided into two equal groups (experimental and control). The experimental groups (rams and ewes) were injected with one of the unsaturated fatty acids (omega-3) at a dose of 3 ml three times at 15-day intervals, while the control groups (rams and ewes) received no unsaturated fatty acids and were injected with 3 ml physiological saline following the same schedule as the experimental groups.

Semen was collected from the rams during the breeding season once weekly for 9 weeks, and semen characteristics were determined: volume, sperm concentration (density), descriptive estimates, and percentages of mass motility, individual motility, and sperm viability. Blood samples were collected from both sexes weekly throughout the experiment (7 weeks) to measure concentrations of glucose, total cholesterol, low-density lipoprotein (LDL), high-density lipoprotein (HDL), as well as testosterone in rams and progesterone in ewes.

After the injection program ended, the ewes were divided into four mating groups according to treatment: Omega-3 rams × Omega-3 ewes (OMFO), Control rams × Omega-3 ewes (CMFO), Omega-3 rams × Control ewes (OMFC), and Control rams × Control ewes (CMFC, control group). Reproductive indicators were then recorded, including estrus synchronization rate, mean insemination interval, pregnancy rate, twin and single birth rates, number of offspring, fertility rate, sex of offspring, and birth weight.

Results showed a significant improvement ($P \leq 0.05$) in most semen characteristics at the end of the experiment in omega-3-treated rams compared to controls. A gradual significant improvement was observed, peaking at week 6: mean semen volume reached 1.45 ml vs. 0.88 ml, mass motility 95% vs. 88%, individual motility 90% vs. 83%, sperm concentration 6229 million/ml vs. 3480 million/ml, and live sperm percentage 82.75% vs. 75.75% in the experimental vs. control groups, respectively. Significant increases were also observed in

serum glucose, total cholesterol, HDL, and testosterone levels in the experimental rams compared to the control group throughout the measurement periods.

In ewes, results showed that intramuscular omega-3 injection led to significant increases in glucose, total cholesterol, and progesterone concentrations in the experimental group compared to the control group. The highest progesterone value recorded was 7.13 ng/ml at week 6 vs. 4.16 ng/ml. Reproductive indicators showed clear superiority in the OMFO group (both sexes treated with omega-3), with pregnancy rate reaching 100% vs. 66.7% in the control group, the highest number of offspring (16 lambs) vs. 10 lambs in the control group, and the highest fertility rate (133.33%) vs. (83.33%). Omega-3-treated ewes also showed a higher estrus synchronization rate and shorter insemination interval compared to control ewes. In contrast, omega-3 injection had no significant effect on twin birth rate, sex of offspring, or birth weight.

We conclude that intramuscular omega-3 injection significantly improved semen quality in rams and hormonal and metabolic levels in both sexes, which positively reflected on reproductive indicators in Syrian Awassi sheep, especially when both males and females were treated together. Therefore, its use before and during the breeding season is recommended to improve reproductive efficiency in sheep flocks.

Keywords: Omega-3 - Semen - Reproductive season - Pregnancy - Progesterone - Testosterone - Awassi Rams - Awassi Ewes.

Syrian Arab Republic

Hama University

Faculty of Veterinary Medicine

Department of Animal Production

Effect of Omega-3 Injection in Some Reproductive, Hormonal and Blood Parameters in Awassi Rams and Ewes

A Doctoral Dissertation Presented for the Degree of PhD in Veterinary Medical Sciences (Specialization: Ruminant Breeding)

Presented by

Abd Alkader Hassan Saflo

Under the supervision of

Scientific Supervisor: Assist. Prof. Dr. Jihad Massouh

Participating Supervisor: Prof. Dr. Mohamad Zuher Al-Ahmad

Co-Supervisor: Dr. Abdul-Mounem Al-Yasen

1448 AH – 2026 AD