تأثير الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (الأوميغا-3) في الخصوبة وتوازن الطاقة ما بعد الولادة عند أبقار الحليب في سورية

*د. محمد زهير الأحمد ** م.أ. ياسين المحسن

(الإيداع 8 آب 2017، القبول 30 تشرين الأول 2017)

الملخص:

استخدم /20/ رأساً من الأبقار بعمر /3/ إلى /7/ سنوات لتقييم أثر حقن الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأوميغا-3) في تحسين الأداء التناسلي، وتوازن الطاقة في فترة مابعد الولادة عند الأبقار الحلوب في سورية.

وزعت الأبقار عشوائياً إلى مجموعتين (10 أبقار/مجموعة)، حقنت أبقار المجموعة الأولى (مج1) بأحد الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأوميغا-3) في الأيام /30 و45/ مابعد الولادة بجرعة 10 مل. أما أبقار المجموعة الثانية (مج2) فتركت كشاهد من دون حقن أية أحماض دهنية غير مشبعة.

فحصت مبايض الأبقار عن طريق المستقيم بوساطة الأمواج فوق الصوتية في الأيام /20 و40 و60 و80/ مابعد الولادة لتحديد التطور الجريبي، ونسبة ظهور الشبق والحمل. جمعت عينات دم من المجموعتين في الأيام /15 و30 و45 و60/ مابعد الولادة لتحديد تراكيز بعض المؤشرات الدموية في المصل كسكر الدم، والبيتا هيدركسي زبدوات (β-HBA)، والكوليسترول، والبروتين الكلي، ولتحديد نسبة هرمون البروجسترون.

أظهرت النتائج عدم وجود أية فروق معنوية ($P>0.05$) بين أبقار مجموعتي الدراسة (مج1 ومج2) فيما يتعلق بتراكيز مكونات الدم الإستقلابية (الغليكوز والـ β-HBA والكوليسترول والبروتين الكلي) في المصل، بينما لوحظ وجود فرق معنوي ($P<0.05$) بتركيز البروجسترون بعد اليوم /45/ مابعد الولادة.

وبالمقابل أظهرت الأبقار المجموعة الأولى جريبات إباضية أكبر من أبقار المجموعة الشاهدة، وكذلك لوحظ وجود فرق معنوي ($P<0.05$) في نسبة ظهور الشبق والفترة الممتدة من الولادة والتلقيح الأول، وكذلك في نسبة الخصوبة في أبقار المجموعة الأولى التي حقنت بمركب أوميغا-3 مقارنةً بأبقار مجموعة الشاهد.

يستنتج من هذه الدراسة أهمية حقن مركب الأوميغا-3 لتحسين الأداء التناسلي في فترة مابعد الولادة عند الأبقار الحلوب في سورية.

الكلمات المفتاحية: الأوميغا-3، الخصوبة، توازن الطاقة، أبقار الحليب، الأحماض الدهنية غير المشبعة.

*الأستاذ المساعد في علم الولادة وأمراضها والتلقيح الصناعي في كلية الطب البيطري – جامعة حماة – سورية.

** مشرف على الأعمال في قسم أمراض الحيوان في كلية الطب البيطري – جامعة حماة – سورية.

Effect Effect of the Poly-Unsaturated Fatty Acids (Omega-3) on Postpartum Fertility and Energy Balance of Dairy Cows in Syria

ALI AL-AHMAD, M.Z. and MOUHSAIN, Y.

(Received: 8 August 2017, Accepted: 30 October 2017)

Abstract:

Twenty dairy cows, /3-7/ years old, were used to determine the effect of the PUFA – Polyunsaturated Fatty Acids- (Omega-3) injection during the postpartum period on reproduction performance and energy balance of dairy cows in Syria.

Cows were divided randomly into two groups (10 cows per group): First group (G1) injected IM /10/ ml of Omega-3 in /30/ and /45/ days postpartum period. Second group or control group (G2) no received any treatment of Omega-3 during the postpartum period.

Ovaries of cows were examined /20, 40, 60, and 80/ days from calving by transrectal ultrasonography to determine follicular development, estrus synchronization and pregnancy average. Blood samples were collected at /15, 30, 45 and 60/ days postpartum to determine serum concentrations of Glucose, β-hydroxybutyrate, Cholesterol, Total Protein, and Progesterone.

We observed no significant differences ($P>0.05$) among treatments for serum concentrations of metabolites (Glucose, β-hydroxybutyrate, Cholesterol and Total Protein), while we observed significant difference for serum concentration of progesterone hormone after /45/ days postpartum ($P<0.05$). The cows that were injected in the omega-3 treatments had larger ovulatory follicles compared with those of the control group. Treatment did differ significantly ($P<0.05$) in estrus synchronization, day to first service per pregnancy and fertility average.
In conclusion, omega-3 administration throughout the postpartum period had carryover reproductive postpartum benefits in Holstein dairy cows in Syria.

Key Words: Omega-3, Fertility, Energy Balance, Dairy Cows, Poly-Unsaturated Fatty Acids.

1–المقدمة Introduction:

أشارت العديد من الدراسات أن الأداء التناسلي للأبقار يتأثر بالتغذية والحالة الاستقلابية (Butler, 2000 ; Roche, 2006 ; Leroy *et al.*, 2008)، حيث يعدّ الغلوكوز مادة غذائية رئيسية للأبقار نظراً لأنه يدخل في تركيب الحليب، وأيضاً ينسق آليات الإفراز الداخلي للغدد التي تتحكم بعملية التوازن الهرموني في الجسم (Lucy, *et al.*, 2014).

وتتمثل التأثيرات الهرمونية في المبيض بشكل فعلي بعودة تكرار الدورات التناسلية الطبيعية (Lucy, 2008)، وتقوم عضوية الأبقار بتحويل الغليكوجين المخزن في الكبد والعضلات إلى غليكوز وتحرره في الفترة المبكرة بعد الولادة، وكذلك تحطم الشحوم الثلاثية الموجودة في الأنسجة الدهنية لتنتج الغليسيرول (الركيزة الأساسية لاستحداث الغلوكوز)، والحموض الدهنية غير المؤسترة Non Steroid Fatty Acids (NEFA) التي يمكن أن تستعملها الأبقار كمصدر للطاقة عندما تكون ضمن تراكيزها الفيزيولوجية، ويؤدي ذلك إلى تشكل الأجسام الكيتونية بتركيز طبيعي، ويرتفع تركيز حمض بيتا هيدروكسي زبدوات β–Hydroxybutyrate Acid (β–HBA) في مصل الدم.

لذلك فإن زيادة الغلوكوز (بزيادة مصادره) تؤدي إلى انخفاض تركيز كلٍّ من الـ NEFA والـ β–HBA في مصل الدم ويؤدي ذلك إلى تحرر هرمون الأنسولين (White, 2015). وأشار (Lucy, 2008) إلى أنه، إضافةً إلى أهمية الغلوكوز على الاستقلاب، يمكن أن ينظم تغيرات الإفراز الداخلي للهرمونات كالأنسولين وعامل النمو شبيه الأنسولين Insulin like Growth Factor–1 (IGF1)، وبيّن (Velazquez *et al.*, 2008) أن هناك علاقة إيجابية بين الأنسولين والـ IGF1 في اليوم الأول للدورة التناسلية بعد الولادة عند الأبقار.

واستنتج (Lucy, 2008) أن الغلوكوز والأنسولين تزود على الأرجح جزيئات تؤثر في منطقة الوطاء لتحرر هرمون الـ (GnRH)وتطرحه عند الأبقار بعد الولادة، فزيادة مصادر الغلوكوز تؤدي إلى زيادة تركيز كلٍّ من الأنسولين والـ IGF1 في الدوران الدموي، لذلك يحدث استئناف مبكر للدورة بعد الولادة، فتتحرر نسبة أكبر من الـ (GnRH)والهرمون اللوتيئيني (LH) والتي تنبه المبيض.

لذلك هناك تآزر قوي بين الأنسولين والـ IGF1 والـ LH على مستوى المبيض يؤدي إلى تخفيض الفاصل الزمني بين الولادة والإباضة الأولى بعد الولادة (Kawashima *et al.*, 2012; Lucy, 2011).

وللأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة Poly–Unsaturated Fatty Acids (PUFAs) أهمية في العمليات التناسلية المختلفة كالهرمونات الستيروئيدية، وطلائع البروستاغلاندين من الكوليسترول وحمض الأراشيدونك (Urlep and Rozman, 2013 ; Tessaro *et al.*, 2015)، ويمكن أن تحد الدهون الغذائية ومن ضمنها (PUFAs) من عجز الطاقة التي تحدث عند الأبقار في فترة الحلابة.
المبكرة (Staples *et al.*, 1998)، لذلك فإن إضافة الـ (PUFAs) إلى الغذاء كمتمم يمكن أن تزيد من الأداء التناسلي من خلال تغييرها لكل من حالة الطاقة وتقديمها لطلائع تركيب البروستاغلاندين (Mattos *et al.*, 2000).
وتعدّ الـ (PUFAs) من الأحماض الدهنية غير المشبعة أو تصنف عضواً في عائلة (أوميغا–3) أو عائلة (أوميغا–6)، ويمكن للحيوانات أن تركب أغلب هذه الحموض الدهنية. ويجب أن تغذى هذه الحيوانات على مصادر هذه الحموض الدهنية التي توجد بشكل رئيسي في البذور الزيتية وزيت السمك.

ويمكن أن يكون الأثر الإيجابي للدهون الغذائية في خصوبة الأبقار نتيجة لتأثير بعض الأحماض الدهنية الغذائية في الغدة النخامية، والمبيض، والرحم، وليس عن طريق تحسين وضع الطاقة (Lucy *et al.*, 1992 ; Staples *et al.*, 1998). ويعتقد أن هناك بعض الدهون الغذائية فقط يمكن أن تثبط إنتاج الـ PGF2α لأنه من المعروف أن بعض الأحماض الدهنية النوعية (الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة PUFA) تؤدّي دوراً رئيسياً في تركيب الـ PGF2α في بطانة الرحم، لذلك من الممكن عن طريق تعديل إضافة هذه الأحماض الدهنية بكميات مختلفة في علائق الأبقار الحلوب كإضافة الأوميغا–3، التقليل من تركيز الـ PGF2α المنتج في بطانة الرحم في أثناء الحمل، مما يسهم في تعشيش الجنين، ومن ثَمَّ انخفاض معدل الموت الجنيني (Mattos *et al.*, 2004).

أشارت تقارير عدّة في المسنوات القليلة الماضية إلى أن النظام الغذائي الغني بالأحماض الدهنية النوعية (ولا سيّما من عائلة الأوميغا–3) حسّن الخصوبة في الأبقار من خلال دوره الفيزيولوجي بتأثيره في بعض المؤشرات التناسلية بزيادة معدل الحمل وتخفيض الموت الجنيني ال(Petit and Twagiramungu, 2006) .

وأشارت الدراسات إلى أن الـ PUFA ومن أهمها الأوميغا–3، تؤدّي دوراً مهماً عند بعض الحيوانات في العديد من العمليات التناسلية بما في ذلك الإباضة، والإخصاب، والولادة (Abayasekara and Wathes, 1999)، ففي الأبقار يمكن أن تؤثر الأحماض الدهنية الغذائية في النمو الجريبي المبيضي، ووظيفة الجسم الأصفر وإنتاج هرمون البروجسترون (Abayasekara and Wathes, 1999 ; Mattos *et al.*, 2000)، من جهة ثانية لوحظ أن العلائق المقدمة قبل المخاض والغنية بالـ PUFA من عائلة (Omega–3) أدت إلى تأخير الولادة في الأغنام (Beguma–Nibasheka *et al.*, 1999) وزادت من حالات احتباس المشيمة في الأبقار (Barnouin and Chassagne, 1991). بالمقابل، فإن زيادة الوجبات الغذائية الغنية بالأوميغا–3 (PUFA n–3) في فترة ما بعد الولادة حسنت من معدلات الحمل في الأبقار (Armstrong *et al.*, 1990 ; Burke *et al.*, 1997 ; Petit *et al.*, 2001 ; Ambrose *et al.*, 2002)، وقد عزي ذلك على الأرجح إلى انخفاض إفراز الـ PGF2α من بطانة الرحم خلال فترة الحمل المبكر (Thatcher *et al.*, 1997).

فمن الواضح أن الـ PUFA مهمة للتكاثر وتحسين الخصوبة؛ لأن الأهمية العملية لمزارع الأبقار الحلوب هي القدرة المحتملة للحد من فقدان الجنين، والذي يمكن أن يتم عن طريق تطبيق نظام غذائي غني بالـ PUFA للحد أو تثبيط إفراز الـ PGF2α في الأبقار الحلوب خلال الفترة الحرجة من اعتراف الأمهات بالحمل عن طريق بروتين الأرومة المغذية للجنين (Mattos *et al.*, 2004).

من خلال ما سبق ذكره تأتي أهمية هذا البحث في سورية؛ إذْ أن هناك مشكلة كبيرة تتمثل في ضعف الأداء التناسلي والخصوبة، ولا سيّما في المرحلة التالية للولادة، التي تكثر فيها حالات اللاشبق للأبقار الحلوب، التي يمكن أن تمتد حتى /60 أو 120/ يوماً بعد الولادة، وقد تصل أحياناً إلى عدّة شهورٍ، ويشكل ذلك خسارة اقتصادية كبيرة للمربين أو لمحطات تربية الأبقار الحلوب، من خلال عدم وضع مثل هذه الأبقار في التناسل بشكل مبكر من أجل زيادة الخصوبة والمتمثلة بزيادة الإنتاجية من خلال زيادة نسبة المواليد.

لذلك تم اقتراح إجراء هذه الدراسة لتقييم أثر إعطاء الأحماض الدهنية غير المشبعة من عائلة (الأوميغا–3) في تحسين نسبة الخصوبة إثر كل عملية تلقيح اصطناعي ضمن الظروف المحلية السورية وتقليل الخسائر الاقتصادية للأبقار الحلوب الناجمة عن حالات اللاشبق الطويلة، وكذلك دراسة تأثير إعطاء الأوميغا–3 في حالة نقص الطاقة من خلال دراسة تأثيرها في بعض

المؤشرات الدموية كسكر الدم وحمض بيتا هيدروكسي زبدوات، و الكوليسترول، والبروتين الكلي، وكذلك تأثيرها في إنتاج هرمون البروستاغلاندين، ومعايرة تركيز هرمون البروجسترون في أثناء الدراسة لتحديد عودة الدورات التناسلية وتشكل الجسم الأصفر المرافق لحدوث الحمل.

2–المواد وطرائق العمل Material and Methods:

أجريت الدراسة على /20 / رأساً من الأبقار الحلوب الموجودة في مزارع التربية الخاصة في ريف حماة والتي تراوحت أعمارها بين /3–7/ سنوات، وكانت تعاني سابقاً من ضعف خصوبة ما بعد الولادة. قبل البدء بالتجربة، تم قياس درجة البدانة أو السمنة Body Condition Score (BCS) من خلال تقييم كمية الدهون المتوضعة تحت الجلد على جانبي العمود الفقري باعتماد خمس درجات (1= نحيفة جداً إلى 5= سمينة) وذلك بالنظر إلى المحور الرأسي الذيلي من الناحية الخلفية للحيوان (Edmonson et al., 1989).

كما أخذ بعين الاعتبار عدد الولادات السابقة لأبقار التجربة والمشاكل التي عانت منها الأبقار الخاضعة للتجربة جميعها بالاعتماد على السجلات المخصصة لمتابعة الإنتاج.

وزعت بعد ذلك الأبقار عشوائياً إلى مجموعتين متساويتين (10 أبقار/المجموعة): بحيث تضمنت كل مجموعة الفئات العمرية كافة على النحو الآتي:

المجموعة الأولى (مج1): حقنت أبقار هذه المجموعة عضلياً بجرعة (10 مل) من أحد الأحماض الدهنية غير المشبعة وهو الأوميغا–3 (Omega vit – PROVET –Turkey) في اليوم /30/ واليوم /45/ ما بعد الولادة.

المجموعة الثانية (مج2): وهي مجموعة الشاهد: وهي أبقار تعاني ضعفاً في الخصوبة، ولكن لم يستخدم فيها أية معالجة وإنما تركت بشكل طبيعي لمقارنتها بمجموعة الدراسة السابقة.

قدم لأبقار كلا المجموعتين علائق تتكون من مركّز حلوب جاهز، وتبن القمح، وما يتوفر من أعلاف خضراء من مخلفات المحاصيل الزراعية المتوفرة.

فحصت مبايض كل بقرة لكلا المجموعتين عن طريق المستقيم بوساطة الأمواج فوق الصوتية (الإيكوغراف) باستخدام مجس تردده 6 ميغاهيرتز في الأيام /20 و40 و60 و80/ مابعد الولادة لتحديد التطور الجريبي من خلال عدّ الجريبات الكبيرة (أكبر من 8 مم) ومن ثم قياس أقطار الجريبات السائدة.

تم تحديد وقت ظهور الشبق عند أبقار المجموعتين كليهما بعد الولادة من خلال مراقبتها لمدة نصف ساعة صباحاً ومساءً في كل مرة، وسجل عدد الأبقار التي ظهر عليها الشبق.

كما تم تأكيد حدوث الشبق بوساطة استخدام طريقة التصوير بالأمواج فوق الصوتية، وحسبت نسبة ظهور الشبق من خلال تطبيق المعادلة الآتية:

نسبة ظهور الشبق = عدد الأبقار التي ظهر عليها الشبق/ مجموع عدد الأبقار في التجربة × 100.

أخذت عينات دم من الوريد الوداجي (10 مل) من أبقار المجموعتين، في الأيام /15 و30 و45 و60/ ما بعد الولادة باستخدام أنابيب مفرغة من الهواء وخالية من أي مانع تخثر، ثم نقلت العينات بعد ذلك إلى مخبر وظائف الأعضاء بكلية الطب البيطري، حيث ثفلت على سرعة (250 x g) في الدقيقة لمدة /10/ دقائق للحصول على مصل الدم.

وضع بعد ذلك مصل الدم في أنابيب إبندروف سعة /2/ مل ثم حفظت العينات على الدرجة –20°م لتخضع فيما بعد لاختبارات معايرة بعض المؤشرات البيوكيميائية للدم باستخدام مجموعات تشخيصية جاهزة (Kits) تضمنت:

اختبار الغليكوز في مصل الدم باستخدام كيت(Glucose GOD/PAP–L091605168–SYRBIO–Switzerland) واختبار الكوليسترول في مصل الدم باستخدام كيت (Cholesterol GOD/PAP–0682–SYRBIO–Switzerland) واختبار البروتينات الكلية في مصل الدم باستخدام كيت (Total Protein–0304–SYRBIO–Switzerland)، وكذلك تم اختبار حمض البيتا هيدروكسي زبدوات β–HBA بمجموعة تشخيصية جاهزة من شركة راندوكس – RANBUT (RB1007 – RANDOX –UK).

واستخدم لقراءة نتائج هذه الاختبارات جهاز مقياس طيف ضوئي آلي (BioSystem BTS–310)، بطول موجة للغلكوز (505 nm) والبروتين الكلي (546 nm) والكوليسترول (500 nm) والـ β–HBA (340 nm). وكذلك تم إجراء اختبار معايرة لهرمون البروجسترون في مصل الدم باستخدام جهاز تحليل الهرمونات نوع إيمولايت 2000.

تم تشخيص الحمل بعد تلقيح الأبقار بفترة شهر ونصف بطريقة الأمواج فوق الصوتية، وأعيد التشخيص مرة ثانية بعد ثلاثة أشهر لتأكيد الحمل وحساب نسبة الخصوبة (أو نسبة الحمل).

3–التحليل الإحصائي Statistical Analysis:

أجري تحليل وصفي إحصائي لنتائج البحث باستخدام البرنامج الإحصائي (Statistix 4.0)، حيث تم حساب المتوسط الحسابي ومقارنته مع الانحراف المعياري (SD)، واستخدم اختبار التباين باتجاه وحيد One Way–Analysis Of Variance (ANOVA) لمقارنة المؤشرات البيوكيميائية المدروسة ومعدل هرمون البروجسترون وعدد الجريبات ومتوسط قطر الجريبات السائدة ونسبة الحمل بين أبقار مجموعة الدراسة والمجموعة الشاهد، وعُدّت قِيم ($p<0.05$) إحصائياً معنوية، كما تم إجراء اختبار بيرسون مربع كاي Pearson's Chi Square لمقارنة مجاميع الدراسة بمعاييرها المختلفة.

4–النتائج Results:

يوضح الجدول رقم (1) متوسط البدانة أو السمنة (BCS) لأبقار التجربة ومتوسط عدد الولادات السابقة ونسبة ظهور الشبق، وكذلك متوسط الفترة الممتدة من الولادة حتى التلقيح، ونسبة الخصوبة مقدرة بعد تشخيص الحمل باستخدام الأمواج فوق الصوتية حتى عمر ثلاثة أشهر في مجموعة الدراسة (مج1) والمجموعة الشاهدة (مج2).

ولم تظهر النتائج وجود أية فروق معنوية ($P>0.05$) بين أبقار مجموعة الدراسة ومجموعة الشاهد فيما يتعلق بحالة البدانة (السمنة) وعدد الولادات السابقة.

بالمقابل، لوحظ وجود فرق معنوي ($P<0.05$) في نسبة ظهور الشبق والفترة الممتدة من الولادة والتلقيح الأول وكذلك في نسبة الخصوبة في أبقار المجموعة الأولى التي حقنت بمركب أوميغا–3 مقارنةً بأبقار مجموعة الشاهد.

الجدول رقم (1): متوسط حالة البدانة أو السمنة وبعض المؤشرات التناسلية في مجموعتي الدراسة والشاهدة.

المجموعة	العدد	BCS (متوسط ± SD)	عدد الولادات (متوسط ± SD)	نسبة ظهور الشبق (%)	الفترة من الولادة إلى التلقيح (يوم)	نسبة الخصوبة (%)
مج1 (الدراسة)	10	0.7±3.0	1.1±3.1	90^a	$28.8±69.8^a$	60^a
مج2 (الشاهد)	10	0.7±2.6	0.9±3.2	50^b	$18.6±93.2^b$	30^b

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروقات معنوية بين المعاملات ($P<0.05$).

والجدول رقم (2) يوضح متوسط عدد الجريبات الكبيرة مع قطر الجريبات السائدة في المبيضين الأيسر والأيمن، في أبقار مجموعتي الدراسة والشاهدة التي تم القيام بها في الأيام /15 و30 و45 و60/ يوماً ما بعد الولادة.

لم يلاحظ وجود أية فروق معنوية (P>0.05) فيما يتعلق بأعداد الجريبات في المبيض الأيسر والمبيض الأيمن، بينما لوحظ وجود فرق معنوي (P<0.05) في قياس قطر الجريبات السائدة بعد اليوم /45/ ما بعد الولادة بين أبقار مجموعة الدراسة (مج1) والتي حقنت بالأوميغا–3 وبين أبقار مجموعة الشاهد (مج2) التي لم تُعْطَي أية أحماض دهنية غير مشبعة خلال الفترة الزمنية نفسها للدراسة.

الجدول رقم (2): متوسط عدد الجريبات الكبيرة (> 8 مم) ومتوسط قطر الجريبات السائدة في مبايض أبقار مجموعتي الدراسة والشاهدة.

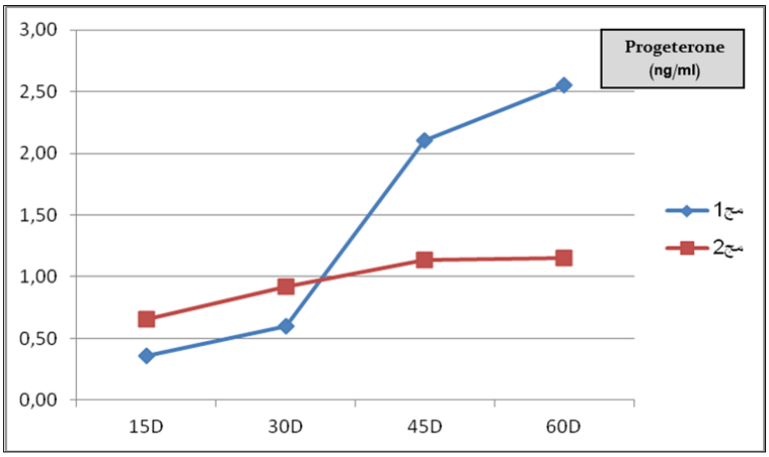
المجموعة	عدد جريبات المبيض الأيسر (متوسط ± SD)	عدد جريبات المبيض الأيمن (متوسط ± SD)	عدد جريبات المبيضين كليهما (متوسط ± SD)	قطر الجريبات السائدة (مم) (متوسط ± SD)
مج1 (الدراسة)	0.8±2.5	0.7±2.7	0.8±5.2	2.5 ± 16.4^{a}
مج2 (الشاهد)	0.3±2.1	0.8±2.4	1.0±4.5	2.3 ± 13.6^{b}
قيمة *p*	0.432	0.576	0.871	**0.046**

أما الجدول رقم (3) والمخططات البيانية رقم (1 و2) فتوضح نتائج تحاليل المؤشرات البيوكيميائية في مصل الدم (البروتين الكلي والكوليسترول والغليكوز والـ β–HBA) وهرمون البروجسترون في أبقار مجموعتي الدراسة والشاهدة التي تم قياسها في الأيام /15 و30 و45 و60/ يوماً ما بعد الولادة.

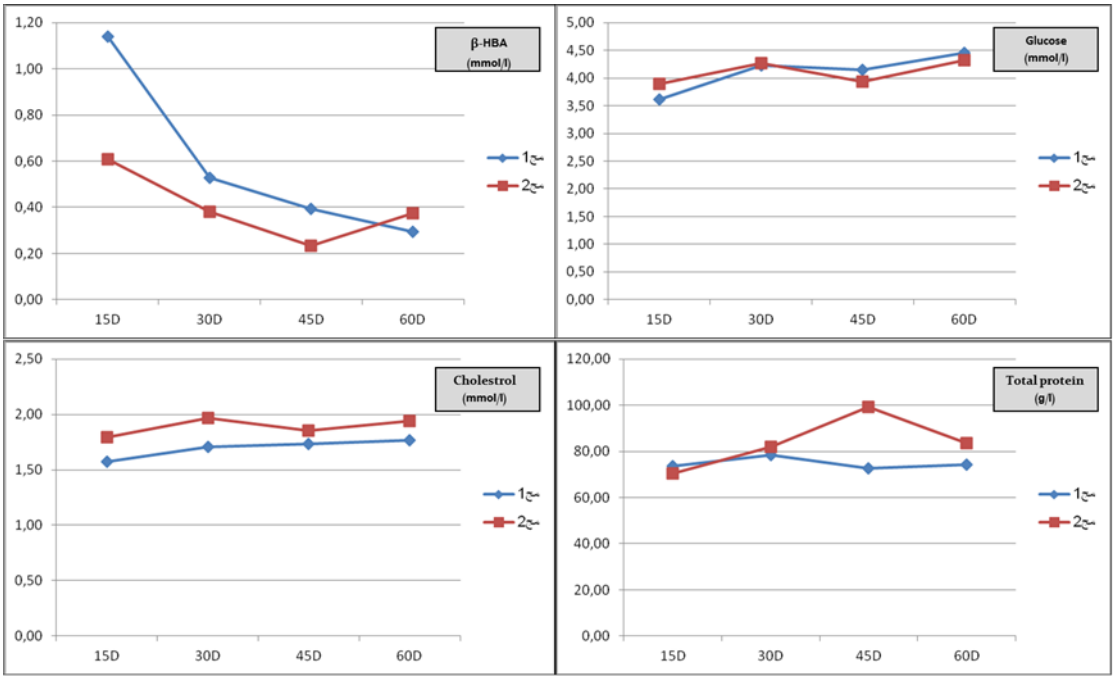
لم يلاحظ وجود أية فروق معنوية (P>0.05) فيما يتعلق بتركيز مؤشرات مصل الدم (الغليكوز، والبيتا هيدروكسي زبدوات، والكوليسترول، والبروتين الكلي)، بينما لوحظ وجود فرق معنوي (P<0.05) بتركيز البروجسترون بعد اليوم /45/ مابعد الولادة بين أبقار مجموعة الدراسة (مج1) التي حقنت بالأوميغا–3 وبين أبقار مجموعة الشاهد (مج2) التي لم تُعْطَى أية أحماض دهنية غير مشبعة خلال الفترة الزمنية نفسها للدراسة.

الجدول رقم (3): متوسطات بعض مؤشرات الطاقة وهرمون البروجسترون في أبقار مجموعتي الدراسة والشاهدة.

نتائج الاختبارات بعد الولادة	الاختبار / المجموعة	Progesterone ng/ml	β–HBA mmol/l	Glucose mmol/l	Cholesterol mmol/l	TotalProtein g/l
بـ 15 يوماً (المتوسط ± SD)	مج 1 (الدراسة)	0.32±0.36	0.71±1.14	0.35±3.61	0.27±1.57	15.82±73.73
	مج 2 (الشاهد)	0.58±0.65	0.26±0.91	0.29±3.90	0.13±1.80	6.55±70.50
	قيمة *p*	0.229	0.067	0.058	0.065	0.563
بـ 30 يوماً (المتوسط ± SD)	مج 1 (الدراسة)	1.06±0.60	0.31±0.53	0.89±4.23	0.15±1.70	13.22±78.36
	مج 2 (الشاهد)	0.57±0.92	0.07±0.38	0.44±4.27	0.41±1.97	8.38±81.82
	قيمة *p*	0.311	0.201	0.913	0.064	0.459
بـ 45 يوماً (المتوسط ± SD)	مج 1 (الدراسة)	1.83±2.10	0.22±0.39	0.49±4.15	0.22±1.73	14.75±72.68
	مج 2 (الشاهد)	0.92±1.13	0.08±0.23	0.83±3.94	0.09±1.85	2.17±89.20
	قيمة *p*	**0.041**	0.054	0.494	0.157	0.065
بـ 60 يوماً (المتوسط ± SD)	مج 1 (الدراسة)	1.80±2.55	0.18±0.29	0.33±4.33	0.27±1.77	9.04±74.19
	مج 2 (الشاهد)	1.01±1.15	0.09±0.38	0.45±4.33	0.41±1.94	7.46±83.66
	قيمة *p*	**0.049**	0.257	0.451	0.131	0.053



المخطط البياني رقم (1): مؤشرات الطاقة المدروسة في أبقار مجموعتي الدراسة والشاهد



المخطط البياني رقم (2): نسبة هرمون البروجسترون في مصل الدم عند أبقار مجموعتي الدراسة والشاهدة.

5–المناقشة Discussion:

نظراً للمشاكل التناسلية المتكررة والخسائر الاقتصادية الكبيرة التي تلاحظ عند الأبقار الحلوب في سورية والتي تتمثل بشكل كبير بضعف الأداء التناسلي والخصوبة، ولا سيّما في المرحلة التالية للولادة والتي تكثر فيها حالات اللاشبق والتي يمكن أن تصل أحياناً إلى عدة شهور ما بعد الولادة، تم إجراء هذه الدراسة من أجل تقييم أثر إعطاء الأحماض الدهنية غير المشبعة من عائلة الأوميغا–3 في تحسين نسبة الخصوبة من كل تلقيح اصطناعي ضمن الظروف المحلية والتقليل من الخسائر الاقتصادية للأبقار الحلوب الناجمة عن حالات اللاشبق الطويلة، وكذلك دراسة تأثير إعطاء الأوميغا–3 في حالات نقص الطاقة وتأثيرها في بعض المؤشرات الدموية كسكر الدم والـ β–HBA والكوليسترول والبروتين الكلي إضافةً إلى تأثيرها في إنتاج هرمون البروجسترون.

أظهرت هذه الدراسة (الجدول رقم 1) عدم وجود أي فرق معنوي في الحالة الصحية للأبقار المعالجة والأبقار الشاهدة. بالمقابل لوحظ وجود فرق معنوي (P<0.05) في المتوسط العام لنسبة ظهور الشبق بين أبقار مجموعة الدراسة (مج 1) التي حقنت بأحد الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأوميغا-3) وأبقار مجموعة الشاهد (90 % مقابل 50 %).

وتفوقت أبقار المجموعة الأولى على أبقار مجموعة الشاهد وبصورة معنوية (P<0.05) في المتوسط العام للفترة الممتدة من الولادة إلى التلقيح الأول حيث بلغت النسب (69.8±28.8 مقابل 93.2±18.6 يوماً).

ولوحظ أيضاً وجود فرق معنوي في نسبة الخصوبة في الأبقار الملقحة في مجموعة الدراسة مقابل مجموعة الشاهد حيث بلغت النسب (60 % مقابل 30 %). من هنا نلاحظ تفوق أبقار المجموعة الأولى المعاملة بالأوميغا-3 (10 مل مرتين بفاصل 15 يوماً) مما يؤكد أن استخدام هذه الأحماض الدهنية غير المشبعة في فترة مابعد الولادة عند الأبقار التي لديها مشاكل تناسلية يسرع من ظهور الشياع ويزيد من نسبة الشبق ونسبة الخصوبة.

تتفق النتائج المتحصل عليها مع نتائج بعض الدراسات السابقة التي أجريت في هذا المجال والتي لوحظ من خلالها أن حالة البدانة أو السمنة للأبقار لم تتأثر بالمعالجة والولادة التي حدثت بشكل طبيعي عند الأبقار جميعها (Badiei *et al.*, 2014). وقد أشار (Juchem *et al.*, 2010) إلى أن إضافة أملاح كالسيوم اللينوليك والأحماض الدهنية خلال الفترة الانتقالية إلى علائق الأبقار يعمل على الحد من حدوث التهاب الرحم النفاسي، مما يسهم في تعزيز الخصوبة. وقد قيم Juchem (2007) أثر أملاح الكالسيوم لزيت النخيل في فترات ماقبل الولادة وما بعد الولادة ووجد أن الأبقار التي غذيت على الأحماض الدهنية غير المشبعة كانت أكثر عرضة لتصبح حاملاً بمرة ونصف بعد /27 أو 41/ يوماً من التلقيح مقارنةً بتلك التي تتغذى على علائق تحتوي أملاح الكالسيوم من زيت النخيل فقط. ولكن لوحظ في الدراسة نفسها أن التغذية على الأوميغا-3 في أثناء فترة التجفيف أو في فترة ما قبل الولادة المبكرة أو المتأخرة لم يحقق أية فوائد تناسلية ما بعد الولادة، ولم يكن له أية آثار في إنتاج الحليب في أبقار الحليب الهولشتاين (Badiei *et al.*, 2014).

ولوحظ في دراسات أخرى عند بعض الحيوانات، أن الـ PUFA تؤدّي دوراً مهماً في العديد من العمليات التناسلية بما في ذلك الإباضة، والإخصاب والولادة (Abayasekara and Wathes, 1999).

ففي الأبقار، يمكن أن تؤثر الأحماض الدهنية الغذائية في النمو الجريبي المبيضي، ووظيفة الجسم الأصفر وإنتاج هرمون البروجسترون (Abayasekara and Wathes, 1999 ; Mattos *et al.*, 2000).

إلا أنه بالمقابل لوحظ أن العليقة المقدمة قبل الولادة والغنية بالـ PUFA من عائلة الأوميغا-3 أخرت الولادة في الأغنام (Beguma-Nibasheka *et al.*, 1999) وزادت حالات احتباس المشيمة في الأبقار (Barnouin and Chassagne, 1991)، أما زيادة العليقة الغنية بالأوميغا-3 في فترة ما بعد الولادة فحسنت من معدلات الحمل في الأبقار (Armstrong *et al.*, 1990 ; Burke *et al.*, 1997 ; Petit *et al.*, 2001 ; Ambrose *et al.*, 2002) على الأرجح من خلال انخفاض إفراز الـ PGF2α من بطانة الرحم خلال الحمل المبكر (Thatcher *et al.*, 1997) فمن الواضح أن الـ PUFA مهمة للتكاثر.

الأهمية العملية لمزارع الحليب هي القدرة المحتملة للحد من فقدان الجنين عن طريق التغذية بنظام غذائي غني بالـ PUFA لتثبيط إفراز الـ PGF2α من بطانة الرحم في الأبقار الحلوب خلال الفترة الحرجة من اعتراف الأمهات بالحمل.

من جهة ثانية لا تتفق النتائج التي حصلنا عليها مع نتائج الدراسة التي قام بها (Dirandeh *et al.*, 2013[b])، والتي أظهرت عدم وجود أي تأثير للمعالجة في نسبة كشف الشبق، ومعدل الحمل من التلقيح الأول، ونسبة الإخصاب من التلقيح الاصطناعي للأبقار التي غذيت بفول الصويا، أو بذور الكتان، أو زيت النخيل.

ومع ذلك، أظهرت الدراسة أن نسبة الحمل في اليوم /120/ مالت (P = 0.08) لتكون أعلى للأبقار التي تناولت أحماض دهنية (أوميغا–3) من تلك التي تناولت زيت النخيل (66.7٪ مقابل 50.91٪) (Dirandeh *et al.*, 2013[b]).

وقد ذكر (Staples *et al.*, 1998) أن الدهون الغذائية أو زيادة الطاقة حسنت الخصوبة عند أبقار الحليب، وأشار (White, 2015) إلى أن انخفاض مستوى الطاقة في العليقة ينتج عنه انخفاض مستوى الأنسولين وعامل النمو شبيه الأنسولين (IGF–1) التي يُظنّ أن لها تأثيراً مباشراً في المبيض وغير مباشر في منطقة الوطاء (Lucy *et al.*, 2008) وبيّن (Velazquez *et al.*, 2008) أن انخفاض مستوى الطاقة المقدمة للحيوان يطيل فترة اللاشبق ما بعد الولادة، وتغيير الدهون التي تقدم للحيوان مهمة لأنها تقدم مصدراً للطاقة والحموض الدهنية والفيتامينات الذوابة بالدهون، ومن خلال دراسة قام بها (Staples *et al.*, 1998) أشار فيها إلى أن إضافة الدهون الغذائية إلى العليقة تحسن من الخصوبة ومن حالة توازن الطاقة السلبي الذي تعانيه الأبقار في فترة ما بعد الولادة ومنْ ثَمَّ تؤدي إلى عودة مبكرة للشبق بعد الولادة، وقد لوحظ أن التأثير الإيجابي للدهون الغذائية في الخصوبة عند الأبقار الحلوب يتم من خلال تأثيرها في الغدة النخامية والمبيض والرحم وفي تحسين ميزان الطاقة في الجسم (Lucy *et al.*, 1992 ; Staples *et al.*, 1998).

وأشارت نتائج دراستنا (الجدول رقم 2) إلى عدم وجود أي فرق معنوي بعدد الجريبات الكبيرة (> 8 مم) في مبايض أبقار مجموعتي الدراسة، بينما لوحظ وجود فرق معنوي (P<0.05) في متوسط قطر الجريبات السائدة في مبايض أبقار مجموعة الدراسة والتي أعطيت الأوميغا–3 مقارنةً بمجموعة الشاهد التي لم تُعْطَ أية معالجة حيث بلغت النسب (16.4±2.5 مقابل 13.6±2.3 على الترتيب).

تتفق هذه النتائج تقريباً مع تلك التي أجريت في دراسات أخرى حيث لم يتم العثور على أي أثر ملموس لإضافة الأحماض الدهنية غير المشبعة (أوميغا–3) في متوسط عدد الجريبات. وبالمثل، وجد Petit (2002) و (Petit *et al.*, 2002) القليل جداً من التأثير للعلائق المضاف لها بذر الكتان، أو زيت السمك، أو نبات الكتان، أو بذور عباد الشمس في الحركية الجرابية.

ومع ذلك، وجد (Bilby *et al.*, 2006) أن عدد الجريبات المتطورة وحجمها ازدادا في الأبقار التي تلقت تغذية مضافاً إليها زيت بذر الكتان الغني بالأحماض الدهنية غير المشبعة (PUFA) من نوع الأوميغا–3. وأفادت دراسات عدّة أن المكملات الغذائية من الأوميغا–3 تحسن الخصوبة من خلال التأثير في النمو الجريبي والإباضة في الأبقار الحلوب.

على سبيل المثال، لوحظ وجود زيادة في قطر الجريبات وعددها (Robinson *et al.*, 2002)، ومتوسط قطر الجريب الإباضي (Ambrose *et al.* 2006) في الأبقار التي غذيت على بذور الكتان.

وأظهر (Bilby *et al.*, 2006) أن حجم الجريب المهيمن ازداد في الأبقار التي غذيت بوجبات غنية بحمض اللينوليك وحمض اللينولينيك مقارنةً بالأحماض الدهنية المشبعة.

وتشير الدراسات التي أجريت مؤخراً إلى وجود زيادة في قطر الجريبات الكبيرة (> 10 ملم) عند الأبقار التي غذيت بوجبات غنية بالأوميغا–3 مثل بذور الكتان وزيته، وأملاح الكالسيوم من الأحماض الدهنية الطويلة السلسلة وزيت السمك مقارنةً بالأبقار التي تلقت تغذية غنية بالأحماض الدهنية المشبعة MUFA (Ambrose *et al.*, 2006 ; Bilby *et al.*, 2006 ; Santos *et al.*, 2008 ; Dirandeh *et al.*, 2013[a]).

هذه الدراسات تشير بوضوح إلى الآثار التفاضلية المختلفة للأحماض الدهنية في النمو الجريبي.

يشكل الكوليسترول طليعة الستيروئيدات كافةً، وزيادة توفر هذه الركيزة يمكن أن يزيد من تكوين الستيروئيد الجريبي (Carroll *et al.*, 1990) مما يفسر وجود تأثير لإضافة الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأوميغا–3) في النموالجريبي.

لم تغير المعالجة المستخدمة في دراستنا من التراكيز البلازمية لمؤشرات الطاقة الإستقلابية (الجدول رقم 3) إذْ لم تلاحظ أية تأثيرات معنوية للعلاج في تراكيز البلازما من الـ β–HBA مابين أبقار المجموعة الأولى وأبقار مجموعة الشاهد في الأيام

/15 و30 و45 و60/ حيث بلغت النسب (1.14±0.71، 0.53±0.31، 0.39±0.22 و0.29±0.18 ميلي مول/ل) في المجموعة الأولى مقابل (0.91±0.26، 0.38±0.07، 0.23±0.08 و0.38±0.09 ميلي مول/ل) في مجموعة الشاهد على الترتيب.

وتتفق هذه النتائج مع تلك التي قام بها (Badiei *et al.*, 2014) حيث لم يلاحظ وجود أية فروق معنوية مابين مجاميع الدراسة ومجموعة الشاهد فيما يتعلق بالتراكيز الدموية من الـ β–HBA.

وكذلك أشارت دراسات سابقة إلى أن تركيز الدم من الـ β–HBA يشكل مؤشراً لتعبئة الدهون في الجسم (Roberts *et al.*, 1981)، ويرتبط بميزان الطاقة عند الأبقار الحلوب.

وقد أشار (Bertics *et al.*, 1992) إلى أن تناول المادة الجافة يرتبط عكسياً مع تراكيز الـ NEFA والـ β–HBA في البلازما والكبد.

ومنْ ثَمَّ، فإن عدم وجود اختلاف كبير في تراكيز الـ β–HBA في هذه الدراسة يمكن أن يشير إلى أن فقدان وزن الجسم عند الأبقار كانت متشابهة في مجموعتي الدراسة.

كانت التراكيز المصلية من الكوليسترول (الجدول رقم 3) متماثلة بين أبقار مجموعة الدراسة وأبقار مجموعة الشاهد ولم يلاحظ وجود أية فروق معنوية في تراكيز الكوليسترول بين مجموعة الدراسة حيث بلغت النسب (1.57±0.27، 1.70±0.15، 1.73±0.22 و 1.77±0.27 ميلي مول/ل) ومجموعة الشاهد حيث بلغت النسب (1.80±0.13، 1.97±0.41، 1.85±0.09 و 1.94±0.41 ميلي مول/ل) في الأيام /15 و 30 و 45 و 60/ على الترتيب، وقد لوحظ في دراسات سابقة زيادة طفيفة من تراكيز الكولسيترول في مصل الدم لأبقار أعطيت أحماضاً دهنية حرة طويلة السلسلة (Drackley *et al.*, 1992).

في المقابل، أشار (Hightshoe *et al.*, 1991) إلى ارتفاع نسبة الكوليسترول في الدم عندما تم تغذية الأبقار على زيت النخيل مقارنةً بالمجموعة الشاهدة والتي أعطيت علائق دون وجود أية إضافات دهنية. وعلاوة على ذلك، مقارنةً بالأبقار التي لم تُعْطَ أية إضافات دهنية، لوحظ لدى الأبقار التي غذيت على أملاح الكالسيوم من زيت النخيل أو شحم لحوم البقر تراكيز أعلى من الكوليسترول في الدم (Marín–Aguilar *et al.*, 2007).

وكذلك كانت تراكيز الغلكوز المصلية متماثلة بين أبقار مجموعة الدراسة ومجموعة الشاهد ولم يلاحظ وجود أية فروق معنوية حيث بلغت النسب في مجموعة الدراسة (3.61±0.35، 4.23±0.89، 4.15±0.49 و 4.33±0.33 ميلي مول/ل) وبلغت هذه النسب في مجموعة الشاهد (3.90±0.29، 4.27±0.44، 3.94±0.83 و 4.33±0.45 ميلي مول/ل)في الأيام /15 و 30 و 45 و 60/ على الترتيب، وهذه النتائج تتماشى مع دراسات سابقة استخدمت فيها الدهون غير المشبعة والتي أعطيت خلال فترة ممتدة من ماقبل الولادة بثلاثة أسابيع حتى أسبوعين مابعد الولادة ولوحظ عدم وجود فروق معنوية بتراكيز الغلكوز التي تم قياسها في الأسابيع /–3 و 0 و 1 و 2/ ما حول الولادة (Salehi *et al.*, 2015).

والنتائج نفسها تم الحصول عليها في دراسة أخرى تم فيها أعطاء عليقة غنية بالأوميغا–3 في فترة ماحول الولادة وتمت معايرة الغلكوز مع مؤشرات الدم الاستقلابية الأخرى فلم يلاحظ وجود أية فروق معنوية (Badiei *et al.*, 2014).

من جهة ثانية، لم يكتشف في دراستنا وجود أي فرق معنوي في تراكيز هرمون البروجسترون في مصل الدم مابين أبقار مجموعة الدراسة وأبقار مجموعة الشاهد حيث بلغت النسب (0.36±0.32، 0.60±1.06، 2.10±1.83 و2.55±1.80 نغ/مل) مقابل (0.65±0.58، 0.92±0.57، 1.13±0.92 و1.15±1.01 نغ/مل) على الترتيب.

وهذا يتطابق مع ماتم إيجاده في دراسات سابقة عند الأبقار الحلوب حيث لم تلاحظ أية فروق بتراكيز البروجسترون في مصل الدم (P4) عند أبقار حلوب تتغذى على غذاء يحتوي على طحين سمك من جنس الرنكة أو أملاح الكالسيوم من زيت السمك خلال المرحلة الصفراوية (Heravi Moussavi *et al.*, 2007).

في المقابل، أشار (Hightshoe *et al.*, 1991) إلى ارتفاع تراكيز هرمون البروجسترون في مصل الدم خلال مرحلة الجسم الأصفر عندما تم تغذية الأبقار على أملاح الكالسيوم من زيت النخيل مقارنةً بالمجموعة الشاهدة التي أعطيت علائق دون وجود أية إضافات دهنية.

ولوحظ كذلك لدى الأبقار التي أعطيت غذاءً غنياً بالأحماض الدهنية (الأوميغا–3 أو الأوميغا–6) وجود تراكيز عالية من هرمون البروجسترون في مصل الدم (Dirandeh *et al.*, 2013[a]).

وأشار (Burke *et al.*, 1997) إلى وجود تراكيز أعلى من هرمون البروجسترون بعد يومين من حقن الـ PGF2α في الأبقار التي غذيت على عليقة تحتوي طحين سمك من جنس الرنكة، مما يشير إلى تأخر التقهقر الصفراوي.

وأفادت دراسات سابقة أن الأبقار في المراعي أعطت وبشكل معنوي ذروة أكبر بكثير من تركيز البروجسترون (P4) من تلك الأبقار التي كانت مقيدة في حظيرة (7.0 مقابل 5.0 نانوغرام / مل) خلال أول دورة تناسلية ما بعد الولادة، على الرغم من عدم ملاحظة ذلك في دورات تناسلية لاحقة (Boken *et al.*, 2005).

وبالنتيجة: لوحظ في هذه الدراسة وجود فرق معنوي في متوسط حجم الجريبات السائدة ونسبة ظهور الشبق ونسبة الخصوبة ومستوى البروجسترون البلازمي اعتباراً من اليوم /45/ مابعد الولادة، ولم يلاحظ هذا الفرق في عدد الجريبات الكلية ومؤشرات الطاقة الإستقلابية في الدم كالكوليسترول والغلكوز والبروتين الكلي وحمض بيتا هيدروكسي زبدوات.

مما يشير إلى أهمية إضافة هذه الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى علائق الأبقار مابعد الولادة لتحسين نسبة الخصوبة. ويوصى باجراء المزيد من الدراسات حول دور الأحماض الدهنية غير المشبعة في تحسين الكفاءة التناسلية مابعد الولادة.

6-المراجع العلمية:

-Abayasekara, D.R.E., Wathes, D.C., (1999). Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 61:275-287.

-Ambrose, J.D., Kastelic, J.P., Corbett, R., Small, J.A., Petit, H., Day, P.A., Zalkovic, P., (2002). Influence of a diet enriched in alpha-linolenic acid on ovarian follicles and pregnancy rates in dairy cattle: preliminary findings. Proc. Annual Conference of the Society for Theriogenology, p. 8 (Abstr).

-Ambrose, D.J., Kastelic, J.P., Corbett, R., Pitney, P.A., Petit, H.V., Small, J.A., and Zalkovic, P., (2006) Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in α-linolenic acid. J. Dairy Sci., 89:3066–3074.

-Armstrong, J.D., Goodall, E.A., Gordon, F.J., Rice, D.A., McCaughey, W.J., (1990). The effects of levels of concentrate offered and inclusion of maize gluten or fishmeal in the concentrate on reproductive performance and blood parameters of dairy cows. Anim. Prod., 50:1-10.

-Badiei, A., Aliverdilou, A., Amanlou, H., Beheshti, M., Dirandeh, E., Masoumi, R., Moosakhani F., Petit, H.V., (2014). Postpartum responses of dairy cows supplemented with n-3 fatty acids for different durations during the peripartal period. Dairy Sci., 97(10):6391-9.

-Barnouin, J., Chassagne, M., (1991). An aetiological hypothesis for the nutrition-induced association between retained placenta and milk fever in the dairy cow. Ann. Rech. Vet., 22:331-343.

-Beguma-Nibasheka, M., Brenna, J.T., Nathanielsz, P.W., (1999). Delay of preterm delivery in sheep by omega-3 long chain polyunsaturates. Biol. Reprod., 60:698-701.

-Bertics, S.J., Grummer, R.R., Cadorniga-Valino, C., and Stoddard, E.E., (1992). Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. J. Dairy Sci., 75:1914–1922.

-Bilby, T.R., Jenkins, T., Staples, C.R., Thatcher, W.W., (2006). Pregnancy, bovine somatotropin and dietary n-3 fatty acids in lactating dairy cows: 3. Fatty acid distribution. J. Dairy Sci., 89:3386–3399.

-Boken, S.L., Staples, C.R., Sollengberger, L.E., Jenkins, T.C., and Thatcher, W.W., (2005). Effect of grazing and fat supplementation on production and reproduction of Holstein cows. J. Dairy Sci., 88:4258-4272.

-Burke, J.M., Staples, C.R., Risco, C.A., De la Sota, R.L., Thatcher, W.W., (1997). Effect of ruminant grade menhaden fishmeal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 80:3386-3398.

-Butler, W., (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim. Reprod. Sci., 60:449-457.

-Carroll, D.J., Jerred, M.J., Grummer, R.R., Combs, D.K., Pierson, R.A., and Hauser, E.R., (1990). Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance, and reproductive traits of dairy cattle. J. Dairy Sci., 73:2855-2863.

-Dirandeh, E., Towhidi, A., Ansari Pirsaraei, Z., Adib Hashemi, F., Ganjkhanlou, M., Zeinoaldini, S., Rezaei Roodbari, A., Saberifar, T., Petit, H.V., (2013a). Plasma concentrations of PGFM and uterine and ovarian responses in early lactation dairy cows fed omega-3 and omega-6 fatty acids. Theriogenology, 80:131-137.

-Dirandeh, E., Towhidi, A., Zeinoaldini, S., Ganjkhanlou, M., Ansari Pirsaraei, Z., Fouladi-Nashta, A., (2013b). Effects of different polyunsaturated fatty acid supplementations during the postpartum periods of early lactating dairy cows on milk yield, metabolic responses, and reproductive performances. J. Anim. Sci., 91:713-721.

-Drackley, J.K., Klusmeyer, T.H., Trusk, A.M., Clark, J.H., (1992). Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into abomasum of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 75:1517-1526.

-Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G., (1989). A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. J. Dairy Sci., 72:68-78.

-Heravi Moussavi, A.R., Gilbert, R.O., Overton, T.R., Bauman, D.E., Butler, W.R., (2007). Effects of feeding fish meal and n-3 fatty acids on ovarian and uterine responses in early lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 90:145-154.

-Hightshoe, R.B., Cochran, R.C., Corah, L.R., Kiracofe, G.H., Harmon, D.L., Perry, R.C., (1991). Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. J. Anim. Sci., 69:4097–4103.

-Juchem, S.O., (2007). Lipid digestion and metabolism in dairy cows: Effects on production, reproduction and health. PhD Thesis. University of California, Davis.

-Juchem, S.O., Cerri, R.L., Villasenor, M., Galvao, K.N., Bruno, R.G., Rutigliano, H.M., DePeters, E.J., Silvestre, F.T., Thatcher, W.W., Santos, J.E., (2010). Supplementation with calcium salts of linoleic and ***trans***-octadecenoic acids improves fertility of lactating dairy cows. Reprod. Domest. Anim., 45:55–62.

-Kawashima, C., Matsui, M., Shimizu, T., Kida, K., Miyamoto, A., (2012). Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. J. Reprod. Devel, 58:10-16.

-Leroy, J.L., Vanholder, T., Van Knegsel, A.T., Garcia-Ispierto, I., Bols, P.E., (2008). Nutrient prioritization in dairy cows early postpartum: mismatch between metabolism and fertility? Reprod. Domest. Anim., 43(2):96–103.

-Lucy, M.C., Savio, J.D., Badinga, L., De la Sota, R.L., Thatcher, W.W., (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. J. Anim. Sci., 70:3615-3626.

-Lucy, M.C., (2008). Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. Reprod. Domest. Anim., 43:31-39.

-Lucy, M.C., (2011). Growth hormone regulation of follicular growth. Reprod. Fertil. Devel. 24:19-28.

-Lucy, M., Butler, S., Garverick, H., (2014). Endocrine and metabolic mechanisms linking postpartum glucose with early embryonic and foetal development in dairy cows. Animal, 8:82-90.

-Marín-Aguilar, M.A., Tinoco-Magaña, J.C., Herrera-Camacho, J., Sánchez-Gil, L.G., Sánchez-Parra, V.M., Solorio-Rivera, J.L., García-Valladares, A., (2007). Resumption of ovarian activity and level of lipid metabolites in dairy cows supplemented with vegetable oil during the early postpartum. Interciencia, 32: 180–184.

-Mattos, R., Staples, C.R., Thatcher, W.W., (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. Reviews of Reproduction, 5:38-45.

-Mattos, R., Staples, C.R., Arteche, A., Wiltbank, M.C., Diaz, F.J., Jenkins, T.C., Thatcher, W.W., (2004).The effects of feeding fish oil on uterine secretion of PGF2alpha, milk composition, and metabolic status of periparturient Holstein cows. J. Dairy Sci., 87(4):921-32.

-Petit, H.V., Dewhurst, R.J., Proulx, J.G. Khalid, M., Haresign, W., Twagiramungu, H., (2001). Milk production, milk composition, and reproductive function of dairy cows fed different fats. Can. J. Anim. Sci., 81:263-271.

-Petit, H.V., (2002). Digestion, milk production, milk composition and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. J. Dairy Sci., 85:1482-1490.

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

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

-Roberts, C.J., Reid, I.M., Rowlands, G.J., and Patterson, A., (1981). A fat mobilization syndrome in dairy cows in early lactation. Vet. Rec., 108:7-9.

-Robinson, R.S., Pushpakumara, P.G., Cheng, Z., Peter, A.R., Abayasekara, D.R., Wathes, D.C., (2002). Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. Reproduction, 124:119-131.

-Roche, J.F., (2006). The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. Anim. Reprod. Sci., 96:282-296.

-Salehi, R., Colazo, G., Oba, M., Ambrose, D.J., (2015). A prepartum diet supplemented with oilseeds high in oleic or linoleic acid reduced GnRH-induced LH release in dairy cows during second week postpartum. Reproductive Biology and Endocrinology, 3(13):13-69.

-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. Reprod. Domest. Anim., 43:23-30.

-Staples, C.R., Burke, J.M., Thatcher, W.W., (1998). Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. J. Dairy Sci., 81:856-871.

-Tessaro, I., Modina, S.C., Franciosi, F., Sivelli, G., Terzaghi, L., Lodde, V., Luciano, A.M., (2015). Effect of oral administration of low-dose follicle stimulating hormone on hyperandrogenized mice as a model of polycystic ovary syndrome. J. Ovarian Res., 6(8):64.

-Thatcher, W.W., Binelli, M., Burke, J., Staples, C.R., Ambrose, J.D., Coelho, S., (1997). Antiluteolytic signals between the conceptus and endometrium. Theriogenology, 47:131-140.

-Urlep, Z., Rozman, D., (2013). The Interplay between Circadian System, Cholesterol Synthesis, and Steroidogenesis Affects Various Aspects of Female Reproduction. Front Endocrinol. (Lausanne), 2(4):111.

-Velazquez, M.A., Spicer, L.J., Wathes, D.C., (2008). The role of endocrine insulin-like growth Factor-I (IGF-I) in female bovine reproduction. Domest. Anim. Endocrinol., 35:325-342.

-White, H., (2015). The role of TCA cycle anaplerosis in ketosis and fatty liver in Periparturient dairy cows. Animals, 5:793-802.