



الجمهورية العربية السورية
جامعة حماة
كلية الطب البيطري
قسم الجراحة والولادة

تأثير الفيرمونات المستخلصة من كل من كباش العواس وتيوس الماعز الشامي
في إحداث وتكثيف الشياح والإباضة في نعاج العواس خارج وداخل الموسم
التناسلي

أطروحة مقدّمة لنيل درجة الدكتوراه في العلوم الطبية البيطرية اختصاص
(علم الولادة والتناسل وأمراضها)

إعداد الطالب

حسن وحيد حربا

بإشراف

المشرف المتعاون:

الدكتور جمعة ميرزا

أستاذ في قسم الكيمياء

كلية العلوم-جامعة حمص

المشرف المشارك:

الدكتور معتز الزرقاوي

رئيس مركز بحوث

هيئة الطاقة الذرية-دمشق

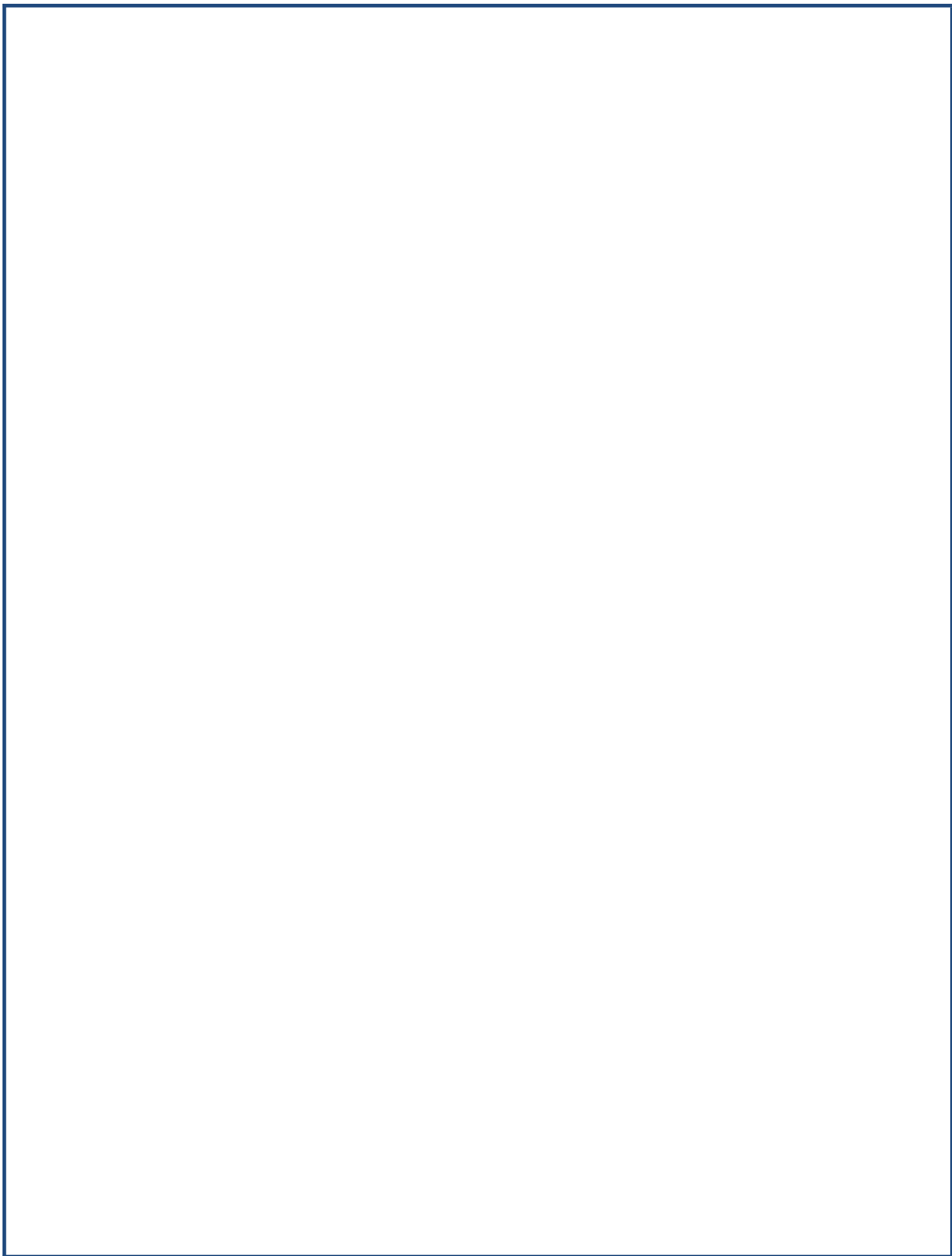
المشرف العلمي:

الدكتور محمد موسى

أستاذ في قسم الجراحة والولادة

كلية الطب البيطري-جامعة حماة

للعام الدراسي 1447 هـ - 2025 م





التصنيف :

الرقم :

الموضوع :

التاريخ :

قرار لجنة الحكم والمناقشة

استناداً إلى قرار مجلس الشؤون العلمية رقم (١٩١) المتخذ بالجلسة رقم (١٥) للعام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥ المنعقدة بتاريخ ٩/ ذو القعدة ١٤٤٦ هـ الموافق ٢٠٢٥/٥/٧ القاضي بتشكيل لجنة الحكم والمناقشة لرسالة الدكتوراه للطالب حسن حربا الموسومة بعنوان:

/ تأثير الفيروسات المستخلصة من كل من كباش العواس وتيوس الماعز الشامي في إحداث وتكثيف الشيباء والإباضة في نعاج العواس خارج وداخل الموسم التناسلي /

وبعد عرض الرسالة وسردها ومناقشتها، اجتمعت لجنة الحكم والمناقشة بتاريخ ٢٠٢٥/٧/١٦ وبعد المداولة قررت اللجنة ترشيح طالب الدراسات العليا حسن حربا لنيل درجة الدكتوراه في العلوم الطبية البيطرية - اختصاص (الولادة والتناسل وأمراضها) بتقدير عام (٩٥,٨) وبدرجة (*جيد*) .
وتوصي اللجنة بصرف تكاليف طباعة الأطروحة على نفقة الجامعة نظراً للجهد الذي بذله الطالب والتكاليف التي تكبدها إضافة إلى تناولها موضوعاً حساساً من الناحية الاقتصادية في القطر .

أعضاء اللجنة :

التوقيع

[Signature]

أ. د. أسعد العبد
اختصاص فيزيولوجيا
كلية الطب البيطري - جامعة حماه

[Signature]

أ. د. محمد موسى
اختصاص نقل أجنة
كلية الطب البيطري - جامعة حماة

[Signature]

أ. د. زهير جبور
اختصاص فيزيولوجيا التناسل
كلية الطب البشري - جامعة الحواش

[Signature]

أ. د. أحمد الشيخ
اختصاص تربية أغنام
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

[Signature]

د. مازن العمر
اختصاص فيزيولوجيا التناسل
مدير بحوث - الوكالة الدولية لهيئة الطاقة الذرية

Syrian Arab Republic

Hama Universit

Faculty of Veterinary.-Medicine



الجمهورية العربية السورية

جامعة حماة

كلية الطب البيطري

هاتف : ٢٥١٠١٨٠ - ٢٥١٠١٨١ - ٠٠٩٦٣٣٣ فاكس : ٠٠٩٦٣٣٣٢٥١٠٥١٤ - بريد الكتروني : vet-med@net.sy

الرقم :

التاريخ :

التصنيف :

الموضوع :

١٧٢٨

٢٠٢٥/١٠/٢٠

الأستاذ الدكتور عميد كلية الطب البيطري

بعد الاطلاع على الأطروحة المعدلة من رسالة الدكتوراه المقدمة من قبل المرشح لنيل درجة الدكتوراه في العلوم الطبية البيطرية الطبيب البيطري طالب الدراسات العليا حسن حربا في قسم الجراحة والولادة اختصاص (الولادة والتناسل وأمراضها) الموسومة بعنوان :

/ تأثير الفيرمونات المستخلصة من كل من كباش العواس وتيوس الماعز الشامي في إحداث وتكثيف الشيام والإباضة في نعاج العواس خارج وداخل الموسم التناسلي /

نفيدكم بأن الأطروحة بشكلها الحالي قد استوفت التعديلات التي أشارت لها لجنة الحكم والمناقشة التي عقدت يوم الأربعاء بتاريخ ١٦/٧/٢٠٢٥ لمناقشة الرسالة، ونعتبر أن الرسالة بهذه الصورة جاهزة للطباعة بشكلها النهائي.

٢٠٢٥/ /

يرجى الاطلاع

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير

رئيس اللجنة

أ.د. أسعد العبد

عضو

أ.د. محمد موسى

عضو

أ.د. زهير جبور

عضو

أ.د. أحمد الشيخ

عضو

د. مازن العمر

رئيس قسم الجراحة والولادة

الدكتور عزام العمري

مصدق عميد الكلية تكليفاً



الدكتور أحمد الديري



الجمهورية العربية السورية
جامعة حماة
كلية الطب البيطري
قسم الجراحة والولادة

شهادة

أشهد بأن العمل الموصوف في هذه الأطروحة هو نتيجة بحث قام به المرشح طالب الدراسات العليا الطبيب البيطري **حسن وحيد حربا** بإشراف د. محمد موسى ود. معتز الزرقاوي ود. جمعة ميزرا في قسم الجراحة والولادة في كلية الطب البيطري في جامعة حماة وأي رجوع لبحث آخر في هذا الموضوع موثق في النص.

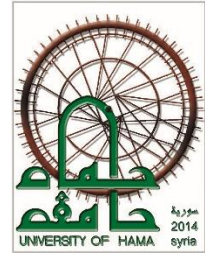
المشرفين

المرشح

أ.د. محمد موسى أ.د. معتز الزرقاوي أ.د. جمعة ميزرا

حسن وحيد حربا

**Syrian Arab Republic
Hama University
Faculty of Vet. Med
Department of Surgery and
Obstetrics**



CERTIFICATE

It is hereby certified that the work described in this thesis is the result of author's own investigation **DVM. Hasan Wahied Harba** specialization **Obstetrics, Reproduction and it's Diseases** under supervision of Prof. Dr. Mohamad Mousa, Prof. Dr. Moutaz Zarkawi, and Prof. Dr. Jummaa Merza at the Department of Surgery and Obstetrics in Faculty of Veterinary Medicine, Hama University and any reference to other researcher work has been acknowledged in the text.

Candidate

Supervisors

Hasan Harba Dr. Mohamad Mousa, Dr. Moutaz Zarkawi, Dr. Jummaa Merza



الجمهورية العربية السورية
جامعة حماة
كلية الطب البيطري
قسم الجراحة والولادة

تصريح

أُصِرَّحَ بأنَّ هذا البحث الموسوم بعنوان :

(تأثير الفيروسات المستخلصة من كل من كباش العواس وتيوس الماعز الشامي في إحداث وتكثيف الشياح

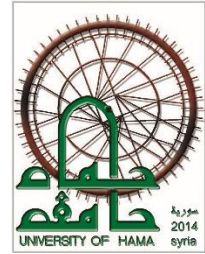
والإباضة في نعاك العواس خارج وداخل الموسم التناسلي)

لم يسبق أن قُبِلَ للحصول على أيِّ شهادة ولا هو مُقدَّم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشح

حسن وحيد حربا

**Syrian Arab Republic
Hama University
Faculty of Vet. Med
Department of Surgery and
Obstetrics**



DECLARATION

It is hereby declared that this work under title:

" The Effect of Pheromones Extracted from Both the Awassi Rams and Damascus Bucks on the Induction and Intensification of Oestrus and Ovulation in Awassi Ewes Outside and Inside the Reproductive Season "

has not already been accepted for any degree, nor is being submitted concurrently for any other degree.

Candidate

Hasan Wahied Harba

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الشكر والعرفان

الحمد لله الذي أتم علينا نعمة العلم وأعاننا على إتمام هذا العمل الأكاديمي، وأخص بالشكر أولئك الذين كانوا سبباً رئيسياً في إنجاز هذا البحث وتحقيقه. إن هذه الرسالة ليست فقط ثمرة جهودي الشخصية، بل هي نتيجة تعاون مشترك ودعم مستمر من أساتذتي وزملائي الكرام، الذين كان لهم الفضل الكبير في توجيهي وتوفير كل سبل النجاح لي.

أتوجه بخالص الشكر والتقدير إلى:

الدكتور محمد موسى المشرف العلمي، الذي لم يبخل علي بتوجيهاته القيمة طوال فترة البحث. شكراً لك على صبرك وإرشاداتك التي ساعدتني على تطوير العمل خطوة بخطوة.

هيئة الطاقة الذرية ممثلة بالدكتور معتز الزرقاوي، وما قدمه لي من أفكار وملاحظات قيمة في مراحل البحث المختلفة، والتي كان لها أثر كبير في تحسين العمل.

الدكتور جمعة ميرزا من كلية العلوم - جامعة حمص، على توجيهاته البناءة التي ساعدتني على تطوير البحث.

الدكتور عبد المنعم الياسين من المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) على إتاحة الفرصة لي للاستفادة من خبراته العلمية.

الدكتورة لميا أميرات، من معهد الأونريس - فرنسا نانت على تعاونها الكبير وملاحظاتها التي ساهمت في إثراء البحث.

كلية العلوم - جامعة دمشق، التي وفّرت لي أساساً علمياً ودعمًا أكاديمياً ساعدني في بناء هذا العمل خطوة بخطوة.

جامعة حماة ممثلةً برئيسها ونوابها، على الدعم الأكاديمي الذي وفرتة لي طوال فترة العمل.
كلية الطب البيطري ممثلةً بالعميد ونوابه، على توفير بيئة تعليمية مناسبة لدراستي ونجاحي في هذا البحث.
كما أود أن أشكر أعضاء لجنة التحكيم على الرسالة: الدكتور أسعد العبد، الدكتور محمد موسى، الدكتور
زهير جبور، الدكتور أحمد الشيخ، الدكتور مازن العمر.
شكراً لكم جميعاً على ملاحظاتكم القيمة وتوجيهاتكم التي أثرت العمل ورفعت من جودته.
أخيراً، إلى جميع أساتذتي وزملائي في قسم الجراحة والولادة لما قدموه لي من دعم ومساعدة.
أما شكري الخاص، فذهب إلى أسرتي الحبيبة، التي كانت دائماً سندي ومصدر قوتي.
إلى والديّ العزيزين اللذين قدّما لي كل شيء، دعماً وحباً وتشجيعاً على متابعة هذا الطريق، فهما سر
نجاحي.
إلى إخوتي الذين لم يتوانوا في دعمهم لي في أصعب اللحظات، لكم حبّي وتقديري.

أهدي هذا البحث إلى
كل من آمن بي، وكل من أسهم في تحقيق هذا الإنجاز، سواء كان بكلمة، أو فكرة، أو مجرد دعوة في ظهر
الغيب. أنتم جميعاً جزء من هذا النجاح.

والله ولي التوفيق.

فهرس المحتويات

9	فهرس المحتويات
11	فهرس الأشكال
12	فهرس الجداول
12	فهرس المخططات
13	فهرس المختصرات
14	الجهات المشاركة في البحث
15	الملخص باللغة العربية
17	الجزء التمهيدي
18	1. المقدمة INTRODUCTION
21	2. مبررات البحث RESEARCH JUSTIFICATION:
22	3. أهداف البحث RESEARCH OBJECTIVES
23	الفصل الأول:
23	الدراسة المرجعية
24	الباب الأول: أهمية أغنام العواس في سورية
25	(1) المؤشرات التناسلية لأغنام العواس
26	(2) تأثير موسم التناسل على الإباضة في أغنام العواس
27	(3) ديناميكية الدورة التناسلية عند الأغنام
34	الباب الثاني: إدارة النشاط التناسلي لدى أغنام العواس
35	(1) التحكم الهرموني في الشبق
39	(2) التحكم غير الهرموني في الدورة الشبقية لدى أغنام العواس (العوامل البيئية والتغذية)
41	الباب الثالث: تأثير الذكر على تحفيز النشاط التناسلي في الإناث
41	(1) لمحة تعريفية
42	(2) الفيرمونات
45	(3) لمحة تشريحية
53	(4) أنواع الفيرمونات في المملكة الحيوانية ودورها في التواصل السلوكي
57	(5) الاستجابات السلوكية والصماوية للفيرمونات عند الثدييات:
67	(6) الفيرمونات وتأثير الذكر على التغيرات الفيزيولوجية التناسلية في الإناث

76	(7) استخلاص وتقييم استخدام الفيرمونات التناسلية (تأثير الذكر) في المجترات الصغيرة
82	الفصل الثاني:
82	مواد وطرائق البحث
83	استخلاص الفيرمونات
84	(1) جمع وتحضير العينات
84	(2) طرق استخلاص المركبات الفيرومونية
85	(3) المعالجة النهائية للمستخلصات
86	تحليل المستخلص العضوي
88	تحديد الهوية الكيميائية
89	تصميم التجربة على الإناث
93	المعايرة الهرمونية
96	فحص المبايض
97	التحليل الإحصائي
99	نتائج البحث
100	أولاً: تحليل المستخلصات وتحديد مكوناتها الكيميائية
103	ثانياً: المؤشرات الفيزيولوجية والهرمونية المرتبطة بالاستجابة لتأثير الذكر
104	i. تحليل ديناميكيات التغير في تركيز هرمون LH داخل وخارج موسم التناسل:
106	ii. تحليل ديناميكيات التغير في تركيز البروجستيرون (P4) داخل وخارج موسم التناسل:
109	iii. تحفيز الشبق:
111	iv. النمو الجريبي والإباضة:
114	المناقشة
115	1. تحليل العلاقة بين استخلاص الفيرمونات الذكرية واستثارة الشبق كآلية بديلة للتحكم بالتناسل
117	2. الهرمون اللوتيني (LH)
119	3. هرمون البروجستيرون (P4)
121	4. النمو الجريبي والإباضة
130	التوصيات
133	المراجع
133	REFERENCES
157	ABSTRACT

فهرس الأشكال

الرقم	الموضوع	الصفحة
1	مراحل استخلاص الفيرمونات	83
2	مراحل استخلاص الفيرمونات	86
3	حيوانات التجربة	89
4	تركيب الاسفنجات المهبلية	91
5	مجموعات التجربة التي وضع لها القناع الخاص بالمستخلصات	93
6	سحب عينات الدم من حيوانات التجربة	94
7	مراحل المعايرة الهرمونية لعينات الدم	95
8	فحص المبايض باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية باستخدام مسبار خطي عبر المستقيم بتردد 7.5 MHz	96
9	فحص المبايض باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية باستخدام مسبار خطي عبر المستقيم بتردد 7.5 MHz وتظهر الجريبات المكتشفة على المبايض ضمن الدوائر الصفراء .	97

فهرس الجداول

الرقم	الموضوع	الصفحة
1	أعداد أغنام العواس (لحم - حليب) وإنتاج الحليب في الأعوام (2002-2010-2020-2021-2022) حسب بيانات المجموعة الإحصائية الزراعية السورية لعام 2023.	25
2	المركبات الكيميائية ضمن المستخلصات	102
3	نسب تحفيز الشبق ضمن مجموعات التجربة	111

فهرس المخططات

الرقم	الموضوع	الصفحة
1	معدلات زيادة هرمون LH بين مجموعات التجربة خارج الموسم التناسلي.	105
2	معدلات زيادة هرمون LH بين مجموعات التجربة داخل الموسم التناسلي.	106
3	معدلات زيادة هرمون P4 بين مجموعات التجربة خارج الموسم التناسلي.	108
4	معدلات زيادة هرمون P4 بين مجموعات التجربة داخل الموسم التناسلي.	109
5-6	أعداد الجريبات ضمن مراحل النمو المختلفة بين مجموعات التجربة أثناء الموسم التناسلي وخارجه.	113

فهرس المختصرات

الاختصار	المختصر باللغة الانكليزية	المختصر باللغة العربية
FSH	Follicle-Stimulating Hormone	الهرمون المنشط للجريب
CL	Corpus Luteum	الجسم الأصفر
LH	Luteinizing Hormone	الهرمون اللوتينيني
PGF2α	Prostaglandin F2 Alpha	البروستاغلاندين
GnRH	Gonadotropin-Releasing Hormone	الهرمون المحفز لموجهاة القند
ECG	Equine Chorionic Gonadotropin	الهرمون المشيمائي الخيلي
MOE	Main Olfactory Epithelium	ظهارة الشم الرئيسية
VNO	Vomeronasal Organ	العضو الميكعي الأنفي
AOB	Accessory Olfactory Bulb	البصلة الشمية الإضافية
SO	Sinus Organ	عضو الحاجز الجيبي
GPCRs	G Protein-Coupled Receptors	مستقبلات مقترنة بالبروتين ج
ORs	Odorant Receptors	مستقبلات الرائحة
CIDR	Controlled Internal Drug Release	الإطلاق الدوائي الداخلي المتحكم به - نوع من أجهزة البروجسترون
NIST	National Institute of Standards and Technology	المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا
IGF1	Insulin-like Growth Factor 1	عامل النمو المشابه للأنسولين 1
HPG axis	Hypothalamic–Pituitary–Gonadal axis	المحور الوطائي-النخامي-المبيضي
BNST	Bed Nucleus of the Stria Terminalis	النواة الطرفية الشرائطية
GC	Gas Chromatography	لكروماتوغرافيا الغازية
GC-MS	Gas Chromatography–Mass Spectrometry	الكروماتوغرافيا الغازية-مطياف الكتلة
MOB	Main Olfactory Bulb	البصلة الشمية الرئيسية

MPOA	Medial Preoptic Area	المنطقة أمام البصرية الأنسية
MUA	Multi-Unit Activity	النشاط متعدد الوحدات
MUP	Major Urinary Proteins	البروتينات البولية الرئيسية
OSNs	Olfactory Sensory Neurons	الخلايا العصبية الحسية الشمية
VRNs	Vomeromnasal Receptor Neurons	الخلايا العصبية المستقبلية للميكعي الأنفي
FMRI	Functional Magnetic Resonance Imaging	التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي
ESP1	Exocrine Gland-Secreting Peptide 1	الببتيد 1 المفرز من الغدة خارجية الإفراز
MHC	Major Histocompatibility Complex	لمجمع الرئيسي للتوافق النسيجي
CH₂Cl₂	Dichloromethane	ثنائي كلورو الميثان

الجهات المشاركة في البحث:

كلية الطب البيطري - جامعة حماة - سوريا
هيئة الطاقة الذرية - دمشق - سوريا
كلية العلوم - جامعة حمص - سوريا
المدرسة الوطنية للطب البيطري - جامعة نانت - فرنسا
المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) - سوريا

الملخص باللغة العربية

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم التأثيرات الفيزيولوجية للفيرمونات المستخلصة من صوف كباش العواس وشعر تيوس الماعز الشامي في النشاط التناسلي لدى إناث أغنام العواس، وذلك من خلال قياس إفراز الهرمون اللوتيني (LH)، وهرمون البروجستيرون (P4)، ودراسة ديناميكية نمو الجريبات المبيضية، إضافةً إلى متابعة نسب إظهار الشبق خلال موسمي التناسل وخارجه.

تم تنفيذ التجربة على ثماني مجموعات تجريبية متساوية العدد ($n=17$)، حيث خُصت أربع مجموعات للموسم التناسلي وأربع خارجه. شملت المعاملات: تطبيق مستخلص صوف كباش العواس، ومستخلص شعر تيوس الماعز الشامي عبر أنفحة أنفية مصممة خصيصاً، ومعاملة الإسفنجات المهبلية المشبعة بهرمون البروجستيرون الصناعي لمدة 14 يوماً، في حين اعتُبرت مجموعة ذكور العواس النشطة جنسياً المجموعة الشاهدة. جرى تحليل تراكيز LH قبل بدء المعاملة مباشرة ثم بعد 1 و 10 و 20 ساعة من تطبيقها، بينما عُيِّرت تراكيز P4 قبل بدء المعاملة ثم عند 5 و 30 يوماً من انتهاء المعاملة. كما فُحصت المبايض لدى خمس نعاج من كل مجموعة باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية لتقييم تطور الجريبات (صغيرة >3 مم، متوسطة 3-6 مم، وكبيرة >6 مم) في أزمنة 0 و 48 و 96 ساعة من انتهاء المعاملة.

أظهرت النتائج ارتفاعاً معنوياً سريعاً في تراكيز LH بعد بدء المعاملات، ترافق مع زيادة ملحوظة في تراكيز P4، بالإضافة إلى تحفيز نمو ونضج الجريبات المبيضية. كما سجلت مجموعة مستخلص صوف الكباش أعلى معدل لظهور الشبق مقارنةً بمجموعة تأثير الذكر خارج الموسم، في حين تميزت مجموعة الضابطة (ذكور العواس

الطبيعية) بأعلى الاستجابات خلال الموسم. أما الإسفنجيات المهبلية فقد تفوقت على جميع المعاملات في تحفيز الشبق داخل وخارج الموسم.

تُستنتج من هذه الدراسة الفعالية الحيوية للفيرمونات المستخلصة من صوف كباش العواس وشعر تيوس الماعز الشامي في تحفيز النشاط التناسلي لدى إناث أغنام العواس، مما يفتح آفاقاً لتوظيفها كوسيلة بديلة أو مساندة في برامج الإدارة التناسلية.

الكلمات المفتاحية: الفيرمونات- صوف كباش العواس-شعر تيوس الماعز الشامي- الهرمون اللوتيني-هرمون البروجستيرون -الشبق- أغنام العواس- الجريبات المبيضية -الموسم التناسلي -الإدارة التناسلية.

الجزء التمهيدي

والإطار العام

1. المقدمة Introduction

تُعد الثروة الحيوانية في الجمهورية العربية السورية أحد الركائز الأساسية للاقتصاد الوطني، نظراً لدورها الحيوي في تحقيق الأمن الغذائي، وتعزيز التنمية الاقتصادية والاجتماعية، لا سيما في المجتمعات الريفية وشبه الجافة. وتُشكل تربية الأغنام جزءاً محورياً من هذا القطاع، حيث تحتل سلالة العواس مكانة بارزة بين السلالات المحلية، لما تتميز به من كفاءة إنتاجية وقدرة عالية على التكيف مع الظروف البيئية القاسية، مما يجعلها رافداً أساسياً لدعم الإنتاج الحيواني الوطني.

تُعد سلالة العواس من سلالات الأغنام الأكثر تأقلاً مع البيئات القاحلة والظروف المناخية القاسية، حيث تُظهر قدرة متميزة على تحمل فترات الجفاف ونقص الموارد العلفية، إلى جانب قدرتها على السير لمسافات طويلة بحثاً عن المراعي، ما يجعلها مثالية في نظم الرعي التقليدية وشبه الرعوية (Al-Fraj, 2024; Samarai and Al-Anbari, 2009).

وتُعد هذه السلالة الأكثر انتشاراً في سوريا، كما تنتشر على نطاق واسع في بلدان الشرق الأوسط وغرب آسيا (Native Breed, 2025; NARC, 2025). وتشير الأدلة التاريخية والوراثية إلى أن تربية العواس تعود إلى ما لا يقل عن خمسة آلاف عام، حيث كانت تُربى في المناطق الواقعة بين نهري دجلة والفرات، وتشكل مكوناً رئيسياً في النظم الزراعية والرعوية منذ العصور القديمة، ما يعكس تكيفها البيئي على مر العصور (Palmyrene, 1980; Voices, 2024; FAO and UNEP, 1980). وتدعم دراسات فسيولوجية حديثة هذا التكيف البيئي، حيث بيّنت أن إناث العواس قادرة على تحمل تقليل كميات الماء بنسبة 50% أثناء الحمل، دون أن تتأثر معدلات الخصوبة، مع

انخفاض طفيف فقط في أوزان الحملان عند الولادة، وهو ما يؤكد مرونة هذه السلالة في البيئات المتأثرة بتغير المناخ (Al-Khafaji *et al.*, 2021).

يُعتقد أن تسمية سلالة العواس جاءت تيمناً بقبيلة "العوس"، التي كانت تهتم برعايتها في مناطق ما بين دجلة والفرات، وتُعرف هذه السلالة بأسماء أخرى مثل: "البلدي"، و"الديري"، و"السوري"، و"النعمي" (Al-Samarai and Al-Anbari, 2009).

تشير أحدث الإحصاءات إلى أن عدد رؤوس الأغنام في سوريا بلغ نحو 17.8 مليون رأس عام 2025، مع هيمنة واضحة لسلالة العواس التي تُشكّل النسبة العظمى من هذا القطيع ($\approx 90\%$) (World Population Review, 2025).

وفقاً لتحليل كمية الإنتاج (Cobb–Douglas) للفترة 1961–2020، تُعد أغنام العواس المصدر الرئيس للحوم الحمراء المحلية (حوالي 78%)، بينما تساهم بحوالي 30–32% من إنتاج الحليب (Qalbawi *et al.*, 2024)؛ (FAO/World Bank)، وهو ما يتماشى مع الأرقام الرسمية التي تظهر مساهمة السلالة بأكثر من 67.98% من اللحوم الحمراء، و31.8% من الحليب في أعوام 2018–2020 (Syrian Agricultural Statistical Abstract, 2018; 2020).

رغم الفوائد الإنتاجية الكبيرة، تأثرت أعداد العواس خلال السنوات الماضية جراء عوامل كالحرب والهجرة، حيث انخفض القطيع من نحو 18.1 مليون رأس في 2011 إلى نحو 13.7 مليون في 2015 (انخفاض بنسبة $\approx 24\%$)، قبل أن يبدأ بالتعافي ليصل إلى حوالي 17.8 مليون رأس في 2025 (ATHR Press, 2023)؛ (World Population Review, 2025). هذا التذبذب يعكس هشاشة القطاع شتّى جوانب من التموين والعوامل البيئية والسياسية. وعلى رغم هيمنة السلالة في الإنتاج الحيواني، فإنها حققت فائضاً يُقدر بأكثر من 2 مليون رأس سنوياً قابل للتصدير، دون إفراغ السوق المحلي (عطية، 2007).

تعدّ أغنام العواس من السلالات المحلية ذات الأهمية الاستراتيجية في سوريا وعدد من بلدان الشرق الأوسط، نظراً لقدرتها العالية على التكيف مع الظروف البيئية القاسية، خصوصاً في المناطق الصحراوية وشبه الجافة التي لا تصلح للإنتاج النباتي أو الحيواني التقليدي (Aynalem *et al.*, 2018). وتتميز هذه السلالة بإنتاج جيد من الحليب مقارنة بسلالات عالمية مثل الإيست فريزيان المنتجة للحليب والسوفولك المنتجة للحم، مما يجعلها خياراً مفضلاً في نظم الإنتاج الموسعة.

على الرغم من تفوقها في التكيف والإنتاج، إلا أن الكفاءة التناسلية لأغنام العواس تُعدّ منخفضة نسبياً عند مقارنتها بالسلالات ذات الخصوبة المرتفعة، ويُعزى ذلك إلى توجه المربين خلال العقود الماضية نحو الانتخاب الوراثي لتحسين إنتاج الحليب وزيادة حجم الجسم، مع إهمال صفات الخصوبة (Awawdeh *et al.*, 2019). وقد لوحظ أن الوراثة التقديرية لبعض الصفات الإنجابية مثل عدد المواليد الحية وفترة التلقيح تراوحت بين 0.11 و0.16، في حين كانت منخفضة جداً لفترة الولادة (0.03) ضمن سلالة العواس التقليدية (Salman *et al.*, 2024).

تؤثر عوامل بيئية وإدارية متعددة على الأداء التناسلي لأغنام العواس، مثل موسم الولادة، ونوع الولادة، ووزن الحمل، حيث بيّنت دراسة حديثة في تركيا أن معدل البقاء حتى الفطام لم يتجاوز 75.7%، ما يدل على تحديات كبيرة في إدارة صحة ونمو المواليد (Ceyhan and Kozaklı, 2023). وفي ذات السياق، تشير نتائج دراسة حديثة في العراق إلى أن استخدام مؤشرات جزيئية مثل جين IGF1 (Insulin-like Growth Factor 1) يمكن أن يُسهم في تحسين الأداء النمائي والتناسلي لدى هذه السلالة (Al-Azzawi *et al.*, 2024).

أمام هذه التحديات، يُصبح من الضروري تطوير برامج إدارة تناسلية متقدمة تشمل التحسين الوراثي المدروس، واستخدام تقنيات مثل مزامنة الشبق والتلقيح الاصطناعي، فضلاً عن تعزيز برامج الانتخاب التي تأخذ في

الحسبان صفات الخصوبة إلى جانب الإنتاج. إن دمج هذه العوامل من شأنه أن يعزز من الأداء التناسلي، ويرفع من الجدوى الاقتصادية لتربية العواس، خاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تمثل تربية الأغنام فيها النشاط الزراعي الأساسي.

2. مبررات البحث :Research Justification

تُعدّ زيادة إنتاجية الأغنام هدفاً استراتيجياً في الدول العربية، وخاصة في سوريا، نظراً لتزايد الطلب على مصادر البروتين الحيواني، ولا سيما اللحوم الحمراء. ويتطلب تحقيق هذا الهدف التركيز على رفع الكفاءة التناسلية للأغنام، بما ينعكس إيجاباً على عدد المواليد والولادات، وبالتالي على حجم الإنتاج.

يُمكن تحقيق ذلك من خلال استحداث ومزامنة الشبق والإباضة لدى النعاج داخل وخارج موسم التناسل، بما يسهم في تحسين الأداء الإنتاجي السنوي للقطيع. ويُعتبر تبني وسائل تعتمد على الأساليب التربوية بديلاً واعداً للطرق الهرمونية المستخدمة حالياً، لما تتميز به من انخفاض التكاليف وسهولة التطبيق، مما يمنحها بُعداً اقتصادياً مهماً.

يكمن المبرر الاقتصادي في أن تقليل الاعتماد على المعالجات الهرمونية باهظة الثمن، وتبني تقنيات طبيعية منخفضة التكلفة مثل استغلال تأثير الذكر أو الفيرمونات الذكرية، يسهم في خفض النفقات التشغيلية للمربين، وزيادة العائد الاقتصادي من تربية الأغنام، خاصةً في ظل التحديات الاقتصادية التي تواجه قطاع الثروة الحيوانية.

كما أن هذه الطرق تُعدّ طبيعية وآمنة على صحة الإنسان، إذ لا تتضمن إدخال مركبات هرمونية صناعية إلى جسم الحيوان، مما يقلل من مخاطر التراكم الهرموني في المنتجات الحيوانية كالحم والحليب، ويحافظ على سلامة المستهلك النهائي ويعزز من الثقة بالمنتجات الحيوانية المحلية

وفي هذا السياق، يُعدّ تأثير الذكر أحد الأساليب الطبيعية والفعالة في استحداث ومزامنة الشبق والإباضة لدى المجترات الصغيرة بشكل عام، وأغنام العواس بشكل خاص، مع إمكانية تطوير طرق مستدامة وطبيعية لاستخلاص الفيرمونات الذكرية المسؤولة عن هذا التأثير.١.

3. أهداف البحث Research Objectives:

- a. استخلاص الفيرمونات من صوف كباش العواس وشعر تيوس الماعز الشامي النشطة جنسياً.
- b. المقارنة بين طريقتي استخلاص الفيرمونات بالمذيب الكيميائي والجرف ببخار الماء، وتحديد المركبات بشكل نقي عن طريق الفصل بجهاز الـ GCMS.
- c. دراسة تأثير خلاصة الفيرمونات المستخلصة من صوف الكباش في إحداث الشبق والإباضة لدى نعاج العواس، داخل وخارج الموسم التناسلي.
- d. دراسة تأثير خلاصة الفيرمونات من شعر التيوس في تحفيز الشبق والإباضة لدى نعاج العواس، داخل وخارج الموسم التناسلي.
- e. تقييم فعالية الفيرمونات (من الكباش والتيوس) في مزامنة الشبق خلال الموسم التناسلي.

الفصل الأول: الدراسة المرجعية

الباب الأول: أهمية أغنام العواس في سورية

تُعدّ أغنام العواس (Awassi) من أقدم السلالات المحلية في منطقة الشرق الأدنى، وهي تنتمي إلى الأغنام ذات الذيل الدهني، وقد تطورت لتتكيف مع البيئات الجافة وشبه الجافة. (Haddad *et al.*, 2022) تتميز هذه السلالة بصوفها الطويل والخشن ذي اللون الأبيض الكريمي، الذي يغطي الجسم بأكمله باستثناء الرأس والأطراف، حيث يكون لون الرأس غالباً بنياً أو أسود، مع شكل طولي ضيق وجبهة محدبة (Galal *et al.*, 2008).

كما وتُعتبر مصدراً حيوياً للدخل في البيئات الريفية الرعيّة داخل مناطق البادية، حيث يعتمد آلاف الأسر على تربية هذا النوع من الأغنام كمصدر رئيسي للغذاء والدخل (AlFraj, 2024). وتُدار غالبية هذه القطيع باستخدام نظم رعيّة واسعة تعتمد على المساحات الطبيعيّة داخل مناطق شرق وسهول البادية (Vercueil, 2002).

يُعدّ الذيل الدهني (الإلية) من السمات الشكلية المميزة لسلالة العواس، إذ يُستخدم كمخزن للطاقة في فترات الجفاف، وقد يصل وزنه إلى نحو 6 كغ (Galal *et al.*, 2008). أما من حيث البنية الجسمانية، فإن متوسط وزن النعاج البالغة يتراوح بين 45-55 كغ، بينما يتراوح وزن الكباش بين 60-90 كغ (Ozyurtlu *et al.*, 2010).

وإضافةً إلى الصفات الشكلية والإنتاجية، فإن أغنام العواس معروفة بقدرتها العالية على التكيف مع ظروف التربية القاسية، وتحملها للحرارة المرتفعة ونقص المياه والعلف، مما يجعلها خياراً مناسباً لتربية الماشية في المناطق الرعيّة الجافة والمفتوحة (Al-Rawi *et al.*, 2021).

جدول رقم (1): أعداد أغنام العواس (لحم - حليب) وإنتاج الحليب في الأعوام (2002-2010-2020-2021-2022) حسب بيانات المجموعة الإحصائية الزراعية السورية لعام 2023.

الأعوام					
2022	2021	2020	2010	2002	
17847.16	16783.19	16073.09	15511	13505	عدد الأغنام الكلي (مليون)
5905.388	5733.301	5533.69	5382	4883	عدد أغنام اللحم (مليون)
11941.77	11049.88	10539.4	10129	8622	عدد أغنام الحليب (مليون)
707	703	706	643	446	كمية الحليب المنتجة (ألف طن)

(1) المؤشرات التناسلية لأغنام العواس

تُصنف أغنام العواس ضمن السلالات ذات التناسل الموسمي والمتعدد دورات الشبق خلال الموسم، وهي سمة مهمة في إنتاج المجترات الصغيرة (Talafha et al., 2011). يبدأ موسم التناسل عادة في سوريا مع حلول أبريل ويمتد حتى سبتمبر، ويتوافق بزيادة في عدد دورات الشبق (Zarkawi et al., 1997؛ Talafha et al., 2011) وتستمر الدورة التناسلية الواحدة من 15 إلى 20 يوماً، بمتوسط تقريباً 17 يوماً (Talafha et al., 2011)، بينما تتراوح فترة الشبق بين 16 و59 ساعة، بمتوسط يقارب 29 ساعة، وتحدث الإباضة عادة في الفترة بين 18 و36 ساعة من بداية الشبق (Talafha et al., 2011).

أما من حيث التناسل، فتُعرف سلالة العواس بأنها تلد في العادة مرة واحدة سنوياً، بفترة حمل تتراوح بين 149 و155 يوماً، بمتوسط يبلغ حوالي 152 يوماً (Talafha et al., 2011؛ Review, 2011). وتصل نسبة الحمل التوأمي في الظروف التقليدية إلى نحو 5-10% (FAO, 1980)، مع تباين في سن البلوغ بين 8 و15 شهراً تبعاً لنظام التغذية والرعاية (Talafha et al., 2011).

تمثل هذه المؤشرات التناسلية، بما فيها طول الدورة، فترات الشبق والإباضة، وفترة الحمل، أساساً مهماً في صياغة استراتيجيات التربية والانتخاب بهدف تعزيز الكفاءة الإنجابية. ولا سيما في البيئات القاسية؛ حيث يتعين تطبيق برامج مزامنة الشبق والتلقيح، فضلاً عن تحسين الرعاية والتغذية، لتحقيق استغلال أمثل للأوقات الإنتاجية.

(2) تأثير موسم التناسل على الإباضة في أغنام العواس

تُعد الموسمية واحدة من الخصائص الفسيولوجية الجوهرية التي تميز التناسل في المجترات الصغيرة، إذ تتركز غالبية الولادات خلال فترة زمنية محددة من السنة. وخلال هذا الموسم التناسلي، تدخل النعاج في سلسلة من الدورات النزوية المتكررة، والتي تستمر إلى حين حدوث الإخصاب أو انتهاء الموسم، مما يصنف الأغنام ضمن الحيوانات متعددة الدورات الموسمية (Abecia *et al.*, 2012).

يُعتبر التغير في طول فترة الإضاءة اليومية من العوامل المحورية في التحكم ببداية ونهاية النشاط التناسلي لدى الأغنام، خاصة في المناطق المعتدلة. فعندما يبدأ الليل بالامتداد على حساب ساعات النهار، يُحفّز النشاط التناسلي، في حين يؤدي تقارب طول الليل والنهار إلى تراجعَه (Fatet *et al.*, 2011). لذلك تُصنّف الأغنام ضمن الحيوانات التي تتزاوج خلال الفصول ذات النهار القصير، مثل الخريف وبداية الشتاء (Notter, 2020).

وعلى الرغم من أن الكباش تحتفظ بقدرتها الجنسية على مدار العام، إلا أن كفاءتها الإنجابية تتأثر بالتغيرات الموسمية في الإضاءة. إذ يبلغ النشاط التناسلي ومعدلات الخصوبة ذروتها في فصل الخريف، في حين ينخفض إنتاج الحيوانات المنوية وتزداد نسب التشوهات فيها خلال الربيع وأوائل الصيف، ما يؤدي إلى انخفاض في معدلات الإخصاب (Martinez-Ros *et al.*, 2018).

توضح هذه المعطيات مدى تأثير الأداء التناسلي للأغنام بالعوامل البيئية والمناخية الموسمية، مما يبرز ضرورة أخذ هذه المتغيرات في الاعتبار عند تطوير استراتيجيات إدارة القطيع. حيث يُعد التكيف مع هذه الدورة الموسمية أساسياً لتحسين معدلات التناسل ورفع كفاءة الإنتاج في برامج التربية المتكاملة.

(3) ديناميكية الدورة التناسلية عند الأغنام

❖ تطور الجريبات في مبيض النعجة:

يُظهر نمو الجريبات في مبايض النعاج نمطاً متوجاً يتكرر بانتظام، حيث تمر الجريبات بعدة موجات من التطور خلال الدورة التناسلية الواحدة، ويحدث هذا سواء أثناء الموسم التناسلي أو خلال فترات اللاشيق الموسمية (Bartlewski *et al.*, 2011; Bogle *et al.*, 2019). ويُلاحظ أن عدد الموجات الجريبية خلال دورة الشبق عادةً ما يتراوح بين ثلاث إلى أربع موجات، بغض النظر عن السلالة أو مستوى الإنتاج.

يرتبط هذا النمط من النمو الجربي ارتباطاً وثيقاً بالتقلبات اليومية في تركيز الهرمون المنشط للجريبات (FSH) في الدم، إذ تتوافق بداية كل موجة جريبية مع ارتفاع مؤقت في مستويات FSH، يليها تصاعد في تراكيز الأستروجين في البلازما، وهو ما يميز المرحلة النهائية من تطور الجريبات الأكبر (Ginther *et al.*, 2016). وتشير الدلائل إلى أن FSH يلعب دوراً محورياً في بدء نمو الجريبات الصغيرة، في حين أن التطور اللاحق والنضج النهائي للجريبات يبدو غير مرتبط مباشرة بمستويات FSH، ما يشير إلى وجود تنظيم داخلي مستقل للجريبات خلال المراحل النهائية (Duggavathi *et al.*, 2008; Bartlewski *et al.*, 2011).

تتألف كل موجة جريبية من 1 إلى 4 جريبات قابلة للوصول إلى المرحلة الناضجة، وقد تبين أن الجريبات النهائية أو تلك المتولدة في نهاية الدورة التناسلية يمكن أن تخضع لعملية الإباضة بشكل متزامن، خاصة في النعاج

ذات الكفاءة الإنجابية العالية. هذا يشير إلى ضعف أو غياب مفهوم "الهيمنة الجريبية" الذي يُلاحظ بشكل واضح في أنواع أخرى كالأبقار (Bogle *et al.*, 2019). علاوة على ذلك، فإن تحفيز الجريبات في منتصف الدورة التناسلية بواسطة جرعة فيزيولوجية من FSH لا يمنع حدوث موجة جديدة، كما أن الجريبات الناتجة عن هذا التحفيز لا تؤثر على النمط العام لإفراز FSH أو على الدورة التالية (Duggavathi *et al.*, 2005; Monniaux *et al.*, 2014). تدل هذه النتائج على أن النعاج تمتلك نظاماً فيزيولوجياً مرناً لتطور الجريبات، يتميز بتعدد الموجات الجريبية ضمن الدورة الواحدة وغياب الجريب المسيطر، ما يفتح آفاقاً لتطبيقات واسعة في برامج التحفيز الهرموني والإباضة المتزامنة.

❖ تكون الجسم الأصفر ووظيفته خلال منتصف الدورة والتقهقر الأصفر:

يتشكل الجسم الأصفر (Corpus luteum; CL) في دورة الشبق لدى النعاج نتيجة لتحفيز مباشر من الهرمون اللوتيني (Luteinizing hormone; LH)، والذي يؤدي إلى سلسلة من التغيرات البنوية والوظيفية في كل من الخلايا الحبيبية (Granulosa cells) وخلايا الجريب المبيضي (Theca cells) ضمن الجريب المتفجر. ويُعتبر دعم LH ضرورياً لاستمرار تمايز ونمو الجسم الأصفر، حيث يصل حجمه خلال الأيام الثلاثة إلى الأربعة الأولى بعد الإباضة إلى ما بين 6 و8 ملم، ويبلغ أقصى حجمه بين 11 و14 ملم بعد حوالي ستة أيام من الإباضة. إلا أن الجسم الأصفر يبدأ بالتحلل المفاجئ خلال الفترة ما بين اليومين 12 و15 من الدورة (Wiltbank *et al.*, 2018).

يتكون الجسم الأصفر من أربعة أنواع رئيسية من الخلايا: الخلايا اللوتينينية الصغيرة (Small luteal cells)، الخلايا اللوتينينية الكبيرة (Large luteal cells)، الخلايا الليفية (Fibroblast cells)، الخلايا البطانية الشعرية (Capillary endothelial cells).

تنشأ الخلايا اللوتينينية الصغيرة من خلايا الجريب المبيضي، بينما تنشأ الكبيرة من الخلايا الحبيبية. يعمل الـ LH على تحفيز التحول الوظيفي للخلايا الصغيرة إلى خلايا لوتينينية كبيرة، ما يساهم في نمو وتطور الجسم الأصفر (Berisha *et al.*, 2016) خلال المرحلة المبكرة إلى المتوسطة من دورة الشبق، يتزايد حجم الخلايا اللوتينينية الكبيرة بين اليومين الرابع والثاني عشر، بينما يبقى عددها ثابتاً نسبياً حتى بداية مرحلة التحلل اللوتينيني. في المقابل، لا يتغير حجم الخلايا اللوتينينية الصغيرة، ولكن يزداد عددها ما بين اليومين الرابع والثامن. كما يزداد عدد كل من الخلايا البطانية والخلايا الليفية بين اليومين الرابع والثاني عشر واليومين الثامن والسادس عشر على التوالي، مما يدعم البنية الوعائية والوظيفة الهرمونية للجسم الأصفر (Bender *et al.*, 2017).

يُعتبر البروستاغلاندين ($PGF2\alpha$) العامل الرئيسي في تحلل الجسم الأصفر لدى المجترات، حيث يتم إفرازه من بطانة الرحم وينتقل إلى المبيض عبر نظام التبادل الوعائي بين الوريد الرحمي والشریان المبيضي. يساهم الأستروجين الجريبي في أواخر المرحلة اللوتينينية في تحفيز إنتاج $PGF2\alpha$ عن طريق تعزيز تعبير مستقبلات الأوكسيتوسين في بطانة الرحم، وهو تأثير يزداد بوجود البروجستيرون السابق (Ginther *et al.*, 2011). ويُلاحظ أن انخفاض تركيز البروجستيرون في الدورة الدموية، الذي يمثل بداية مرحلة التحلل الوظيفي للجسم الأصفر، يؤدي إلى زيادة ملحوظة في عدد مستقبلات الأوكسيتوسين، مما يسرع من وتيرة الإفراز النبضي لـ $PGF2\alpha$. وقد أظهرت الدراسات أن هذه الزيادة في المستقبلات يمكن رصدها في وقت مبكر يصل إلى ست ساعات بعد انخفاض مستويات البروجستيرون في دم النعاج (Mezera *et al.*, 2019).

بالإضافة إلى ذلك، يلعب الأوكسيتوسين المُفرز من الجسم الأصفر دوراً تنظيمياً حاسماً في تحفيز إفراز $PGF2\alpha$ ، كما قد يُسهم الأوكسيتوسين المُفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية في تعزيز هذا التأثير. ويعكس هذا

التفاعل المعقد بين الهرمونات أهمية التنظيم الهرموني المتكامل في التحكم بدورة الشبق والتكاثر لدى الأغنام (Davis *et al.*, 2020).

❖ المظاهر الهرمونية خلال دورة الشبق عند النعاج:

تُعد دورة الشبق لدى النعاج عملية فيزيولوجية معقدة تحكمها تفاعلات هرمونية دقيقة تنظمها بنية الوطاء - الغدة النخامية-المبيض. يبدأ التنظيم الهرموني بإفراز الهرمون المحفز لموجّهات القند (GnRH) من الوطاء، مما يحفّز الغدة النخامية الأمامية لإطلاق كل من الهرمون اللوتيني (LH) والهرمون المنشط للجريب (FSH)، بالإضافة إلى الأوكسيتوسين. تفرز الجريبات المبيضية الأستروجين والإنهيبين، بينما ينتج الجسم الأصفر كلاً من البروجستيرون والأوكسيتوسين، وتقوم بطانة الرحم بإفراز البروستاغلاندين (Scaramuzzi *et al.*, 1993).

يُعتبر تنظيم إفراز هذه الهرمونات عملية متعددة الأبعاد، تعتمد على تفاعل بين عوامل داخلية كالليبتيدات المبيضية (مثل الإنهيبين والأكتيفين)، والهرمونات الستيرويدية، والنواقل العصبية، وعوامل خارجية مثل الضوء، الفيرمونات، التغذية، والضغوط البيئية، والتي تؤثر على حساسية كل من الوطاء والغدة النخامية لإفراز GnRH والجونادوتروبينات (Barrett *et al.*, 2007; Bartlewski *et al.*, 2011).

1. إفراز الهرمون المحفز لموجّهات القند وتذبذب (LH-FSH):

يتسبب إطلاق GnRH في حدوث زيادة مفاجئة في LH وFSH تبلغ ذروتها حوالي 14 ساعة قبل الإباضة (Baird, 1978; Rawlings *et al.*, 1984) يرافق هذه الذروة تراجع في تركيز البروجستيرون وارتفاع تدريجي في الأستروجين، مما يخلق بيئة مناسبة لتحفيز نمط نبضي للـ LH يُعد أساسياً لحدوث الإباضة (Duggavathi *et al.*, 2005).

خلال مرحلة ما بعد الشبق، تنخفض معدلات LH، بينما تبدأ نبضاته بالتصاعد مع تطور الجريبات الجديدة. في المقابل، تنخفض مستويات FSH مع ارتفاع البروجستيرون نتيجة تأثيرات التغذية الراجعة، لكن تعاود الارتفاع تدريجياً قبيل الشبق التالي (Ginther *et al.* 1995)، يُظهر FSH نمطاً مزدوجاً من الذروات خلال الفترة المحيطة بالإباضة: الأولى بالتزامن مع ذروة LH، والثانية بعد حوالي 30-36 ساعة، وتكون أقل شدة وأطول مدة (Baird, 1978).

تشير الدراسات إلى أن تقلبات FSH تحدث حتى في النعاج التي أُزيلت مبايضها، مما يدل على دور لعوامل إضافية من خارج المبيض في تنظيم هذا الهرمون (Duggavathi *et al.*, 2005).

II. الأنماط الإفرازية للهرمونات المبيضية:

تلعب الهرمونات المبيضية، وخاصةً الأستروجين، دوراً جوهرياً في تنظيم الدورة التناسلية لدى النعاج، لا سيما خلال دورة الشبق. يبرز الأستروجين في دعم وتطور الجريبات، حيث تشير الدراسات إلى وجود ثلاث إلى أربع قمم واضحة في تركيزاته خلال الدورة الواحدة. تبدأ أولى هذه الزيادات عقب انحلال الجسم الأصفر، L متزامنة مع ازدياد في التردد النبضي لإفراز الهرمون اللوتيني (LH) مما يعزز نمو الجريبات في المرحلة الجريبية (Bartlewski *et al.*, 1999a; Rawlings and Cook, 1993; Evans *et al.*, 2020).

يُعزى هذا النمط التصاعدي في الأستروجين إلى ارتفاع عدد مستقبلات (LH) في الجريبات النامية، ما يزيد من حساسيتها للمنبهات الهرمونية المحفزة للإباضة. وخلال مرحلة ما قبل الإباضة، ترتفع مستويات البروجستيرون داخل السائل الجريبي، بينما ينخفض تركيز الأستروجين إلى أدنى مستوياته خلال 16 إلى 24 ساعة بعد ذروة إفراز LH (Rawlings and Cook, 1993; Evans *et al.*, 2020).

في المرحلة اللوتينينية، يُظهر الأستروجين نمطاً دورياً بإفرازات منتظمة كل 3-4 أيام، مما يدل على دوره المستمر في تهيئة البيئة الجريبية (Bartlewski *et al.*, 1999a; Gasser *et al.*, 2022) كما تختلف أنماط إفراز الأستروجين تبعاً للسّمات الوراثية؛ إذ إن الأغنام ذات الكفاءة التناسلية العالية تُظهر تراكيز أعلى من الأستروجين خلال الإباضة مقارنة بتلك خلال الطور اللوتينيني، ما يشير إلى تأثير العوامل الوراثية في ديناميكية هذا الهرمون (Bartlewski *et al.*, 1999; Campbell *et al.*, 2021).

وبينما تُظهر الدراسات علاقة عكسية بين الأستروجين وهرمون تحفيز النمو الجريبى (FSH) نتيجة لآليات التغذية الراجعة السلبية (Baird *et al.*, 1991)، إلا أن نتائج الأبحاث اللاحقة لم تُثبت وجود علاقة ثابتة، مما يستدعي المزيد من الدراسات لتوضيح آلية التفاعل بينهما (Juengel and McNatty, 2021; 2007). وقد تبين أن إعطاء جرعات مرتفعة من الأستروجين خلال المرحلة اللوتينينية يمكن أن يؤثر في توقيت إفراز FSH ويؤخر ظهور الموجات الجريبية، ولكن من دون تغييرات واضحة في خصائص هذه الموجات، مما يشير إلى وجود آليات إضافية تتحكم في نمو الجريبات (Barrett *et al.*, 2006; Gasser *et al.*, 2022).

أما بالنسبة لهرمون البروجستيرون، فيتبع نمطاً واضحاً خلال المرحلة اللوتينينية، حيث يرتفع تدريجياً بين اليومين الثالث والسابع بعد الإباضة، ثم يستقر حتى اليوم الثاني عشر قبل أن ينخفض سريعاً مع اقتراب الشبق التالي (Bartlewski *et al.*, 1999b; Davies *et al.*, 2006; Keniry *et al.*, 2023). يُظهر هذا النمط توازياً مع مراحل تكوين وانهلال الجسم الأصفر.

تتميز الأغنام ذات الإنتاجية العالية بوجود عدد أكبر من الأجسام الصفراء لكنها أصغر حجماً، مما يؤدي إلى مستويات أقل من البروجستيرون خلال مرحلة ما بعد الشبق مقارنة بالسلاسل الأقل إنتاجية (Bartlewski *et al.*,).

(1999b; Campbell *et al.*, 2021)، وتؤثر هذه الأجسام الصفراء على نمو الجريبات الصغيرة بصورة موضعية دون التأثير على الجريبات الأكبر التي يتجاوز قطرها 5 مم (Bartlewski *et al.*, 2001).

من الناحية الزمنية، يتزايد حجم الأنسجة اللوتينينية بمعدل أسرع من تراكيز البروجستيرون خلال تكون الجسم الأصفر، بينما يتزامن تراجع كلا المؤشرين خلال مرحلة الانحلال اللوتينيني. وتختلف هذه المؤشرات حسب السلالة، حيث تُظهر السلالات عالية الخصوبة مثل الفنلندية نمطاً مختلفاً مقارنة بالسلالات الغربية (Bartlewski *et al.*, 1999b; Keniry *et al.*, 2023).

تشير الأدلة إلى أن نمو الجريبات طويل الأمد خلال المرحلة اللوتينينية قد يكون مرتبطاً بوجود أجسام صفراء ضعيفة النشاط الوظيفي، مما يؤدي إلى انخفاض مستويات البروجستيرون (Baby and Bartlewski, 2011; Gasser *et al.*, 2022). كما أن تأثير الجسم الأصفر على نمو الجريبات يبدو أكثر وضوحاً في الجريبات الصغيرة، بينما تتأثر الجريبات الكبيرة بشكل منهجي أكثر من كونه موضعياً (Bartlewski *et al.*, 2011) وهذا يعكس التعقيد في تنظيم النمو الجريبي ضمن السياق الهرموني المتكامل خلال دورة الشبق.

III. الوظيفة المبيضية والصماوية خلال فترة الانتقال بين اللابثق الموسمي والموسم التناسلي:

خلال الانتقال من فترة اللابثق الموسمي إلى بداية الموسم التناسلي في النعاج، تطرأ تغيرات فيزيولوجية ملحوظة على النشاط المبيضي والهرموني. من أبرز هذه التغيرات حدوث انفصال مؤقت بين قمم إفراز الهرمون المحفز للجريبات (FSH) وبداية نشوء الموجات الجريبية، حيث لوحظ أن بعض قمم FSH لا تقترن بظهور موجة جريبية جديدة (Bartlewski *et al.*, 1999b; Gasser *et al.*, 2022). يترافق ذلك مع انخفاض واضح في مستويات الأستروجين والبروجستيرون اللوتينيني مقارنةً بما هو ملاحظ خلال الموسم التناسلي الفعّال (Bartlewski *et al.*, 1999a; 1999b; Keniry *et al.*, 2023).

تشير هذه التغيرات إلى أن عدم التزامن بين قمم FSH ونمو الجريبات قد لا يكون بالضرورة نتيجة لانخفاض إفراز FSH بحد ذاته، بل ربما يعود إلى انخفاض حساسية المبيض تجاه الهرمونات المنبهة للغدد التناسلية في هذه المرحلة الانتقالية (Bartlewski *et al.*, 1999b؛ Evans *et al.*, 2020).

قبل حدوث الإباضة الأولى في بداية الموسم التناسلي، يُلاحظ ارتفاع تدريجي في تركيز البروجستيرون في الدم، رغم أن بعض النعاج لا تُظهر بنى لوتئينية مرئية، في حين تُرصد جريبات لوتئينية غير إباضية في حالات أخرى (Zarkawi, 2023؛ Bartlewski *et al.*, 1999a). تشير هذه الزيادة في البروجستيرون إلى دور وظيفي في تحفيز السلوك الشبقي ومزامنته مع اندفاع الهرمون اللوتيني (LH)، إضافة إلى دوره في تثبيط الانحلال المبكر للجسم الأصفر خلال المرحلة اللوتينية اللاحقة (Beard and Hunter, 1996؛ Keniry *et al.*, 2023).

أما فيما يتعلق بتذبذبات FSH اليومية، فإنها لا تتأثر بتوقف النشاط التناسلي الموسمي، وتظل قمم هذا الهرمون مرتبطة بنمط ظهور الموجات الجريبية (Bartlewski *et al.*, 1999a؛ Gasser *et al.*, 2022). وبالرغم من أن إفراز الأستروجين يعود تدريجياً إلى مستوياته الطبيعية مقارنة بفترة اللاشب، إلا أن التزامنه الكامل مع نمو الجريبات الكبيرة لا يحدث إلا بعد بدء المرحلة اللوتينية الأولى من الموسم التناسلي (Bartlewski *et al.*, 1999a؛ Campbell *et al.*, 2021).

الباب الثاني: إدارة النشاط التناسلي لدى أغنام العواس

تُعد الوظيفة التناسلية محورياً أساسياً في تعزيز الكفاءة الإنتاجية لأغنام العواس، التي تُعد من السلالات المهمة في البيئات الجافة وشبه الجافة. وقد شهد هذا المجال تطوراً كبيراً في العقود الأخيرة من خلال تطبيق تقنيات متقدمة تهدف إلى تحسين الأداء التناسلي، بما يتماشى مع المتطلبات الاقتصادية والإنتاجية الحديثة (Ali *et al.*, 2021).

تشمل هذه التقنيات تقليل الفترات غير الإنتاجية عبر التحكم في الدورة الشبقية، وتحسين توقيت التلقيح والولادات، مما يتيح بيئة مثالية لرعاية المواليد ويسهم في رفع معدلات البقاء والنمو. كما يُعزز تنظيم النشاط التناسلي فرص التداخل المثالي بين فترات الرضاعة والتسمين، وهو ما ينعكس بشكل مباشر على مؤشرات الإنتاج (Al-Dawood *et al.*, 2022).

يتضمن تحسين الكفاءة التناسلية لدى إناث أغنام العواس التحكم في توقيت الشبق من خلال استخدام تقنيات تزامن الشبق، التي تُعد أداة استراتيجية في نظم الإنتاج المكثف. وتؤدي هذه التقنية إلى تنسيق الولادات وتحسين توزيع الحملان على فترات مناسبة لرعاية أفضل وإدارة محسنة للقطيع (Abecia *et al.*, 2019).

تعتمد طرق تزامن وتحفيز الشبق على مسارين رئيسيين:

1. **الطرق الهرمونية:** باستخدام مركبات مثل البروجستيرون والبروستاغلاندين، للتحكم في الدورة التناسلية، وتحفيز الإباضة وتحسين معدلات الاستجابة للتلقيح الصناعي.
2. **العوامل الطبيعية والإدارية:** مثل استخدام تأثير الذكر، وتعديل نظام الإضاءة، وتطبيق برامج التغذية المحفزة، وكلها تسهم في إثارة السلوك الشبقي بطريقة غير هرمونية (Fatet *et al.*, 2011).

(1) التحكم الهرموني في الشبق

يُعد التحكم الهرموني أحد الركائز الأساسية في برامج تزامن الشبق لدى الأغنام، وبخاصة سلالة العواس، التي تُعرف بحساسيتها الموسمية وتباينها في النشاط التناسلي. تعتمد هذه البرامج على استخدام مجموعة من الهرمونات التناسلية التي تؤثر على المحور تحت السري-النخامي لتنظيم وتحفيز الاستجابة التناسلية، مما يُعزز من كفاءة التلقيح والإخصاب ويُحسن من إنتاجية القطيع (Abecia *et al.*, 2012).

❖ الميلا تونين:

يُعد هرمون الميلا تونين من أبرز العوامل الهرمونية المرتبطة بالتكاثر الموسمي في المجترات، حيث يُفرز من الغدة الصنوبرية استجابة لتغيرات الضوء المحيط. يزداد إفرازه خلال فترات الظلام الطويلة (الشتاء والخريف)، وينخفض مع زيادة الإضاءة في فصول الصيف والربيع، مما يجعله مفتاحاً في تنظيم الموسم التناسلي لدى الأغنام (Rekik and Haile, 2017).

تؤثر إشارات الضوء المستقبلية عن طريق شبكية العين على الساعة البيولوجية في الوطاء، والتي بدورها تنظم إفراز الميلا تونين وتأثيره على إفراز الهرمونات الجنسية (Chemineau *et al.*, 2008). أظهرت الدراسات أن الزرع الخارجي للميلا تونين، إما عن طريق الغرسات تحت الجلد أو المعالجات الفموية، يُمكن أن يُقدّم بداية الموسم التناسلي لدى أغنام العواس بمعدل 4-8 أسابيع، مع تحقيق زيادات ملحوظة في نسب الخصوبة والحمل (Mura *et al.*, 2017; Gómez-Brunet *et al.*, 2007). ويُوصى بعزل الإناث عن الذكور قبل الزرع بـ 7 أيام على الأقل، ثم إبقاؤها بمعزل لمدة 30-40 يوماً بعد الزرع، ليتم بعدها إدخال الذكور، حيث تُسجّل أعلى معدلات النشاط الجنسي خلال الأسبوع الثامن تقريباً (Noakes *et al.*, 2018).

في تجربة محلية على أغنام العواس السورية، أظهرت المعالجة بالميلاتونين نتائج مميزة من حيث تقديم النشاط التناسلي وزيادة معدلات الولادة، مقارنة بالأغنام غير المعالجة، ما يثبت فعاليته كأداة مهمة في تحسين الأداء التناسلي في البيئات ذات الظروف الموسمية القاسية (علي الأحمد وجربوع، 2009).

❖ الأستروجينات:

يلعب هرمون الإستراديول دوراً مركزياً في تنظيم السلوك الشبقي وتحفيز التقبل الجنسي، ويُعد عاملاً رئيسياً في إثارة العلامات السلوكية للشبق، مثل رفع الذيل، والسكون أثناء التلقيح. كما يؤثر على نمو الجريبات وتكوين الجسم الأصفر (Hanzen *et al.*, 2020).

رغم أهمية الأستروجينات، إلا أن استخداماتها كعامل منفرد في تزامن الشبق لم تُظهر نتائج واضحة في تحفيز الإباضة أو تنشيط المبيض، بل اقتصر تأثيرها على التغيرات في قناة المبيض والرحم والسلوك الجنسي (Noakes *et al.*, 2018). ولهذا يُفضل استخدامها بالتوازي مع البروجستاجينات أو البروستاغلاندينات لتحقيق نتائج أكثر فعالية.

❖ البروستاغلاندينات ($\text{PGF}_2\alpha$):

تُعد البروستاغلاندينات من أهم الأدوات الهرمونية المُستخدمة في برامج تزامن الشبق، حيث تعمل على تحفيز التحلل المبكر للجسم الأصفر وإنهاء الطور اللوتيني للدورة التناسلية، مما يُمهّد لبدء دورة جديدة. تعتمد فعاليتها على وجود جسم أصفر نشط في المبيض، ولذلك فإن استخدامها يُوصى به خلال موسم التناسل فقط، حيث تغيب الأجسام الصفراء خارج الموسم مما يؤدي إلى استجابة ضعيفة أو معدومة (Ataman *et al.*, 2006).

يُستخدم البروستاغلاندين ($\text{PGF}_2\alpha$) بجرعة واحدة أو على شكل جرعتين بفاصل زمني (9-11 يوماً) لتزامن الشبق في الأغنام. وقد بيّنت الدراسات أن الاستجابة للشبق تبدأ في غضون 36-46 ساعة بعد الحقن، وتعتمد سرعة الاستجابة ووقت الإباضة على مرحلة الجريب المهيمن عند بدء المعالجة (Fierro *et al.*, 2013). لذلك يُوصى بالمراقبة الدقيقة بعد الحقن لتحديد أفضل توقيت للتلقيح (Haresign and Acritopoulou, 1978).

تم توثيق استجابة جيدة لأغنام العواس عند تطبيق بروتوكولات $PGF_{2\alpha}$ خلال موسم التزاوج، مما يجعلها أداة فعالة في تنظيم الولادات وتحقيق التناسق في توقيت الشبق (Zarkawi, 2007).

❖ البروجستيرون (البروجستاجينات):

يُعد البروجستيرون من الهرمونات الستيرويدية الأساسية في تنظيم الخصوبة لدى الإناث، حيث يلعب دوراً رئيسياً في الحفاظ على الحمل وتثبيط التبويض إلى حين الوصول إلى التوقيت المناسب (Pfeifer and Strauss, 1996). ويُفرز من الخلايا اللوتينينية في الجسم الأصفر بعد الإباضة، كما تنتج المشيمة خلال مراحل متقدمة من الحمل (Graham and Clarke, 1997).

في برامج التحكم بالتناسل لدى أغنام العواس، يُستخدم البروجستيرون أو مشتقاته (البروجستاجينات) بشكل واسع لتثبيط نشاط المحور التناسلي لفترة محددة، ثم سحب المركب الهرموني لتحفيز استئناف الدورة الشبقية بفعالية. وغالباً ما يتم ذلك باستخدام الإسفنجات المهبلية المشبعة بالبروجستيرون، والتي تُترك لمدة تتراوح بين 9 إلى 14 يوماً (Wildeus, 2000).

عند إزالة الإسفنجة، تُحقن النعاج عادةً بهرمون eCG (Equine Chorionic Gonadotropin) لتحفيز نمو الجريبات والإباضة، حيث يُلاحظ ظهور الشبق بعد حوالي 30-48 ساعة. وقد تصل الاستجابة في بعض الحالات إلى 72-96 ساعة بحسب الكفاءة الفردية والحالة الفيزيولوجية للحيوان (Ataman *et al.*, 2006).

تُظهر الدراسات أن استخدام البروجستيرون بالتزامن مع eCG يُعطي استجابة ممتازة في تحفيز الشبق لدى الأغنام خارج الموسم التناسلي، مما يوسع فترة الإنتاج ويُمكن من التحكم الموسع في توقيت الولادات، وهو أمر بالغ الأهمية في إدارة القطعان ذات الطابع التجاري كسلالة العواس (Noakes *et al.*, 2001; Zarkawi, 2018).

(2) التحكم غير الهرموني في الدورة الشبقية لدى أغنام العواس (العوامل البيئية والتغذية)

لا يقتصر التحكم في النشاط التناسلي لدى أغنام العواس على الوسائل الهرمونية فقط، بل يمكن أيضاً الاستفادة من مجموعة من العوامل البيئية والسلوكية والتغذية التي تؤثر على دورة الشبق والإباضة بشكل فعال. تُعد هذه الأساليب أدوات استراتيجية منخفضة التكلفة ومناسبة للأنظمة الرعوية وشبه المكثفة.

❖ تأثير الإضاءة الموسمية في تنظيم النشاط التناسلي:

يلعب نظام الإضاءة دوراً حيوياً في التحكم الموسمي للخصوبة لدى المجترات، وخاصة الأغنام، حيث يرتبط إفراز الميلاتونين بتغير طول الفترة الضوئية اليومية. تقوم الشبكية بنقل الإشارات الضوئية إلى الغدة الصنوبرية، والتي تفرز الميلاتونين بكثافة خلال فترات الظلام، مما يُحفّز النشاط التناسلي في سلالات الأغنام المستجيبة للضوء (Noakes *et al.*, 2018).

تصنّف الثدييات إلى نوعين بحسب استجابتها للفترات الضوئية:

النوع الأول: مثل الخيول والقطط، تنشط تناسلياً خلال فترات الإضاءة الطويلة.

النوع الثاني: مثل الأغنام والماعز، يتم تحفيز النشاط التناسلي لديها خلال فترات الإضاءة القصيرة (Delgadillo *et al.*, 2011; Walton *et al.*, 2011).

تُظهر أغنام العواس حساسية موسمية واضحة، حيث يبدأ موسم التناسل في أواخر الصيف أو أوائل الخريف مع انخفاض ساعات النهار، وينتهي تدريجياً خلال الشتاء، ما يجعل تنظيم الإضاءة أحد العوامل المساعدة في تحسين إدارة التناسل في المزارع المغلقة أو شبه المكثفة.

❖ تأثير الفطام على استعادة النشاط التناسلي:

يُعد الفطام من الأساليب غير الدوائية الفعالة لتحفيز عودة الدورة الشبقية، حيث يؤدي الإرضاع إلى تثبيط إفراز هرمون LH عبر تأثيرات عصبية هرمونية تُقلل من نشاط الوطاء (hypothalamus). ومع توقف الإرضاع، يزول هذا التأثير المثبط، مما يسمح باستئناف التبويض والشبق (Noakes *et al.*, 2018).

تشير الدراسات إلى أن الفطام المبكر قد يُسهم في تسريع استعادة النشاط التناسلي لدى الإناث، وهو ما يجعل منه أداة عملية تُستخدم ضمن برامج إدارة القطعان لزيادة معدل الخصوبة وتحسين توزيع الولادات، خاصة في نظم التربية المكثفة.

❖ الدفع الغذائي وأثره على الأداء التناسلي:

تمثل التغذية عاملاً محورياً في الكفاءة التناسلية، حيث ترتبط الحالة الجسمية ومستوى الطاقة والبروتين بفعالية المبايض وإنتاج البويضات. وتُعد تقنية الدفع الغذائي (Flushing) من أكثر الاستراتيجيات التغذوية استخداماً في المجترات الصغيرة لتحسين معدلات الإباضة والخصوبة (Smith, 1991; Somchit *et al.*, 2007).

يتمثل الدفع الغذائي في تقديم عليقة غنية بالطاقة والبروتين والمعادن للإناث قبل فترة التزاوج بـ 3 إلى 6 أسابيع، مما يُساعد في: تعويض النقص الغذائي الناتج عن الحمل أو الإرضاع-رفع الحالة الجسمية-زيادة معدل الإباضة وعدد الأجنة (Coop, 1966; El-Ella, 2006). أما بالنسبة للذكور، فيوصى بتطبيق الدفع الغذائي قبل شهرين من موسم التلقيح لتحسين جودة السائل المنوي، وكفاءة التلقيح، وهو ما يُعد بالغ الأهمية نظراً لأن الذكر يساهم بنسبة 50% من النجاح التناسلي للقطيع.

❖ العوامل الهرمونية المرتبطة بالتغذية:

ترتبط الحالة الغذائية للحيوان بإفراز عدة هرمونات تناسلية مهمة، تؤثر مباشرة على كفاءة الشبق والإباضة، ومن أبرزها:

- الجونادوتروبينات (GnRH, LH, FSH): (Anson *et al.*, 2000; Rhind and Schanbacher, 1991).
- البروجستيرون: (Boland *et al.*, 2001; McEvoy *et al.*, 1995).
- الإستراديول والأنسولين: (Downing *et al.*, 1995).
- هرمون النمو ومعدل الإباضة: (Parr, 1992; Somchit *et al.*, 2007).
- كفاءة البويضات وجودة الإخصاب: (Jabbour *et al.*, 1991; McEvoy *et al.*, 1995).

الباب الثالث: تأثير الذكر على تحفيز النشاط التناسلي في الإناث

(1) لمحة تعريفية

تلعب العلاقات الاجتماعية بين الحيوانات من نفس النوع، أو حتى بين الأنواع المختلفة، دوراً جوهرياً في التأثير على الأداء التناسلي، لا سيما من خلال التفاعلات بين الذكور والإناث (Rosa and Bryant, 2003; Sampaio *et al.*, 2012). ويُعدّ ما يُعرف بـ "تأثير الذكر" (Male Effect) أحد أبرز العوامل البيئية المؤثرة في تحفيز النشاط الشبقي والإباضة، خصوصاً في المجترات الصغيرة مثل الأغنام والماعز.

ينشأ هذا التأثير نتيجة التنشيط الحسي الذي توفره الذكور للإناث عبر عدة قنوات حسية تشمل الشم، الرؤية، اللمس، والسمع، إلا أن التحفيز الشمي يُعد الأكثر فاعلية في إحداث الاستجابة التناسلية. وتُظهر الإناث استجابة تناسلية

محسنة عند تعرضها لمجموعة متكاملة من هذه المحفزات الحسية، خصوصاً عند التفاعل المباشر مع الذكور (Walkden-Brown and Restall, 1993).

تم توثيق ظاهرة "تأثير الذكر" لأول مرة في الأغنام منذ أكثر من ستة عقود (Underwood, 1944)، ثم لاحقاً في الماعز (Shelton, 1960) ومع ذلك، يُعتقد أن معرفة المربين بقدرة الذكور على تحفيز الشبق لدى الإناث تعود إلى أوائل القرن التاسع عشر (Girard, 1813) وقد تصاعد الاهتمام العلمي بهذه الظاهرة خلال أواخر القرن التاسع عشر نتيجة التوسع في تربية الأغنام عالمياً، ما دفع الباحثين إلى دراسة تأثير الظروف البيئية والموسمية، خصوصاً خطوط العرض، على التناسل لأكثر من 70 سلالة (Ungerfeld, 2007).

تبين أن "تأثير الذكر" يُعدّ أداة طبيعية فعالة في تنشيط الشبق والإباضة خارج الموسم التناسلي، خاصة إذا تم إدخال ذكور غير مألوفين على مجموعة من الإناث المعزولة عن الذكور لفترة، مما يؤدي إلى تحفيز سريع لنشاط المبايض ومزامنة الشبق داخل القطيع (Delgadillo *et al.*, 2009; Ungerfeld and Silva, 2019).

(2) الفيرمونات

تُعد الفيرمونات (Pheromones) من الوسائل الكيميائية الدقيقة التي تُستخدم بين الأفراد من النوع ذاته للتواصل البيولوجي. وقد صيغ مصطلح "Pheromone" لأول مرة في عام 1959 بواسطة Karlson و Lüscher، من الكلمتين الإغريقيتين Pherein (يحمل) و Hormone (يحرك أو يحفز)، وهي تشير إلى جزيئات عضوية صغيرة تُفرز من أفراد وتحدث تأثيرات سلوكية أو فيزيولوجية في أفراد آخرين من النوع نفسه (Karlson and Lüscher, 1959).

تنتج الفيرومونات عن طريق غدد جلدية أو تُطرح عبر البول أو اللعاب أو البراز، وتُكتشف عبر النظام الشمي التقليدي أو العضو الميكعي الأنفي (Vomer nasal Organ) ، لحدث استجابات في الدماغ، وتحديدًا في الجهاز الحوفي، المسؤول عن تنظيم السلوكيات المرتبطة بالتكاثر والعلاقات الاجتماعية.

❖ التباين في فعالية وتأثير الفيرومونات بين الحشرات، الثدييات، والإنسان من الناحية الفيزيولوجية والسلوكية:

تعد الفيرومونات من أبرز وسائل التواصل الكيميائي في الطبيعة، إلا أن تأثيرها وآلياتها تختلف بدرجة كبيرة بين الكائنات الحية. ففي الحشرات، تلعب الفيرومونات دوراً حاسماً في تنظيم السلوكيات الفطرية مثل التزاوج، التجمع، والتغذية، حيث تُفرز هذه المركبات من الغدد الخارجية وتُستقبل عبر مستقبلات شمّية حساسة في قرون الاستشعار.

على سبيل المثال، تفرز أنثى فراشة القز مركب البومبيكول الذي يستطيع الذكر تعقبه على بعد عدة كيلومترات بدقة فائقة (Touhara and Vosshall, 2009). كما أن فيرومونات التجمع لدى بعض الخنافس والصرصور الأمريكي تُعدّ مرنة بيئياً، حيث تتغير استجابةً لكثافة الأفراد أو ظروف الغذاء أو تركيب الميكروبيوم الداخلي (Zhou et al., 2023).

أما في الثدييات، فتعمل الفيرومونات عبر نظام الشم الإضافي (Vomer nasal Organ – VNO)، وتؤدي إلى استجابات سلوكية وهرمونية، كما هو الحال في الخنازير حيث يحفز الفيرومون الذكري أندروستينون سلوك التزاوج لدى الإناث (Dorries et al., 1997). كذلك، تُستخدم بعض الفيرومونات في الحيوانات الأليفة لتعديل السلوك، مثل مركبات مهدئة تُستخدم لتقليل التوتر لدى القطط والكلاب (Texas Tech University Animal Welfare, 2024).

عند الإنسان، لا يزال دور الفيرومونات موضع جدل. فبينما تشير بعض الدراسات إلى أن مركبات مثل Androstadienone (AND) و Estratetraenol (EST) تؤثر على النشاط الدماغي والمزاج بطرق تختلف بين الجنسين، إلا أن تأثيراتها لا تصل إلى مستوى الاستجابات السلوكية الفطرية كما في الحشرات أو الثدييات (Savic *et al.*, 2005; Doty, 2010).

ويُذكر أن الإنسان يفتقر غالباً إلى عضو VNO الفعال، ما يجعل إدراك الفيرومونات يجري - إن حدث - عبر النظام الشمي العادي وبشكل أقل تخصصاً (Verywell Health, 2024).

تُظهر هذه الفروقات أن الفيرومونات تُشكل "لغة كيميائية" فعالة في الكائنات ذات السلوك الفطري العالي (كالحشرات)، بينما تقل فاعليتها تدريجياً في الكائنات ذات السلوك الإدراكي المعقد كالإنسان، حيث تضعف الاستجابة وتتداخل مع عوامل ثقافية ونفسية.

❖ في سياق تأثير الذكر:

تقوم الكباش بإفراز مركبات فرعية شبه طيارة تُعد محفزات شمية قوية، تعمل على تنشيط محور تحت المهاد-الغدة النخامية-المبيض (HPG axis) لدى الإناث، مما يؤدي إلى تحفيز إفراز هرمون (GnRH) ومن ثم LH، وبالتالي استئناف نشاط الجريبات والإباضة (Castañeda *et al.*, 2007; Rekwot *et al.*, 2001; Hawken and Martin, 2012).

تشير الدراسات الحديثة إلى أن التعرض الفجائي لرائحة الذكور - وخاصة غير المألوفين - بعد فترة من العزل، يؤدي إلى تحفيز الإباضة في النعاج، حتى خارج الموسم التناسلي، مما يفتح المجال أمام استخدام هذه الظاهرة في برامج التحسين الوراثي وزيادة معدلات الخصوبة (Chanvallon *et al.*, 2011; Delgadillo *et al.*, 2020).

كما يُعد دمج "تأثير الذكر" مع تقنيات أخرى كالفصل الموسمي للذكور، والتحكم في الضوء أو الدفع الغذائي، استراتيجية فعالة لتحفيز الإباضة بطريقة طبيعية دون الحاجة إلى تدخلات هرمونية مكثفة، مما يعزز من الاستدامة في إدارة القطعان وتحسين الكفاءة التناسلية (Delgadillo and Gelez, 2019; Ungerfeld et al., 2022).

(3) لمحة تشريحية

❖ تشريح ووظيفة ظهارة الشم الرئيسية (MOE):

تُعد الظهارة الشمية الرئيسية (Main Olfactory Epithelium – MOE) البنية الشمية الأساسية والأكبر في معظم الفقاريات، وهي تقع في الجزء الخلفي العلوي من التجويف الأنفي. تتكون من خلايا عصبية شمية ثنائية القطب (Olfactory Sensory Neurons – OSNs) مزودة بأهداب دقيقة تحتوي على مستقبلات كيميائية نوعية تنتمي إلى عائلة المستقبلات المقترنة بالبروتين G (GPCRs)، ما يتيح لها استشعار الروائح الطيارة والمركبات الكيميائية مثل الفيرومونات المحمولة جواً (Munger et al., 2009; Saito et al., 2009).

عند دخول المركبات الكيميائية إلى الأنف عبر التنفس، تذوب في المخاط وتلتقطها المستقبلات الموجودة على الأهداب، مما يؤدي إلى تنشيط مسارات تحويل الإشارة داخل الخلية العصبية. تنتقل الإشارات العصبية الناتجة من هذه الخلايا عبر محاور تمر خلال الصفيحة الغربالية (cribriform plate) إلى البصلة الشمية الرئيسية (Main Olfactory Bulb – MOB)، حيث تتشابك مع خلايا ميتراوية (Mitral Cells) وتشكل خريطة شمية نوعية (Buck and Axel, 1991; Mombaerts, 2006).

وقد أظهرت دراسات حديثة أن MOE لا تقتصر على استشعار الروائح التقليدية فقط، بل تشارك أيضاً في الكشف عن الفيرومونات الطيارة ذات الأهمية السلوكية، مثل الفيرومونات البولية والجزيئات الستيرويدية، خصوصاً في

التدييات، بما فيها الفئران والكلاب والبشر (Spehr *et al.*, 2006; Liberles and Buck, 2006). على سبيل المثال، أظهر (Lin *et al.* 2005) أن مركبات طيارة موجودة في بول الذكور تُحفّز استجابات في خلايا MOE وتؤثر على سلوك الإنجذاب الجنسي عند إناث الفئران.

تلعب MOE دوراً تكاملياً مع الجهاز الميكعي الأنفي (VNO) في إدراك الفيرومونات، خاصة تلك التي تُنقل عبر الهواء لا عبر التلامس المباشر. وتؤثر هذه الإشارات الكيميائية على مراكز عصبية متخصصة مثل الوطاء (hypothalamus) واللوزة الدماغية (amygdala) التي تنظم سلوكيات غريزية مثل التزاوج، العدوان، وتجنّب المفترسات (Kobayakawa *et al.*, 2007; Boehm *et al.*, 2005; Yoon *et al.*, 2005).

من الناحية السريرية، تشير الأبحاث إلى أن أي خلل في بنية أو وظيفة MOE—سواء نتيجة طفرة جينية، التهاب، أو استئصال جراحي—قد يؤدي إلى اضطراب في السلوكيات الفطرية المرتبطة بالشم، مثل ضعف التفاعل الاجتماعي أو انخفاض الرغبة الجنسية (Weiss *et al.*, 2011; Keller *et al.*, 2007). هذا يؤكد أن MOE ليست فقط مسؤولة عن إدراك الروائح، بل تلعب دوراً وظيفياً محورياً في السلوك الحيواني المرتبط بالتواصل الكيميائي.

❖ تشريح ووظيفة الجهاز الميكعي الأنفي:

يُعد الجهاز الميكعي الأنفي (VNO) – Vomeronasal Organ جزءاً أساسياً من النظام الشمي الإضافي في معظم الثدييات، ويختص باكتشاف الفيرومونات التي ترسل إشارات كيميائية حيوية ليستمتع بها النظام العصبي ليولّد ردود فعل غريزية دقيقة (Torres-Vázquez *et al.*, 2023).

يتكوّن VNO من زوج من الأنابيب الصغيرة الرطبة بمخاط تقع بالقرب من الحاجز الأنفي، وتفتح إلى تجويف الأنف عبر قنوات دقيقة. تُضخ المواد الكيميائية إلى الداخل من خلال آلية ضخ يعتمد عليها

النسيج الوعائي المحيط أثناء سلوكيات الاستكشاف الاجتماعي (Trotier, 2011; Ben-Shaul *et al.*, 2010).

تتوزع الخلايا الحسية في ظهارة VNO إلى منطقتين أساسيتين: القمية والقاع، حيث تُعبّر الأولى عن مستقبلات V1R والثانية عن V2R وصيغ محمولة باللعب مثل FPRs. كل طبقة تستجيب لأنماط مختلفة من الإشارات الكيميائية وتنقلها إلى مواقع متفرقة في البصلة الشمية الإضافية (Accessory Olfactory Bulb – AOB)، مما يوضح معالجة متخصصة للإشارات الغريزية (Frontiers in Neuroanatomy, 2014).

يُظهر الجهاز قدرة عالية على اكتشاف مركبات بول وسوائل جسدية أخرى، تشمل الستيروئيدات والبروتينات والجزيئات الكبيرة المذابة، مما يسمح بتمييز الحالة الجنسية، العمر، الحالة الاجتماعية أو التهديدات البيئية (Novotny *et al.*, 1986; Luo *et al.*, 2003).

تؤثر إشارات VNO على سلوكيات غرائزية متنوعة مثل التزاوج، العدوان، والخوف، كما تساهم في ضبط الدوائر الهرمونية والفسولوجية عبر محاور عصبية تمتد إلى اللوزة الدماغية والمهاد والنواة الطرفية الشرائطية (Dulac and Wagner, 2006; Boehm *et al.*, 2005). كما تُظهر أنظمة VNO تطوراً وظيفياً واضحاً عبر الأنواع، إذ تختلف في التنظيم البنيوي ومستوى النشاط الحسي؛ فعلى سبيل المثال، تطورت بعض الثدييات البحرية بشكل كامل لتكون بلا جهاز VNO نشط، مثل الفقمات والحيتان، وقد أظهر بحث حديث أن غياب AOB يعكس تراجعاً في الوظيفة الحسية المباشرة (Nature, 2024).

أما بالنسبة للبشر، فيُرى أن VNO يكون قابلاً للرصد جنينياً لكنه غالباً يفقد وظيفته بعد الولادة، مع ندرة وجود AOB المرتبط به. لذا تُعد وظيفته الإدراكية شبه معدومة لدى البالغين، رغم وجود نقاشات حول دوره المحتمل كعضو صماوي ثانوي أو ضمن استجابات غير شمية (Foltan and Sedý, 2023; Frontiers, 2017).

❖ المستقبلات الكيميائية الحسية في الـ (MOE):

تلعب الظاهرة الشمية الرئيسية (MOE) دوراً حيوياً في اكتشاف المركبات الطيارة البيئية والفيرومونات، وذلك عبر نوعين رئيسيين من مستقبلات حسية – كيميائية مقترنة ببروتين (GPCRs) G :

أ. **مستقبلات الرائحة (Odorant Receptors – ORs):** تُشكّل أكبر عائلة جينية ضمن الثدييات، مع ما

يقارب 400 جين لدى الإنسان وأكثر من 1000 لدى القوارض، وتستجيب لمجموعة واسعة جداً من

المركبات الطيارة مثل الثيولات، الكحوليات، الإسترات، الكيتونات، التربينات، والألكانات الكبيرة (Buck and

Axel, 1991; Munger *et al.*, 2009; Nara *et al.*, 2011; Saito *et al.*, 2009).

إ. **مستقبلات الأمين المرتبطة بـ Trace (Amine- Associated Receptors – TAARs) GPCR:**

تم تفعيلها بواسطة أمينات طيارة مثل التريميثيلامين، وتُعبّر في نسبة ضئيلة من الخلايا الشمية، وتُساهم في

استجابات جاذبة أو نافرة اجتماعياً حسب النوع (Liberles and Buck, 2006; Stein *et al.*, 2015).

ترتبط التوزيعات الجينية لوظائف المستقبلات الكيميائية بتنشيط الفراغ الشمي بطريقة تركيبة، حيث يمكن

لمركب واحد (OR- ligand) أن ينشط عدة أنواع من المستقبلات، والعكس صحيح، ما يتيح تشفيراً شموياً عالي

الدقة عبر آلاف من الروائح المختلفة (Munger *et al.*, 2009; Saito *et al.*, 2009) وعلى الرغم من أن كثير

من هذه الروائح تُفعّل ORs بألفة منخفضة، إلا أن بعض المستقبلات تُظهر تفضيلات قوية تجاه الروابط الكيميائية

ذات البنية المميزة، مما يعزز القدرة على التعرف الفريد (Saito *et al.*, 2009).

أظهرت الأبحاث أن مجموعة من ORs و TAARs تستجيب مباشرة إلى مركبات فيرومونية، مثل الكحول

الدهني الصادر من غدة القلفة لدى ذكور الفئران والذي يزيد من جاذبية بول الإناث، إضافةً إلى بعض الستيروئيدات

العرقية لدى البشر والفئران (Yoshikawa *et al.*, 2013; Keller *et al.*, 2007) كما وُجد أن مركب MTMT (methylthio-methylthiol) في بول الذكور يُحفّز مستقبلات OR خاصة ويؤدي إلى استجابات سلوكية محددة عند الإناث (Lin *et al.*, 2005).

بجانب ORs وTAARs، تستجيب بعض المستقبلات الكيميائية ضمن MOE لجزيئات فيرومونية أخرى مثل بروتينات بولية أو ستيروئيدات طيارة، مما يعكس تنوع نموذج التشابك العصبي القائم على التفعيل الحساس للإشارات الاجتماعية (Spehr *et al.*, 2006; Luo *et al.*, 2003; Gaillard *et al.*, 2002).

❖ المستقبلات الكيميائية الحسية في الـ (VNO):

تكشف الخلايا العصبية الحسية في العضو الميكعي الأنفي (Vomer nasal Organ - VNO) عن المنبهات الكيميائية من خلال ثلاث عائلات من المستقبلات المقترنة بالبروتين (GPCRs) G: مستقبلات V1Rs وV2Rs، إضافة إلى مستقبلات ببتيد الفورميل (FPRs)، والتي تُظهر دوراً وظيفياً متنوعاً في إدراك الفيرومونات وتنظيم السلوكيات الاجتماعية والغريزية (Dulac and Axel, 1995; Ryba and Tirindelli, 1997).

♦ الأنواع (V1Rs): يُعبّر عن كل جين من عائلة V1Rs بشكل انتقائي في خلية عصبية واحدة ضمن

الطبقة القمية من ظهارة الـ VNO، وتُظهر هذه الخلايا حساسية عالية تجاه المركبات الطيارة مثل

الستيروئيدات والكبريتيدات المتطابرة، والمواد الكيميائية ذات الأصل البولي أو اللعابي (Belluscio

et al., 1999; Rodriguez *et al.*, 1999).

وقد بيّنت دراسات حديثة أن هذه المستقبلات قادرة على التعرف على مستقبلات مشتقة من

الأستروجين، الأندروجين، والكورتيكوستيرون، مما يساهم في تعديل سلوكيات التكاثر والرعاية الأمومية

(Isogai *et al.*, 2011; Haga-Yamanaka *et al.*, 2014).

لوحظ أيضاً أن حذف بعض جينات V1R يسبب اضطراباً في السلوكيات الجنسية والأمومية،

كما في نموذج الفأر المفتقر لجين TRPC2 (Del Punta *et al.*, 2002; Kimchi *et al.*, 2007).

♦ **الأنواع (V2Rs):** تُعبر مستقبلات V2Rs في الغالب داخل الطبقة القاعدية من ظهارة الـ VNO، ويُظهر بعضها تعبيراً واسعاً نسبياً. تستجيب هذه المستقبلات بشكل خاص لبروتينات الفيرمونات ذات الوزن الجزيئي العالي، مثل تلك الموجودة في دموج الذكور أو إفرازاتهم الغدية (Martini *et al.*, 2001; Chamero *et al.*, 2011).

وتُعتبر هذه المستقبلات مسؤولة عن استشعار الإشارات المرتبطة بالهوية الجنسية أو الاجتماعية، والاستجابة لمثيرات مفترسة محتملة أو شركاء تزواج مناسبين (Isogai *et al.*, 2011). كما وُجد أن بعض V2Rs تُفعل بقوة لدى إناث الفئران عند تعرضها لفيرمونات دمعية ذكورية (Haga *et al.*, 2010).

♦ **مستقبلات ببتييد الفورميل (FPRs):** تُعبر مستقبلات Formyl Peptide Receptors (FPRs) في خلايا عصبية حسية متميزة ضمن ظهارة VNO، وهي مستقبلات مناعية تقليدياً، لكنها تطورت في الثدييات لاكتساب وظائف حسية شمّية، خاصة لدى القوارض (Rivière *et al.*, 2009; Liberles *et al.*, 2009). تقوم هذه المستقبلات بالتعرف على ببتييدات صادرة عن الجراثيم أو الميتوكوندريا التالفة، مما يربط بين الإدراك الكيميائي والاستجابات المناعية أو الدفاعية.

❖ **التنوع الكيميائي لفيرمونات عند الثدييات:**

تُظهر الفيرمونات لدى الثدييات تنوعاً بنيوياً واسعاً يشمل جزيئات صغيرة متطايرة، ومشتقات الستيروئيدات، والببتيدات، والمركبات البروتينية المعقدة. وتنبع هذه الفيرمونات من سوائل جسمانية متعددة مثل البول، العرق، اللعاب، والدموع،

حيث تختلف تركيبتها بشكل كبير بين الأنواع، والجنس، والعمر، والحالة الوراثية والهرمونية للفرد (Chamero *et al.*, 2007; Haga *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2013).

على سبيل المثال، لا تنتج ذكور الفئران فيرموناً واحداً يعبر عن هويتها الجنسية، بل تطلق مزيجاً من المركبات المتطايرة المرتبطة بالأندروجينات إلى جانب ببتيديات محددة، ما يؤدي إلى خلق بصمة كيميائية فريدة لكل فرد (Yoshikawa *et al.*, 2013; Roberts *et al.*, 2010). هذه الإشارات تحمل معلومات عن الجنس، والنضج الجنسي، والحالة الفيزيولوجية، وحتى التمايز الفردي، ما يسهم في تنظيم مجموعة من السلوكيات الاجتماعية والتناسلية.

تلعب المركبات الطيارة البولية (urinary volatiles) دوراً جوهرياً في جذب الشريك وتنظيم السلوك العدواني، وتم عزل عدد من هذه المركبات لدى الفئران وأطلق عليها "فيرمونات نوفوتني" (Novotny pheromones)، والتي تشمل مركبات مثل:

- 2-(sec-butyl)-Dihydrothiazole
- Dehydro-Exo-Brevicommin
- Farnesenes
- 2,5 -Dimethylpyrazine
- بالإضافة إلى الكيتونات والأسترات الأليفاتية (Novotny *et al.*, 1985; Jemiole *et al.*, 1991; Novotny *et al.*, 1986).

وقد تبين أن هذه الفيرمونات تنثير استجابات عصبية قوية في كل من الظهارة الشمية الرئيسية (MOE) والعضو الميكعي الأنفي (VNO) (Luo *et al.*, 2000; Leinders-Zufall *et al.*, 2006; Spehr *et al.*, 2006).

(2003). كما تتطلب بعض الاستجابات السلوكية وجود مكونات بولية إضافية أو بروتينات ناقلة مثل الليبوكالينات (Lipocalins) لتسهيل عبور الفيرمونات نحو مستقبلاتها في (Boschat *et al.*, VNO 2002; Gaillard *et al.*, 2002).

علاوة على ذلك، تُستخدم مشتقات الستيروئيدات الجنسية كفيرمونات فعالة تنقل إشارات مباشرة عن الوضع الهرموني الداخلي. فعلى سبيل المثال، يُعد الأندروستينون (Androstenone) أحد الفيرمونات الجنسية المعروفة لدى الخنازير، حيث يُفرز في لعاب الذكور ويُرش خلال التودد، ما يحفز وضعية التزاوج لدى الإناث Interestingly (Melrose *et al.*, 1971).

لا يتم كشف الأندروستينون عبر VNO بل عبر MOE، ما يشير إلى تنوع مسارات الكشف الفيرموني بحسب نوع الجزيء (Dorries *et al.*, 1997).

في البشر، تم توثيق قدرة الأفراد على كشف الأندروستينون ومركبات ستيروئيدية أخرى توجد في العرق، مما يشير إلى بقايا حس كيميائي تطوري يمكن أن يرتبط بوظائف اجتماعية أو تناسلية (Wang *et al.*, 2006). كما تبين أن فئات مختلفة من الستيروئيدات — بما في ذلك الأندروجينات، الأستروجينات، البروجستيرون، والكورتيكوستيرويدات — تنشّط مجموعات مستقبلات مختلفة، ما يؤدي إلى تفعيل معالجة حسية عبر البصلة الشمية الإضافية (AOB) (Isogai *et al.*, 2011).

بالإضافة إلى ذلك، تم اكتشاف أن البروتينات الرابطة للأندروجين (Androgen-Binding Proteins: ABPs). والتي تفرز في اللعاب والدموع، ترتبط بالمنشطات وتلعب دورًا في تنظيم إشارات اختيار الشريك عبر تأثيرها على استقرار الفيرمونات أو نقلها (Laukaitis *et al.*, 2005). هذه البروتينات تُعبّر بشكل جنسي محدد في الغدد

الخارجية، وقد تم اقتراح دورها الحاسم في العزل التكاثري وانتقاء الشريك في القوارض (Laukaitis *et al.*, 1997; Laukaitis *et al.*, 2005).

❖ ببتيدات MHC والتعرف الشمي بين الأفراد:

يُعد المجمع المرتبط بالتوافق النسيجي (Major Histocompatibility Complex – MHC) منظومة أساسية في المناعة داخل الخلية، حيث تعرض الببتيدات الناتجة من تحليل البروتينات عبر الميتوبروتيزوم على سطح الخلية لتتم مراقبتها بواسطة الخلايا التائية السامة للخلايا. ومع ذلك، فقد أظهرت الأبحاث أن هذه الببتيدات المعروضة تلعب أيضاً دوراً في التواصل الاجتماعي والتعرف بين الأفراد عبر نظام حاسة الشم، خصوصاً في الفئران (Restrepo *et al.*, 2006; Brennan, 2009).

(4) أنواع الفيرمونات في المملكة الحيوانية ودورها في التواصل السلوكي

تُعد الفيرمونات من الوسائل الكيميائية الحيوية الأساسية التي تعتمد عليها الكائنات الحية للتواصل، حيث تلعب دوراً بالغ الأهمية في تنسيق العديد من السلوكيات الفطرية مثل التزاوج، والحماية من المفترسات، وتشكيل التجمعات، وتحديد الهوية الفردية ضمن النوع الواحد. وتُفرز هذه المركبات الكيميائية من قبل أفراد النوع نفسه، وتؤثر مباشرة على سلوك أو فيزيولوجيا الأفراد المستقبلين لتلك الإشارات.

تُصنّف الفيرمونات إلى أنواع متعددة تبعاً لوظيفتها وطبيعتها تأثيرها، وتشمل الفيرمونات الجنسية، والدفاعية، والتجميعية، والمحددة للهوية، وغيرها. ويُعتبر هذا الشكل من التواصل الكيميائي بالغ الأهمية خصوصاً في الكائنات التي تعتمد بشكل محدود على الحواس الأخرى، مثل الحشرات، لكنه يلعب أيضاً دوراً واضحاً في الثدييات، والفقاريات الأخرى، وحتى بعض الكائنات المائية.

وتُظهر الأبحاث الحديثة كيف أن هذه المركبات تؤثر بشكل مباشر على العمليات السلوكية، والفيزيولوجية، والإنجابية، مما يسهم في الحفاظ على تماسك الأنواع وبقائها في بيئاتها الطبيعية (Wyatt, 2014; Brennan and Zufall, 2016).

❖ الفيرمونات المحرّرة (Releaser Pheromones):

تُعرف الفيرمونات المحرّرة بأنها مركبات كيميائية تُفرّز لتحث استجابات سلوكية فورية لدى الكائنات المستقبلة، إلا أن تأثيرها غالباً ما يكون مؤقتاً ويزول بسرعة. وتُستخدم هذه الفيرمونات على نطاق واسع في سياقات حيوية مثل الجذب الجنسي، أو الدفاع ضد المفترسات، كما هو الحال في العديد من الحشرات التي تطلق إشارات كيميائية فعالة قادرة على جذب الأزواج المحتملين من مسافات بعيدة قد تصل إلى عدة كيلومترات (Wyatt, 2014; Johansson and Jones, 2007).

في الثدييات، تلعب هذه الفيرمونات دوراً محورياً في تنظيم السلوك الجنسي، ومن أبرز الأمثلة على ذلك سلوك التزاوج لدى الخنازير. حيث يُفرز ذكر الخنزير مركبات فيرومونية محددة في لعابه، مثل Androst-16-en-3-one و Androst-16-en-3-ol-5، والتي تُنتج في الخصيتين وتُنقل عبر الدورة الدموية إلى الغدد اللعابية. تقوم هذه المركبات بتحفيز "منعكس التثبيت" (immobility reflex) لدى الإناث الجاهزات للتزاوج، مما يسهم في إنجاح عملية التزاوج (Kaur *et al.*, 2020; Wyatt, 2021).

❖ الفيرمونات التمهيدية (Primer Pheromones):

تُحدث الفيرمونات التمهيدية تأثيرات فيزيولوجية وسلوكية طويلة الأمد من خلال تعديل العمليات الهرمونية داخل الجسم، وتحديداً عبر تأثيرها على محور الوطاء-الغدة النخامية-الغدة الكظرية. وعلى عكس الفيرمونات المحرّرة، فإن

استجابات الكائن المستقبل لهذه الفيromونات تكون بطيئة نسبياً، لكنها مستمرة وقد تؤدي إلى تغييرات دائمة في النضج الجنسي أو النشاط التناسلي (Wyatt, 2014; Brennan and Zufall, 2016).

فعلى سبيل المثال، تُفرز إناث الأرناب المرضعة فيromونات خاصة عبر الغدد الثديية تحفز صغارها على الاستجابة الفورية للرضاعة. أما في الماشية، فقد أظهرت الأبحاث أن الفيromونات الموجودة في بول الذكور، مثل الثيران، تعمل على تسريع نضوج الإناث. إذ توصلت الدراسات إلى أن العجول المعرضة لهذه الفيromونات تصل إلى مرحلة البلوغ خلال سبعة أسابيع تقريباً، مقارنة بنظيراتها التي لم تتعرض لها (Gelez and Fabre-Nys, 2004; Izard and Vandenberg, 1982).

وفي سياق الإنتاج الحيواني، تلعب الفيromونات التمهيدية دوراً حاسماً في تحسين الكفاءة التناسلية، حيث تسهم في تحفيز البلوغ، وإنهاء فترات اللابق الموسمي، وتقليل طول الفترة غير التناسلية بعد الولادة. فعلى سبيل المثال، عند استخدام مركب فيروموني صناعي مثل Boar Mate لتحفيز إناث الخنازير بعد الولادة، وُجد أنه يعزز من سرعة العودة إلى دورة الشبق، مما يدعم تحسين الإنتاجية في أنظمة التربية التجارية (Patra et al., 2012; Kaur et al., 2020).

❖ فيromونات الإشارة (Signal Pheromones):

تُعد فيromونات الإشارة من المركبات الكيميائية التي تُحدث استجابات سلوكية فورية وقصيرة المدى، وذلك من خلال تأثيرها المباشر على الجهاز العصبي المركزي للكائن المستقبل. وتعمل بعض هذه الفيromونات بوصفها مشابهاً وظيفية للناقلات العصبية أو الهرمونات، مثل الهرمون المُطلق لموجهات القند (GnRH)، الذي يُحفز سلوك القعس (lordosis behaviour) لدى إناث الفئران، وهو سلوك جنسي فطري يُعبّر عن الاستعداد للتزاوج (Kaur et al., 2020; Brennan and Zufall, 2016).

كما يظهر سلوك مميز آخر مرتبط بفيرمونات الإشارة في الثدييات، مثل سلوك Flehmen لدى الثيران، حيث يرفع الذكر شفته العليا ويجذب الهواء نحو عضو جاكيسون (Vomer nasal organ) لتحليل الفيرمونات المنبعثة من الأنثى، مما يساعده على تحديد مدى جاهزيتها للتزاوج (Wyatt, 2021).

إلى جانب الأدوار التناسلية، تلعب فيرمونات الإشارة دوراً في نقل معلومات اجتماعية مهمة، مثل تحديد الهوية الفردية أو الجماعية، والتعرف على الأقارب، واختيار الشريك المناسب، والتواصل بين الأم ومواليدها. وقد أظهرت الدراسات أن هذه الإشارات الكيميائية تساهم في بناء أنماط من السلوك الاجتماعي المعقد داخل الأنواع الحيوانية (Pageat and Gaultier, 2003; Yamazaki *et al.*, 2000; Roberts *et al.*, 2010).

❖ الفيرمونات التجميعية (Aggregation Pheromones):

تُعد الفيرمونات التجميعية من الإشارات الكيميائية التي تُستخدم لتنظيم تجمع الأفراد في موقع معين، بهدف تحقيق وظائف بيولوجية متعددة مثل الدفاع الجماعي ضد المفترسات، تسهيل التزاوج، أو التغلب على دفاعات العائل كما في بعض الطفيليات والحشرات الزراعية. وتتميز هذه الفيرمونات بقدرتها على جذب الأفراد من كلا الجنسين، وغالباً ما تُفرز من قبل أحد الجنسين وفي العديد من الحالات يكون الذكر هو المصدر الأساسي لها، حيث تُعرف حينها باسم "الجاذبات الجنسية" نظراً لقدرتها على جذب الإناث والذكور معاً إلى موقع التزاوج (Witzgall *et al.*, 2010; El-Sayed, 2021).

تُستخدم هذه الفيرمونات أيضاً في التطبيقات الزراعية، خصوصاً في مكافحة الحيوية لآفات، حيث تُستغل لجذب الحشرات إلى المصائد أو تعطيل تواصلها الجنسي، مما يُقلل من تكاثرها وانتشارها (Bohinc *et al.*, 2022).

❖ الفيرمونات الجنسية (Sex Pheromones):

تلعب الفيرمونات الجنسية دوراً أساسياً في تنظيم السلوك التناسلي، حيث تعمل كإشارات كيميائية تعلن عن جاهزية الأنثى للتزاوج، وتنتقل في الوقت ذاته معلومات مهمة تتعلق بالنوع، والحالة الفيزيولوجية، والخصوبة، وحتى التوافق الجيني بين الأفراد. وتُفرز هذه الفيرمونات عادةً من قبل الإناث لجذب الذكور، على الرغم من أن الذكور قد ينتجون أيضاً كميات أقل من المركبات الفيرمونية ذات القدرة العالية على تحفيز السلوك الجنسي لدى الإناث (Wyatt, 2014; Johansson and Jones, 2007).

تُعد هذه الفيرمونات بالغة الأهمية في سياق الانتقاء الجنسي، حيث تُستخدم من قبل الكائنات الحية لاختيار الشركاء الأنسب من الناحية الجينية والتكاثرية. كما تُستخدم على نطاق واسع في البيولوجيا السلوكية والدراسات المتعلقة بالتكاثر، فضلاً عن توظيفها في برامج الإدارة المتكاملة للآفات، من خلال محاكاة الفيرمونات الجنسية لتعطيل تزاوج بعض الحشرات الضارة (Witzgall *et al.*, 2010; Leal, 2017).

(5) الاستجابات السلوكية والصماوية للفيرمونات عند الثدييات:

❖ الفيرمونات التمهيدية وتعديل الشبق:

تُعد الفيرمونات التمهيدية من أبرز الإشارات الكيميائية التي تلعب دوراً تنظيمياً في السلوك والتكاثر عند الثدييات، حيث تؤثر بشكل غير مباشر على النظام الصماوي. تعود أولى الملاحظات العلمية لهذه الظاهرة إلى دراسة Whitten عام 1956، التي بينت أن تعرض إناث الفئران لرائحة بول الذكور يؤدي إلى تزامن دورات الشبق لدى الإناث المتعايشات في مجموعة واحدة. عادةً ما تظهر علامات الشبق الأولى لدى إناث

الفئران المعزولة عند بلوغ عمر أربعة أسابيع، وتتبعها دورات شبقية منتظمة تمتد لأربعة أيام خلال فترة البلوغ (Whitten, 1956).

وقد تبين وجود ثلاثة أنواع على الأقل من الفيرمونات التي يمكنها التأثير بشكل واضح على توقيت وتواتر الدورة الشبقية. من بين هذه التأثيرات ما يُعرف بـ "تأثير فاندنبرغ" (Vandenbergh effect)، والذي يتمثل في تسريع النضج الجنسي عند الإناث اليافعات نتيجة التعرض لرائحة ذكور ناضجين، مما يؤدي إلى تحفيز نمو الرحم وبدء الشبق (Vandenbergh, 1969). على النقيض من ذلك، أظهرت دراسات لاحقة أن إناث الفئران التي تعيش في مجموعات متجانسة من الإناث تتعرض لتأخر في بدء أو تكرار الدورة الشبقية عند تعرضها لروائح إناث أخريات، وهو ما يعكس تأثيراً مشبطاً مرتبطاً بكثافة المجموعة (Novotny *et al.*, 1986).

تُصنف هذه الإشارات الكيميائية ضمن ما يُعرف بالفيرمونات التمهيدية (primer pheromones)، وهي مركبات تؤثر على المحور الصماوي - العصبي وتعديل من الوظائف الفسيولوجية على المدى المتوسط إلى الطويل، بخلاف الفيرمونات المحفزة (releaser pheromones) التي تثير استجابات سلوكية فورية مثل التزاوج أو العدوان أو الخوف (Wyatt, 2014). ويُعتقد أن الفيرمونات التمهيدية عند الذكور توجد بشكل أساسي في البول وتكون مرتبطة بمستويات التستوستيرون، إذ تغيب هذه المركبات عند الذكور المخصية، مما يدل على دور تنظيمي واضح للهرمونات الجنسية الذكرية (Keller *et al.*, 2006).

أما بالنسبة للإناث، فتنتج الفيرمونات التي تؤخر الشبق ضمن المجموعات الأنثوية نتيجة لتفاعل اجتماعي يعتمد على كثافة المجموعة، وتخضع عملية إفرازها لتنظيم الغدة الكظرية دون تدخل مباشر من المبيض، مما يشير إلى دور محور الوطاء-الغدة النخامية-الغدة الكظرية (HPA axis) في هذه الظاهرة (Novotny *et al.*, 1986; Baum and Keverne, 2002).

يلعب محور الوطاء - الغدة النخامية - الغدة التناسلية (HPG axis) دوراً حيوياً في تنظيم توقيت البلوغ والدورات التناسلية. ويقود هذا التنظيم هرمون محفز موجّهات القند (GnRH) الذي تفرزه الخلايا العصبية في منطقة تحت المهاد، ويحفّز بدوره إفراز الهرمون اللوتيني (LH) والهرمون المنشط للجريب (FSH) من الغدة النخامية، وهما المسؤولان عن تنشيط المبيض وبدء الدورة الشبقية (Herbison, 2016).

وتشير الدلائل إلى أن الفيرمونات التمهيدية يمكن أن تؤثر بشكل مباشر على الخلايا العصبية المنتجة لـ GnRH، عبر المسارات الشمية الرئيسية والملحقة (accessory olfactory system)، وهو ما أثبتته تقنيات التتبع العصبي الحديثة (Yoon *et al.*, 2005; Mohr *et al.*, 2018).

وتُظهر هذه التفاعلات تعارضاً واضحاً بين تأثيرات الفيرمونات الذكرية والأنثوية على الشبق، مما يعكس نمطاً تفاضلياً في تفعيل دارات الشم المساعدة (Vomeronasal system) المرتبطة بمحور HPG، ويُبرز مدى تعقيد العلاقة بين الإشارات الكيميائية والبنى العصبية المنظمة للسلوك الإنجابي لدى الثدييات.

❖ العدوانية تجاه الذكور الدخيلة:

يُعد السلوك العدواني، لا سيما الهجوم على ذكور دخيلة، جزءاً جوهرياً من آليات الدفاع عن الإقليم والنسل والحفاظ على الموارد. عند الفئران، يعتمد هذا السلوك العدواني بشكل كبير على إشارات شمية محددة. وقد كشفت العديد من الدراسات (Stowers *et al.*, 2002; Mandiyan *et al.*, 2005; Chamero *et al.*, 2006; Kimchi *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2006) أن تفعيل هذا السلوك يتطلب وجود فيرمونات نوعية تُكشف عبر النظم الشمية، خصوصاً النظام الشمي الملحق (VNO).

تم التوصل إلى هوية الفيرمونات المحفزة للعدوانية من خلال نموذج "الفأر المقيم-الدخيل"، حيث يظهر الذكور المقيمون سلوكاً هجومياً انتقائياً تجاه ذكور غير مألوفين، في حين لا يظهر هذا السلوك تجاه إناث أو ذكور مخصيين (Chamero *et al.*, 2007; Novotny *et al.*, 1986). وللتأكيد على دور الفيرمونات، لوحظ أن طلاء ذكور مخصية ببول ذكور سليمة يعيد استجابة العدوان، ما يُعد دليلاً تجريبياً قوياً على وجود إشارات كيميائية محددة.

تشمل المركبات الفعالة في هذا السياق: 2-(sec-butyl)-dihydrothiazole و-dehydro-exo-brevicomin، والتي تعمل في سياقات أخرى أيضاً كفيرمونات تمهيدية تؤثر على الحالة الفيزيولوجية (Novotny *et al.*, 1985; Chamero *et al.*, 2007). وعلى الرغم من أن هذه المواد الطيارة البولية لا تثير العدوانية بمفردها، فإنها تساهم كجزء من خليط متعدد المكونات يتطلب تفعيل نظم شممية متعددة لتحقيق التأثير الكامل (Wyatt, 2014).

يرتبط تفعيل العدوانية بتنشيط مناطق دماغية حوفية مثل اللوزة والوطاء، التي تتلقى مدخلات شممية مباشرة، ما يشير إلى ارتباط قوي بين المعالجة الحسية والسلوك الدفاعي. كما أن هذا السلوك لا يقتصر على الذكور، إذ تُظهر الإناث المرضعات أيضاً عدوانية واضحة تجاه الذكور الغرباء، ما يعكس تأثيرات هرمونية في تعديل نشاط الدوائر العصبية المسؤولة عن العدوان (Hashikawa *et al.*, 2016).

❖ الانجذاب الجنسي (Sexual Attraction):

تُعد الإشارات الشممية الجنسية من العوامل الأساسية في سلوك التزاوج لدى الثدييات، حيث تعمل على تعزيز التفاعل الاجتماعي والمغازلة واختيار الشريك. أظهرت الدراسات أن إصابة الظهارة الشممية الرئيسية (MOE)

تؤدي إلى تثبيط السلوك الجنسي، بينما تؤثر إصابة العضو الشمي الملحق (VNO) في دقة تمييز الجنس واختيار الشريك (Leypold *et al.*, 2002; Mandiyan *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2006).

تُعد الفيرمونات الذكرية مثل الأندروستينون (في لعاب الخنازير) (Melrose *et al.*, 1971) و ESP1 (في دموع الفئران) (Haga *et al.*, 2010) من أبرز المحفزات لاستجابات الإناث الجنسية مثل الانحناء الظهري (lordosis). كما وُجد أن عدة مركبات بولية، طيارة وغير طيارة، تُثير انجذاباً قوياً لدى إناث الفئران، وتشمل: Dehydro-exo- - 2(sec-butyl)-dihydrothiazole- Tetradecen-1-ol- MTMT-Trimethylamine Li *et al.*, 2013; Roberts *et al.*, 2010; Yoshikawa) -Darcin (MUP) Farnesenes -brevicommin (et al., 2013).

تشير الأدلة إلى أن انجذاب الإناث قد يكون ناتجاً عن تفاعل معقد بين مكونات الرائحة البولية، حيث يمكن تعديل أحد المكونات بواسطة أنزيمات دون التأثير على الجاذبية الكلية للرائحة (Li *et al.*, 2013). وتعمل المركبات الطيارة على جذب الإناث نحو مصادر الإشارات الكيميائية غير الطيارة، مما يسهل عملية التعرف والتعلم عبر إشارات الـ MUP مثل Darcin (Roberts *et al.*, 2010).

أما الإشارات الأنثوية التي تثير استجابات ذكورية، فما زالت غير موصوفة بدقة. مع ذلك، تظهر الفئران الذكور انجذاباً لرائحة البول الخاصة بالإناث في فترة الشبق (Johnston and Bronson, 1982). أما في الهامستر، فإن التعرض لسائل المهبل الخاص بإناث في حالة شبق يثير استجابة جنسية واضحة لدى الذكور، ويرتبط ذلك بوجود بروتين شمّي خاص يُدعى Aphrodisin (Briand *et al.*, 2004).

تنشط الإشارات الشمية الدوائر العصبية المرتبطة بالسلوك الجنسي في كل من اللوزة والمهاد والنواة الأمامية للثلم الدماغية، والتي تُظهر فروقاً تشريحية ووظيفية بين الذكور والإناث، بما في ذلك في عدد الخلايا العصبية،

الاتصالات، وكثافة المستقبلات (McCarthy, 2008). وتعتبر هذه المناطق عن مستقبلات لهرمونات الأندروجين والإستروجين، مما يُبرز دور الهرمونات في تنظيم الوظائف السلوكية العصبية.

في النموذج الفأري، يُعتقد أن سلوك الذكورة يتشكل نتيجة زيادة هرمون التستوستيرون بعد الولادة وتحويله محلياً إلى إستراديول عبر إنزيم الأروماتاز، والذي يعمل على تنشيط مستقبلات الأستروجين في الدماغ لتشكيل البنية العصبية الذكورية (McCarthy, 2008; Wu *et al.*, 2009). وتُظهر الدراسات أن هذه التغيرات التنظيمية خلال المرحلة المحيطة بالولادة تُعد أساسية لتطوير السلوك الجنسي الثنائي الشكل الذي يظهر بوضوح في مرحلة البلوغ.

❖ فيرمونات غدد الثدي واستجابة الرضاعة:

تُظهر الثدييات الوليدة سلوكيات رضاعة فطرية فور الولادة، وتُعد الإشارات الشمية عاملاً حاسماً في توجيه هذه السلوكيات، خاصة في الأنواع التي تولد عمياء مثل الفئران. يعتمد سلوك التجذير (Rooting) لدى المواليد الجدد على التعرف على الحلمات عبر الفيرومونات الصادرة من غدد الثدي. وقد أظهرت الدراسات أن إزالة هذه الإشارات من على الحلمة يؤدي إلى خلل في سلوك الإرضاع (Alecozay *et al.*, 1988; Logan *et al.*, 2012).

علاوة على ذلك، فإن تضرر الظهارة الشمية الرئيسية (MOE) يؤدي إلى فقدان القدرة على الرضاعة، ما يتسبب في وفاة المواليد بسبب الجوع (Belluscio *et al.*, 1998; Weiss *et al.*, 2011). بالمقابل، أظهر فيرمون الثدي المعروف بـ 2-methylbut-2-enal والمستخلص من حليب الأرنجب، قدرة على تحفيز سلوك الرضاعة في المواليد حديثي الولادة الذين لم يسبق لهم الرضاعة، مما يؤكد دور الفيرومونات في التفاعل الغريزي الأول مع الحلمة (Schaal *et al.*, 2003).

كما بينت الأبحاث أن الفئران الوليدة تستجيب للروائح المكتسبة من السائل الأمنيوسي أثناء الحياة الجنينية، مما يساهم في تسهيل الرضاعة بعد الولادة. ويُعد الحليب ولعاب الأم مصادر شمّية إضافية تعزز من سرعة التعلم والارتباط (Teicher and Blass, 1977; Logan *et al.*, 2012) من المثير للاهتمام أن تعديل النظام الغذائي للأم يمكن أن يغير من التركيب الكيميائي للسائل الأمنيوسي، ما يؤثر على التفضيلات الشمّية للرضاعة عند المواليد، وهو ما يدل على وجود تعلم شمّي داخل الرحم يؤثر لاحقاً على السلوك الفطري (Pedersen and Blass, 1982; Logan *et al.*, 2012).

تشير أبحاث حديثة إلى أن هذه الآليات الشمّية تساهم في الربط بين التعلم والتوجه الغريزي عند الولادة (Schaal *et al.*, 2020).

❖ فيرمونات المواليد وسلوك الأم:

تُحفز التغيرات الهرمونية التي تلي الحمل سلسلة من السلوكيات الأمومية الأساسية لبقاء النسل، والتي تشمل بناء العش، والرضاعة، واسترجاع المواليد، والتنظيف، والعدوانية الدفاعية ضد المتسللين. تعتمد هذه السلوكيات على إشارات متعددة الحواس، بما في ذلك الفيرومونات، والإشارات الصوتية، واللمسية، والبصرية، والحرارية (Plant and Zeleznik, 2014).

في حين أن الفيرومونات قد تكون كافية لتحفيز بعض السلوكيات الأمومية، إلا أنها ليست ضرورية بمفردها.

تُظهر الفئران التي تعاني من اضطرابات في الـ MOE ضعفاً ملحوظاً في سلوكيات الأمومة، خاصة في

التعرف على المواليد والعناية بهم (Weiss *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2006). أما الفئران

التي تفقر إلى الوظيفة الكاملة للجهاز الشمّي الملحق (VNO)، فتُظهر نقصاً في العدوانية الدفاعية دون تأثر

في استرجاع المواليد، مما يدل على تقسيم وظيفي بين الأنظمة الشمية في تنظيم السلوك الأمومي Kimchi (2007, *et al.*).

رغم عدم معرفة هوية معظم الفيرومونات التي يفرزها المواليد، فقد تم تحديد مركب Dodecylpropionate، المستخلص من غدة القلفة لدى جردان حديثي الولادة، كمحفز فعال للسلوكيات الأمومية عبر الجهاز الشمي الملحق (Brouette-Lahlou *et al.*, 1999).

تُظهر الدراسات أن الحمل يعيد تنظيم الدوائر الشمية العصبية المسؤولة عن استقبال الفيرومونات الخاصة بالمواليد، حيث يُعد كل من الوطاء الأنسي (MPOA) والنواة الطرفية الجانبية (BNST) من المراكز العصبية الرئيسية التي تنسق سلوكيات الأم (Numan and Stolzenberg, 2009; Okabe *et al.*, 2013). وقد أظهرت التجارب أن تعطيل هذه المناطق يؤدي إلى اختفاء السلوكيات الأمومية، في حين يؤدي تحفيزها كهربائياً إلى تعزيزها في الإناث البكر (Numan, 2007).

تتضمن آليات إعادة التنظيم العصبي في هذه المناطق تغيرات في الإشارات الخلوية، والتعبير الجيني، والتواصل بين المشابك العصبية، إضافة إلى تعزيز البقاء العصبي وتكوين خلايا جديدة. تلعب الهرمونات مثل الأوكسيتوسين، والبرولاكتين، والبروجسترون دوراً تنسيقياً في تهيئة الدماغ قبل الولادة لتبني هذه السلوكيات (Brunton and Russell, 2008).

❖ التعرف الفردي في السلوك الاجتماعي ودور الإشارات الشمية والتفاعلات العصبية:

يُعد التعرف على أفراد محددين من نفس النوع من السمات الأساسية لدى الحيوانات الاجتماعية، إذ يساهم هذا التمييز في تذكر الزملاء، وتحديد الأبناء والآباء، ويؤدي دوراً محورياً في الدفاع عن الأراضي والموارد

ضد الدخلاء، فضلاً عن تجنبّ التزاوج بين الأقارب. وتعتمد العديد من الثدييات على الإشارات الشمية كوسيلة رئيسية للتعرف على الأفراد. وقد استخدمت عدة نماذج سلوكية لدراسة آليات هذا التمييز، منها اختبارات تمييز الروائح، وتفضيلات التزاوج، وسلوك التعليم بالرائحة المضادة، بالإضافة إلى ما يُعرف بتأثير بروس في منع الحمل (Brennan and Zufall, 2014; Sato *et al.*, 2021).

يحدث تأثير بروس عندما تواجه الأنثى التي تزاوجت حديثاً ذكراً غريباً، مما يؤدي إلى إيقاف الحمل. ويفسر هذا التأثير من منظور تطوري باعتباره آلية تسمح للأنثى بالتزاوج مع ذكر أكثر هيمنة يسيطر على المنطقة ويترك بصمته الكيميائية عليها (Brennan and Zufall, 2014). يعمل هذا التأثير من خلال تنشيط دائرة عصبية-صماوية تشمل مسار الدوبامين الأحدوبي في النواة المقوسة في الوطاء (تحت المهاد)، مما يؤدي إلى تنشيط إفراز هرمون البرولاكتين من الغدة النخامية. ويُعد توقيت التعرض للروائح الغريبة بالتزامن مع ارتفاع مستويات البرولاكتين في بداية الحمل أمراً بالغ الأهمية لتحفيز هذا التأثير (Yoon *et al.*, 2022).

علاوة على ذلك، تُعتبر إشارات النورابينفرين في البصلة الشمية الإضافية (Accessory Olfactory Bulb – AOB) ضرورية لتكوين ذاكرة الشريك، مما يدعم استقرار العلاقات التزاوجية (Dey *et al.*, 2015).

كما تلعب الروائح المرتبطة بمركب التوافق النسيجي الرئيسي (MHC) دوراً في اختيار الشريك، وتجنبّ التزاوج مع الأقارب، والتفاعلات بين الآباء والنسل، بالإضافة إلى ارتباطها بتأثير بروس. وتُعد ببتيدات MHC محفزات قوية للخلايا العصبية الحسية في كل من العضو الكشمي الأنفي (Vomer nasal)

Organ – VNO والبصلة الشمية الرئيسية (MOE) (Leinders-Zufall *et al.*, 2018; Spehr and) (Munger, 2009).

❖ التعرف على الأنواع الأجنبية (المفترسات، المنافسون، والفرائس):

إلى جانب استخدام الفيرومونات كوسائل تواصل كيميائي بين أفراد النوع الواحد، تمتلك الثدييات القدرة على اكتشاف الإشارات الكيميائية المنبعثة من أنواع أخرى تُعرف باسم كايرومونات (Kairomones) وألومونات (Allomones). تُعرف الكايرومونات بأنها إشارات شمّية تنبعث من كائنات حية أخرى وتعود بالفائدة على الكائن المتلقي، مثل الروائح المنبعثة من الحيوانات المفترسة أو الفرائس (Apfelbach *et al.*, 2005; Su *et al.*, 2023). أما الألومونات، فهي إشارات كيميائية تنبذ الكائن الذي يُطلقها، وتُستخدم غالباً لأغراض دفاعية، مثل مزيج الثول الذي يطلقه الظربان للدفاع عن النفس عبر إثارة النفور في الحيوانات الأخرى (Stowers and Liberles, 2016).

يُعد الكشف عن روائح المفترسات وتجنبها نموذجاً واضحاً للسلوكيات الغريزية التي تحفّزها الإشارات الشمية، حيث تؤدي هذه الروائح إلى استجابات سلوكية فورية في أنواع الفريسة، مثل الهروب، والتجمد في المكان، والابتعاد، بالإضافة إلى تغييرات فيزيولوجية ملحوظة تشمل ارتفاع مستويات هرمونات التوتر مثل الكورتيكوستيرون (Takayama *et al.*, 2019).

تنبعث الكايرومونات الفعالة من مصادر متنوعة تشمل البول، البراز، اللعاب، الفراء، والوبر. وقد حددت الأبحاث الحديثة عدداً من المركبات ذات التأثير الكايروموني القوي، مثل TMT (2,5-dihydro-2,4,5-trimethylthiazoline)، وهو مركب طيار يوجد في رائحة الثعالب ويُعرف بقدرته على إثارة سلوكيات خوف شديدة في القوارض (Kobayakawa *et al.*, 2007; Kiyokawa *et al.*, 2021). كما تم

التعرف على بروتينات Lipocalins في بول الفئران ولعاب القطط، وهي بروتينات تحمل مركبات رائحية مؤثرة تلعب دوراً في التفاعل بين المفترس والفريسة (Briand *et al.*, 2004; Debiec *et al.*, 2020). بالإضافة إلى ذلك، يُعد مركب 2-Phenylethylamine، وهو أمين عطري ينتج في بول العديد من الحيوانات المفترسة، محفزاً شميّاً قوياً يُسهّم في تحفيز استجابات التوتر لدى الفريسة (Ferrero *et al.*, 2011; Isosaka *et al.*, 2015).

(6) الفيرومونات وتأثير الذكر على التغيرات الفيزيولوجية التناسلية في الإناث

يُعرف "تأثير الذكر" بأنه استجابة تناسلية فيزيولوجية وسلوكية حادة تُظهرها إناث المجترات، مثل الماعز، عند إدخال ذكر نشط جنسياً إلى القطيع. وتتمثل هذه الاستجابة في تحفيز النشاط التناسلي للإناث، ويُعتقد أن هذه الظاهرة تعتمد أساساً على الإشارات الكيميائية الشمية، وتحديدًا الفيرومونات الذكرية (Rosa and Bryant, 2003; Avdi *et al.*, 2004).

تُفرز هذه الفيرومونات من الخلايا الدهنية للذكر، ويُظهر تركيبها ارتباطاً وثيقاً بمستويات هرمون التستوستيرون في الجسم (Iwata *et al.*, 2000; Gelez and Fabre-Nys, 2004). وتُكتشف هذه الإشارات بواسطة العصبونات الحسية في كل من الجهاز الشمي التقليدي (Olfactory Receptor Neurons – ORNs) والجهاز الشمي الإضافي عبر العصبونات المتخصصة في العضو الشمي الأنفي (Vomeroneasal Receptor – VRNs) (Murata *et al.*, 2009).

من أبرز الاستجابات السلوكية المرتبطة بهذا النوع من التواصل الكيميائي "استجابة فليمن" (Flehman Response)، وهي سلوك شَمٍّ مميز يعزز التعرف على الفيرومونات وتفعيل المسارات العصبية المرتبطة

بالاستجابات الهرمونية. تساهم الرؤية والاتصال الجسدي مع الذكر أيضاً في تعديل النشاط الهرموني لدى الإناث، مؤديةً إلى ظهور علامات الشبق (Abi Salloum and Claus, 2005).

تتنقل الفيرومونات المُكتشفة الإشارات إلى النواة المتوسطة في اللوزة الدماغية، والتي ترتبط بمنطقة تحت المهاد (الوطاء)، حيث تُحفز إفراز نبضي لهرمون GnRH، مما يؤدي إلى ارتفاع سريع في هرمون LH الهرمون اللوتيني، وهو العامل الرئيسي في بدء النمو الجريبي والإباضة (Alvarez *et al.*, 2009; Chemineau *et al.*, 1986).

تُظهر الدراسات أن أول استجابة للغدة النخامية تحدث خلال دقائق من إدخال الذكر، حيث يرتفع LH خلال 2-4 دقائق ويبلغ ذروته خلال 10-20 دقيقة (Martin *et al.*, 1980; Poindron *et al.*, 1980). ويؤدي هذا الارتفاع إلى تحفيز سلسلة من التغيرات التناسلية، تبدأ بنشاط جريبي وتصل إلى الإباضة خلال 50-65 ساعة من التعرض للذكر، مع تباين محتمل بين 30-72 ساعة (Knight, 1983; Martin *et al.*, 1986; Oldham, 1980).

وقد تبين أن توقيت إدخال الذكر له دور في شدة الاستجابة الهرمونية؛ إذ ترتفع تركيزات LH بشكل أكبر عند إدخاله في فترة المساء مقارنة بالصباح (Martin *et al.*, 1985). ومن الملاحظ أن الإباضة الأولى بعد تعرض الإناث للذكر غالباً ما تكون "صامتة"، أي غير مصحوبة بسلوك شبق. وإذا كانت الدورة التي تلي هذه الإباضة قصيرة، تحدث إباضة صامتة ثانية خلال 5-6 أيام، بينما يظهر الشبق عند الإباضة الثالثة بعد نحو 25 يوماً (Thimonier *et al.*, 2000).

يمكن تعديل هذا النمط باستخدام المعالجة المسبقة بالبروجستيرون. فمثلاً، يؤدي إعطاء حقنة واحدة من البروجستيرون (20 ملغ) عند إدخال الذكر، أو استخدام أجهزة مهبلية لإطلاق الهرمون قبل التعرض للذكر، إلى تثبيط الدورات القصيرة وتحفيز إباضة طبيعية منذ الدورة الأولى (Oldham and Cognie, 1980). في المقابل، يظل

إفراز الهرمون المنبه للجريب FSH إما ثابتاً أو منخفضاً خلال هذه الفترة، ولا يُظهر تغيرات كبيرة (Oldham and Cognie, 1980).

❖ تأثير الذكر في تحفيز إفراز LH/GnRH لدى الأغنام والماعز:

يُعد "تأثير الذكر" أحد العوامل البيئية الحيوية التي تحفز النشاط التناسلي لدى الإناث، خاصةً خلال فترة اللاشبق (Anestrus). فعند تعرّض إناث الأغنام والماعز لذكور نشطين جنسياً، يُلاحظ تحفيز فوري في المحور الوطائي-النخامي-الغُدّي التناسلي، مما يؤدي إلى زيادة في وتيرة إفراز هرمون اللوتيني (LH)، وهو عامل رئيسي في تحفيز الإباضة (Gelez and Fabre-Nys, 2004; Alvarez *et al.*, 2009).

تُظهر هذه الاستجابة تسارعاً في نبضات LH وزيادة تدريجية في تركيزه بالبلازما خلال الساعات التي تلي إدخال الذكر، مما يعكس استجابة فيزيولوجية متدرجة تعزز النمو الجريبي وتُعَدّ الجسم للتبويض (Martin *et al.*, 2009; Hawken and Beard, 1986). و في الأغنام، تكون مستويات البروجستيرون أثناء اللاشبق منخفضة بدرجة لا تكفي لمنع تأثير الذكر، ما يجعل الإناث أكثر حساسية لهذا النوع من التحفيز. أما في الماعز، فإن ارتفاع تركيز البروجستيرون في البلازما (<5 نانوغرام/مل) يمكن أن يقلل من فعالية الاستجابة الهرمونية لتأثير الذكر (Hawken *et al.*, 2019).

بعد إدخال الذكر، يُلاحظ تسارع ملحوظ في نمو الجريبات، وخاصة الصغيرة منها، بمعدل يصل إلى 1.5 ملم يومياً، وهو مؤشر مباشر على تنشيط آليات التبويض (Delgadillo *et al.*, 2011; Flores *et al.*, 2020). كما أظهرت دراسة أجراها Alvarez وزملاؤه (2009) أن إناث الماعز التي تعرضت لتأثير الذكر سجلت ذروة في إفراز LH خلال فترة تراوحت بين 80 و317 دقيقة من التعرض، بمعدل 5.7-8 نبضات LH، تلاها حدوث الإباضة في غضون 8-10 أيام.

ومن الجدير بالذكر أن أول دورة شبق محقّرة بتأثير الذكر يمكن أن تتزامن مع الإباضة، وأن معدل الإباضة في هذه الدورة قد يكون مماثلاً لما يحدث في الدورة الثانية، مما يشير إلى فعالية الشبق الأول من حيث الخصوبة (Delgadillo *et al.*, 2011). حيث بيّنت البيانات أن نسب الإباضة تراوحت بين (2 ± 0.9) في أول دورة و (1.8 ± 0.2) في الثانية، ما يدل على إمكانية تلقيح الإناث بنجاح — سواء بالتلقيح الطبيعي أو الاصطناعي — خلال الشبق الأول الناتج عن تأثير الذكر (Flores *et al.*, 2020).

❖ العوامل المؤثرة في الاستجابة لتأثير الذكر لدى المجترات:

تتأثر استجابة إناث الأغنام والماعز لتأثير الذكر بعدة عوامل معقدة تشمل الجوانب البيئية، والاجتماعية، والفيزيولوجية، والوراثية، وتنعكس هذه الاستجابة في سرعة حدوث التغيرات الهرمونية، ومستوى تزامن الإباضة، ونسبة الإناث التي تدخل في الإباضة الفعلية (Alvarez *et al.*, 2009; Walkden-Brown and Jackson, 2004 and Restall, 1993; Whitley *et al.*, 2004). وتخضع هذه العوامل لتباين واضح بين الذكور والإناث، حيث تؤثر الحالة الفيزيولوجية والجسمانية للذكر، ومرحلة دورة الشبق لدى الأنثى، وكذلك خبرتها الجنسية في كفاءة الاستجابة (Gelez and Fabre-Nys, 2004; Véliz *et al.*, 2006; Mellado *et al.*, 2000; Hawken and Beard, 2009).

أ. **السلالة ومرحلة اللابشق:** تلعب السلالة الموسمية والمرحلة السنوية دوراً حاسماً في تحديد حساسية الإناث لتأثير الذكر. فالنسبة الأعلى من الإباضة تحدث عادةً في نهاية فترة اللابشق (anestrus)، كما أن السلالات تختلف في حساسيتها للإشارات الفوتو-دورية. فالسلالات ذات الموسمية المنخفضة تُظهر نشاطاً إباضياً طبيعياً حتى خلال فترات اللابشق، مما يشير إلى ضعف تأثير التغذية الراجعة السلبية للإسترايول نتيجة لمعدل أعلى في نبضات (Goodman *et al.*, 1982; Chanvallon *et al.*, LH 2011).

أشارت بعض الدراسات إلى وجود علاقة إيجابية بين معدل الإباضة العفوية خلال اللابثق والاستجابة لتأثير الذكر (Signoret *et al.*, 1980). ففي نعاك سلافة Limousine، كان معدل الإباضة أعلى عندما كان عدد الإناث في دورة إباضية منخفضاً (Tournadre *et al.*, 2002). ومع ذلك، لم تجد دراسة أخرى على أربع سلاسل فرنسية دليلاً على هذا الارتباط (Chanvallon *et al.*, 2011). أظهرت نعاك Ile de France استجابة ثابتة لتأثير الذكر بغض النظر عن وجود إناث في الدورة، بينما أبدت نعاك Romane استجابات متذبذبة، مما يشير إلى أن التحفيز الاجتماعي الجنسي قد يتجاوز أحياناً حدود الاستجابة الهرمونية الكلاسيكية المرتبطة بالإسترايول.

II. **العمر والخبرة الجنسية:** تميل النعاك الفتية وغير المختبرة جنسياً إلى إظهار استجابة تناسلية ضعيفة مقارنة بالنعاك البالغة ذات الخبرة الجنسية (Chanvallon *et al.*, 2010a; Thimonier *et al.*, 2000). ومع ذلك، فإنها قد تُظهر استجابة قصيرة المدى مقبولة في إفراز LH (Gelez *et al.*, 2004). وفي دراسة أجريت على النعاك الصغيرة، زاد التعرض المسبق للكباش من معدل الإباضة، لكن هذا التأثير لم يكن متسقاً بين الدراسات (Murtagh *et al.*, 1984; Chanvallon *et al.*, 2010b). من جهة أخرى، أدى استخدام رائحة الصوف الخاص بالكباش أثناء تأثير الذكر إلى زيادة استجابة LH قصيرة المدى (Gelez *et al.*, 2004).

III. **تأثير الإجهاد والتفاعل مع البيئة الاجتماعية:** يلعب الإجهاد دوراً معقداً في التأثير على الجهاز التناسلي، من خلال تثبيط إفراز GnRH و LH بواسطة محور HPA وزيادة الكورتيزول (Dobson *et al.*, 1993; Rivier and Rivest, 1991; Ferin, 2012). ويكون إدخال الذكر كمحفز بيئي مفاجئ مصدراً محتملاً للإجهاد، خاصةً للإناث غير المختبرة جنسياً.

في تجربة شملت سلالة Merino تم اختيارها وراثياً حسب السمات السلوكية (هادئة vs عصبية)، لوحظ أن الإناث البالغة استجابت بسرعة أكبر من الفتيّة، بينما النعاج الفتيّة العصبية كانت أكثر استجابة للإباضة (62%) مقارنة بالهادئة (18%) بعد تأثير الذكر، ما يشير إلى دور يقظة السلوك العصبي في زيادة الحساسية للمنبهات الاجتماعية (Chanvallon *et al.*, 2010a). على العكس، في دراسة أخرى، استجابت الإناث الهادئة بشكل أفضل لتحفيز الكبش (Agra, 2006)، مما يبرز أن تأثير المزاج والسلالة لا يزال غير محسوم بشكل قاطع.

أظهرت دراسة إضافية أن التعرض لضغوط حادة لمدة يومين قبل وبعد إدخال الذكر أدى إلى ارتفاع كبير في الكورتيزول وانخفاض نسبة الإباضة لدى النعاج الفتيّة غير المختبرة (Chanvallon *et al.*, 2010b). رغم أن استجابة LH قصيرة المدى لم تتأثر، إلا أن هذه النتائج توحي بدور وراثي محتمل في استجابة الحيوانات للإجهاد، كما ثبت في أنواع أخرى كالقُثُران، الخنازير، السمان، والإنسان (Eley and Plomin, 1997; Mormede *et al.*, 2011).

IV. **تأثير الألفة مع الذكور:** تلعب الألفة السابقة مع الذكور دوراً مهماً في فعالية "تأثير الذكر"، حيث أثبتت الدراسات أن الإناث في الماعز قادرة على تمييز الأفراد ضمن القطيع من خلال الإشارات البصرية والشمية (Keil *et al.*, 2012). وقد وُجد أن إناث الأغنام تحتفظ بذاكرة طويلة الأمد عن الأفراد المألوفين، حيث تستطيع تذكرهم لفترات تزيد عن شهرين (Kendrick *et al.*, 2001). كما بيّنت دراسة لاحقة أن النعاج تتمكن من التمييز بين إناث القطيع المألوفات وغير المألوفات بعد مرور 24 ساعة فقط من التفاعل المباشر (Keller *et al.*, 2011).

فيما يتعلق بالاستجابة الهرمونية، أظهرت الإناث زيادة في استجابة الجهاز الصمائي عند التعرض للذكور غير مألوفين مقارنة بالذكور المألوفين. فعلى سبيل المثال، بعد بقاء النعاج مع ذكور مألوفين لمدة ثلاثة أشهر، ثم فصلها وإعادة تعريضها لنفس الذكور أو لذكور جدد بعد 15 دقيقة خلال موسم اللاشبق، لوحظ أن الذكور الجدد فقط هم من حفزوا زيادة واضحة في تواتر نبضات هرمون LH (Hawken and Beard, 2009). وبدورها، أشارت دراسة أخرى إلى أن الإناث التي انفصلت عن الذكور لمدة 15 دقيقة أو حتى شهر واحد، أظهرت استجابة فسيولوجية أكثر وضوحاً عند إعادة تعريضها لذكور جدد مقارنة بالذكور المألوفين، حيث لم تظهر استجابة فعالة مع الذكور المألوفين إلا بعد شهر واحد من الانفصال، وفي ثلث الإناث فقط (St Jorre *et al.*, 2012). وتشير هذه النتائج إلى أن الذكور المألوفين قد يستعيدون تأثيرهم على الإناث بعد فترة فصل لا تقل عن شهر، وهو ما يتسق مع فهمنا لآليات التمييز الاجتماعي طويلة الأمد لدى المجترات.

٧. تأثير سلوك الذكور الجنسي وفترة العزل عن الإناث: ظل يُعتقد لفترة طويلة أن تحقيق فعالية التحفيز الحيوي يتطلب فصل الإناث عن الذكور لفترة زمنية كافية قبل إعادة التواصل، وقد أوضحت دراسات أن فترات العزل لمدة 17 إلى 21 يوماً كانت كافية لتحفيز التبويض عند تعريض النعاج لذكور (Oldham and Cognie, 1980). كما أكدت نتائج مماثلة على أن فترة لا تقل عن ثلاثة أسابيع من الفصل كانت ضرورية في الماعز لإحداث استجابة فعالة (Chemineau, 1987). إلا أن أبحاثاً لاحقة بينت أن فصل الجنسين قد لا يكون شرطاً أساسياً في حال كان الذكور في حالة نشاط جنسي طبيعي أو تم تحفيزهم بوسائل خارجية كالتنشيط الضوئي أو المعالجة الهرمونية (Gallego-Calvo *et al.*, 2014; Véliz *et al.*, 2006b).

تشير الأدلة إلى أن الحالة الجنسية للذكور تُعد عاملاً حاسماً في نجاح التحفيز الحيوي، إذ أن جودة المنبهات السلوكية والفيزيولوجية للذكور تعتمد على مستوى نشاطهم الجنسي (Véliz *et al.*, 2006b). في إحدى الدراسات، تم إبقاء الإناث مع ذكور غير نشطين جنسياً خلال فترة السكون الموسمي لمدة ثلاثة أشهر، ثم تعرضن لاحقاً للذكور محفزين ضوئياً، وظهرت استجابة شيق واضحة لدى غالبية الإناث (9 من أصل 11)، مقارنة بعدم وجود استجابة لدى المجموعة التي أعيد تعريضها لنفس الذكور غير النشطين، حيث لوحظت الإباضة في حالة واحدة فقط (Véliz *et al.*, 2006b).

كما بينت دراسات أخرى أن الكباش النشطة جنسياً حفزت نسبة أكبر من النعاج على الإباضة، مقارنة بالكبش التي أظهرت سلوكاً جنسياً ضعيفاً (de St Jorre *et al.*, 2012; Oldham and Cognie, 1980). ووفقاً لـ (Bench *et al.* 2001)، فإن الاتصال المسبق للذكور بالإناث قد يسهم في تحسين كفاءة الذكور أثناء التزاوج لاحقاً، خاصة لدى الذكور عديمي الخبرة.

علاوة على ذلك، فإن الذكور النشطة جنسياً تستطيع تعويض تأثير العوامل السلبية المختلفة المحيطة بفعالية التحفيز، سواء في ظروف تجريبية أو تطبيقات ميدانية (Avdi *et al.*, 2004). وقد أظهرت دراسة (Martínez-Alfaro *et al.*, 2014). أن سلوك الكباش النشطة قد يتأثر سلباً عند تخدير الإناث، مما يؤدي إلى فشل عملية الإباضة، مؤكدين بذلك على أهمية التفاعل الاجتماعي الكامل بين الجنسين. كما أوضحت دراسات أخرى (Fernández *et al.*, 2011; Sampaio *et al.*, 2012). أن الخبرة التناسلية السابقة للإناث (سواء سبق لها الولادة أم لا) قد لا تؤثر بشكل مباشر على الخصوبة أو الاستجابة الفيزيولوجية، ولكنها تؤثر في سرعة وكفاءة إدراك التغيرات البيئية مثل دخول الذكر، مما يعزز الاستجابة لتأثيره.

وأخيراً، تبين أن مستوى التلامس الجسدي بين الجنسين يؤثر على فعالية الاستجابة الأنثوية، حيث أظهرت الدراسات أن نسبة الإباضة كانت أعلى بكثير عندما تم السماح بالتلامس الكامل بين الذكور والإناث مقارنة بالفصل الجزئي باستخدام الحواجز، إذ بلغت النسب 69% مقابل 41% في الماعز (Shelton, 1980)، و95% مقابل 70% في الأغنام (Pearce and Oldham, 1988).

VI. تأثير مدة تعرض الإناث للذكور: تلعب مدة التعرض بين الإناث والذكور دوراً جوهرياً في تحديد فعالية

"تأثير الذكر" على استجابة الإباضة لدى المجترات، بما في ذلك الأغنام والماعز. أظهرت دراسة مبكرة أن إباضة الأغنام تأثرت بشكل واضح بمدة الاتصال؛ حيث بلغت نسبة الإباضة 18% فقط عند التعرض للكباش ليوم واحد، في حين ارتفعت هذه النسبة إلى 53% و61% عند استمرار التعرض لمدة 24 ساعة يومياً على مدار 4 و15 يوماً على التوالي (Signoret *et al.*, 1985). وتشير هذه النتائج إلى أن استمرار التحفيز الذكري ضروري لتحفيز استجابة تناسلية فعالة في الأغنام.

وفي المقابل، يبدو أن إناث الماعز أكثر استجابة حتى مع تقليص مدة الاتصال، خاصة عند استخدام ذكور ذات نشاط جنسي مرتفع. فقد بينت دراسة حديثة أن جميع إناث الماعز خضعت للإباضة مرة واحدة على الأقل عند تعريضها لذكور نشطة جنسياً لمدة 24 ساعة يومياً، سواء استمر التعرض ليوم واحد فقط أو حتى لمدة 5، 10، أو 15 يوماً متتالية (Ponce *et al.*, 2015). وتدل هذه النتائج على أن مرونة الاستجابة الفيزيولوجية في الماعز قد تكون أعلى مقارنة بالأغنام فيما يتعلق بمدة التعرض، خصوصاً في حال استخدام ذكور محفزة ومهيأة مسبقاً.

وعليه، فإن تحديد مدة التلامس بين الجنسين يجب أن يأخذ بعين الاعتبار نوع الحيوان، والحالة الجنسية للذكور، وكذلك الهدف من برنامج التناسل، خاصة في ظل وجود أدلة حديثة تؤكد أن فعالية التحفيز الحيوي يمكن تحسينها بشكل ملحوظ عبر التحكم في توقيت ومدة التعرض (Fatet *et al.*, 2011; Abecia *et al.*, 2020).

(7) استخلاص وتقييم استخدام الفيرمونات التناسلية (تأثير الذكر) في المجترات الصغيرة

تمثل الفيرمونات الذكرية أحد العناصر الجوهرية في تنظيم الأداء التناسلي لدى المجترات الصغيرة، حيث تلعب دوراً حاسماً في تحفيز النشاط التناسلي لدى الإناث، لا سيما خلال فترات السكون الجنسي الموسمي. وقد تناولت العديد من الدراسات هذا الموضوع عبر مناهج متعددة، تتراوح بين التحليل الكيميائي للمركبات الفعالة في الذكور، والدراسات العصبية الهادفة إلى فهم آليات التأثير المركزي للفيرمونات على محور GnRH-LH.

أجرى Dharani وآخرون (2024) مراجعة تحليلية شاملة تناولت الدور الكيميائي والوظيفي للفيرمونات في تنظيم السلوك التناسلي والاجتماعي لدى الثدييات، مع تركيز خاص على المجترات مثل الأغنام والماعز. استعرضت الدراسة مصادر الفيرمونات المختلفة مثل البول، الغدد الجلدية، والشعر، مشيرة إلى استخدام مذيبات عضوية مثل الإيثير والكلوروفورم لاستخلاص المركبات الطيارة، تلتها تحاليل كيميائية متقدمة باستخدام تقنيتي GC و GC-MS لتحديد المركبات الفعالة. كما ناقشت الدراسة تطبيقات الفيرمونات الصناعية في تحسين الإباضة وخفض التوتر وتعزيز التفاعل الاجتماعي، لا سيما في الأنواع الحساسة للرائحة.

أجرى Saito وآخرون (2021) دراسة حديثة استخدمت فيها تقنيات تحليل متقدمة مثل GC×GC-MS لتحديد البصمة الكيميائية الدقيقة للمركبات الفيرمونية المستخلصة من ذكور المجترات. وقد ساهمت هذه

التقنيات في تحسين دقة فصل المركبات الطيارة وتحديد المركبات الفعالة بيولوجياً. وأكدت الدراسة أهمية التفاعل بين عدة مكونات وليس مركباً واحداً، في التأثير على سلوك وإنضاج المحور التناسلي لدى الإناث.

قدم Zhang و Li (2021) مراجعة تحليلية لآفاق تطبيق الفيرمونات في تحسين الأداء التناسلي لدى قطعان الأغنام والماعز في البيئات المتغيرة. وشدد الباحثان على أهمية إدماج الفيرمونات ضمن برامج الإدارة التناسلية الحديثة، خصوصاً في ظل تحديات التغير المناخي والضغط على موارد الأعلاف.

أجرى Abecia وآخرون (2020) مراجعة حديثة تناولت استخدام نظائر تركيبية للفيرمونات الذكرية لتعزيز التناسل لدى المجترات. وبيّنت الدراسة أن بعض هذه المركبات الاصطناعية تُظهر فاعلية في تحفيز الإباضة وتحسين جودة الأداء التناسلي، ما يفتح آفاقاً جديدة لتطبيقات الفيرمونات الصناعية في الحقل.

قدم Yoshimura و Hirata (2020) مراجعة شاملة تركز على الدمج بين التحليل الكيميائي العصبي لفهم التأثيرات المتعددة الأبعاد للفيرمونات الذكرية، لا سيما مع إدخال أدوات التصوير العصبي الوظيفي مثل fMRI، التي ساعدت في رصد استجابات الدماغ للمنبهات الشمية. وتشير هذه الدراسات إلى تطور واضح في منهجية دراسة "تأثير الذكر" من مجرد المراقبة السلوكية إلى ربط الدوافع الفيزيولوجية بالتغيرات على مستوى الجهاز العصبي المركزي.

أجرى Fabre-Nys وآخرون (2015) تجربة نوعية هدفت إلى فهم التفاعل العصبي المباشر الناتج عن تعرض النعاج لرائحة الذكور خلال فترة السكون الجنسي. استخدم الفريق صوف الكباش كمصدر للفيرمونات دون وجود تلامس جسدي، وتم رصد ارتفاع سريع في إفراز LH بالتزامن مع تنشيط واضح في إفراز GnRH. وتم توثيق هذه الاستجابات من خلال قياس التعبير عن بروتين c-fos في نوى الوطاء والغدة النخامية، بالإضافة إلى تسجيل زيادة تركيز النورأدرينالين في المنطقة ما قبل البصرية. كما كشفت الدراسة أن الإناث ذات الخبرة الجنسية

السابقة أظهرت استجابة هرمونية وعصبية أقوى، مما يعزز فرضية أن التعلم والتجربة تؤثران في فعالية استجابة الأنثى للمنبهات الفيرمونية.

أجرى Celi وآخرون (2013) دراسة لتقييم تأثير الجمع بين إدخال الذكور واستخدام الميلاطونين على الأداء التناسلي لدى النعاج خلال فترة الانقلاب الشتوي في المناطق المعتدلة. وقد أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في معدلات الخصوبة، حيث وصلت نسبة الحمل إلى 91.7%، فيما بلغت نسبة الإناث اللواتي أبدن سلوك الشبق وتعرضن للإباضة 95.8%. وتشير هذه المعطيات إلى فاعلية التأزر بين الفيرمونات الذكرية والتنظيم الهرموني المرتبط بالتغيرات الضوئية الموسمية في تحفيز محور GnRH-LH .

سجل Salles وآخرون (2010) نتائج ميدانية على مدى عدة سنوات في قطيع من ماعز Saanen في شمال شرق البرازيل، حيث تم تطبيق تأثير الذكور بانتظام. وقد أدى ذلك إلى زيادات تدريجية في الأداء التناسلي، حيث تجاوز معدل الولادات السنوي 80%. وتؤكد هذه الدراسة أهمية التأثير الذكري كوسيلة عملية وطبيعية لتحسين الخصوبة في البيئات الاستوائية.

أجرى Ichimaru وآخرون (2008) دراسة لتقييم التأثير العصبي المباشر لرائحة صوف الكباش على مركز توليد GnRH لدى إناث الماعز. اعتمد الباحثون على تسجيل النشاط العصبي متعدد الوحدات (MUA) بعد زرع أقطاب كهربائية دقيقة في منطقة النتوء الناصف (Median Eminence) تحت المهاد. أظهرت النتائج استجابة عصبية خلال دقيقة واحدة من التعرض لصوف الذكر، تبعثها زيادة في إفراز LH، في حين لم تُظهر الإناث أي استجابة عند تعريضهن لشعر إناث، مما يدعم فرضية وجود مركبات فرمونية محددة ذات مصدر ذكري.

استكمل Okamura و Mori (2005) هذا المسار البحثي في الماعز باستخدام أيضاً تقنية (MUA) لتسجيل النشاط العصبي تحت المهاد. لم تُجرِ عمليات استخلاص كيميائي في هذه الدراسة، بل تم تعريض الإناث

مباشرة لرائحة الشعر الذكري. سجل الباحثون زيادة فورية في نشاط المولد النبضي لهرمون GnRH وتحفيزاً متزامناً لإفراز LH، ما يعكس التأثير المباشر للرائحة الذكرية على المحور التناسلي.

استعرض Millar (2002) في فصل متخصص من سلسلة Comprehensive Analytical

Chemistry الأساليب التحليلية الخاصة بجمع وتحضير الفيرمونات الحيوانية من الحشرات وحتى الثدييات. سلط الضوء على تحديات التعامل مع المركبات الطيارة التي تُفرز بكميات ضئيلة وغير مستقرة، وناقش تقنيات الاستخلاص الديناميكي للهواء باستخدام مواد ماصة مثل الفحم المنشط، والاستخلاص المباشر بالمذيبات، مشدداً على أهمية ظروف التخزين والنقل للحفاظ على الفاعلية البيولوجية.

قَدّمت Rosa و Bryant (2002) مراجعة تحليلية تناولت ظاهرة "تأثير الكبش" كوسيلة بيولوجية فعالة

لاستئناف الدورة التناسلية لدى النعاج خارج الموسم الطبيعي للتكاثر. سلّطت المراجعة الضوء على مصادر الفيرمونات المحتملة مثل صوف الكبش، الغدد ما قبل الحجاج، والجلد، مع استبعاد البول كمصدر فعّال. كما ناقشت دور توقيت التعرض للذكر، والخبرة التناسلية السابقة، والعوامل البيئية والاجتماعية في تحديد قوة الاستجابة الفيزيولوجية للإناث.

أجرى Delfa وآخرون (2002) مقارنة بين استخدام الذكور مع بروتوكولات المزامنة الهرمونية المعتمدة

على البروجسترون أو دونه لدى النعاج. وقد تبين أن معدلات حدوث الشبق كانت متقاربة في كلا المجموعتين (83.3% باستخدام البروجسترون مقابل 79.6% باستخدام تأثير الذكور فقط)، بينما تفوقت البروتوكولات الهرمونية في ضبط توقيت الشبق والإباضة. وتُبرز هذه الدراسة أن الفيرمونات الذكرية وحدها قادرة على تحفيز الاستجابة التناسلية، مع إمكان تعزيزها بالتنظيم الهرموني عند الحاجة إلى دقة زمنية أعلى.

عرض Mellado وآخرون (2000) سلسلة من الدراسات التي أثبتت قدرة إدخال الذكور وحده على

تحفيز الشبق ومزامنته في إناث الماعز، دون الحاجة لاستخدام هرمونات خارجية. كما أظهرت التجارب أن الدمج

بين تأثير الذكر ونظام CIDR يمكن أن يكون بديلاً فعالاً عن استخدام eCG، حيث سجلت معدلات شبق وصلت إلى 96%، ومعدلات حمل بلغت 61.1% لدى الماعز الحلوب. وتُعزز هذه النتائج فكرة تبني بروتوكولات طبيعية ومستدامة في برامج التحسين التناسلي.

أجرى Cohen-Tannoudji وآخرون (1994) دراسة مخبرية دقيقة تهدف إلى تحديد المركبات الفيرومونية المحفزة لإفراز LH لدى النعاج في مرحلة السكون الموسمي. تم جمع الصوف من الكباش واستخلاص المركبات باستخدام مذيب عضوي، ثم فصلها إلى كسور محايدة وحمضية عبر تقنيات كروماتوغرافية. وأظهرت النتائج أن التأثير البيولوجي لم يكن ناتجاً عن مركب مفرد، بل نتج من تآزر عدة مكونات. استخدمت الدراسة تقنيات GC-MS لتحديد المركبات، بالإضافة إلى اختبار مركبات شبه اصطناعية لرصد استجابة LH، مما فتح المجال لفهم أعمق للعوامل الكيميائية المؤثرة في استئناف الدورة التناسلية.

وضع Walkden- Brown و Restall (1993) إطاراً علمياً لتقييم فعالية تأثير الذكور على الإباضة لدى المجترات. وقد اقترح الباحثان عدة مؤشرات تشمل: نسبة الإناث التي تُبدي الشبق وتحدث لديها الإباضة، توقيت حدوث الإباضة ومدى تزامنه، إضافة إلى جودة الجسم الأصفر المتكوّن بعد الإباضة. ويُعد هذا الإطار مرجعاً أساسياً يُستخدم حتى اليوم لمقارنة فعالية البروتوكولات المختلفة.

نفذ Over وآخرون (1990) دراسة لاختبار تأثير الفيرومونات الذكرية المستخلصة من ذكور الماعز على استجابة النعاج خلال فترة السكون التناسلي. استُخدمت مذيبات عضوية لفصل المركبات إلى كسور محايدة وحمضية، وتم اختبار كل كسر عبر قياس إفراز LH بعد التعرض. أظهرت النتائج فعالية الكسر المحايد دون الحمضي، مما يشير إلى ضرورة تآزر مكونات متعددة لبلوغ التأثير الفيروموني الكامل.

قام Birch وآخرون (1989) بمحاولة رائدة لعزل المركبات الفيرومونية الذكرية الفعالة من شعر ذكور الماعز، والذي جُمع من مناطق غنية بالغدد الدهنية. استُخدم الإيثر لاستخلاص المركبات الطيارة، وتم فصلها

إلى كسور حمضية (مثل 4 Ethyl- octanoic acid و 4-Methyl- octanoic acid) وغير حمضية (كحولات وأسترات). وبينما لم تُظهر أي من الكسور المفردة فاعلية كاملة، فإن الجمع بينها أنتج تأثيراً محفزاً للإباضة، تم التحقق منه باستخدام منظار البطن. وتؤكد الدراسة أهمية التآزر الكيميائي بين المركبات لتحقيق التأثير البيولوجي الكامل.

نفذ Knight وآخرون (1983) دراسة تجريبية على تأثير الفيرمونات الذكرية من أنواع متعددة - الكباش، التيوس، والخنازير - على استئناف الدورة التناسلية في النعاج. استخدم الباحثون أقنعة أنفية تحتوي على صوف أو مستخلصات عطرية من الذكور دون عمليات استخلاص كيميائي معقدة. تم توثيق حدوث الإباضة باستخدام منظار البطن. أظهرت النتائج أن صوف الكباش والتيوس حفّزا الإباضة، بينما لم تؤثر مستخلصات الخنازير، مما يعزز خصوصية النوع في الاستجابة الفيرمونية.

الفصل الثاني:

مواد وطرائق البحث

❖ استخلاص الفيروسات

تم تنفيذ تجربة استخلاص الفيروسات من ذكور مختارة بعناية من المجترات الصغيرة، حيث شملت العينة ثلاثة ذكور بالغة (عدد = 3) تمثلت في كبشين من سلالة العواس وتيس واحد من سلالة الماعز الشامي. وقد تميزت جميع الحيوانات المختارة بمستوى عالٍ من النشاط الجنسي، وتم استخدامها في برامج التلقيح الاصطناعي خلال السنوات السابقة في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). تم اختيار هذه الحيوانات بالاعتماد على سجلاتها التناسلية الموثقة، مما يعزز احتمالية الحصول على مركبات كيميائية فعالة ومرتبطة بشكل مباشر بالسلوك التناسلي. تقع محطة بحوث إزرع (محطة بحثية زراعية) تقع في جنوب الجمهورية العربية السورية، ضمن محافظة درعا عند الإحداثيات الجغرافية خط عرض 32.7090° شمالاً وخط طول 36.1020° شرقاً.



شكل رقم (1): استخلاص الفيروسات.

(1) جمع وتحضير العينات

تم جمع الشعر والصوف خلال موسم التناسل من مناطق تشريحية ذات صلة بإفراز أو استقبال الفيرومونات، وهي: الرقبة، الأطراف، والمنطقة المحيطة بالخصيتين. بعد القص، تم وضع العينات فوراً داخل أكياس سوداء غير منفذة للضوء، لتقليل التحلل الضوئي للمركبات، ثم قُطعت إلى أجزاء صغيرة وسُجّلت خصائصها، وبعدها خزنت عند درجة حرارة -20°C في عبوات محكمة، لحين البدء بعمليات الاستخلاص.

(2) طرق استخلاص المركبات الفيرومونية

منهجية الاستخلاص (Extraction):

اعتمدت منهجية استخلاص المركبات الفيرومونية على طريقتين معتمدتين في التحاليل الكيميائية: الجرف ببخار الماء (Hydro-distillation) وفق ما ورد في (Clevenger 1928)، والنقع (Maceration) وفق منهجية موصوفة في (Azwanida 2015). استُخدم في كلتا الطريقتين ثنائي كلورو الميثان (CH_2Cl_2) كمذيب عضوي فعال، نظراً لامتلاكه قطبية متوسطة (Medium polarity) تتيح له إذابة المركبات غير القطبية (Non-polar) وذات القطبية الضعيفة (Weak polarity) بكفاءة عالية.

قبل البدء بعملية الاستخلاص، وُضعت العينات في غرفة مظلمة لمنع تحلل المركبات الحساسة للضوء، ثم قُطعت مجدداً إلى قطع صغيرة.

أ. طريقة الجرف ببخار الماء (Hydro-distillation): وُضعت العينات (50 غراماً من الصوف أو الشعر) في

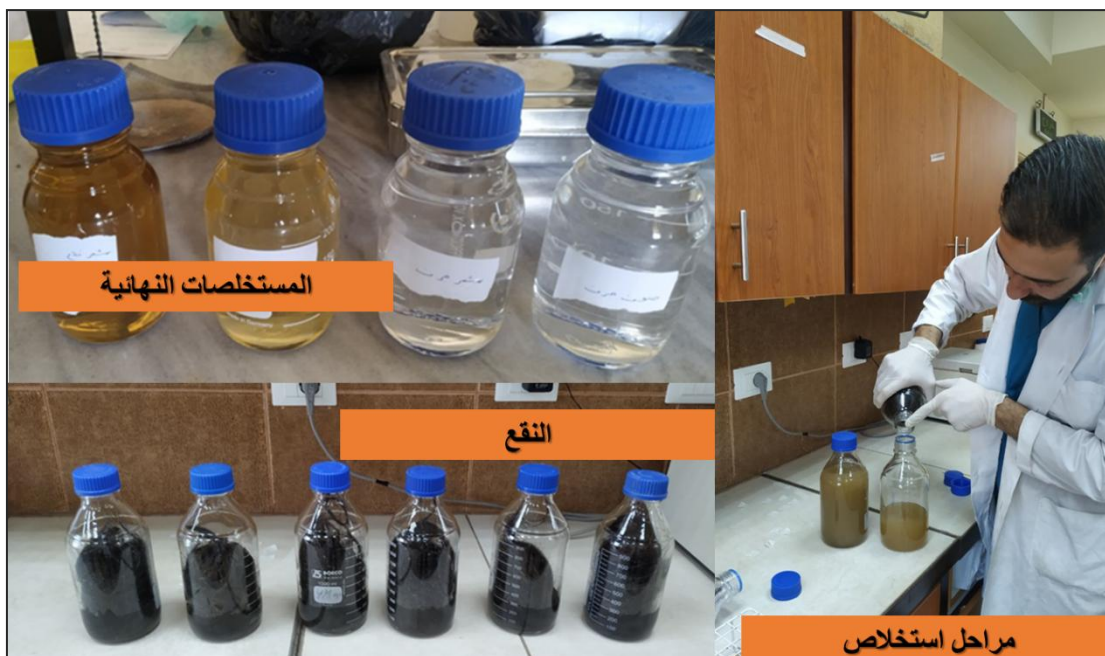
جهاز استخلاص بزجاجة مستديرة القعر سعة 1000 مل، أضيف إليها 500 مل من الماء المقطر. جرى تسخين الخليط على حمام مائي حتى الغليان، ما يسمح بمرور بخار الماء الحامل للمركبات الطيارة عبر أنبوب

التقطير نحو المكثف، حيث يتكاثف البخار وتتفصل المركبات الطيارة في طور عضوي. تم جمع الطور العضوي واستخلاصه مباشرة باستخدام 200 مل من ثنائي كلورو الميثان. كررت العملية ثلاث مرات لزيادة مردود الاستخلاص، ثم دمجت الخلاصات العضوية.

ii. **طريقة النقع (Maceration):** تم وزن 50 غراماً من العينة (صوف أو شعر) ووضعها داخل وعاء زجاجي سعة 1000 مل، ثم أضيف إليها 200 مل من ثنائي كلورو الميثان. وُضعت الأوعية داخل حاضنة اهتزازية من طراز (JSR) JSOS-500 بسرعة اهتزاز G 150 ودرجة حرارة ثابتة 25°م لمدة ساعة كاملة، مما ساعد على زيادة كفاءة الاستخلاص (Yield). جرى تكرار النقع مرتين باستخدام 200 مل من المذيب في كل مرة، ثم دمجت الخلاصات الناتجة.

(3) المعالجة النهائية للمستخلصات

رُشّحت الخلاصات المجمعة باستخدام ورق ترشيح عالي الجودة ذي مسامات دقيقة لإزالة الشوائب غير الذائبة. بعد ذلك، تم تركيز الرشاحة باستخدام المبخر الدوّار لتقليل حجم المذيب وزيادة تركيز المركبات الفيرومونية الفعالة. وأخيراً، حُفظت المستخلصات في عبوات محكمة الإغلاق داخل مجمد عند -20°م حتى استخدامها في التحاليل الكيميائية أو التجارب البيولوجية اللاحقة.



شكل رقم (2): مراحل استخلاص الفيروسات.

تم حساب مردود استخلاص الفيروسات باستخدام المعادلة التالية:

$$[\text{كمية الاستخراج} = \text{وزن المستخلص النهائي} / \text{وزن العينة} \times 100]$$

❖ تحليل المستخلص العضوي

تم تحليل المستخلص العضوي الناتج باستخدام جهاز كروماتوغرافيا الغاز المقترن بمطياف الكتلة (GC-MS) من طراز Chromatec-Crystal 5000 المزود بكاشف رباعي الأقطاب (Quadrupole) لزيادة دقة تحديد المركبات الفيرومونية. استخدم في التحليل عمود فصل كروماتوغرافي من نوع BP-5MS بطول 30 متر وقطر داخلي 250 ميكرومتر، مغطى بطبقة ثابتة سمكها 0.25 ميكرومتر مكونة من 5% فينيل بولي سيلفينيلين-سيلوكسان.

تم ضبط ظروف التشغيل على النحو التالي:

- درجة حرارة المحقن: 300°م
- درجة حرارة مصدر الأيونات: 280°م
- درجة حرارة الكاشف الكتلي الانتقائي: 150°م
- درجة حرارة واجهة التوصيل: 300°م
- غاز حامل: هيليوم بنسبة نقاوة 99.99%، بسرعة تدفق 30.000 سم³/ثانية
- حجم الحقن: 1.0 ميكروليتر من المستخلص الممدد في الهكسان النظامي (n-hexane) بنسبة (V/V 1:100)
- نسبة الانقسام: 1:25

برنامج حرارة الفرن:

- i. درجة حرارة ابتدائية 50°م لمدة 5.5 دقائق.
- ii. رفع الحرارة بمعدل 10°م/دقيقة حتى 290°م.
- iii. تثبيت درجة الحرارة عند 300°م لمدة 5 دقائق (مرحلة ما بعد التشغيل).
- iv. المدة الكلية للتحليل: 35.50 دقيقة.

❖ تحديد الهوية الكيميائية

تم تحديد بنية وهوية المركبات الكيميائية من خلال مقارنة الأطياف الكتلية الناتجة مع قاعدة بيانات NIST (National Institute of Standards and Technology, USA). إضافة إلى ذلك، حُسب معامل الاحتفاظ (Retention Index, RI) لكل مركب وفق طريقة كوفاتس (Kovats, 1958)، وذلك بحقن سلسلة متجانسة من الألكانات النظامية C8 - C22 كمعايير مرجعية، ثم حساب قيم RI باستخدام المعادلة التالية:

$$RI = 100 \times \left[n + \frac{RT(sample) - RT(n)}{RT(N) - RT(n)} \right]$$

حيث:

✓ RI: معامل الاحتفاظ للمركب

✓ RT(sample): زمن احتفاظ العينة

✓ RT(n): زمن احتفاظ الألكان الأقرب ذو عدد ذرات كربون أقل من العينة

✓ RT(N): زمن احتفاظ الألكان الأقرب ذو عدد ذرات كربون أكبر من العينة

✓ n, N: عدد ذرات الكربون في الألكانين المرجعيين

تم اختيار هذه الطريقة لكون معامل الاحتفاظ لا يعتمد على الزمن الفعلي أو ظروف العمود، مما يتيح مقارنة القيم مع البيانات المرجعية المنشورة لتحديد المركبات غير المعروفة بدقة عالية.

بعد الانتهاء من التحليل، حُفظ المستخلص العضوي في عبوات محكمة الإغلاق، ووضع في براد مخبري لحين استخدامه في التطبيقات البيولوجية على الإناث.

❖ تصميم التجربة على الإناث

أُجريت التجارب على إناث أغنام العواس في محطة أبحاث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). بلغ عدد الحيوانات المستخدمة في الدراسة 136 أنثى تراوحت أعمارها بين 3 و5 سنوات، بمتوسط وزن 43 ± 2 كغ. تم توفير جميع متطلبات الرعاية البيطرية، بما في ذلك التغذية المتوازنة والتحصينات الوقائية الروتينية.

لإلغاء أي تأثير فيروموني محتمل من الذكور، جرى عزل النعاج المستخدمة في التجربة عن الكباش عزلاً تاماً لمدة لا تقل عن ثلاثة أسابيع قبل بدء الإجراءات التجريبية. بعد فترة العزل، تم توزيع الإناث عشوائياً إلى مجموعات متساوية، بحيث ضمت كل مجموعة 17 أنثى.



شكل رقم (3): حيوانات التجربة.

تم تصميم التجارب وفق المخطط الآتي:

1. التجربة الأولى – خارج الموسم التناسلي (1 كانون الثاني 2022 – 1 آذار 2022):

تم تنفيذ التجربة الأولى خارج الموسم التناسلي، حيث جرى توزيع الإناث إلى أربع مجموعات تجريبية متساوية (N = 17 في كل مجموعة) كما يلي:

أ. المجموعة الأولى – مستخلص صوف الكباش:

تم وضع 15 مل من مستخلص صوف ذكور الأغنام على قطعة شاش معقمة، ثم وُضعت داخل قناع صُمم خصيصاً ليثبت على أنف النعاج، بحيث يحتوي على قطعة الشاش المشبعة بالمستخلص. طُبّق هذا الإجراء لمدة 4 أيام بمعدل نصف ساعة (3 مرات) يومياً.

ب. المجموعة الثانية – مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي:

تم وضع 15 مل من مستخلص شعر ذكور الماعز الشامي على قطعة شاش معقمة، ثم أُدخلت داخل القناع المخصص نفسه وال مثبت على أنف النعاج، وبداخله قطعة الشاش المشبعة بالمستخلص. استمر التطبيق بنفس البرنامج الزمني للمجموعة الأولى (4 أيام بمعدل نصف ساعة 3 مرات يومياً).

ج. المجموعة الثالثة – ذكور كباش العواس الحية (المجموعة الشاهدة):

تم إدخال ذكر واحد إلى الإناث لمدة 4 أيام، بواقع ثلاث مرات يومياً، ولمدة نصف ساعة في كل مرة.

IV. المجموعة الرابعة - المعاملة بالإسفنجات المهبلية:

تم إدخال إسفنجات مهبلية مشبعة بـ 60 ملغ من هرمون البروجستيرون الصناعي (Medroxy Progesterone Acetate) من نوع Intravaginal Sponges – HPRA، وجرى تثبيتها داخل المهبل لمدة 14 يوماً، ثم أُزيلت في نهاية الفترة المحددة.



شكل رقم (4): تركيب الاسفنجات المهبلية.

2. التجربة الثانية – داخل الموسم التناسلي (3 تموز 2022 – 15 أيلول 2022):

أُجريت التجربة الثانية داخل الموسم التناسلي، حيث جرى توزيع الإناث إلى أربع مجموعات تجريبية متساوية بنفس عدد الأفراد في التجربة الأولى ($N = 17$ في كل مجموعة) كما يلي:

I. المجموعة الأولى – مستخلص صوف الكباش:

تم وضع 15 مل من مستخلص صوف ذكور الأغنام على قطعة شاش معقمة، ثم وُضعت داخل قناع صُمم خصيصاً ليثبت على أنف النعاج، بحيث يحتوي على قطعة الشاش المشبعة بالمستخلص. طُبّق هذا الإجراء لمدة 4 أيام بمعدل نصف ساعة (3 مرات) يومياً.

II. المجموعة الثانية – مستخلص شعر تيروس الماعز الشامي:

تم وضع 15 مل من مستخلص شعر ذكور الماعز الشامي على قطعة شاش معقمة، ثم أُدخلت داخل القناع المخصص نفسه والمثبت على أنف النعاج، وبداخله قطعة الشاش المشبعة بالمستخلص. استمر التطبيق بنفس البرنامج الزمني للمجموعة الأولى (4 أيام بمعدل نصف ساعة 3 مرات يومياً).

III. المجموعة الثالثة – ذكور كباش العواس الحية (المجموعة الشاهدة):

تم إدخال ذكر واحد إلى الإناث لمدة 4 أيام، بواقع ثلاث مرات يومياً، ولمدة نصف ساعة في كل مرة.

IV. المجموعة الرابعة – المعاملة بالإسفنجات المهبلية:

تم إدخال إسفنجات مهبلية مشبعة بـ 60 ملغ من هرمون البروجستيرون الصناعي (Medroxy Progestosterone Acetat) من نوع HPRA – Intravaginal Sponges، وجرى تثبيتها داخل المهبل لمدة 14 يوماً، ثم أُزيلت في نهاية الفترة المحددة.



شكل رقم (5): مجموعات التجربة التي وضع لها القناع الخاص بالمستخلصات.

❖ المعايرة الهرمونية

تم اختيار خمس نعاج بشكل عشوائي من كل مجموعة تجريبية، وُجمعت عينات الدم منها في عدة أوقات بهدف قياس تراكيز هرموني الهرمون اللوتيني (LH) والبروجستيرون (P4).

سُحبت كمية 5 مل من الدم من الوريد الوداجي لكل حيوان باستخدام أنابيب مفرغة (Vacutainer) تحتوي

على مادة الهيبارين كمضاد للتخثر، وذلك وفق البرنامج الزمني الآتي:

1. قبل بدء المعاملة مباشرة لقياس القيم القاعدية لكل من LH والبروجستيرون.

2. بعد 1 و 10 و 20 ساعة من تطبيق المعاملة لمعايرة LH.

3. بعد 5 و 30 يوماً من تطبيق المعاملة لمعايرة P4.



شكل رقم (6): سحب عينات الدم من حيوانات التجربة.

تم فصل عينات الدم باستخدام جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة/دقيقة لمدة 20 دقيقة، ثم نُقلت البلازما إلى أنابيب خاصة محكمة الإغلاق (أنبوبان لكل عينة) وحُزنت عند درجة حرارة -20°م لحين إجراء التحاليل.

1. تقدير تركيز الهرمون اللوتيني (LH):

تم تقدير تركيز الهرمون اللوتيني (LH) باستخدام تقنية المقايسة المناعية المرتبطة بالإنزيم (ELISA) في مخبر

متبقيات العقاقير البيطرية ومحفزات النمو - قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرية، دمشق.

أُجري التحليل باستخدام مجموعة تحليل جاهزة من نوع (Sheep LH ELISA Kit) من شركة Bio Site

رقم الكتالوج: (EKX-RZIJ7D-96)، والتي تحتوي على جميع المكونات والمحاليل اللازمة لإجراء الفحص. تم

تحضير السلسلة العيارية للهرمون بتركيزات تراوحت بين 0 و 20 نانوغرام/مل، وتمت قراءة الامتصاصية باستخدام

قارئ ELISA من نوع Human (ألمانيا).

II. تقدير تركيز هرمون البروجسترون (P4):

تم تقدير تركيز هرمون البروجسترون (P4) باستخدام تقنية ELFA في مخبر متبقيات العقاقير البيطرية ومحفزات

النمو - قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرية، دمشق.



شكل رقم (7): مراحل المعايرة الهرمونية لعينات الدم.

أُجري التحليل باستخدام مجموعة تحليل جاهزة من نوع (ProgesteroneVIDAS®) من شركة bioMérieux رقم

الكتالوج: (01-30409)، وهي تعتمد على تقنية ELFA (Enzyme-Linked Fluorescent Assay).

وقد تم تنفيذ التحاليل باستخدام جهاز VIDAS® (فرنسا)، المخصص لتحاليل الـ ELFA وذو كفاءة عالية في التحليل

الآلي النصف أوتوماتيكي بتركيزات تراوحت بين 0.1 و 40 نانوغرام/مل.

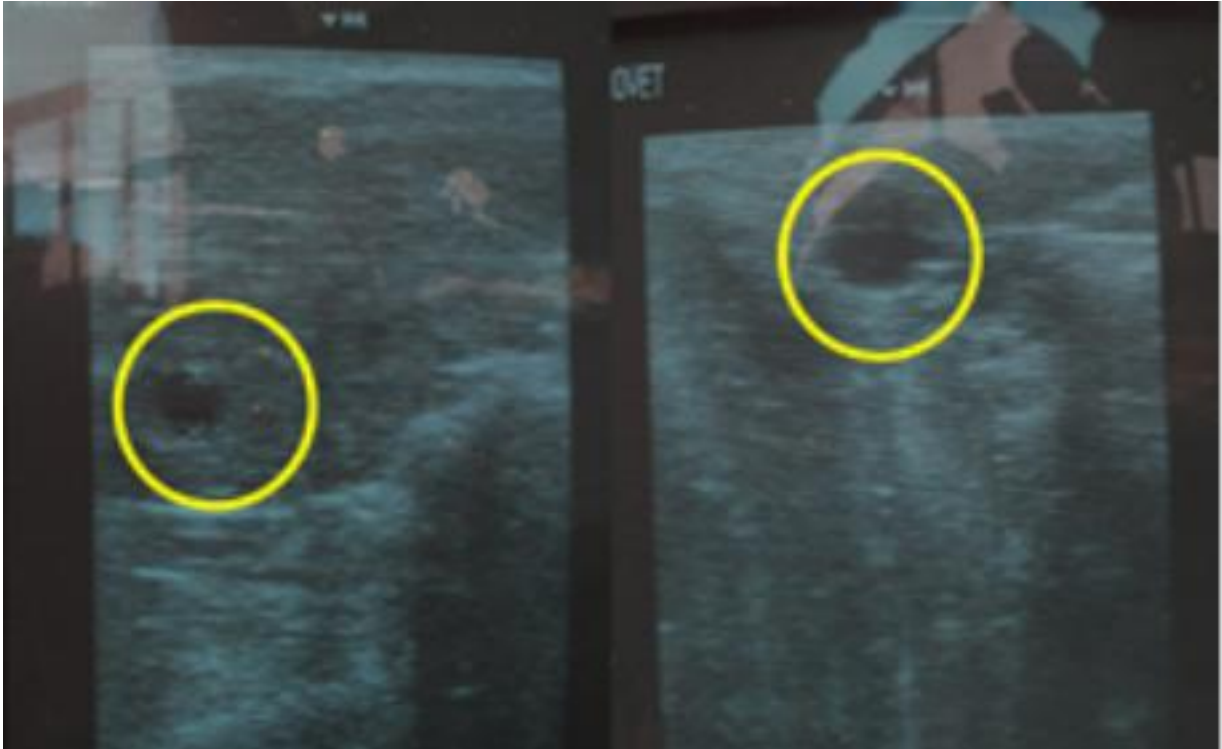
❖ فحص المبايض

تم إجراء فحص لمبايض خمس نعاج مختارة عشوائياً من كل مجموعة عند الفترات الزمنية 0 و 48 و 96 ساعة بعد انتهاء المعاملة، باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية (HS، Honda Electronics، VET-2000) المزود بشاشة فيديو مدمجة ويعمل بتقنية المسح الخطي اللحظي (B-Mode Linear Real Time). استُخدم مسبار خطي عبر المستقيم بتردد 7.5 ميغاهرتز لتحديد المواقع النسبية للجريبات على كل مبيض وقياس أقطارها بدقة باستخدام المسماك، مع وضع جلّ خاص كوسط ناقل بين رأس المسبار والمخاطية المستقيمة. ولأغراض التوصيف، جرى تصنيف الجريبات إلى صغيرة (> 3 مم)، ومتوسطة (3-6 مم)، وكبيرة (< 6 مم)، وذلك لمتابعة التغيرات المورفولوجية على سطح المبايض خلال الفترات المدروسة.



شكل رقم (8): فحص المبايض باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية باستخدام مسبار خطي عبر المستقيم بتردد

MHz (7.5)



شكل رقم (9): فحص المبايض باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية باستخدام مسبار خطي عبر المستقيم بتردد (7.5) MHz، وتظهر الجريبات المكتشفة على المبايض ضمن الدوائر الصفراء.

❖ التحليل الإحصائي

تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS الإصدار 22، وذلك من خلال تطبيق الاختبارات الإحصائية الآتية:

1. لاختبار الفروق في قطر وعدد الجريبات المبيضية بين المجموعات والفترات الزمنية، استخدم اختبار Two Way ANOVA.

2. لدراسة تأثير هرمون LH بين المجموعات وفي الفترات الزمنية المختلفة، استخدم كل من اختبائي Two Way ANOVA و One Way ANOVA.

3. لتحليل تأثير هرمون البروجسترون بين المجموعات وفي الفترات الزمنية المختلفة، استُخدم كلٌّ من اختباري Two Way ANOVA و One Way ANOVA.

4. لدراسة الفروق في ظهور الشبق بين المجموعات، استُخدم اختبار Chi-Square، إضافةً إلى اختبار Mann-Whitney للمقارنة بين كل مجموعة والمجموعة الشاهدة.

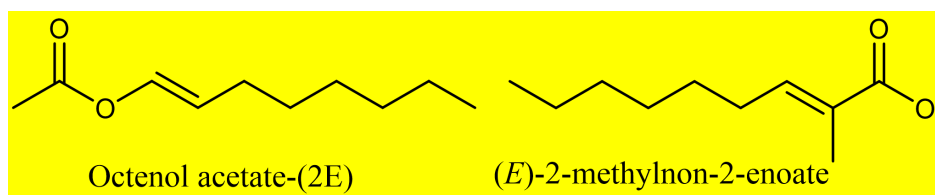
نتائج البحث

❖ أولاً: تحليل المستخلصات وتحديد مكوناتها الكيميائية

أظهر التحليل الكيميائي النوعي للمستخلصات المستحصلة من ذكور المجترات الصغيرة (تيوس الماعز الشامي وكباش الأغنام العواس) خلال موسم التناسل، والمُنْفَذ بهدف فصل وتحديد المركبات العضوية المكوّنة للمستخلصات، تنوعاً ملحوظاً في طبيعة المركبات المكتشفة. وقد شمل هذا التنوع طيفاً واسعاً من الفئات الوظيفية، بما في ذلك الألهيدات، والكحولات (الأغوال)، والإسترات، والكي-tonات، والأحماض الدهنية، والمركبات الهيدروكربونية، بالإضافة إلى مركبات أخرى متنوعة ذات تراكيب كيميائية مميزة.

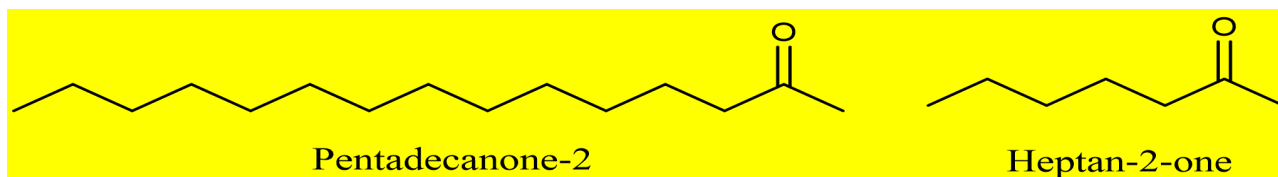
يوضح الجدول رقم (2) أهم المركبات التي تم تحديدها، مصنّفة وفق مجموعاتها الكيميائية الرئيسية، وهي: الألهيدات، الكحولات، الكي-tonات، الأحماض الكربوكسيلية، والإسترات.

وقد ضمت مجموعة الألهيدات مركبات معروفة بدورها في التواصل الكيميائي، مثل Hexanal وHeptanal، بينما شملت مجموعة الكحولات مركبات طويلة السلسلة، مثل Nonadienol وTetradecanol، التي قد تسهم في النقل الكيميائي عبر الجلد أو الشعر. أما فئة الإسترات فقد احتوت على مركبات عطرية، من أبرزها Methyl-(2E)-nonenoate وOctenol acetate-(2E)، والتي يُحتمل أن يكون لها تأثيرات في السلوك التناسلي عبر الإشارات الفيرومونية.

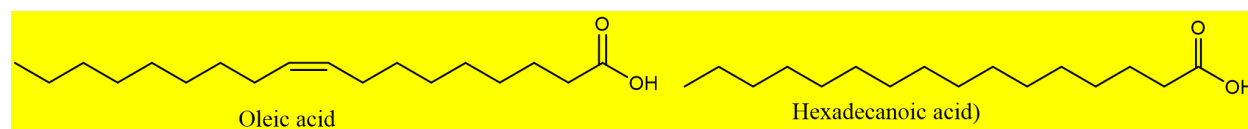


وهي مركبات معروفة بخصائصها الجاذبة بيولوجياً، لاسيما للحشرات والثدييات، مما يعزز احتمالية دورها في نقل الإشارات الكيميائية ضمن السياق التناسلي. ومن ناحية أخرى، تم التعرف على مركبات من فئة الكي-tonات، مثل

Heptan-2-one و Pentadecanone-2، والتي يُعتقد أنها تسهم في عمليات التمييز الكيميائي بين الأفراد، الأمر الذي قد يكون ذا أهمية في التعرف المتبادل وتحديد الشريك.



كما لوحظ أيضاً وجود أحماض دهنية ذات أهمية بيولوجية، مثل Hexadecanoic Acid و Oleic Acid، والتي يُحتمل أن تسهم بشكل غير مباشر في تخليق أو تعديل المركبات الفيرومونية، سواء من خلال كونها طليعة (precursors) لهذه المركبات أو عبر تأثيرها في استقرارها وانتشارها.



أظهر التحليل كذلك وجود مركبات هيدروكربونية مشبعة وغير مشبعة، مثل Dodecane و Hexadecene-1، والتي قد تلعب أدواراً محتملة في عملية التوصيل الكيميائي، سواء من خلال مساهمتها في نشر الإشارة الفيرومونية أو في تعزيز ثباتها على الأسطح الحيوية.



وأخيراً، تم التعرف على مركبات أخرى ذات بنى جزيئية معقدة، مثل dimethyl-1,2,4-trithiolane-3,5 و (5E,9E)-Farnesyl acetate، والتي يُرجَّح أن تؤدي أدواراً متقدمة في نقل الإشارات السلوكية أو الفيزيولوجية، نظراً لخصائصها الكيميائية الفريدة وقدرتها المحتملة على التأثير في مسارات التواصل بين الأفراد.

جدول رقم (2): المركبات الكيميائية ضمن المستخلصات.

Aldehydes	Alcohols	Esters	Ketones	Acids	Hydrocarbons	مركبات أخرى
Hexanal	Hexanol <3-methylthio-1->	Hexadienol isobutanoate	Heptan-2-one <6-methyl-6-(3-methylphenyl)->	Hexadecanoic acid	Dodecane	3,5-dimethyl- 1,2,4-trithiolane
Heptanal	Nonadienol	Octenol acetate <(2E)->	Pentadecanone <2->	Linoleic acid	Longifolene	5,6-dihydro- 2,4,6-trimethyl- 4H-1,3,5- dithiazine
Nonadienal	Tetradecanol <n->	Octanol acetate		Oleic acid	Caryophyllene <(E)->	Isophorone <4- methylene->
Decanal	Hexadecanol <n->	Linalool formate			Tridecene <1->	Sabinene hydrate acetate <cis->
Tetradecanal	Octadecanol <n->	Methyl-(2E)- nonenoate			Hexadecene <1->	Farnesyl acetone <(5E,9E)->
Tridecanal		Methyl nonanoate			Nonadecane <n->	Isophytol
4-ethyloctanal		Hexenyl 2- methyl butanoate <(3Z)->			Eicosene <1->	
		Bornyl angelate				
		Ethyl dodecanoate				
		Ethyl hexadecanoate				

ثانياً: المؤشرات الفيزيولوجية والهرمونية المرتبطة بالاستجابة لتأثير الذكر

في إطار البحث عن بدائل طبيعية وفعّالة لتحفيز وتحسين الكفاءة التناسلية لدى المجترات الصغيرة، جرى في هذه الدراسة تحليل مجموعة من المؤشرات الفيزيولوجية والهرمونية المرتبطة بالاستجابة للتنبية الفيرموني الناتج عن الذكور الحية أو المستخلصات الفيرمونية المأخوذة من الشعر والصوف.

وقد ركزت منهجية البحث على أربعة مؤشرات رئيسية:

1. **ديناميكيات الهرمون اللوتيني (LH):** بوصفه مؤشراً فورياً ومباشراً على استجابة الجهاز التناسلي الأنثوي للمحفزات الفيرمونية الكيمياحسية، وذلك عبر تتبع التغيرات الزمنية في تركيزه في الدم بعد التعرض للمحفزات داخل وخارج الموسم التناسلي.
2. **تركيز هرمون البروجسترون (P4):** كمؤشر حيوي يعكس نشاط الجسم الأصفر، ويتيح فهماً للتغيرات في الحالة التناسلية بعد تطبيق المعاملات، بما يساهم في تقييم أثرها على استمرارية وتحفيز النشاط التناسلي على المدى المتوسط.
3. **نسب تحفيز الشبق الظاهري:** كمؤشر سلوكي خارجي يعكس فعالية الفيرمونات المستخلصة مقارنة بالذكور الحية والمعاملات الهرمونية التقليدية (مثل الإسفنجيات)، مع مراعاة الفروقات الموسمية في الاستجابة.
4. **قياس قطر الجريبات المبيضية:** باستخدام التصوير بالأمواج فوق الصوتية لتحديد التغيرات في حجم الجريبات وتصنيفها وفق أقطارها، بما يتيح الربط بين الاستجابة الفسيولوجية والتأثير الفيرموني أو المعاملة المطبقة.

i. تحليل ديناميكيات التغير في تركيز هرمون LH داخل وخارج موسم التناسل:

تمت دراسة التغيرات الزمنية في مستويات الهرمون اللوتيني (LH) عند الإناث، وذلك بعد مرور 1 ساعة، 10 ساعات، و 20 ساعة من التعرض لمحفزات كيميائية مختلفة، في حالتها خارج وداخل موسم التناسل.

• أولاً - خارج موسم التناسل (المخطط 1):

أظهرت النتائج أن مجموعة مستخلص صوف الكباش كانت الأكثر تحفيزاً لإفراز LH، حيث بلغ تركيز الهرمون (3.22) بعد ساعة واحدة من التحفيز، ثم تراجع تدريجياً إلى (2.98) بعد 10 ساعات، ووصل إلى (1.92) بعد 20 ساعة.

أما مجموعة مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي فقد سجلت نمطاً زمنياً مشابهاً بارتفاع أولي (3.6) تبعه انخفاض إلى (2.78) ثم (1.6)، مما يعكس استجابة قوية وسريعة تتضاءل بمرور الوقت.

في مجموعة الكباش الحية، كانت الاستجابة الأولية عالية (3.56) ثم انخفضت إلى (2.84) وبعدها (1.88). في المقابل، أظهرت مجموعة الإسفنجيات أدنى استجابة، إذ بلغت القيم (1.354، 1.118، و 0.404) على التوالي، مع ملاحظة تباين أكبر بين الأفراد (انحراف معياري أعلى) مما يشير إلى ضعف التجانس في الاستجابة.

• ثانياً - داخل موسم التناسل (المخطط 2):

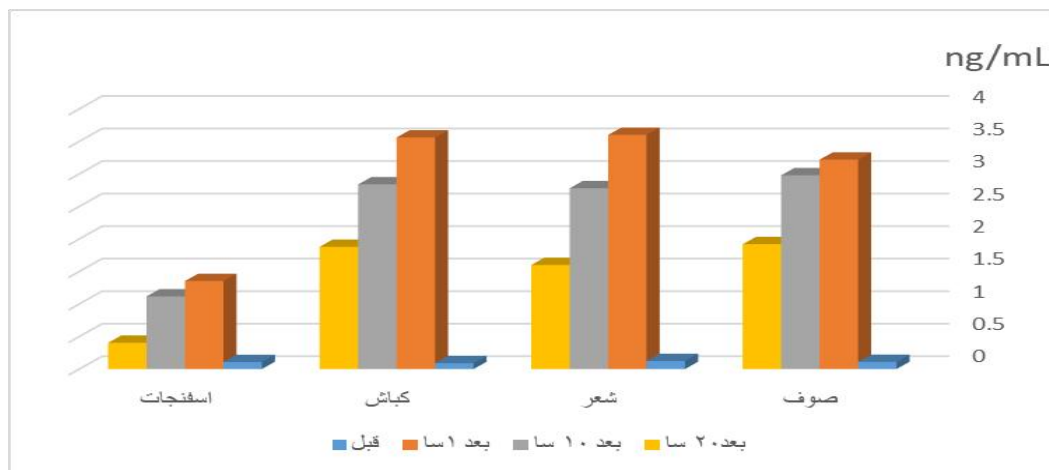
في هذه الحالة، كانت الاستجابات الهرمونية أقل بشكل عام مقارنة بفترة خارج الموسم، حيث سجلت مجموعة الكباش الحية أعلى قيمة (0.546) بعد ساعة، تلتها مجموعة مستخلص صوف الكباش (0.55)، ثم مجموعة مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي (0.502).

الاختلاف بين المجموعات كان أقل وضوحاً، ويُحتمل أن السبب يعود إلى وجود نشاط تناسلي طبيعي قائم لدى الإناث في الموسم، مما يقلل من حساسيتهن للمحفزات الفيرمونية الخارجية. أما مجموعة الإسفنجيات فقد سجلت أدنى استجابة (0.262) بعد 20 ساعة.

أظهر اختبار تحليل التباين للقياسات المتكررة وجود فروق معنوية عالية بين متوسطات تركيز LH على مدار الفترات الزمنية المختلفة سواء داخل أو خارج الموسم ($P=0.000$)، مع قيم LSD بلغت (0.649) خارج الموسم و(0.63) داخله.

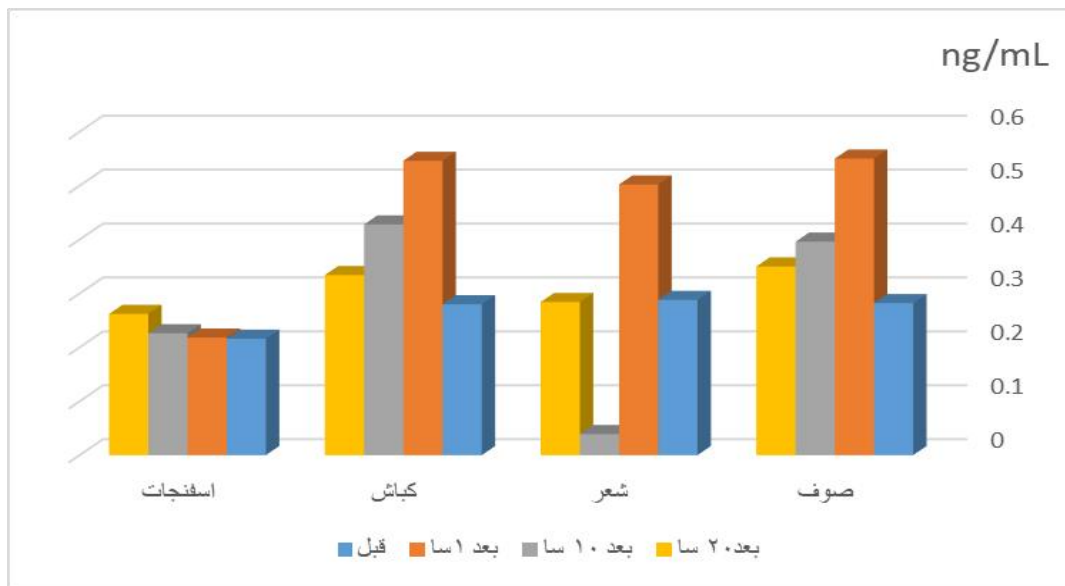
تؤكد هذه النتائج التأثير الزمني الواضح على فعالية التحفيز الكيمياحي، كما تبرز أهمية نوع العينة الفيرمونية المستخدمة في تحديد شدة الاستجابة ومدتها.

معدلات زيادة هرمون LH بين مجموعات التجربة



اسفنجيات	كباش	شعر	صوف	
0.108	0.09	0.124	0.11	قبل
1.354	3.56	3.6	3.22	بعد 1 سا
1.118	2.84	2.78	2.98	بعد 10 سا
0.404	1.88	1.6	1.92	بعد 20 سا

مخطط رقم (1): معدلات زيادة هرمون LH بين مجموعات التجربة خارج الموسم التناسلي



صفوف	شعر	كباش	اسفنجات	
0.282	0.288	0.28	0.216	قبل
0.55	0.502	0.546	0.218	بعد 1 سا
0.396	0.0392	0.428	0.226	بعد 10 سا
0.35	0.284	0.334	0.262	بعد 20 سا

مخطط رقم (2): معدلات زيادة هرمون LH بين مجموعات التجربة داخل الموسم التناسلي.

ii. تحليل ديناميكيات التغير في تركيز البروجستيرون (P4) داخل وخارج موسم التناسل:

يُمثل هرمون البروجستيرون (P4) مؤشراً حيوياً بالغ الأهمية لتقييم الوظيفة التناسلية عند الإناث، إذ يعكس نشاط الجسم الأصفر ويُعدّ دليلاً على حدوث الإباضة أو الحمل. وانطلاقاً من ذلك، هدفت الدراسة الحالية إلى تحديد أثر المعاملة الهرمونية على تركيز هرمون P4 لدى الإناث التجريبية عبر ثلاث فترات زمنية (قبل المعاملة، بعد 5 أيام، وبعد 30 يوماً)، وذلك داخل وخارج الموسم التناسلي. وقد جرى تحليل البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) للكشف عن الفروق المعنوية بين المجموعات.

• أولاً - خارج موسم التناسل (المخطط 3):

أظهرت النتائج أن مجموعة الإسفنجيات كانت الأكثر استجابة للمعاملة، إذ ارتفع تركيز P4 من قيمة أساسية منخفضة (0.528) قبل المعاملة إلى (3.88) بعد 5 أيام، ثم بلغ ذروته عند (5.66) بعد 30 يوماً.

أما مجموعة الكباش الحية فقد سجلت ارتفاعاً تدريجياً من (0.472) إلى (3.54) ثم (4.82)، في حين أظهرت مجموعة مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي نمطاً مشابهاً بدأ عند (0.486) وارتفع إلى (3.46) ثم (4.72).

بالمقابل، كانت الزيادة في مجموعة الشاهد أقل وضوحاً، إذ تراوحت القيم بين (0.508) قبل المعاملة و(2.34) بعد 30 يوماً، وهو ما يعكس تأثيراً محدوداً للمعاملة في غياب محفز مباشر.

• ثانياً - داخل موسم التناسل (المخطط 4):

في هذه الحالة، كانت القيم الأساسية قبل المعاملة أعلى نسبياً مقارنة بخارج الموسم (تراوحت بين 0.98 و1.12 نانوغرام/مل)، مما يعكس نشاطاً تناسلياً قائماً بشكل طبيعي.

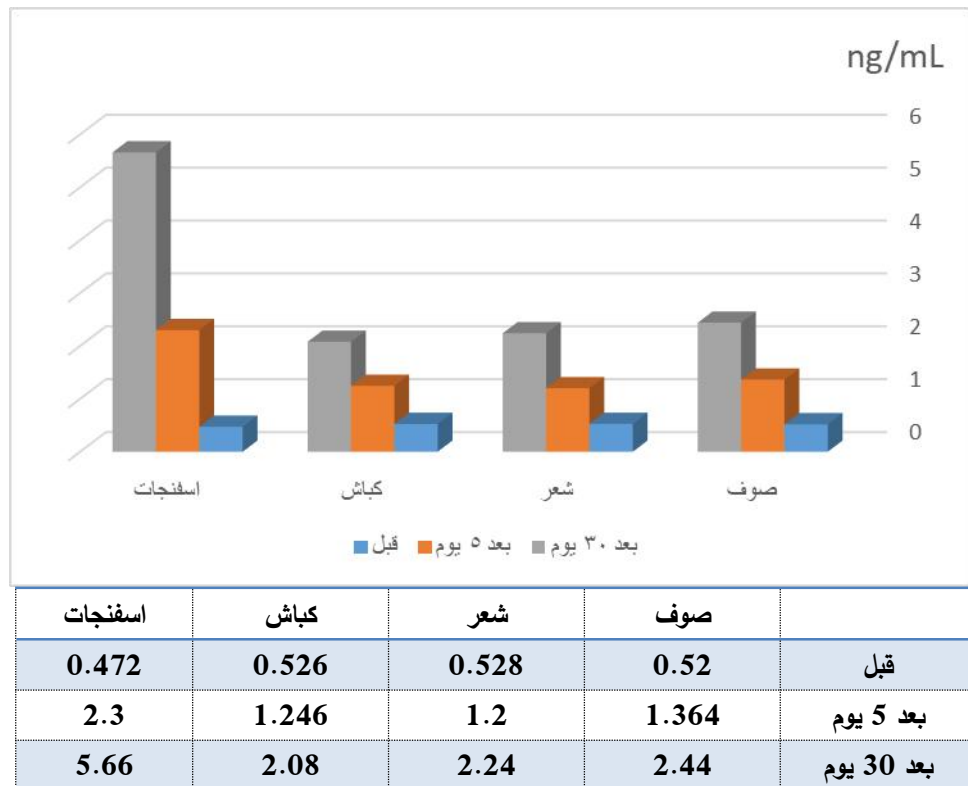
ورغم ذلك، استمر تأثير المعاملة الهرمونية بوضوح، حيث سجلت مجموعة الإسفنجيات أعلى استجابة بعد 30 يوماً (8.44) تلتها مجموعة الكباش الحية (6.82) ثم مجموعة مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي (6.58).

أما مجموعة الشاهد فبقيت عند مستويات أقل (3.22) بعد 30 يوماً، وهو ما يدل على أن التأثير التحفيزي للعلاجات كان بارزاً حتى في ظل وجود النشاط التناسلي الموسمي.

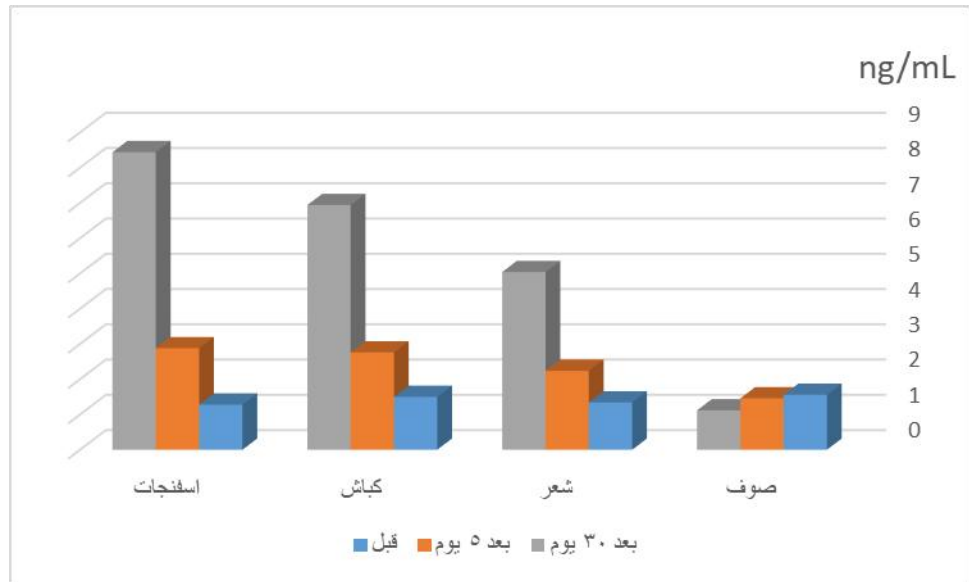
أظهر اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) وجود فروق معنوية عالية بين متوسطات تركيز P4 عبر الفترات الزمنية المختلفة سواء داخل أو خارج الموسم ($P = 0.000$)، حيث بلغت قيمة LSD (0.564) خارج الموسم و(0.4) داخله.

وتؤكد هذه النتائج أن الاستجابة الزمنية للمعاملة الهرمونية كانت واضحة في كلا الموسمين، مع تفوق نسبي داخل الموسم نتيجة التوافق مع الظروف الفيزيولوجية والبيئية الداعمة للنشاط التناسلي الطبيعي.

معدلات زيادة هرمون P4 بين مجموعات التجربة:



مخطط رقم (3): معدلات زيادة هرمون P4 بين مجموعات التجربة خارج الموسم التناسلي.



اسفنجات	كباش	شعر	صوف	
1.28	1.5	1.34	1.56	قبل
2.88	2.76	2.24	1.46	بعد 5 يوم
8.44	6.94	5.04	1.12	بعد 30 يوم

مخطط رقم (4): معدلات زيادة هرمون P4 بين مجموعات التجربة داخل الموسم التناسلي.

iii. تحفيز الشبق:

يُعدّ معدل تحفيز الشبق من المؤشرات الأساسية لتقييم استجابة الجهاز التناسلي للمثيرات الفيرومونية المختلفة. ويعرض الجدول (3) مقارنةً بين كفاءة أربعة محفّزات فيرومونية هي: مستخلص صوف الكباش، مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي، الكباش الحية، والإسفنجات الهرمونية، وذلك في كلّ من داخل وخارج الموسم التناسلي.

أظهرت النتائج أن نسب تحفيز الشبق خارج الموسم بلغت على التوالي: 82.35%، 76.47%، 76.47%، و88.23% لكل من المجموعات الأربع المذكورة. أما داخل الموسم فقد ارتفعت النسب نسبياً لتصل إلى: 82.35%، 76.47%، 88.23%، و94.11% على الترتيب.

يتضح من هذه المعطيات وجود تباين ملحوظ في فعالية المحفزات، حيث حققت مجموعة الإسفنجيات الهرمونية أعلى نسبة استجابة في كلا الموسمين، وبخاصة خلال الموسم التناسلي (94.11%). كما أظهر وجود الذكور الحية أثراً أوضح داخل الموسم (88.23%) مقارنة بخارجه (76.47%). وبالمقارنة بين المستخلصات الفيرمونية، فقد تفوق مستخلص صوف الكباش تفوقاً طفيفاً على مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي في الموسمين معاً.

أظهر التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام اختبار كاي (Chi-Square Test) وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية ($P < 0.05$) بين نسب الاستجابة في المجموعات المختلفة، وهو ما انعكس في اختلاف الحروف الإحصائية (a, b, c) ضمن أعمدة الجدول. وتشير هذه النتائج إلى تميّز مجموعة الإسفنجيات معنوياً عن بقية المجموعات، ولا سيما داخل الموسم التناسلي، في حين تقاربت نسب الاستجابة بين مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي والذكور الحية خارج الموسم.

جدول رقم (3): نسب تحفيز الشبق ضمن مجموعات التجربة.

داخل الموسم التناسلي		خارج الموسم التناسلي		المجموعة/الموسم
نسبة الحيوانات الشبقية	عدد الحيوانات المدروسة	نسبة الحيوانات الشبقية	عدد الحيوانات المدروسة	
^a % (82.35)	17	^a % (82.35)	17	(مستخلص صوف الكباش)
^b % (76.47)	17	^b % (76.47)	17	(مستخلص شعر تيوس الماعز الشامي)
^b % (88.23)	17	^b % (76.47)	17	(ذكور حية)
^c % (94.11)	17	^b % (88.23)	17	اسفنجات مهبلية

* تشير الأحرف المختلفة (a,b,c) ضمن العمود الواحد إلى وجود فروقات معنوية ($P < 0.05$) بين مجموعات الدراسة.

iv. النمو الجريبي والإباضة:

أظهرت نتائج متابعة تطوّر الجريبات ضمن الفئات القطرية الثلاث (> 3 مم، $3 - 6$ مم، < 6 مم) تبايناً واضحاً في استجابة الإناث للمعاملات الفيرمونية والهرمونية عبر الزمن، سواء داخل الموسم التناسلي أو خارجه.

في القياسات الأولية (0 ساعة)، سادت الجريبات الصغيرة (> 3 مم) في جميع المجموعات، وسجلت أعلى نسبة في مجموعة الكباش الحية خارج الموسم، بينما توزعت الفئات الأخرى بشكل محدود، مما يعكس انخفاض النشاط الجريبي في هذه المرحلة.

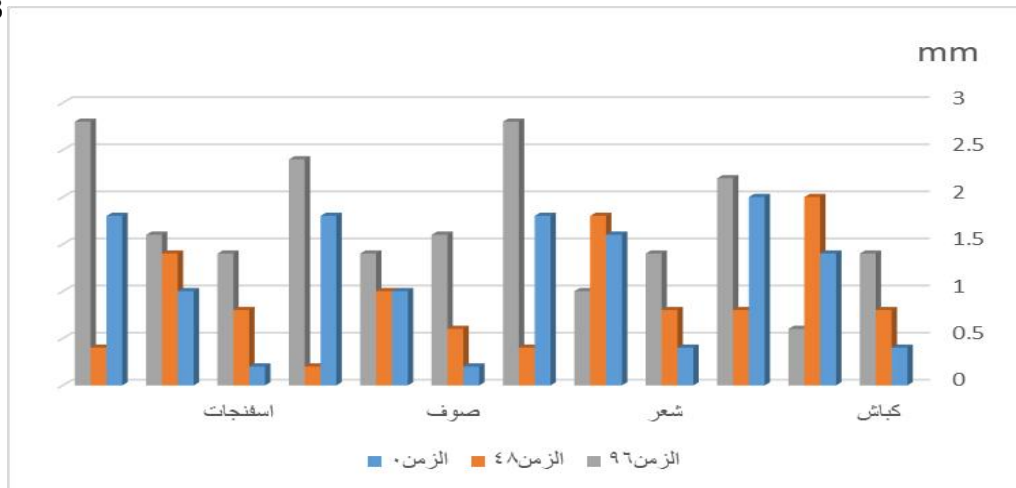
بعد 48 ساعة خارج الموسم، برزت استجابة مميزة في مجموعة الكباش الحية، حيث ارتفع عدد الجريبات الكبيرة (< 6 مم) إلى 12 جريباً، وهو أعلى معدل مسجل، مما يدل على تحفيز قوي للنمو السريع والنضج الجريبي. في

المقابل، أظهرت الجريبات المتوسطة (3-6مم) قيماً معتدلة، بينما انخفضت نسب الجريبات الصغيرة، بما يشير إلى انتقال فعلي نحو المراحل المتقدمة من النمو الجريبي.

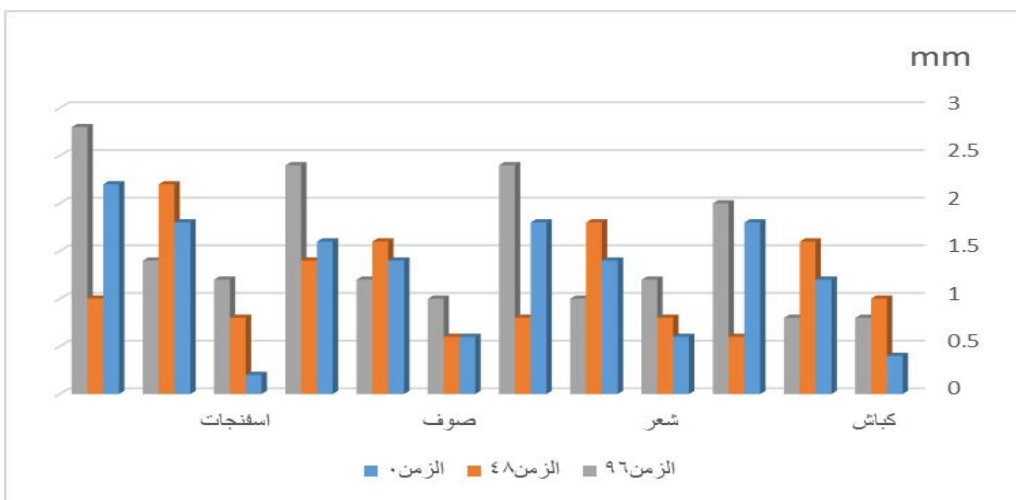
عند 96 ساعة خارج الموسم، تركزت غالبية الجريبات في الفئة المتوسطة (3-6مم)، خاصة في مجموعة الكباش الحية، في حين حافظت مجموعة الإسفنجيات الهرمونية على نمط ضعيف نسبياً في جميع الفئات، مما يعكس محدودية تأثيرها خارج الموسم.

أما داخل الموسم التناسلي، فقد بدت الفروق أقل وضوحاً، إذ سجلت كل من الكباش الحية ومستخلص صوف الكباش ومستخلص شعر التيوس الشامي أعداداً متقاربة من الجريبات الكبيرة (<6 مم) عند 96 ساعة، وهو ما يعكس الطبيعة المحفزة للبيئة الموسمية، والتي تُسرّع من الانتقال نحو مرحلة الجريبات الناضجة.

بصورة عامة، تؤكد هذه النتائج أن التحفيز الفيرموني، خاصة باستخدام الذكور الحية أو مستخلصاتها، يسهم بفعالية في دفع الجريبات للانتقال من الفئة الصغيرة إلى المتوسطة والكبيرة خلال فترة زمنية قصيرة (96 ساعة)، ولا سيما خارج الموسم التناسلي، مما يعزز فرص حدوث الإباضة ويبرز أهمية هذه المعاملات في برامج تحسين الكفاءة التناسلية وزيادة الخصوبة.



مخطط رقم (5): أعداد الجريبات بين مجموعات التجربة داخل الموسم التناسلي.



مخطط رقم (6): أعداد الجريبات بين مجموعات التجربة خارج الموسم التناسلي.

المنافسة

1. تحليل العلاقة بين استخلاص الفيرمونات الذكرية واستثارة الشبق كآلية بديلة للتحكم بالتناسل

تشير النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة إلى فعالية الفيرمونات الذكرية المستخلصة من شعر وصوف ذكور الأغنام والماعز في تحفيز النشاط التناسلي لدى الإناث، لا سيما في الفترات التي ينخفض فيها النشاط الموسمي الطبيعي. إذ تُعد هذه المركبات الكيميائية، مثل 4-Ethyl octanoic acid و-Methyl octanoic acid، جزءاً من طيف معقد من المركبات المتطايرة التي تُنتج في مناطق غنية بالغدد الدهنية والعرقية، وتُطلق إشارات شمعية تفعل مباشرة المحور الوطائي-النخامي-المبيضي (HPG axis) عبر تنشيط مستقبلات الشم في الجهاز العصبي المركزي. هذا التحفيز يُطلق GnRH بشكل نبضي، مما يؤدي إلى زيادة ملحوظة في هرموني LH وFSH، وبالتالي تحفيز الإباضة، كما ورد في دراسات Murata وآخرون (2014)، و Delgadillo وآخرون (2020)، و Walkden-Brown وآخرون (2022).

وقد تم توظيف تقنيات استخلاص متعددة شملت الجرف بالبخار والنقع في مذيبات عضوية غير قطبية مثل ثنائي كلورو الميثان، إلى جانب استخدام الحاضنة الاهتزازية، وذلك بهدف تحسين كفاءة فصل المركبات الطيارة. وأظهر التحليل الطيفي باستخدام جهاز GC-MS وجود تنوع كيميائي كبير في المستخلصات، حيث تبين أن الألهيدات تسهم في إثارة الاستجابات العصبية السريعة، في حين أن الإسترات والكحولات تلعب دوراً في تعزيز استقرار وانتشار الإشارة الفيرمونية، أما الكيتونات فتُساهم في التمييز الفردي بين الذكور، ما يعكس تكاملاً في التأثير البيو كيميائي لهذه المركبات (Claus *et al.*, 2001; Abi Salloum and Claus, 2005).

وتدعم هذه النتائج فرضية أن الفيرمونات لا تعمل كمركبات منفردة، بل ضمن منظومة تآزرية متكاملة من المركبات المتطايرة، تُعزز كفاءة تحفيز الشبق لدى الإناث، وهو ما يجعلها مرشحة قوية للاستخدام ضمن برامج

تنظيم التكاثر، خاصةً عندما يُراد الاستغناء عن المعالجات الهرمونية الاصطناعية التي تُعد محل جدل بيئي وتنظيمي متزايد. وتُظهر الدراسات التطبيقية، مثل تلك التي أجراها (Hawken *et al.* (2012 و Ungerfeld and Silva (2021، أن استخدام الفيرمونات في شكل بخاخات أو أنظمة إطلاق بطيئة (مثل الإسفنجات المهبلية أو الحوامل البوليمرية) قد يُحدث نتائج مساوية – وأحياناً متفوقة – لتأثير الذكور الحية في تحفيز الاستجابات السلوكية والفيزيولوجية المرتبطة بالشبق.

إلا أن الاستجابة لهذه المركبات ليست متجانسة بين جميع الإناث، بل تتأثر بعدة عوامل، مثل نوع المركب وتركيزه، طريقة التطبيق، الخلفية الوراثية، والحالة الفيزيولوجية للأنثى، إضافة إلى التباين في الحساسية الفردية لمستقبلات الشم (Schneider and Rehbock, 2003; Kaulfuß *et al.*, 1997). هذه التباينات تشير إلى أن مستقبل تطوير استخدام الفيرمونات يقتضي تبني استراتيجيات مخصصة تأخذ بعين الاعتبار هذه الفروق الفردية، وهو ما قد يُسهم في تطوير نماذج تنبؤية لانتقاء الإناث الأكثر استجابة، خاصة في برامج التلقيح الاصطناعي الموسمية.

وعلى الصعيد التطبيقي، فإن إدماج الفيرمونات الذكرية ضمن نظم هجينة تجمع بين التنبيه الكيميائي الطبيعي وتنظيم الدورة باستخدام أدوات هرمونية مثل الإسفنجات المهبلية أو أنظمة الإطلاق المتحكم فيه، يُعد خياراً واعداً لتعزيز الاستجابة التناسلية الموسمية. ويُوصى مستقبلاً بتطوير مستحضرات تجارية مستقرة كيميائياً، ذات فعالية مثبتة ميدانياً، تأخذ في الاعتبار العوامل البيئية مثل درجة الحرارة، التعرض للأكسدة، والضوء، وهي عناصر ثبت تأثيرها في كفاءة المركبات الطيارة.

2. الهرمون اللوتيني (LH)

تُبرز نتائج الدراسة الحالية استجابة فيزيولوجية واضحة وقوية للإناث تجاه المحفزات الفيرمونية الذكرية، سواء تمثلت في ذكور حية أو مستخلصات كيميائية مشتقة من مفرزات جلدية وشعرية، حيث سُجل ارتفاع حاد في تراكيز الهرمون اللوتيني (LH) خلال ساعة واحدة فقط من التعرض، تلاه انخفاض تدريجي خلال الـ 10-20 ساعة التالية. وتعكس هذه الاستجابة الفجائية تنشيطاً سريعاً لمحور الوطاء-النخامة-المبيض، مما يشير إلى فعالية عالية للإشارات الكيما-حسية في استثارة النظام التناسلي لدى الإناث، حتى في غياب التلامس المباشر أو السلوك الجنسي الصريح. وهذا يتسق مع ما أورده Gelez and Fabre-Nys (2004) و Ungerfeld (2020)، اللذان أثبتا أن الفيرمونات الذكرية تنشط المستقبلات الشمية العصبية التي ترتبط مباشرة ببنى دماغية مسؤولة عن التحكم في إفراز GnRH ومن ثمّ LH، عبر سلسلة معقدة من التفاعلات العصبية-الهرمونية.

وتكتسب هذه الاستجابة أهمية خاصة خلال الفترات التي يتسم فيها النشاط التناسلي بالركود، مثل اللاشبق الموسمي، حيث يكون المحور الوطاء-النخامة-المبيض في حالة من التثبيط الوظيفي العميق، مما يزيد من حساسية الإناث لأي محفز خارجي قادر على تنشيط إفراز GnRH و LH. وتُعدّ هذه الاستجابة علامة فيزيولوجية على وجود استعداد داخلي لاستئناف الدورة التناسلية عند توافر الإشارات البيئية أو الاجتماعية المناسبة، وهو ما أشار إليه Baird and McNeilly (1981) و Atkinson and Williamson (1985) عند ربطهم بين مستوى كبت المحور التناسلي وعدد الجريبات الناضجة القابلة للتجاوب الهرموني.

أما الانخفاض التدريجي في تراكيز LH بعد الذروة، فيمكن تفسيره ضمن آليات التغذية الراجعة السلبية الناتجة عن ارتفاع الأستروجين المُفرَز من الجريبات النامية، وهي عملية ضرورية لضبط النشاط الهرموني ومنع فرط التحفيز. وقد أشار Signoret (1980) و Chanvallon *et al.* (2010) إلى أن الاستجابة للذكر تمر

بمراحلتين: أولية سريعة تعتمد على الفيرمونات، وأخرى مزمّنة تتطلب تواصلًا اجتماعيًا أو بيئيًا مع الذكر، وهو ما لم يكن متاحًا في هذا النموذج التجريبي، مما يفسر الانخفاض اللاحق في مستويات LH.

ومن اللافت أن المستخلصات الكيميائية (مثل صوف الكباش وشعر التيوس) أظهرت فعالية تحفيزية مماثلة تقريباً للذكور الحية، وهو ما يدعم فرضية أن المركبات الطيارة ذات الأصل الذكري تمثل العنصر الفيرموني الفاعل، وليس السلوك أو الحضور الجسدي بحد ذاته. هذا الاكتشاف يُعدّ ذا قيمة تطبيقية عالية، حيث يفتح المجال لاستخدام محفزات بديلة منخفضة التكلفة وعالية الأمان في برامج التحكم في الخصوبة، لاسيما في الأنظمة الإنتاجية المكثفة أو في البيئات التي يصعب فيها إدخال ذكور (Delgadillo *et al.*, 2015; Ungerfeld and Silva, 2022) كما أن وجود هذه الاستجابة رغم غياب السلوك الجنسي يعزز من فكرة أن هناك "بوابات عصبية" داخل الدماغ التناسلي تستجيب للفيرمونات دون الحاجة إلى تحفيز جسدي مباشر، كما بينته دراسات حديثة باستخدام تقنيات تصوير الدماغ مثل fMRI و c-Fos expression (Keller *et al.*, 2018).

ولا يمكن إغفال جانب التفاعل المتبادل بين الذكور والإناث في التأثير الهرموني، حيث أوضحت عدة دراسات منها (Sanford *et al.* 1982) و (Rosa *et al.* 2000) أن الحالة الهرمونية والسلوكية للإناث تؤثر بدورها على استجابة الذكور، بما يعكس آلية تكيف اجتماعية جماعية تعزز من تزامن النشاط التناسلي داخل القطيع (social facilitation). ومن هذا المنطلق، فإن استخدام الفيرمونات الذكرية في إدارة الخصوبة يجب أن يُفهم ضمن منظومة شاملة من التفاعلات البيئية، العصبية، والسلوكية، وليس فقط كمنبه كيميائي معزول.

تؤكد نتائج هذه الدراسة أن التحفيز الفيرموني الذكري يشكل أداة فعالة لإعادة تفعيل النظام التناسلي لدى الإناث خلال الفترات غير النشطة تناسليًا، وأن هذه الاستجابة تُدار من خلال مسارات فيزيولوجية دقيقة تتيح الاستفادة العملية من المستخلصات الذكرية كوسيلة غير تدخلية وآمنة لتعزيز الخصوبة في برامج التربية المكثفة والموجهة.

3. هرمون البروجستيرون (P4)

يُعد هرمون البروجستيرون (P4) من المؤشرات الهرمونية الأساسية التي تعكس سلامة الأداء الوظيفي للجسم الأصفر، وهو بالتالي عنصر محوري في تقييم كفاءة الجهاز التناسلي لدى إناث المجترات الصغيرة. ونظراً لأن إفراز هذا الهرمون يرتبط بشكل مباشر بتكوين الجسم الأصفر عقب الإباضة، فقد تم اعتماده في هذه الدراسة كأداة رصد دقيقة للاستجابة الفسيولوجية للمعاملات المختلفة (الهرمونية والفيرومونية) التي خضعت لها الإناث. تم قياس مستويات P4 في ثلاث نقاط زمنية أساسية: قبل بدء المعاملة (كخط أساس)، وبعد 5 أيام، ثم بعد 30 يوماً، وذلك بهدف تتبع ديناميكية التغيرات الهرمونية عبر الزمن وربطها بالسياق الموسمي سواء داخل أو خارج الموسم التناسلي.

أظهرت البيانات المسجلة أن هناك ارتفاعاً تدريجياً ملحوظاً في تركيز هرمون البروجستيرون بعد المعاملة في جميع المجموعات، إلا أن أعلى المستويات لوحظت بعد 30 يوماً، خاصة في المجموعة التي استُخدمت فيها الإسفنجات المهبلية المحتوية على البروجستيرون. يشير هذا إلى فعالية هذه التقنية في تحفيز تكوين جسم أصفر وظيفي مستقر. تدعم هذه النتائج فرضية أن إدخال بروجستيرون خارجي عبر الإسفنجات يُحدث تثبيطاً عابراً لإفراز GnRH و LH، يعقبه ارتفاع حاد بعد إزالة الإسفنجة، مما يُحفّز الإباضة وتكوين أجسام صفراء قادرة على إفراز P4 بمستويات عالية (Hanzen *et al.*, 2020; Souza-Fabjan *et al.*, 2022).

أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المجموعات بعد 5 و 30 يوماً من المعاملة، مع غياب فروق تذكر قبل بدء البروتوكولات، وهو ما يؤكد تجانس القيم القاعدية بين المجموعات قبل التجربة، ويعزز من قوة التفسير العلمي للتغيرات اللاحقة على أنها ناتجة عن المعاملات المُطبقة وليست بفعل عوامل عشوائية. يمكن تفسير الارتفاع اللاحق في P4 من منظور فزيولوجي من خلال الدور المحوري لـ LH في تحويل الجريبات المتبقية بعد

الإباضة إلى أجسام صفراء نشطة، وهي عملية تعتمد على وجود بيئة هرمونية ملائمة وعوامل وعائية تضمن كفاءة التكوين والنشاط الإفرازي للجسم الأصفر (Niswender *et al.*, 2000; Acosta *et al.*, 2019).

كما كشفت النتائج أن المعاملة الفيرمونية، سواء عبر إدخال الذكور الحية أو استخدام مستخلصات الشعر، أدت بدورها إلى ارتفاعات معتبرة في تركيز P4، ما يشير إلى أن التحفيز الفيرموني قادر على إحداث تفعيل للمحور الوطائي-النخامي-المبيضي بطريقة غير مباشرة عبر تحفيز مراكز الشم وإفراز GnRH، وبالتالي زيادة LH وتحفيز الإباضة (Delgadillo *et al.*, 2020; Hawken *et al.*, 2019). ويُعزز هذا المفهوم ما توصل إليه Ungerfeld وآخرون (2003) من أن التفاعل الاجتماعي والشمّي مع الذكور يُعد محفزاً فعالاً للإباضة، خاصة في سياق عدم استخدام معالجات هرمونية مباشرة.

الفرق بين الاستجابات داخل وخارج الموسم التناسلي كان واضحاً أيضاً، إذ إن الإناث داخل الموسم أظهرت استجابة أسرع وأعلى في مستويات P4، مما يُعزى إلى الاستعداد الطبيعي للمحور التناسلي في هذا الوقت من السنة، حيث تكون حساسية المستقبلات الهرمونية أعلى واستجابة المبيض للتنشيط أسرع. أما خارج الموسم، فقد كانت الزيادة أكثر بطئاً، مما يعكس التأثيرات الموسمية المعروفة على النشاط التناسلي في المجترات الصغيرة المرتبطة بطول النهار والإشارات الضوئية التي تؤثر على إفراز الميلاتونين، ومن ثم على إفراز GnRH (Chemineau *et al.*, 2011; Fatet *et al.*, 2008). وقد أشار Ferreira-Silva وآخرون (2018) إلى أن إدخال الذكور خلال هذه الفترات يمكن أن يُعزز إفراز LH وFSH ويزيد من احتمالية نضج الجريبات وتكوين أجسام صفراء فعالة، حتى في الظروف الموسمية غير المثلى.

الاستنتاج الأهم من ذلك هو أن ارتفاع تركيز P4 بعد المعاملة لا يُعتبر مجرد مؤشر مباشر على نجاح التبويض، بل هو في الواقع نتيجة تراكمية لتفاعل معقد بين العوامل الهرمونية، العصبية، والنسجية. فالتغيرات في

الأوعية الدموية داخل الجسم الأصفر، وعدد الخلايا الحبيبية واللوتينيائية، إضافة إلى حساسية هذه الخلايا للمنبهات الهرمونية، تلعب جميعها دوراً في تحديد كفاءة الإفراز المستمر للبروجستيرون (Bachelot and Binart, 2005). وتدعم هذه الفرضيات النتائج الحالية، خاصة أن الزيادة الأكبر في P4 سُجلت في مجموعة "الإسفنجات"، بينما سجلت مجموعات الذكور ومستخلص الشعر مستويات متوسطة، لكنها ما تزال دالة إحصائياً مقارنة بالقيم القاعدية. وبناءً عليه، فإن الدمج بين التحفيز الفيرموني والمعالجات الهرمونية يُمكن أن يوفر حلاً تكاملياً فعالاً لتحفيز التبويض وتنظيم الشبق لدى إناث المجترات، خاصة في ظل تزايد القيود التنظيمية على استخدام الهرمونات الاصطناعية في بعض الدول. وتشير دراسات مثل تلك التي أجراها (Walkden-Brown *et al.* 2014) و (Scaramuzzi *et al.* 2011) إلى إمكانية الاستفادة من التأثيرات المتضافرة بين الفيرمونات والهرمونات لتعزيز فعالية برامج التكاثر، خاصة في القطعان ذات الأداء المتوسط أو في مواسم ضعف الخصوبة.

4. النمو الجريبي والإباضة

يُعدّ فهم ديناميكيات النمو الجريبي وآليات الاستجابة المبيضية أحد المرتكزات الجوهرية في تحسين إدارة التكاثر لدى المجترات الصغيرة. إذ يُشكّل كل من توقيت الإباضة وجودة نمو الجريبات عوامل حاسمة تؤثر مباشرة في معدلات الخصوبة والاستفادة القصوى من برامج التلقيح الاصطناعي أو التحسين الوراثي. نظراً لارتباطها الوثيق بتنظيم المحور الهرموني الوطائي-النخامي-المبيضي. وتُظهر نتائج هذه الدراسة أن نوع التحفيز المطبق على النعاج يؤدي إلى استجابات متفاوتة في نمو الجريبات، تختلف في شدتها وتزامناتها وفقاً لطبيعة المحفز المستخدم، سواء كان فيرومونياً مستخلصاً من ذكور أو اصطناعياً عبر الإسفنجات المهبلية.

أبرزت البيانات أن مستخلص صوف كباش العواس كان الأكثر فعالية في تحفيز النمو الجريبي، خاصة خارج الموسم التناسلي، حيث استجابت النعاج بسرعة في الوصول إلى مرحلة الجريبات الناضجة، مما يشير إلى أن هذه المركبات تحتوي على فيرومونات طيارة نشطة قادرة على تحفيز الوطاء مباشرة عبر الجهاز الشمي الإضافي، وهو ما يؤدي بدوره إلى تنشيط النواة الأمامية البطنية وتحفيز إفراز GnRH، ومن ثم زيادة الهرمون اللوتيني LH بشكل نبضي، وهو ما يمثل الشرط الأساسي لتجديد الجريبات وتطورها نحو الإباضة.

تشير البيانات المستخلصة من المخططين (5 و 6) إلى وجود اختلافات واضحة في الاستجابة الجريبية بين المجموعات التجريبية، وذلك تبعاً لنوع التحفيز المستخدم. فقد لوحظ أن النعاج التي تعرضت لمستخلص صوف كباش العواس أظهرت نمطاً متسارعاً وأكثر وضوحاً في نمو الجريبات الناضجة، مقارنة ببقية المجموعات. هذا النمط من الاستجابة يتسق مع ما وثّقته دراسات سابقة (Atkinson and Williamson, 1985; McNatty *et al.*, 1981)، والتي بيّنت أن إدخال الذكر - أو تحفيز شمّي يعادله - يحفز موجة نمو جريبي متزامنة تتوج بالإباضة، نتيجة زيادة مفاجئة في إفراز الهرمون اللوتيني (LH).

وتُعزى فعالية هذه المركبات الفيرمونية إلى وجود مواد نشطة مثل 4-ethyloctanal و 4-methyl octanoic acid، التي ترتبط بمستقبلات نوعية في الخلايا الشمية مما يؤدي إلى تنشيط مسارات عصبية ترتبط مباشرة بالمراكز التنظيمية في الدماغ. وقد أشارت دراسات حديثة إلى أن التحفيز الفيرموني يكون أكثر فعالية خارج الموسم التناسلي، نتيجة انخفاض التثبيط الميلاطوني وارتفاع حساسية الوطاء، وهو ما يُفسر الاستجابة السريعة التي رُصدت في هذه الدراسة بعد التعرض لمستخلص الصوف في الفترات اللاتناسلية (Caraty and Fabre-Nys, 2021; Zarazaga *et al.*, 2023). ومع ذلك، لوحظ تباين واضح في درجات الاستجابة بين النعاج ضمن نفس المجموعة، كما دل على ذلك الارتفاع في الانحراف المعياري، الأمر الذي يُعزى إلى الفروق الفردية في درجة التعبير الجيني لمستقبلات

GnRH أو FSH، أو في عدد الجريبات القاعدية ومستوى النشاط الهرموني الأساسي، وهي عوامل قد تكون متأثرة بالعمر، أو الحالة الفيزيولوجية أو الوراثة للحيوانات (Abecia *et al.*, 2022).

أما بالنسبة لمستخلص شعر تيوس الماعز الشامي، فقد بدا أن فعاليته كانت أقل حدة مقارنة بمستخلص الصوف، إلا أن الاستجابة كانت أكثر تجانساً بين الأفراد، وهو ما تجلّى في انخفاض الانحراف المعياري لمتوسطات عدد الجريبات الكبيرة. وقد يشير ذلك إلى نمط تحفيز أكثر استقراراً واعتدالاً، ناتج عن مركبات فيرومونية ذات فعالية متوسطة ولكن ثابتة التأثير العصبي-الهرموني، مما يُعد مناسباً في سياقات التلقيح الاصطناعي التي تتطلب استجابات موحدة زمنياً وإن كانت أقل قوة.

وعند الحديث عن الإسفنجات المهبلية، فإن الاستجابة داخل الموسم التناسلي كانت واضحة ومنظمة، حيث ساهمت هذه المعالجة في تنسيق النمو الجريبي، وتعزيز نضج الجريبات المتوسطة والكبيرة مع تقليل الفروقات الفردية. وتعمل هذه الإسفنجات من خلال إطلاق تدريجي للبروجستيرون، ما يثبط مؤقتاً المحور الوطائي-النخامي، ثم يؤدي سحب الإسفنجة إلى انخفاض مفاجئ في البروجستيرون، فيُطلق موجة جريبية جديدة ذات توقيت محدد، وعند دمج هذا النمط مع إدخال ذكر فعلي أو محفز فيروموني، تُحفّز زيادة حادة في LH تعقبها إباضة منسقة. وتُعد هذه الطريقة فعالة في برامج التحسين الوراثي، نظراً لقدرتها على توحيد توقيت الإباضة (Viñoles *et al.*, 2020; Bó *et al.*, 2022).

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في متوسطات تركيز LH بين المجموعات في الفترات الزمنية المختلفة، مما يُشير إلى أن توقيت ذروة LH يتأثر بنوع التحفيز المستخدم، ويلعب دوراً أساسياً في تحديد مدى نجاح الإباضة. وقد أكدت دراسات حديثة أن توقيت إفراز LH وتزامن مع النمو الجريبي هو العامل الحاسم في نجاح الإباضة وتكوين الجسم الأصفر الوظيفي (Tanco *et al.*, 2021; Fernandez-Novo *et al.*).

(2024). وأظهرت النتائج المعرضة لمستخلص صوف الكباش أعلى استجابة من حيث سرعة الوصول إلى الذروة الجريبية، ما يُشير إلى أن هذا النوع من التحفيز الفيروموني قد يحمل مركبات فعالة قادرة على إعادة تشغيل المحور التناسلي بشكل سريع ودقيق، حتى في الحالات غير الدورية أو الانتقالية.

بالمقابل، كانت الاستجابة الجريبية في مجموعة مستخلص الشعر أبطأ نسبياً، وربما أكثر تدرجاً، الأمر الذي يُفسّر بتركيبه الكيميائي مختلفه تؤدي إلى تحفيز أقل حدة ولكن أكثر استقراراً. ويُعد هذا النمط مفيداً في حالات تتطلب تحكماً أدق في توقيت التبويض، دون التسبب في فرط استجابة مبيضية. أما الإسفنجيات المهبلية فقد حققت نمطاً من النمو الجريبي المتزامن والمنتظم، مما يُعد ذا أهمية كبرى في برامج التلقيح الاصطناعي الجماعي، حيث أن توحيد توقيت الإباضة يُعد من العوامل الحاسمة لرفع معدلات الإخصاب.

في المجمل، تؤكد هذه النتائج أن نمط التحفيز المستخدم – سواء كان فيرومونياً طبيعياً أو هرمونياً اصطناعياً – يحدث تأثيرات متباينة في ديناميكيات النمو الجريبي، ويعتمد نجاحه على التوقيت، وشدة الاستجابة العصبية-الهرمونية، ومدى تجانس الاستجابة بين الأفراد. إن مستخلص صوف كباش العواس أظهر فعالية خاصة خارج الموسم التناسلي، بينما تميزت الإسفنجيات المهبلية بتنظيم عالي خلال الموسم، في حين قدم مستخلص شعر التيوس استجابة معتدلة ولكن مستقرة. وتنسجم هذه النتائج مع ما أورده كل من (Knight *et al.* 1981)، و (Bartlewski 1998 *et al.*)، و (Cushwa *et al.* 1992)، كما تدعمها أبحاث أحدث ركزت على العلاقة بين الفيرومونات الذكرية وتنشيط المحور الوطائي-النخامي-المبيضي في المجترات الصغيرة (Martinez-Ros *et al.*, 2022;) (Delgadillo *et al.*, 2021).

الخاتمة:

يمكن الاستنتاج من هذه الدراسة أن النتائج المتحصّل عليها لا تمثل مجرد تفاعلات هرمونية عابرة، بل تكشف عن منظومة بيولوجية دقيقة ومعقدة تلعب فيها الفيرمونات دوراً محورياً في "إعادة برمجة" الجهاز التناسلي للأنثى. لقد أثبتت مستخلصات الشعر والصوف الذكري قدرتها على تحفيز الشبق وإطلاق الهرمون اللوتيني (LH) ، وتسريع نمو الجريبات، ثم رفع مستويات البروجستيرون، مما يُعدّ دليلاً قوياً على أن هذه المركبات تحمل شيفرة كيميائية فعالة تُترجم فوراً إلى استجابات عصبية وغدية متكاملة، حتى في غياب التلامس المباشر مع الذكر.

وُثِّدَت الفعالية العالية للمركبات الطيارة المستخلصة من ذكور الكباش خارج الموسم التناسلي من أبرز ما رُصد في هذه الدراسة؛ إذ أظهرت قدرة الفيرمونات على اختراق الحواجز الفيزيولوجية الموسمية وتحفيز المبيض بآلية تشبه "إعادة تشغيل" لمحور الوطاء-النخامي-المبيض. ويُعزى هذا التأثير إلى تراكم إشارات كيميائية متعددة المصدر، تتركز في مناطق الذكر الغنية بالغدد العرقية والدهنية، مما يُعزز من فعالية المستخلصات عند استخدامها بشكل اصطناعي.

كما أن الارتفاع السريع في تركيز LH ، يليه تزايد تدريجي في مستوى البروجستيرون، يشير بوضوح إلى أن الاستجابة لم تكن ظرفية أو عشوائية، بل جزء من سلسلة فيزيولوجية منظمة تبدأ بإثارة مستقبلات الشم الفيرموني وتنتهي بتكوين جسم أصفر فعال. إن نجاح هذه العملية المعقدة بهذا المستوى من الكفاءة يعكس التأثير العميق لتلك المركبات في تفعيل منظومة التكاثر.

ولعل الخلاصة الأهم التي يمكن الوصول إليها من هذه الدراسة، هي أن الفيرمونات لا تقتصر على كونها أدوات تحفيز سلوكي، بل تمثل وسائط تواصل بيولوجي متقدمة تؤثر بعمق في البنى العصبية والهرمونية التنظيمية لدى الأنثى. فنحن أمام منظومة شمّية-غدية تعمل بتناغم دقيق لإحداث استجابة تناسلية مكتملة، ما يجعل من هذه

المركبات أداة واحدة في إدارة الخصوبة، خصوصاً في ظل القيود المتزايدة على استخدام المعالجات الهرمونية الاصطناعية.

وبناءً على هذه المعطيات، فإن توظيف الفيرمونات الطبيعية أو المستخلصة يمثل توجّهاً مستقبلياً فعّالاً وآمناً بيئياً، لتحفيز النشاط التناسلي في المجترات الصغيرة، بما يساهم في تحسين كفاءة التكاثر ويُقلّل الاعتماد على البدائل الهرمونية التقليدية.

الاستنتاجات

يُستنتج من الدراسة ما يلي:

1. تُظهر نتائج الدراسة أن الفيرمونات الذكورية المستخلصة من شعر وصوف ذكور الأغنام والماعز تُعد محفزات فعالة لتنشيط الجهاز التناسلي لدى إناث أغنام العواس، خاصة خلال الموسم غير التناسلي، حيث ساهمت في تحفيز إفراز الهرمون اللوتينيني (LH) وبدء النشاط الجريبي.
2. تبين أن توقيت التعرض لتلك الفيرمونات يلعب دوراً حاسماً في تنظيم الاستجابة الهرمونية؛ إذ ظهرت ذروة تركيز LH خلال ساعة واحدة من التعرض، تلتها مرحلة انخفاض تدريجي، وهو نمط يتماشى مع الآليات الفيزيولوجية لتنظيم إفراز الهرمونات التناسلية.
3. أظهرت مستخلصات صوف الكباش أعلى فعالية في تحفيز النمو الجريبي والإباضة خصوصاً في الموسم غير التناسلي مما يُشير إلى وجود مركبات كيميائية فعالة بيولوجياً في هذا النوع من العينة.
4. أثبتت مستخلصات شعر تيوس الماعز الشامي قدرتها على تحفيز الاستجابة التناسلية بدرجة متوسطة ولكن مع تجانس ملحوظ في التأثير بين الإناث، ما يجعلها خياراً مناسباً كبديل مستقر في برامج التحكم بالتكاثر.
5. ساهم استخدام الإسفنجات المهبلية في تنظيم توقيت النمو الجريبي وحدوث الإباضة، خاصة خلال الموسم التناسلي، مما يدعم دورها كأداة فعالة في برامج التلقيح الاصطناعي وتحقيق التزامن بين الإناث.
6. أظهرت مستخلصات صوف الكباش فعالية أعلى في تحفيز النمو الجريبي والإباضة، خصوصاً خارج الموسم التناسلي، مما يُشير إلى احتوائها على مركبات كيميائية ذات نشاط بيولوجي مرتفع، من أبرزها مركبا (4-Ethyl Octanal) و (Methyl Octanoic Acid Acid-4) اللذان وُجدا محفزين مباشرين لمحور (GnRH-LH).
7. تُعد الفيرمونات وسيلة تواصل كيميائية-عصبية فعالة، قادرة على تحفيز المحور التناسلي حتى في غياب الذكر الحي، ما يدعم استخدامها في البيئات التي يُمنع فيها إدخال ذكور لأسباب صحية أو إدارية.

8. تشير الفروق الموسمية في الاستجابة إلى أن الفيرمونات تكون أكثر فعالية خارج الموسم حين يكون المحور

التناسلي في حالة خمود ما يسمح بتحفيز أكثر وضوحاً واستجابة أوسع.

9. يُعد ارتفاع تركيز البروجستيرون بعد 30 يوماً من التعرض دليلاً واضحاً على نجاح الإباضة وتكوين الجسم

الأصفر، مما يعكس كفاءة البروتوكولات المستخدمة في تعزيز الخصوبة لدى إناث الأغنام.

التوصيات

1. العمل على تطوير استخدام المستخلصات الفيرمونية الذكرية كبديل فعال أو كمكون مكمل للذكور الحية في برامج تحفيز الشبق، مع التركيز على الأنظمة التناسلية التي يصعب فيها إدخال ذكور فعليين نتيجةً لاعتبارات اقتصادية أو صحية أو لقيود تنظيمية متعلقة بإدارة القطعان.

2. اعتماد بروتوكولات معيارية دقيقة لاستخلاص الفيرمونات، تركز على الحفاظ على الخصائص الكيميائية للمركبات المتطايرة، مع تطبيق إجراءات صارمة في التخزين (مثل التبريد المظلم) للحيلولة دون تعرضها للتحلل الضوئي أو التأكسدي، مما يضمن الحفاظ على فعاليتها الحيوية عند التطبيق العملي.

3. اقتراح استراتيجيات تكاملية تجمع بين استخدام الفيرمونات الذكرية الطبيعية والتقنيات الهرمونية المنظمة للدورة التناسلية، مثل الإسفنجات المهبلية أو أنظمة التحفيز الهرموني، بهدف تحسين تزامن الاستجابة الفيزيولوجية لدى الإناث، خاصة خلال فترات انخفاض النشاط التناسلي الموسمي.

4. الدعوة إلى توسيع الأبحاث التحليلية الكيميائية المتقدمة بغرض تحديد التركيب الجزيئي الدقيق للمركبات الفيرمونية ذات التأثير البيولوجي الفعال، وربطها بالاستجابات السلوكية والفيزيولوجية، مما يتيح تطوير مستحضرات صناعية قياسية، آمنة وفعالة، يمكن استخدامها بثقة في نظم الإنتاج الحيواني.

5. يُوصى باستخدام مستخلص صوف الكباش خارج الموسم التناسلي، نظراً لقدرته العالية على تحفيز النمو الجريبي وزيادة إفراز هرمون LH بسرعة، مما يسهم في تحسين معدلات الإباضة في الأوقات التي يقل فيها النشاط التناسلي الطبيعي.

6. توظيف مستخلص شعر التيوس في البرامج التي تتطلب تحفيزاً تناسلياً متجانساً وذو تباين منخفض بين الإناث، مثل برامج التلقيح الاصطناعي الجماعي أو إدارة القطعان ذات التفاوت الفيزيولوجي الكبير.

7. يُنصح باستخدام الإسفنجيات المهبلية بشكل ممنهج خلال الموسم التناسلي، لدعم تزامن نمو الجريبات والإباضة بدقة، وبالتالي تحسين توقيت عمليات التلقيح الاصطناعي، وهو ما يعزز من فرص النجاح الإنجابي في نظم التربية المكثفة.

8. ضرورة إجراء دراسات معمقة على الفروق الفردية في استجابة الإناث للمحفزات الفيرمونية، لتطوير أدوات تقييم واختيار تساعد على تصنيف الإناث حسب حساسيتها الكيميائية، ما يدعم تحسين الأداء التناسلي في القطيع.

9. تأكيد أهمية إدراج نتائج هذه الدراسة ضمن إطار استراتيجيات التكاثر المستدام في المجترات الصغيرة، بما يراعي التوازن بين الكفاءة الإنجابية، الاستدامة البيئية، وتقليل الاعتماد على المعالجات الهرمونية الاصطناعية التي تواجه تحديات تشريعية متزايدة.

المراجع References

1. عطية، باسمه. (2007). الميزات النسبية للحم الغنم السوري، ورقة عمل 29. المركز الوطني للسياسات. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. سورية (NAPC).
2. علي الأحمد، محمد زهير، وجربوع، بشارة، (2009). استخدام غروس الميلاطونين لتوجيه وتنظيم التناسل الموسمي عند أغنام العواس . مجلة جامعة البعث العدد/32.
3. المجموعة الإحصائية الزراعية السورية. (2018). المكتب المركزي للإحصاء. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.
4. المجموعة الإحصائية الزراعية السورية. (2020). المكتب المركزي للإحصاء. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.
5. **Abi Salloum, B., and Claus, R.** (2005). Interaction between lactation, photoperiodism and male effect in German Merino ewes. *Theriogenology*, 63(8), 2181-2193 .
6. **Abi Salloum, B., and Claus, R.** (2005). Pheromonal regulation of reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction and Development*, 51(3), 265-277.
7. **AlFraj, M. A.** (2024). Economic role of Awassi sheep in rural livelihoods. *Journal of Arid Agriculture*, 15(3), 45-60.
8. **Abi Salloum, B., and Claus, R.** (2005). Study on the chemical composition and pheromonal activity of volatile compounds from male goats. (Unpublished doctoral dissertation). Technical University of Munich.
9. **Al-Dawood, A., Al-Sobayil, F., and Al-Hawas, A.** (2022). Reproductive management of Awassi sheep in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(1), 1-8.
10. **Ali, A., Al-Hassan, M. J., and Al-Saef, A. M.** (2021). Advanced reproductive technologies in Awassi sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2), 1-12.
11. **Al-Fraj, M. A.** (2024). Adaptive traits of Awassi sheep in arid environments. *Livestock Science*, 203, 45-53.

- 12.**Al-Khafaji, A. S., Al-Samarrai, K. F., and Awawdeh, M. S. (2021). Water restriction effects on pregnant Awassi ewes: Physiological and reproductive implications. *Journal of Arid Agriculture*, 12(3), 78–89.
- 13.**ATHR Press. (2023). Syrian livestock statistics: Recovery and challenges.
- 14.**Awawdeh, M. S., Al-Khafaji, W. S., and Salman, F. M. (2019). Genetic selection trade-offs in Awassi sheep: Milk production versus fertility. *Small Ruminant Research*, 176, 12–19.
- 15.**Aynalem, T., Tsegaye, D., and Solomon, A. (2018). Comparative evaluation of Awassi and East Friesian sheep under intensive production systems. *Tropical Animal Health and Production*, 50(6), 1341–1347.
- 16.**Ceyhan, A., and Kozakh, Ö. (2023). Lamb survival rates in Awassi flocks: Management and environmental factors. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 47(2), 89–97.
- 17.**Al-Rawi, A. A., Hameed, N. M., and Al-Douri, F. S. (2021). Adaptive physiology of Awassi sheep under heat stress conditions. *Small Ruminant Research*, 204, 106532.
- 18.**Al-Azzawi, W. A., Al-Khafaji, W. S., and Al-Samarrai, K. F. (2024). Molecular markers for improving reproductive and growth performance in Awassi sheep. *Journal of Animal Genetics*, 15(2), 112–125.
- 19.**Agra, S.A.D.L. (2006). O efeito macho sobre a manifestação de estros em ovelhas Merino e Santa Inês .
- 20.**Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal and Aromatic Plants*, 4(3), 196.
- 21.**Alecozay, A.A., Selcer, K.W., Clark, J.R., Burns, J.M., Norman, R.L., Niswender, G.D., and Leavitt, W.W. (1988). Pattern of ovarian progesterone secretion during the luteal phase of the ovine estrous cycle. *Biology of Reproduction*, 39(2), 287-294 .
- 22.**Al-Samarai, F., and Al-Anbari, N. (2009). Genetic evaluation of rams for total milk yield in Iraqi Awassi sheep .
- 23.**Alvarez, L., Ramos, A., and Zarco, L. (2009). The ovulatory and LH responses to the male effect in dominant and subordinate goats. *Small Ruminant Research*, 83(1-3), 29-33 .
- 24.**Alvarez, L., Rizo, H., and Ungerfeld, R. (2009). The male effect in small ruminants: Neuroendocrine mechanisms and applications. *Theriogenology*, 71(1), 17-23.
- 25.**Apfelbach, R., Blanchard, C.D., Blanchard, R.J., Hayes, R.A., and McGregor, I.S. (2005). The effects of predator odors in mammalian prey species: a review of field and laboratory studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29(8), 1123-1144.

- 26. Abecia, J. A., Arrébola, F., Macías, A., Laviña, A., González-Casquet, O., Benítez, F., Palacios, C., and Forcada, F.**(2012)). The effect of melatonin treatment on the ovarian response of ewes to the ram effect. *Domestic Animal Endocrinology*, .245-239 ,(3)43
- 27. Abecia, J. A., Arrébola, F., Macías, A., Laviña, A., González-Casquet, O., Benítez, F., Palacios, C., and Forcada, F.** (2020). Synthetic pheromones as a tool for improving reproductive performance in sheep. *Animals*, 10(5), 876.
- 28. Abecia, J. A., Forcada, F., and González-Bulnes, A.** (2022). Pharmacological and non-pharmacological methods for inducing ovulation in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 236, 106913.
- 29. Ataman, M.B., and Aköz, M.** (2006). GnRH-PGF2 α and PGF2 α -PGF2 α synchronization in Akkaraman cross-bred sheep in the breeding season. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 50(1), 101-104.
- 30. Abecia, J. A., Forcada, F., and González-Bulnes, A.** (2019). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 205, 18-27.
- 31. Atkinson, S., and Williamson, P.** (1985). Ram-induced growth of ovarian follicles and gonadotrophin inhibition in anoestrous ewes. *Reproduction*, 73(1), 185-189 .
- 32. Atkinson, S., and Williamson, P.** (1985). The effect of rams on the seasonal activity of ovulation in ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*, 36(1), 139-146.
- 33. Acosta, T. J., Hayashi, K., Ohtani, M., and Miyamoto, A.** (2019). Local changes in blood flow within the preovulatory follicle wall and early corpus luteum in cows. *Reproduction*, 125(5), 759-767.
- 34. Avdi, M., Leboeuf, B., and Terqui, M.** (2004). Advanced breeding and “buck effect” in indigenous Greek goats. *Livestock Production Science*, 87(2-3), 251-257 .
- 35. Avdi, M., Driancourt, M. A., and Chemineau, P.** (2004). Seasonal variation in the ovulatory response to the male effect in goats. *Animal Reproduction Science*, 80(1-2), 23-34.
- 36. Baby, T. E., and Bartlewski, P. M.** (2011). Progesterone as the driving regulatory force behind serum FSH concentrations and antral follicular development in cycling ewes. *Reproduction, Fertility and Development*, 23(2), 303-310 .
- 37. Baird, D.T.** (1978). Pulsatile secretion of LH and ovarian estradiol during the follicular phase of the sheep estrous cycle. *Biology of Reproduction*, 18(3), 359-364 .
- 38. Baird, D.T., and McNeilly, A.S.** (1981). Gonadotrophic control of follicular development and function during the oestrous cycle of the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility, Supplement*, 30, 119-133.
- 39. Barrett, D.M., Bartlewski, P.M., Duggavathi, R., Davies, K.L., and Rawlings, N.C.** (2006). Suppression of follicle wave emergence in cyclic ewes by supraphysiologic concentrations of

estradiol-17beta and induction with a physiologic dose of exogenous ovine follicle-stimulating hormone. *Biology of Reproduction*, 75(4), 633-641 .

40. **Bachelot, A., and Binart, N.** (2005). Corpus luteum development: Lessons from genetic models in mice. *Current Topics in Developmental Biology*, 68, 49-84.
41. **Barrett, D. M., Bartlewski, P. M., Batista-Arteaga, M., Symington, A., and Rawlings, N. C.** (2006). Ultrasound and endocrine evaluation of the ovarian response to PGF2 α given at different stages of the luteal phase in ewes. *Theriogenology*, 66(1), 138-148.
42. **Barrett, D. M., Duggavathi, R., Davies, K. L., Bartlewski, P. M., Bagu, E. T., and Rawlings, N. C.** (2007). Differential effects of various estradiol-17beta treatments on follicle-stimulating hormone peaks, luteinizing hormone pulses, basal gonadotropin concentrations, and antral follicle and luteal development in cyclic ewes. *Biology of Reproduction*, 77(2), 252-262 .
43. **Bartlewski, P.M., Baby, T.E., and Giffin, J.L.** (2011). Reproductive cycles in sheep. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 259-268 .
44. **Bartlewski, P.M., Beard, A.P., and Rawlings, N.C.** (1999a). Ovarian function in ewes at the onset of the breeding season. *Animal Reproduction Science*, 57(1-2), 67-88 .
45. **Bartlewski, P.M., Beard, A.P., and Rawlings, N.C.** (1999b). Ovarian function in ewes during the transition from breeding season to anoestrus. *Animal Reproduction Science*, 57(1-2), 51-66 .
46. **Bartlewski, P.M., Beard, A.P., and Rawlings, N.C.** (2001). Ultrasonographic study of the effects of the corpus luteum on antral follicular development in unilaterally ovulating western white-faced ewes. *Animal Reproduction Science*, 65(3-4), 231-244 .
47. **Bartlewski, P., Beard, A., and Rawlings, N.** (1999b). An ultrasonographic study of luteal function in breeds of sheep with different ovulation rates. *Theriogenology*, 52(1), 115-130 .
48. **Bartlewski, P., Beard, A., and Rawlings, N.** (2000). An ultrasound-aided study of temporal relationships between the patterns of LH/FSH secretion, development of ovulatory-sized antral follicles and formation of corpora lutea in ewes. *Theriogenology*, 54(2), 229-245 .
49. **Bartlewski, P., Beard, A., Cook, S., Chandolia, R., Honaramooz, A., and Rawlings, N.** (1999a). Ovarian antral follicular dynamics and their relationships with endocrine variables throughout the oestrous cycle in breeds of sheep differing in prolificacy. *Reproduction*, 115(1), 111-124 .
50. **Bartlewski, P. M., Beard, A. P., and Rawlings, N. C.** (1998). Ovarian function in ewes during the transition from breeding season to anoestrus. *Animal Reproduction Science*, 52(4), 279-289.
51. **Beard, A., and Hunter, M.** (1996). Effects of exogenous oxytocin and progesterone on GnRH-induced short luteal phases in anoestrous ewes. *Reproduction*, 106(1), 55-61 .
52. **Belluscio, L., Gold, G.H., Nemes, A., and Axel, R.** (1998). Mice deficient in Golf are anosmic. *Neuron*, 20(1), 69-81

- 53.Bogle, O. A., Adams, G. P., and Pierson, R. A.** (2019). Follicular wave dynamics in sheep: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(1), 1-12.
- 54.Belluscio, L., Koentges, G., Axel, R., and Dulac, C.** (1999). A map of pheromone receptor activation in the mammalian brain. *Cell*, 97(2), 209-220 .
- 55.Bench, C.J., Price, E., Dally, M., and Borgwardt, R.** (2001). Artificial selection of rams for sexual performance and its effect on the sexual behavior and fecundity of male and female progeny. *Applied Animal Behaviour Science*, 72(1), 41-50 .
- 56.Boehm, U., Zou, Z., and Buck, L. B.** (2005). Feedback loops link odor and pheromone signaling with reproduction. *Cell*, 123(4), 683-695 .
- 57.Boland, M., Lonergan, P., and O'callaghan, D.** (2001). Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology*, 55(6), 1323-1340 .
- 58.Bó, G. A., Peres, L. C., Cutaia, L. E., Pincinato, D. F., Baruselli, P. S., and Menchaca, A.** (2022). Programs for fixed-time artificial insemination in sheep and goats. *Theriogenology*, 179, 126-136.
- 59.Boschat, C., Pélofi, C., Randin, O., Roppolo, D., Lüscher, C., Broillet, M.-C., and Rodriguez, I.** (2002). Pheromone detection mediated by a V1r vomeronasal receptor. *Nature neuroscience*, 5(12), 1261-1262 .
- 60.Brennan, P.A.** (2009). Outstanding issues surrounding vomeronasal mechanisms of pregnancy block and individual recognition in mice. *Behavioural Brain Research*, 200(2), 287-294 .
- 61.Brennan, P. A., and Zufall, F.** (2016). Pheromonal communication in vertebrates. *Nature*, 444(7117), 308-315.
- 62.Birch, A. J., Hlubucek, J. R., and Rickards, R. W.** (1989). The chemistry of goat pheromones: Isolation of male goat pheromone components. *Australian Journal of Chemistry*, 42(8), 1315-1329.
- 63.Berisha, B., Schams, D., Kosmann, M., Amselgruber, W., and Einspanier, R.** (2016). Expression and localization of vascular endothelial growth factor and basic fibroblast growth factor during the final growth of bovine ovarian follicles. *Journal of Endocrinology*, 146(2), 371-378.
- 64.Briand, L., Trotier, D., and Pernollet, J.-C.** (2004). Aphrodisin, an aphrodisiac lipocalin secreted in hamster vaginal secretions. *Peptides*, 25(9), 1545-1552 .
- 65.Brouette-Lahlou, I., Godinot, F., and Vernet-Maury, E.** (1999). The mother rat's vomeronasal organ is involved in detection of dodecyl propionate, the pup's preputial gland pheromone. *Physiology and Behavior*, 66(3), 427-436 .
- 66.Buck, L., and Axel, R.** (1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. *Cell*, 65(1), 175-187 .

- 67.Castañeda, M.D.L.A., Martínez-Gómez, M., Guevara-Guzmán, R., and Hudson, R. (2007).** Comunicación química en mamíferos domésticos. *Veterinaria México*, 38(1), 105-123 .
- 68.Celi, I., Gatica, M., Guzmán, J., Gallego-Calvo, L., and Zarazaga, L. (2013).** Influence of the male effect on the reproductive performance of female Payoya goats implanted with melatonin at the winter solstice. *Animal Reproduction Science*, 137(3-4), 183-188 .
- 69.Celi, P., Bush, R., and Martin, G. B. (2013).** The male effect in sheep and goats: A review of the respective roles of the two olfactory systems. *Hormones and Behavior*, 64(2), 266-273.
- 70.Chamero, P., Katsoulidou, V., Hendrix, P., Bufe, B., Roberts, R., Matsunami, H., Abramowitz, J., Birnbaumer, L., Zufall, F., and Leinders-Zufall, T. (2011).** G protein Gao is essential for vomeronasal function and aggressive behavior in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(31), 12898-12903 .
- 71.Chamero, P., Marton, T.F., Logan, D.W., Flanagan, K., Cruz, J.R., Saghatelian, A., Cravatt, B.F., and Stowers, L. (2007).** Identification of protein pheromones that promote aggressive behaviour. *Nature*, 450(7171), 899-902 .
- 72.Chanvallon, A., Blache, D., Chadwick, A., Esmaili, T., Hawken, P., Martin, G., Vinales, C., and Fabre-Nys, C. (2010a).** Sexual experience and temperament affect the response of Merino ewes to the ram effect during the anoestrous season. *Animal Reproduction Science*, 119(3-4), 205-211 .
- 73.Chanvallon, A., Sagot, L., Pottier, E., Debus, N., François, D., Fassier, T., Scaramuzzi, R., and Fabre-Nys, C. (2011).** New insights into the influence of breed and time of the year on the response of ewes to the 'ram effect'. *Animal*, 5(10), 1594-1604 .
- 74.Chanvallon, A., Scaramuzzi, R., and Fabre-Nys, C. (2010).** Early sexual experience and stressful conditions affect the response of young ewes to the male. *Physiology and Behavior*, 99(4), 457-465 .
- 75.Chanvallon, A., Sagot, L., Pottier, E., Debus, N., and Scaramuzzi, R. J. (2010).** The male effect in sheep: The role of sexual behavior and cues. *Hormones and Behavior*, 58(2), 335-342.
- 76.Caraty, A., and Fabre-Nys, C. (2021).** The 'male effect' in sheep and goats: A review of the respective roles of the two olfactory systems. *Hormones and Behavior*, 130, 104955.
- 77.Chemineau, P. (1987).** Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats-a review. *Livestock Production Science*, 17, 135-147 .
- 78.Chemineau, P., Guérin, Y., Orgeur, P., and Vallet, J. (1991).** Training manual on artificial insemination in sheep and goats (Vol. 83). FAO .
- 79.Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J., and Thimonier, J. (1986).** Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *Reproduction*, 78(2), 497-504.

- 80.**Chemineau, P., Malpaux, B., Pelletier, J., Leboeuf, B., Delgadillo, J. A., Deletang, F., Pobel, T., and Brice, G. (2008). Emploi des mélatonines et des photopériodes artificielles pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins. *INRA Productions Animales*, 21(1), 49-60.
- 81.**Claus R, Dehnhard M, Götz U, Lacorn M. The Pheromone of the Male Goat: Function, Sources, Androgen Dependency and Partial Chemical Characterization. *Chemical Signals in Vertebrates* 9. 2001:133-40.
- 82.**Claus, R., Over, R., and Dehnhard, M. (2001). Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Animal Reproduction Science*, 66(3-4), 259-267.
- 83.**Chemineau, P., Malpaux, B., Brillard, J. P., and Fostier, A. (2008). Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Animal*, 1(3), 419-432.
- 84.**Clevenger, J. F. (1928). Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 17(4), 346-349.
- 85.**Campbell, B. K., Souza, C. J., and Baird, D. T. (2021). The FecB (Booroola) gene acts at the ovary: In vivo evidence. *Reproduction*, 122(6), 829-838.
- 86.**Cohen-Tannoudji, J., Lavenet, C., Locatelli, A., Tillet, Y., and Signoret, J. (1989). Non-involvement of the accessory olfactory system in the LH response of anoestrous ewes to male odour. *Reproduction*, 86(1), 135-144 .
- 87.**Cohen-Tannoudji, J., Locatelli, A., and Signoret, J. (1986). Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiology and Behavior*, 36(5), 921-924 .
- 88.**Cohen-Tannoudji, J., Einhorn, J., and Signoret, J. P. (1994). Ram sexual pheromone: First approach of chemical identification. *Physiology and Behavior*, 56(5), 955-961.
- 89.**Coop, I. (1966). Effect of flushing on reproductive performance of ewes. *The Journal of Agricultural Science*, 67(3), 305-323 .
- 90.**Coop, I. E. (1966). Effect of flushing on reproductive performance of ewes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 9(2), 223-232.
- 91.**Cushwa, W.T., Bradford, G. E., Stabenfeldt, G.H., Berger, Y.M., and Dally, M.R. (1992). Ram influence on ovarian and sexual activity in aneestrous ewes: effects of isolation of ewes from rams before joining and date of ram introduction. *Journal of Animal Science*, 70(4), 1195-1200.
- 92.**Delgadillo, J. A., Vielma, J., Hernández, H., and Flores, J. A. (2020). The male effect in small ruminants: A key tool for enhancing reproductive performance and genetic progress. *Animal Reproduction Science*, 220, 106355.

- 93.Davies, K., Bartlewski, P., Pierson, R., and Rawlings, N.** (2006). Computer assisted image analyses of corpora lutea in relation to peripheral concentrations of progesterone: A comparison between breeds of sheep with different ovulation rates. *Animal Reproduction Science*, 96(1-2), 165-175 .
- 94.Davies, K. L., Campbell, B. K., and Baird, D. T.** (2006). The effects of progesterone receptor blockade on the function of the corpus luteum during the early luteal phase of the ewe. *Reproduction*, 131(1), 147-157.
- 95.de St Torre, T.J., Hawken, P., and Martín, G.** (2012). Role of male novelty and familiarity in male-induced LH secretion in female sheep. *Reproduction, fertility and development*, 24(4), 523-530 .
- 96.Delgadillo, J. A., Vielma, J., Hernández, H., and Flores, J. A.** (2021). The male effect in the Caprine species: New insights into the neuroendocrine mechanisms. *Domestic Animal Endocrinology*, 74, 106555.
- 97.Del Punta, K., Leinders-Zufall, T., Rodriguez, I., Jukam, D., Wysocki, C.J., Ogawa, S., Zufall, F., and Delfa, C.D., de Bulnes, A.G., Nuévalos, E H., Guirao, J., Lössel, J.B.L., Urrutia, B., Durán, J.A.C., and Sebastián, A.L.** (2002). Inducción y sincronización de ovulaciones en cabras de la raza Murciano-granadina, mediante la utilización del efecto macho y progesterona. XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia: Valencia, 19-21, septiembre 2002: producción ovina y caprina, nº XXVII SEOC ,
- 98.Delgadillo, J., Ungerfeld, R., Flores, J., Hernandez, H., and Fitz-Rodríguez, G.** (2011). The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reproduction in Domestic Animals*, 46(4), 687-691 .
- 99.Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F. G., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., and Malpaux, B.** (2011). Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal of Animal Science*, 89(4), 996-1003.
- 100.Downing, J. A., Joss, J., Connell, P., and Scaramuzzi, R. J.** (1995). Ovulation rate and the concentrations of gonadotrophins and metabolic hormones in ewes infused with glucose during the late luteal phase of the oestrous cycle. *Journal of Endocrinology*, 146(3), 403-410.
- 101.Dobson, H., Fergani, C., Routly, J., and Smith, R.** (2012). Effects of stress on reproduction in ewes. *Animal Reproduction Science*, 130(3-4), 135-140 .
- 102.Dharani, S., Lee, J. H., and Kwon, W. S.** (2024). Pheromones in mammalian reproduction: Chemical signals and transduction mechanisms. *Biological Reviews*, 99(1), 1-25.
- 103.Dorries, K.M., Adkins-Regan, E., and Halpern, B.P.** (1997). Sensitivity and behavioral responses to the pheromone androstenone are not mediated by the vomeronasal organ in domestic pigs. *Brain, Behavior and Evolution*, 49(1), 53-62 .

- 104.**Downing, J., Joss, J., Connell, P., and Scaramuzzi, R. (1995). Ovulation rate and the concentrations of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes fed lupin grain. *Journal of Reproduction and Fertility*, 103(1), 137-146 .
- 105.**Duggavathi, R., Bartlewski, P.M., Barrett, D.M., and Rawlings, N.C. (2005). The temporal relationship between patterns of LH and FSH secretion, and development of ovulatory-sized follicles during the mid-to late-luteal phase of sheep. *Theriogenology*, 64(2), 393-407 .
- 106.**Duggavathi, R., Bartlewski, P., Agg, E., Flint, S., Barrett, D., and Rawlings, N. (2005). The effect of the manipulation of follicle-stimulating hormone (FSH)-peak characteristics on follicular wave dynamics in sheep: does an ovarian-independent endogenous rhythm in FSH secretion exist? *Biology of Reproduction*, 72(6), 1466-1474 .
- 107.**Duggavathi, R., Bartlewski, P., Barrett, D., and Rawlings, N. (2003a). Use of high-resolution transrectal ultrasonography to assess changes in numbers of small ovarian antral follicles and their relationships to the emergence of follicular waves in cyclic ewes. *Theriogenology*, 60(3), 495-510 .
- 108.**Duggavathi, R., Bartlewski, P., Pierson, R., and Rawlings, N. (2003b). Luteogenesis in cyclic ewes: echotextural, histological, and functional correlates. *Biology of Reproduction*, 69(2), 634-639 .
- 109.**Dulac, C., and Axel, R. (1995). A novel family of genes encoding putative pheromone receptors in mammals. *Cell*, 83(2), 195-206 .
- 110.**Dulac, C., and Wagner, S. (2006). Genetic analysis of brain circuits underlying pheromone signaling. *Annu. Rev. Genet.*, 40, 449-467 .
- 111.**El-Ella, A.A. (2006). Response of Barki ewes to treatment with gonadotrophin hormones and energy supplementation (flushing). Response of Barki ewes to treatment with gonadotrophin hormones and energy supplementation (flushing). 1(1), 73-88 .
- 112.**El-Ella, A. A. (2006). Effect of flushing on reproductive performance of sheep. *Small Ruminant Research*, 63(3), 299-302.
- 113.**Eley, T.C., and Plomin, R. (1997). Genetic analyses of emotionality. *Current Opinion in Neurobiology*, 7(2), 279-284 .
- 114.**Evans, A. (2003a). Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. *Reproduction in Domestic Animals*, 38(4), 240-246 .
- 115.**Evans, A. (2003b). Ovarian follicle growth and consequences for fertility in sheep. *Animal Reproduction Science*, 78(3-4), 289-306 .
- 116.**Evans, A., Duffy, P., Hynes, N., and Boland, M. (2000). Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*, 53(3), 699-715 .
- 117.**Evans, A. C., Mossa, F., Walsh, S. W., Scheetz, D., Jimenez-Krassel, F., Ireland, J. L., Smith, G. W., and Ireland, J. J. (2020). Effects of maternal environment during gestation on ovarian

folliculogenesis and consequences for fertility in bovine offspring. *Reproduction in Domestic Animals*, 47(Suppl 4), 31-37.

- 118.FAO and UNEP.** (1980). The Awassi sheep: Origins and historical significance (FAO Animal Production Paper No. 12). Food and Agriculture Organization.
- 119.FAO/World Bank.** (2024). Meat and milk production trends in West Asia.
- 120.National Agricultural Research Center (NARC).** (2025). Native sheep breeds of the Middle East.
- 121.Ferin, M.** (1993). Neuropeptides, the stress response, and the hypothalamo-pituitary-gonadal axis in the female rhesus monkey. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 697, 106-116 .
- 122.Fernandez-Novo, A., Santos, D., Pérez-Solana, M., and González-Martín, J. V.** (2024). Recent advances in the synchronization of ovulation for fixed-time AI in small ruminants. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 22(1), e04SC01.
- 123.Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., and Leboeuf, B.** (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 211-219.
- 124.Fabre-Nys, C., Chanvallon, A., Dupont, J., Lardic, L., Chesneau, D., and Scaramuzzi, R. J.** (2015). The 'male effect' in sheep and goats: Revisiting the role of olfactory cues. *Hormones and Behavior*, 76, 139-145.
- 125.Fierro, S., Gil, J., Viñoles, C., and Olivera-Muzante, J.** (2013). The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: A review. *Theriogenology*, 79(3), 399-408.
- 126.Fernández, I.G., Luna-Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, J.A., Gelez, H., and Delgadillo, J.A.** (2011). Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Hormones and Behavior*, 60(5), 484-488 .
- 127.Ferreira-Silva, J.C., Tenório Filho, F., Moura, M. T., Nascimento, P.S., Oliveira, L.R.S., Bartolomeu, C.C., and Oliveira, M.A.L.** (2018). Follicular size, luteinizing hormone (LH), and progesterone (P4) levels in postpartum Santa Inês ewes subjected to ram effect combined with suckling interruption. *Livestock Science*, 214, 88-92.
- 128.Ferrero, D.M., Lemon, J.K., Fluegge, D., Pashkovski, S.L., Korzan, W.J., Datta, S.R., Spehr, M., Fendt, M., and Liberles, S.D.** (2011). Detection and avoidance of a carnivore odor by prey. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(27), 11235-11240 .
- 129.Gaillard, I., Rouquier, S., Pin, J.P., Mollard, P., Richard, S., Barnabé, C., Demaille, J., and Giorgi, D.** (2002). A single olfactory receptor specifically binds a set of odorant molecules. *European Journal of Neuroscience*, 15(3), 409-418 .
- 130.Gasser, C. L., Bridges, G. A., Mussard, M. L., Grum, D. E., Kinder, J. E., and Day, M. L.** (2022). Induction of precocious puberty in heifers III: Hastened reduction of estradiol negative feedback on secretion of luteinizing hormone. *Journal of Animal Science*, 84(8), 2050-2056.

- 131. Galal, S., Gürsoy, O., and Shaat, I.** (2008). Awassi sheep as a genetic resource and efforts for their genetic improvement—A review. *Small Ruminant Research*, 79(2-3), 99-108.
- 132. Galal, S., Gursoy, O., and Shaat, I.** (2008). Morphological characteristics of Awassi sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 40(7), 479-487.
- 133. Gallego-Calvo, L., Gatica, M., Celi, I., Guzmán, J., Delgadillo, J., and Zarazaga, L.** (2014). No previous isolation of female goats is required for novel males to induce a male effect, especially if direct physical contact is established. *Theriogenology*, 82(9), 1310-1315 .
- 134. Gelez, H., and Fabre-Nys, C.** (2004). The “male effect” in sheep and goats: a review of the respective roles of the two olfactory systems. *Hormones and Behavior*, 46(3), 257-271 .
- 135. Gelez, H., Archer, E., Chesneau, D., Campan, R., and Fabre-Nys, C.** (2004). Importance of learning in the response of ewes to male odor. *Chemical Senses*, 29(7), 555-563 .
- 136. Ginther, O., Kot, K., and Wiltbank, M.** (1995). Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology*, 43(3), 689-703 .
- 137. Ginther, O. J., Beg, M. A., Bergfelt, D. R., Donadeu, F. X., and Kot, K.** (2016). Follicle selection in monovular species. *Biology of Reproduction*, 65(3), 638-647.
- 138. Girard, L.** (1813). Moyens employés avec succès, par M. Morel de Vindé, Membre de la Société d'Agriculture de Seine et Oise, pour obtenir, dans le temps le plus court possible, la fécondation du plus grand nombre des brebis portières d'un troupeau. *Ephémérides de la Société d'Agriculture du Département de l'Indre pour l'An*, 66-68 .
- 139. Gómez-Brunet, A., Santiago-Moreno, J., Montoro, V., Garde, J., Pons, P., Gonzalez-Bulnes, A., and López-Sebastián, A.** (2007). Reproductive performance and progesterone secretion in estrus-induced Manchega ewes treated with hCG at the time of AI. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 117-122 .
- 140. Gelez, H., and Fabre-Nys, C.** (2004). The "male effect" in sheep and goats: A review of the respective roles of the two olfactory systems. *Hormones and Behavior*, 46(3), 257-271.
- 141. Gómez-Brunet, A., Santiago-Moreno, J., López-Sebastián, A., and Tortonese, D. J.** (2007). Melatonin treatment advances the onset of the breeding season in Mediterranean ewes. *Journal of Animal Science*, 85(4), 907-913.
- 142. Goodman, R.L., Bittman, E.L., Foster, D.L., and Karsch, F.J.** (1982). Alterations in the control of luteinizing hormone pulse frequency underlie the seasonal variation in estradiol negative feedback in the ewe. *Biology of Reproduction*, 27(3), 580-589 .
- 143. Haga, S., Hattori, T., Sato, T., Sato, K., Matsuda, S., Kobayakawa, R., Sakano, H., Yoshihara, Y., Kikusui, T., and Touhara, K.** (2010). The male mouse pheromone ESP1 enhances female sexual receptive behaviour through a specific vomeronasal receptor. *Nature*, 466(7302), 118-122 .

- 144.Haresign, W., and Acritopoulou, S. (1978).** Response of ewes to single or double injections of prostaglandin F2 α during the breeding season. *Journal of Agricultural Science*, 91(3), 757-761.
- 145.Hawken, P., and Beard, A. (2009).** Ram novelty and the duration of ram exposure affects the distribution of mating in ewes exposed to rams during the transition into the breeding season. *Animal Reproduction Science*, 111(2-4), 249-260 .
- 146.Haddad, S. G., Al-Own, B. Y., and Titi, H. H. (2022).** Historical origins and genetic diversity of Awassi sheep in the Near East. *Animal Genetic Resources*, 71, 1-12.
- 147.Hawken, P. A. R., Martin, G. B., and Scaramuzzi, R. J. (2019).** The 'ram effect': A non-pharmacological tool to improve reproductive efficiency in sheep. *Animal Production Science*, 59(1), 1-16.
- 148.Hanzen, C., Delsaux, B., and Drion, P. V. (2020).** Use of progesterone-releasing devices (PRID) in small ruminant reproduction. *Veterinary Sciences*, 7(3), 132.
- 149.He, J., Ma, L., Kim, S., Nakai, J., and Yu, C.R. (2008).** Encoding gender and individual information in the mouse vomeronasal organ. *Science*, 320(5875), 535-538 .
- 150.I'Anson, H., Manning, J.M., Herbosa, C.G., Pelt, J., Friedman, C.R., Wood, R.I., Bucholtz, D.C., and Foster, D. L. (2000).** Central inhibition of gonadotropin-releasing hormone secretion in the growth-restricted hypogonadotropic female sheep. *Endocrinology*, 141(2), 520-527 .
- 151.Isogai, Y., Si, S., Pont-Lezica, L., Tan, T., Kapoor, V., Murthy, V.N., and Dulac, C. (2011).** Molecular organization of vomeronasal chemoreception. *Nature*, 478(7368), 241-245 .
- 152.Iwata, E., Wakabayashi, Y., Kakuma, Y., Kikusui, T., Takeuchi, Y., and Mori, Y. (2000).** Testosterone-dependent primer pheromone production in the sebaceous gland of male goat. *Biology of reproduction*, 62(3), 806-810 .
- 153.Izard, M., and Vandenbergh, J. (1982).** The effects of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. *Journal of Animal Science*, 55(5), 1160-1168 .
- 154.Jabbour, H., Ryan, J., Evans, G., and Maxwell, W. (1991).** Effects of season, GnRH administration and lupin supplementation on the ovarian and endocrine responses of Merino ewes treated with PMSG and FSH-P to induce superovulation. *Reproduction, Fertility and Development*, 3(6), 699-707 .
- 155.Jabbour, H. N., Evans, G., and Armstrong, D. T. (1991).** Ovarian follicular development and oocyte quality in nutritionally induced growth-retarded ewes. *Journal of Reproduction and Fertility*, 93(2), 361-369.
- 156.Juengel, J. L., and McNatty, K. P. (2021).** The role of proteins of the transforming growth factor- β superfamily in the intraovarian regulation of follicular development. *Animal Reproduction Science*, 78(3-4), 217-237.

- 157.Jemiolo, B., Xie, T.-M., and Novotny, M.** (1991). Socio-sexual olfactory preference in female mice: attractiveness of synthetic chemosignals. *Physiology and behavior*, 50(6), 1119-1122 .
- 158.Johnston, R.E., and Bronson, F.** (1982). Endocrine control of female mouse odors that elicit luteinizing hormone surges and attraction in males. *Biology of Reproduction*, 27(5), 1174-1180 .
- 159.Karlson, P., and Lüscher, M.** (1959). 'Pheromones': a new term for a class of biologically active substances. *Nature*, 183, 55-56 .
- 160.Keil, N.M., Imfeld-Mueller, S., Aschwanden, J., and Wechsler, B.** (2012). Are head cues necessary for goats (*Capra hircus*) in recognising group members? *Animal Cognition*, 15, 913-921 .
- 161.Keller, M., Lévy, F., and Poindron, P.** (2018). Neural mechanisms underlying the 'male effect' in sheep. *Journal of Neuroendocrinology*, 30(2), e12572.
- 162.Kaulfuß, P., Bünger, B., and Claus, R.** (1997). Individual differences in the response of anoestrous ewes to the male effect. *Small Ruminant Research*, 26(1-2), 39-45.
- 163.Keller, A., Zhuang, H., Chi, Q., Vosshall, L. B., and Matsunami, H.** (2007). Genetic variation in a human odorant receptor alters odour perception. *Nature*, 449(7161), 468-472.
- 164.Keller, M., Cornilleau, F., Archer, E., and Lévy, F.** (2011). Development of social familiarity in ewes. *Physiology and Behavior*, 104(3), 392-397 .
- 165.Kendrick, K.M., da Costa, A.P., Leigh, A. E., Hinton, M.R., and Peirce, J.W.** (2001). Sheep don't forget a face. *Nature*, 414(6860), 165-166 .
- 166.Keniry, L. J., Campbell, B. K., and Baird, D. T.** (2023). The effect of progesterone receptor blockade on luteal function in the ewe. *Reproduction*, 165(1), 1-10.
- 167.Kimchi, T., Xu, J., and Dulac, C.** (2007). A functional circuit underlying male sexual behaviour in the female mouse brain. *Nature*, 448(7157), 1009-1014 .
- 168.Knight, T.** (1983). Ram induced stimulation of ovarian and oestrous activity in anoestrous ewes--a review. *Proceedings of... annual conference-New Zealand Society of Animal Production* .
- 169.Knight, T., and Lynch, P.** (1980). Source of ram pheromones that stimulate ovulation in the ewe. *Animal Reproduction Science*, 3(2), 133-136.
- 170.Knight, T., Tervit, H., and Fairclough, R.** (1981). Corpus luteum function in ewes stimulated by rams. *Theriogenology*, 15(2), 183-190 .
- 171.Knight, T. W., Tervit, H. R., and Fairclough, R. J.** (1983). Effects of boar and ram pheromones on the resumption of ovarian activity in anoestrous ewes. *Animal Reproduction Science*, 6(2), 125-132.
- 172.Kobayakawa, K., Kobayakawa, R., Matsumoto, H., Oka, Y., Imai, T., Ikawa, M., Okabe, M., Ikeda, T., Itohara, S., and Kikusui, T.** (2007). Innate versus learned odour processing in the mouse olfactory bulb. *Nature*, 450(7169), 503-508 .

- 173.Kovats, E.** (1958). Gas-chromatographische Charakterisierung organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde und Ketone. *Helvetica Chimica Acta*, 41(7), 1915-1932.
- 174.Laukaitis, C.M., Critser, E.S., and Karn, R.C.** (1997). Salivary androgen-binding protein (ABP) mediates sexual isolation in *Mus musculus*. *Evolution*, 51(6), 2000-2005 .
- 175.Laukaitis, C.M., Dlouhy, S.R., Emes, R.D., Ponting, C.P., and Karn, R.C.** (2005). Diverse spatial, temporal, and sexual expression of recently duplicated androgen-binding protein genes in *Mus musculus*. *BMC Evolutionary Biology*, 5(1), 1-16 .
- 176.Leinders-Zufall, T., Brennan, P., Widmayer, P., Maul-Pavicic, A., Jager, M., Li, X.-H., Breer, H., Zufall, F., and Boehm, T.** (2004). MHC class I peptides as chemosensory signals in the vomeronasal organ. *Science*, 306(5698), 1033-1037 .
- 177.Leinders-Zufall, T., Cockerham, R. E., Michalakakis, S., Biel, M., Garbers, D. L., Reed, R. R., Zufall, F., and Munger, S. D.** (2007). Contribution of the receptor guanylyl cyclase GC-D to chemosensory function in the olfactory epithelium. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(36), 14507-14512 .
- 178.Leinders-Zufall, T., Lane, A.P., Puche, A.C., Ma, W., Novotny, M.V., Shipley, M.T., and Zufall, F.** (2000). Ultrasensitive pheromone detection by mammalian vomeronasal neurons. *Nature*, 405(6788), 792-796 .
- 179.Leybold, B.G., Yu, C.R., Leinders-Zufall, T., Kim, M.M., Zufall, F., and Axel, R.** (2002). Altered sexual and social behaviors in *trp2* mutant mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6376-6381 .
- 180.Li, Q., Korzan, W.J., Ferrero, D.M., Chang, R.B., Roy, D.S., Buchi, M., Lemon, J.K., Kaur, A.W., Stowers, L., and Fendt, M.** (2013). Synchronous evolution of an odor biosynthesis pathway and behavioral response. *Current Biology*, 23(1), 11-20 .
- 181.Liberles, S.D.** (2014). Mammalian pheromones. *Annual review of physiology*, 76, 151-175 .
- 182.Liberles, S.D., and Buck, L.B.** (2006). A second class of chemosensory receptors in the olfactory epithelium. *Nature*, 442(7103), 645-650 .
- 183.Liberles, S.D., Horowitz, L.F., Kuang, D., Contos, J.J., Wilson, K.L., Siltberg-Liberles, J., Liberles, D.A., and Buck, L.B.** (2009). Formyl peptide receptors are candidate chemosensory receptors in the vomeronasal organ. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(24), 9842-9847 .
- 184.Lin, D. Y., Zhang, S.-Z., Block, E., and Katz, L. C.** (2005). Encoding social signals in the mouse main olfactory bulb. *Nature*, 434(7032), 470-477 .
- 185.Logan, D.W., Brunet, L.J., Webb, W.R., Cutforth, T., Ngai, J., and Stowers, L.** (2012). Learned recognition of maternal signature odors mediates the first suckling episode in mice. *Current Biology*, 22(21), 1998-2007 .

- 186.Luo, M., Fee, M.S., and Katz, L. C.** (2003). Encoding pheromonal signals in the accessory olfactory bulb of behaving mice. *Science*, 299(5610), 1196-1201 .
- 187.Mandiyan, V.S., Coats, J.K., and Shah, N.M.** (2005). Deficits in sexual and aggressive behaviors in *Cnga2* mutant mice. *Nature neuroscience*, 8(12), 1660-1662 .
- 188.Martin, G.** (2001). Role of pheromones in wild and domesticated mammals. *Advances in Ethology* (Supplement to *Ethology*), 36, 29 .
- 189.Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., and Pearce, D.T.** (1986). The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams—a review. *Livestock Production Science*, 15(3), 219-247 .
- 190.Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., and Pearce, D.T.** (1986). The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams—a review. *Livestock Production Science*, 15(3), 219-247.
- 191.Martin, G., Cognié, Y., Schirar, A., Nunes-Ribeiro, A., Fabre-Nys, C., and Thiéry, J.-C.** (1985). Diurnal variation in the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reproduction*, 75(1), 275-284 .
- 192.Martin, G., Oldham, C., and Lindsay, D.** (1980). Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Animal Reproduction Science*, 3(2), 125-132 .
- 193.Martínez-Alfaro, J., Hernández, H., Flores, J., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I., Bedos, M., Chemineau, P., Keller, M., and Delgadillo, J.** (2014). Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology*, 82(7), 1028-1035 .
- 194.Martini, S., Silvotti, L., Shirazi, A., Ryba, N.J., and Tirindelli, R.** (2001). Co-expression of putative pheromone receptors in the sensory neurons of the vomeronasal organ. *Journal of Neuroscience*, 21(3), 843-848 .
- 195.Murata, K., Tamogami, S., Itou, M., Ohkubo, Y., Wakabayashi, Y., Watanabe, H., ... and Takeuchi, Y.** (2014). Identification of an olfactory signal molecule that activates the central regulator of reproduction in goats. *Current Biology*, 24(15), 1767-1772.
- 196.Martinez-Ros, P., Gonzalez-Bulnes, A., and Lopez-Sebastian, A.** (2022). New insights into the use of male effect in goat reproduction. *Animals*, 12(3), 365.
- 197.Martinez-Ros, P., Lozano, J. M., Gonzalez-Bulnes, A., and Astiz, S.** (2018). Influence of season on male reproductive functions in sheep. *Animal Reproduction Science*, 194, e38-e44.
- 198.McCARTHY, M.M.** (2008). Estradiol and the developing brain. *Physiological Reviews*, 88(1), 91-134 .
- 199.McEvoy, T., Robinson, J., Aitken, R., Findlay, P., Palmer, R., and Robertson, I.** (1995). Dietary-induced suppression of pre-ovulatory progesterone concentrations in superovulated ewes impairs the

subsequent *in vivo* and *in vitro* development of their ova. *Animal Reproduction Science*, 39(2), 89-107 .

- 200.**McEvoy, T. G., Robinson, J. J., Aitken, R. P., Findlay, P. A., and Robertson, I. S. (1995). Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Animal Reproduction Science*, 37(3-4), 187-200.
- 201.**McNatty, K., Gibb, M., Dobson, C., and Thurley, D. (1981). Evidence that changes in luteinizing hormone secretion regulate the growth of the preovulatory follicle in the ewe. *Journal of Endocrinology*, 90(3), 375.
- 202.**Mellado, M., Olivas, R., and Ruiz, F. (2000). Effect of buck stimulus on mature and pre-pubertal norgestomet-treated goats. *Small Ruminant Research*, 36(3), 269-274 .
- 203.**Melrose, D.R., Reed, H.B., and Patterson, R. (1971). Androgen steroids associated with boar odour as an aid to the detection of oestrus in pig artificial insemination. *British Veterinary Journal*, 127(10), 497-502 .
- 204.**Millar, J. G. (2002). Chemical ecology of mammal pheromones. In *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 37, pp. 399-432). Elsevier.
- 205.**Mormede, P., Foury, A., Barat, P., Corcuff, J.B., Terenina, E., Marissal-Arvy, N., and Moisan, M.P. (2011). Molecular genetics of hypothalamic–pituitary–adrenal axis activity and function. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1220(1), 127-136 .
- 206.**Munger, S.D., Leinders-Zufall, T., and Zufall, F. (2009). Subsystem organization of the mammalian sense of smell. *Annual Review of Physiology*, 71, 115-140 .
- 207.**Mura, M.C., Luridiana, S., Farci, F., Di Stefano, M. V., Daga, C., Pulinas, L., Starič, J., and Carcangiu, V. (2017). Melatonin treatment in winter and spring and reproductive recovery in Sarda breed sheep. *Animal Reproduction Science*, 185, 104-108 .
- 208.**Mura, M. C., Luridiana, S., Vacca, G. M., and Daga, C. (2017). Melatonin treatment in Mediterranean ewes: Effects on reproductive performance. *Italian Journal of Animal Science*, 16(4), 658-663.
- 209.**Monniaux, D., Cadoret, V., Clément, F., Dalbiès-Tran, R., Elis, S., Fabre, S., and Monget, P. (2014). Follicular growth and ovarian dynamics in mammals. *Journal of Reproduction and Development*, 60(3), 147-154.
- 210.**Mezera, M. A., Wiltbank, M. C., and Sartori, R. (2019). Endocrine regulation of the corpus luteum. *Animal Reproduction*, 16(3), 511-520.
- 211.**Murata, K., Wakabayashi, Y., Kitago, M., Ohara, H., Watanabe, H., Tamogami, S., Warita, Y., Yamagishi, K., Ichikawa, M., and Takeuchi, Y. (2009). Modulation of gonadotrophin-releasing hormone pulse generator activity by the pheromone in small ruminants. *Journal of Neuroendocrinology*, 21(4), 346-350 .

- 212. Murtagh, J., Gray, S., Lindsay, D., and Oldham, C.** (1984). The influence of the 'ram effect' in 10–11 month-old merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Animal Production in Australia*, 15, 490-493 .
- 213. Native Breed.** (2025). Awassi sheep: Distribution and characteristics.
- 214. Nara, K., Saraiva, L.R., Ye, X., and Buck, L. B.** (2011). A large-scale analysis of odor coding in the olfactory epithelium. *Journal of Neuroscience*, 31(25), 9179-9191 .
- 215. Niswender, G.D.** (2002). Molecular control of luteal secretion of progesterone. *Reproduction*, 123(3), 333-339.
- 216. Niswender, G.D., Juengel, J.L., Silva, P.J., Rollyson, M.K., and McIntush, E.W.** (2000). Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Reviews*, 80(1), 1-29.
- 217. Noakes, D. E., Parkinson, T. J., and England, G. C.** (2018). *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics-E-Book*. Elsevier Health Sciences .
- 218. Notter, D.** (2020). Opportunities to reduce seasonality of breeding in sheep by selection. *Sheep and Goat Research Journal*, 17(3), 21-32 .
- 219. Notter, D. R.** (2020). Genetic aspects of reproduction in sheep. *Reproduction in Domestic Animals*, 55(S3), 3-12.
- 220. Novotny, M., Harvey, S., Jemiolo, B., and Alberts, J.** (1985). Synthetic pheromones that promote inter-male aggression in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 82(7), 2059-2061 .
- 221. Novotny, M., Jemiolo, B., Harvey, S., Wiesler, D., and Marchlewska-Koj, A.** (1986). Adrenal-mediated endogenous metabolites inhibit puberty in female mice. *Science*, 231(4739), 722-725 .
- 222. National Institute of Standards and Technology (NIST).** (2023). NIST Chemistry WebBook [Mass spectral database]. U.S. Department of Commerce.
- 223. Oldham, C.** (1980). Stimulation of ovulation in seasonally or lactationally anovular ewes by rams. *Proceedings of Australian Society of Animal Production*.
- 224. Oldham, C., and Cognie, Y.** (1980). Do ewes continue to cycle after teasing?[ram induced ovulation; sheep].[Conference paper]. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production (Australia)*. v. 13 .
- 225. Over, R., Cohen-Tannoudji, J., Dehnhard, M., Claus, R., and Signoret, J.** (1990). Effect of pheromones from male goats on LH-secretion in anoestrous ewes. *Physiology and Behavior*, 48(5), 665-668.

- 226.Over, R., Cohen-Tannoudji, J., Dehnhard, M., Claus, R., and Signoret, J. P.** (1990). Effect of the presence of a male on the sexual maturation of female goats. *Physiology and Behavior*, 47(3), 627-631.
- 227.Ozyurtlu, N., Kucukaslan, I., and Cetin, Y.** (2010). Characterization of oestrous induction response, oestrous duration, fecundity and fertility in Awassi ewes during the non-breeding season utilizing both CIDR and intravaginal sponge treatments. *Reproduction in Domestic Animals*, 45(3), 464-467.
- 228. Pageat, P., and Gaultier, E.** (2003). Current research in canine and feline pheromones. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 33(2), 187-211 .
- 229. Parr, R.** (1992). Nutrition-progesterone interactions during early pregnancy in sheep. *Reproduction, Fertility and Development*, 4(3), 297-300 .
- 230.Palmyrene Voices.** (2024). Ancient livestock practices in Mesopotamia.
- 231.Pearce, G., and Oldham, C.** (1988). Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *Reproduction*, 84(1), 333-339 .
- 232.Pedersen, P.E., and Blass, E.M.** (1982). Prenatal and postnatal determinants of the 1st suckling episode in albino rats. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 15(4), 349-355 .
- 233.Plant, T.M., and Zeleznik, A.J.** (2014). Knobil and Neill's physiology of reproduction. Academic Press .
- 234.Pfeifer, L. F., and Strauss, J. F.** (1996). Progesterone synthesis by the human placenta. *Placenta*, 17(4), 277-281.
- 235.Poindron, P., Cognie, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C. M., and Ravault, J.-P.** (1980). Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiology and Behavior*, 25(2), 227-236 .
- 236.Ponce, J.L., Hernández, H., Flores, J.A., Keller, M., Chemineau, P., and Delgadillo, J. A.** (2015). One day of contact with photostimulated bucks is sufficient to induce ovulation in seasonally anestrous goats. *Theriogenology*, 84(6), 880-886 .
- 237.Qalbawi, Z., Al-Mahmoud, K., and Haddad, N.** (2024). Economic contribution of Awassi sheep to Syrian agriculture. *Agricultural Economics Review*, 25(1), 55–70.
- 238.Rawlings, N., and Cook, S.** (1993). LH secretion around the time of the preovulatory gonadotrophin surge in the ewe. *Animal Reproduction Science*, 30(4), 289-299 .
- 239.Rawlings, N., Jeffcoate, I., and Rieger, D.** (1984). The influence of estradiol-17 β and progesterone on peripheral serum concentrations of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone in the ovariectomized ewe. *Theriogenology*, 22(5), 473-488 .

- 240. Rawlings, N. C., and Cook, S. J.** (1993). Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polypay ewes during an estrous cycle. *Journal of Animal Science*, 71(10), 2718-2725.
- 241. Rekwot, P., Ogwu, D., Oyedipe, E., and Sekoni, V.** (2001). The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Animal Reproduction Science*, 65(3-4), 157-170 .
- 242. Restrepo, D., Lin, W., Salcedo, E., Yamazaki, K., and Beauchamp, G.** (2006). Odortypes and MHC peptides: complementary chemosignals of MHC haplotype? *Trends in Neurosciences*, 29(11), 604-609 .
- 243. Rhind, S., and Schanbacher, B.** (1991). Ovarian follicle populations and ovulation rates of Finnish Landrace cross ewes in different nutritional states and associated profiles of gonadotrophins, inhibin, growth hormone (GH) and insulin-like growth factor-I. *Domestic Animal Endocrinology*, 8(2), 281-291 .
- 244. Rhind, S. M., and Schanbacher, B. D.** (1991). Effects of nutrition on reproductive performance. *BSAP Occasional Publication*, 14, 147-160.
- 245. Rekik, M., and Haile, A.** (2017). Melatonin and reproduction in sheep and goats. *Animal Reproduction*, 14(3), 472-481.
- 246. Rivier, C., and Rivest, S.** (1991). Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. *Biology of Reproduction*, 45(4), 523-532.
- 247. Roberts, S.A., Simpson, D.M., Armstrong, S.D., Davidson, A. J., Robertson, D. H., McLean, L., Beynon, R.J., and Hurst, J.L.** (2010). Darcin: a male pheromone that stimulates female memory and sexual attraction to an individual male's odour. *BMC biology*, 8, 1-21 .
- 248. Rodriguez, I., Feinstein, P., and Mombaerts, P.** (1999). Variable patterns of axonal projections of sensory neurons in the mouse vomeronasal system. *Cell*, 97(2), 199-208 .
- 249. Rosa, H.J., and Bryant, M.J.** (2003). Seasonality of reproduction in sheep. *Small Ruminant Research*, 48(3), 155-171 .
- 250. Rosa, H. J. D., Bryant, M. J., and Forcada, F.** (2000). Effect of the presence of the male on the endocrinology and timing of luteolysis in the cyclic ewe. *Animal Science*, 70(2), 287-291.
- 251. Rosa, H.J., Juniper, D.T., and Bryant, M.J.** (2000). Effects of recent sexual experience and melatonin treatment of rams on plasma testosterone concentration, sexual behaviour and ability to induce ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Reproduction*, 120(1), 169-176.
- 252. Ryba, N. J., and Tirindelli, R.** (1997). A new multigene family of putative pheromone receptors. *Neuron*, 19(2), 371-379 .
- 253. Saito, H., Chi, Q., Zhuang, H., Matsunami, H., and Mainland, J. D.** (2009). Odor coding by a Mammalian receptor repertoire. *Science signaling*, 2(60), ra9-ra9 .

- 254.**Salles, M., Sampaio, J., Albuquerque, I., Vitaliano, A., Viana Neto, A., Rodrigues, I., and Araújo, A. (2010). The male effect to induce and synchronize estrus of dairy goats in a tropical climate. *Proceedings of International Conference on Goats*. International Goats Association, Recife.
- 255.**Saito, H., Chi, Q., Zhuang, H., Matsunami, H., and Mainland, J. D. (2021). Odor coding by a mammalian receptor repertoire. *Science Advances*, 7(15), eabe5989.
- 256.**Sampaio, J.A.R., Salles, M.G.F., Torres, C.A., and de Araújo, A. A. (2012). Efeito macho interespecie: Indução de estro em cabras leiteiras pela presença de macho ovino. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 6(2), 51-64 .
- 257.**Sanford, L.M., Howland, B.E., and Palmer, W.M. (1984). Seasonal changes in the endocrine responsiveness of the pituitary and testes of male sheep in relation to their patterns of gonadotropic hormone and testosterone secretion. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 62(7), 827-833.
- 258.**Scaramuzzi, R., Adams, N., Baird, D., Campbell, B., Downing, J., Findlay, J., Henderson, K., Martin, G., McNatty, K., and McNeilly, A. (1993). A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. *Reproduction, Fertility and Development*, 5(5), 459-478 .
- 259.**Syrian Ministry of Agriculture. (2023). *Agricultural statistical yearbook 2023*.
- 260.**Schaal, B., Coureaud, G., Langlois, D., Ginies, C., Sémon, E., and Perrier, G. (2003). Chemical and behavioural characterization of the rabbit mammary pheromone. *Nature*, 424(6944), 68-72 .
- 261.**Schneider, F., and Rehbock, F. (2003). Induction of fertile cycles in the Blackhead sheep during the anoestrus period. *Archives Animal Breeding*, 46(1), 47-61.
- 262.**Shelton, M. (1960). Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. *Journal of Animal Science*, 19(2), 368-375 .
- 263.**Shelton, M. (1980). Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *International Goat and Sheep Research*, 1(2), 156-162 .
- 264.**Signoret, J. (1980). Effect of the male presence on the reproductive mechanisms in female mammals. *Reproduction, Nutrition, Developpement*, 20(2), 457-468 .
- 265.**Signoret, J., Fulkerson, W., and Lindsay, D. (1985). Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. In *Reproductive and Developmental Behaviour in Sheep* (pp. 61-69). Elsevier .
- 266.**Souza-Fabjan, J. M. G., Batista, R. I. T. P., and Fonseca, J. F. (2022). Progesterone-based protocols for estrus synchronization in small ruminants. *Animal Reproduction*, 19(1), e20210094.
- 267.**Scaramuzzi, R. J., Baird, D. T., Campbell, B. K., Driancourt, M. A., Dupont, J., Fortune, J. E., ... and Webb, R. (2011). Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*, 23(3), 444-467.
- 268.**Sanford, L. M., Beaton, D. B., and Howland, B. E. (1982). Influence of the female on luteinizing hormone secretion in the male sheep. *Biology of Reproduction*, 27(2), 410-415.

- 269.Salman, F. M., Al-Khafaji, W. S., and Awawdeh, M. S. (2024).** Heritability estimates of reproductive traits in Awassi sheep. *Journal of Animal Breeding*, 41(2), 203–215.
- 270.Samarai, K. F., and Al-Anbari, N. N. (2009).** Awassi sheep: Naming and regional variations. *Journal of Livestock Heritage*, 5(2), 34–42.
- 271.Smith, J. (1991).** A review of recent developments on the effect of nutrition on ovulation rate (the flushing effect) with particular reference to research at Ruakura. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production (New Zealand)* .
- 272.Somchit, A., Campbell, B., Khalid, M., Kendall, N., and Scaramuzzi, R. (2007).** The effect of short-term nutritional supplementation of ewes with lupin grain (*Lupinus luteus*), during the luteal phase of the estrous cycle on the number of ovarian follicles and the concentrations of hormones and glucose in plasma and follicular fluid. *Theriogenology*, 68(7), 1037-1046 .
- 273.Somchit, A., Rhind, S. M., Kyle, C. E., Scott, D., McKelvey, W. A., and McMillen, S. R. (2007).** Effect of nutrition on the balance of production of ovarian steroids by theca and granulosa cells from ewes. *Animal Reproduction Science*, 101(3-4), 286-296.
- 274.Smith, J. F. (1991).** Flushing and reproductive performance of sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 34(2), 229-236.
- 275.Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., and Somchit, A. (1993).** 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(5), 483-507.
- 276.Spehr, M., Kelliher, K.R., Li, X.-H., Boehm, T., Leinders-Zufall, T., and Zufall, F. (2006).** Essential role of the main olfactory system in social recognition of major histocompatibility complex peptide ligands. *Journal of Neuroscience*, 26(7), 1961-1970 .
- 277.Stowers, L., Holy, T.E., Meister, M., Dulac, C., and Koentges, G. (2002).** Loss of sex discrimination and male-male aggression in mice deficient for TRP2. *Science*, 295(5559), 1493-1500 .
- 278.Teicher, M.H., and Blass, E.M. (1977).** First suckling response of the newborn Albino rat: the roles of olfaction and amniotic fluid. *Science*, 198(4317), 635-636 .
- 279.Thimonier, J., Cognié, Y., Lassoued, N., and Khaldi, G. (2000).** L’effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRAE Productions Animales*, 13(4), 223-231 .
- 280.Tournadre, H., Bocquier, F., Petit, M., Thimonier, J., and Benoit, M. (2002).** Efficacité de l'effet bélier chez la brebis limousine à différents moments de l'anoestrus saisonnier et selon la durée de l'intervalle tarissement-mise en lutte. *Rencontres Recherches Ruminants*, 9, 143-146 .
- 281.Tanco, V. M., Van Steenbergen, E. J., and Bartlewski, P. M. (2021).** The importance of LH surge timing for ovulation and fertility in ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, 56(3), 459-467.

- 282.Talafha, A. Q., Ababneh, M. M., and Lafi, S. Q.** (2011). Reproductive performance of Awassi ewes under different mating systems. *Small Ruminant Research*, 96(1), 58-63.
- 283.Underwood, F.** (1944). Studies in sheep husbandry in WAV The breeding season in Merino, crossbreed and British Breed ewes in the agricultural districts. *Journal of Agriculture in West Australia*, II, 2, 135-143 .
- 284.Ungerfeld, R.** (2003). Reproductive responses of anestrus ewes to the introduction of rams (Vol. 163, No. 163). Department of Clinical Chemistry, Swedish University of Agricultural Sciences.
- 285.Ungerfeld, R.** (2005). Sixty years of the ram effect (1944-2004): how we have learned what we know about it. *Journal of Animal and Veterinary Vet Advances*, 4, 716-718 .
- 286.Ungerfeld, R.** (2007). Social factors affecting ovarian function. *Novel Concepts in Ovarian Endocrinology*, 169-221 .
- 287.Ungerfeld, R., Forsberg, M., and Rubianes, E.** (2003). Overview of the response of anoestrus ewes to the ram effect. *Reproduction, Fertility and Development*, 16(4), 479-490.
- 288.Ungerfeld, R.** (2020). The male effect in small ruminants: Neuroendocrine and behavioural mechanisms. *Reproduction in Domestic Animals*, 55(S2), 38-44.
- 289.Ungerfeld, R., and Silva, L.** (2021). The use of biostimulation in sheep and goat reproductive management. *Animal Reproduction*, 18(2), e20210016.
- 290.Ungerfeld, R., and Silva, L.** (2022). Alternative methods to hormonal treatments for improving reproductive performance in small ruminants. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 876354.
- 291.Vandenbergh, J.G.** (1969). Male odor accelerates female sexual maturation in mice. *Endocrinology*, 84(3), 658-660 .
- 292.Véliz, F.G., Poindron, P., Malpoux, B., and Delgadillo, J.A.** (2006b). Positive correlation between the body weight of anestrus goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reproduction Nutrition Development*, 46(6), 657-661 .
- 293.Véliz, F., Poindron, P., Malpoux, B., and Delgadillo, J.** (2006a). Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrus female goats. *Animal Reproduction Science*, 92(3-4), 300-309 .
- 294.Vercueil, J.** (2002). Pastoral systems in arid environments: The case of Awassi sheep. *Nomadic Peoples*, 6(2), 125-142.
- 295.Walkden-Brown, S., and Restall, B.** (1993). The male effect in the Australian Cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Animal Reproduction Science*, 32(1-2), 55-67 .
- 296.Wang, Z., Sindreu, C.B., Li, V., Nudelman, A., Chan, G.C.-K., and Storm, D.R.** (2006). Pheromone detection in male mice depends on signaling through the type 3 adenylyl cyclase in the main olfactory epithelium. In: *Soc Neuroscience*.

- 297. Wyatt, T. D.** (2014). *Pheromones and animal behavior: Chemical signals and signatures* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- 298. Weiss, J., Pyrski, M., Jacobi, E., Bufer, B., Willnecker, V., Schick, B., Zizzari, P., Gossage, S.J., Greer, C.A., and Leinders-Zufall, T.** (2011). Loss-of-function mutations in sodium channel Nav1. 7 cause anosmia. *Nature*, 472(7342), 186-190 .
- 299. Walkden-Brown, S. W., and Restall, B. J.** (1993). The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Animal Reproduction Science*, 32(1-2), 69-84.
- 300. Whitley, N.C., and Jackson, D.** (2004). An update on estrus synchronization in goats: a minor species. *Journal of Animal Science*, 82(suppl_13), E270-E276 .
- 301. Whitten, W.K.** (1956). Modification of the oestrous cycle of the mouse by external stimuli associated with the male. *Journal of Endocrinology*, 13(4), 399-404 .
- 302. Wu, M.V., Manoli, D.S., Fraser, E.J., Coats, J.K., Tollkuhn, J., Honda, S.-I., Harada, N., and Shah, N.M.** (2009). Estrogen masculinizes neural pathways and sex-specific behaviors. *Cell*, 139(1), 61-72 .
- 303. Walton, J. S., McNeilly, J. R., McNeilly, A. S., and Cunningham, F. J.** (2011). Changes in concentrations of follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, prolactin and progesterone in the plasma of ewes during the transition from anoestrus to breeding activity. *Journal of Endocrinology*, 95(1), 1-15.
- 304. Wildeus, S.** (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *Journal of Animal Science*, 77(Suppl 2), 1-14.
- 305. Wiltbank, M. C., Souza, A. H., Carvalho, P. D., Cunha, A. P., Giordano, J. O., Fricke, P. M., Baez, G. M., and Diskin, M. G.** (2018). Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal*, 8(s1), 70-81.
- 306. Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., and Scaramuzzi, R. J.** (2022). The 'ram effect': Its role in the control of ovulation in the ewe. In *Sheep Reproduction* (pp. 145-168). CRC Press.
- 307. Yamazaki, K., Beauchamp, G., Curran, M., Bard, J., and Boyse, E.** (2000). Parent–progeny recognition as a function of MHC odortype identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(19), 10500-10502 .
- 308. Yoon, H., Enquist, L., and Dulac, C.** (2005). Olfactory inputs to hypothalamic neurons controlling reproduction and fertility. *Cell*, 123(4), 669-682 .
- 309. Yoshikawa, K., Nakagawa, H., Mori, N., Watanabe, H., and Touhara, K.** (2013). An unsaturated aliphatic alcohol as a natural ligand for a mouse odorant receptor. *Nature Chemical Biology*, 9(3), 160-162 .

- 310. Zarkawi, M.** (1997). Monitoring the reproductive performance in Awassi ewes using progesterone radioimmunoassay. *Small Ruminant Research*, 25, 291-294.
- 311. Zarkawi, M.** (2001). Oestrous synchronisation and twinning rate of Syrian Awassi ewes treated with progestagen and PMSG during the breeding season. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 43, 509-514.
- 312. Zarkawi, M.** (2007). Oestrous synchronisation and fertility in cycling Damascus does using the synthetic prostaglandin F2 α , Iliren. *Journal of Applied Animal Research*, 32, 37- 40. DOI:
- 313. Zarkawi, M.** (2010). Factors affecting age of puberty and the response of Syrian female Awassi sheep to FGA and eCG treatment. In: *Sustainable Improvement of Animal Production and Health*, Editors: N.E. Odongo, M. Garcia and G.J. Viljoen, FAO, Rome, 2010, pp 195-200.
- 314. Zarkawi, M.** (2011). Response of fat-tailed Syrian Awassi ewes to accelerated lambing systems. *Tropical Animal Health and Production*, Special Issue, 43, (7)1311-1318. DOI: 10.1007/s11250-011-9861-x
- 315. Zarkawi, M.** (2023). Characterisation of the ovarian cycle in Syrian Awassi ewes using progesterone and oestradiol radioimmunoassay. In: *FAO/IAEA International Symposium on Sustainable Animal Production and Health: Current Status and Way Forward*, Vienna, Austria, 28 June to 2 July 2021, Viljoen, G., Garcia Podesta, M. and Boettcher, P. (eds), Rome, FAO.
- 316. Zarkawi, M.** (2001). Induction of synchronized oestrous in Awassi ewes out of the breeding season. *Small Ruminant Research*, 40(3), 269-273.
- 317. Zarkawi, M.** (2007). Use of prostaglandin F2 α to synchronize estrus in Syrian Awassi ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 39(6), 419-423.
- 318. Zarkawi, M.** (2023). Seasonal variations in reproductive activity of Awassi ewes. *Animal Reproduction Science*, 247, 107-115.
- 319. Zarazaga, L. A., Gatica, M. C., and Guzmán, J. L.** (2023). Photoperiod and melatonin effects on the seasonal reproductive activity of Mediterranean goats. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 21(2), e04SC02.
- 320. Zhang, Y., and Li, W.** (2021). Applications of pheromones in livestock reproduction under climate change scenarios. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 654340.

Abstract

This study aimed to evaluate the physiological effects of pheromones extracted from Awassi rams' fleece and Shami bucks' hair on reproductive activity in Awassi ewes, through the assessment of luteinizing hormone (LH) secretion, progesterone (P4) levels, ovarian follicular dynamics, and estrus expression during and outside the breeding season.

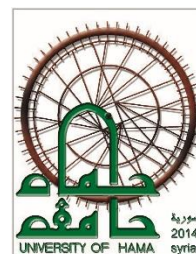
The experiment was conducted on eight experimental groups of equal size (n=17), four during the breeding season and four outside it. Treatments included: application of Awassi rams' fleece extract, Shami bucks' hair extract via specially designed nasal masks, and intravaginal sponges impregnated with synthetic progesterone for 14 days. The group exposed to sexually active Awassi rams was considered the control (reference group). LH concentrations were measured before treatment and at 1, 10, and 20 hours post-treatment, whereas P4 levels were assayed before treatment and at 5 and 30 days after treatment withdrawal. Additionally, ovarian activity was monitored in five randomly selected ewes from each group using ultrasonography to assess follicular development (small <3 mm, medium 3–6 mm, and large >6 mm) at 0, 48, and 96 hours post-treatment.

The results revealed a significant and immediate increase in LH concentrations following treatments, accompanied by a marked rise in P4 levels and stimulated follicular growth and maturation. Ewes exposed to rams' fleece extract exhibited the highest estrus response among pheromone-based treatments outside the breeding season, whereas the control group (exposure to sexually active Awassi rams) showed the strongest responses during the breeding season. Vaginal sponges, however, demonstrated the greatest overall efficacy in inducing estrus across both seasons.

In conclusion, pheromones extracted from Awassi rams' fleece and Shami bucks' hair demonstrated a stimulatory role in enhancing reproductive responses in Awassi ewes, highlighting their potential as alternative or complementary tools in reproductive management programs.

Keywords: Pheromones - Wool of Awassi rams - Hair of Shami bucks - LH (Luteinizing Hormone) - P4 (Progesterone) - Estrus - Awassi sheep - Ovarian follicles - Reproductive season - Reproductive management

**Syrian Arab Republic
Hama University
Faculty of Vet. Med
Department of Surgery and
Obstetrics**



The Effect of Pheromones Extracted from Both the Awassi Rams and Damascus Bucks on the Induction and Intensification of Oestrus and Ovulation in Awassi Ewes Outside and Inside the Reproductive Season

Thesis Presented by

**D.V.M
Hasan Harba**

For
Ph.D. Degree in Vet. Med. Sc

Under the supervision of

Dr. Mohamad Moussa Dr. Moutaz Zarkawi Dr. Jummaa Merza

1447 - 2025

