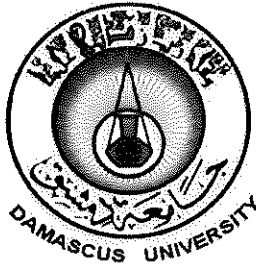




فيزيولوجيا التناسل في الحيوانات الزراعية
الجزء النظري





منشورات جامعة دمشق
كلية الزراعة

فيزيولوجيا التناسل في الحيوانات الزراعية
(الجزء النظري)

الدكتور سليمان عبد الرحمن سلهب
أستاذ في قسم الانتاج الحيواني

1435 - 1434 هـ

2014 - 2013 م

جامعة دمشق



الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	1
الفصل الأول	3
(التحكم العصبي الهرموني في التناسل)	3
- التحكم العصبي في الوظيفة التناسلية	3
• المنعكس العصبي البسيط	4
• المنعكس العصبي الهرموني	4
- التحكم الهرموني	5
• تصنيف الهرمونات حسب طبيعتها الكيميائية	7
✓ هرمونات مشتقة من الأحماض الأمينية	7
✓ هرمونات ببتيدية	7
✓ هرمونات بروتينية	7
✓ هرمونات بروتينية سكرية	8
✓ هرمونات دهنية	8
• إفراز الهرمونات وتخزينها	10
• آلية عمل الهرمونات	10
✓ آلية عمل الـ cAMP (الموصل الثاني)	11
✓ آلية عمل أيونات الكالسيوم	12
✓ موصلات ثانوية أخرى	13
✓ آلية عمل الهرمونات الستيرويدية والـ T3 والـ T4	13
- منطقة الوطاء (تحت السريخ البصري)	17
- الغدة النخامية	21
- طرائق التعرف إلى النشاط الإفرازي للغدد الصم	24
الفصل الثاني	
(التخلق الجنيني للغدة النخامية والجهاز التناسلي في الحيوانات الزراعية)	29
1. التخلق الجنيني للغدة النخامية	29

30	2. التمايز الجنسي للجهاز التناسلي
34	1-2. تمايز المنسل البدائي إلى خصية
36	2-2. تمايز المنسل البدائي إلى مبيض
37	3-2. تمايز المسالك التناسلية
39	4-2. تمايز المسالك التناسلية الخارجية
39	3- هجرة الخصية
43	4- تنظيم حرارة الخصية
49	الفصل الثالث
49	(التمايز الوظيفي للوطاء والبلوغ الجنسي في الحيوانات الزراعية)
49	- التمايز الوظيفي للوطاء في إناث الحيوانات الزراعية وذكرها
52	- البلوغ الجنسي
56	- العوامل المؤثرة في البلوغ الجنسي
55	1. الغذائية
60	2. البيئية
60	3. الاجتماعية
62	4. الوراثة
65	الفصل الرابع
65	(التناسل في ذكور الحيوانات الزراعية)
65	- خلايا ليدنغ
70	- الأنبيات المنوية
72	- خلايا سيرتولي
74	- التعاون بين خلايا سيرتولي وخلايا ليدنغ
76	- تكون النطاف
78	1. مرحلة الانقسام الخلوي، وتكون النطيفات
79	2. مرحلة التمايز
80	1-2. طور غولجي
81	2-2. طور القبة
82	2-3. طور الجسم الطرفي

82	2-4. طور النضج
84	- انتقال النطاف إلى البربخ
86	- السائل المنوي
86	1- النطاف
86	1-1. الرأس
88	1-2. الذيل
90	1-3. دورة ظهارية النسيج المنوي
94	1-4. الموجة المنوية
95	2- البلازما المنوية
97	الفصل الخامس
97	(التناسل في إناث الحيوانات الزراعية)
97	- تكوّن البويضات
101	- تكوّن الجريبات المبيضية
105	- الدورة التناسلية
106	1. أنواع الدورة التناسلية
106	1-1. الدورة الشبقية
109	1-2. الدورة الحيضية
110	2. دورة الشبق في الحيوانات الزراعية
111	2-1. الطور الجريبي
112	أ- مرحلة الاستعداد أو ما قبل الشبق
113	ب- مرحلة الشبق
115	ت- مرحلة ما بعد الشبق
115	ث- مرحلة الراحة
116	ج- السكون الجنسي
116	1-2. دورة الشبق في البقر
119	2-2. دورة الشبق في الغنم والمعز
120	2-3. دورة الشبق في الفرس
123	3- الفترة الضوئية والتناسل الفصلي

- 126 4- الإباضة
- 127 1-4. الأحداث الخلوية التي تسبق الإباضة
- 127 2-4. التغيرات النسبية للهرمونات المرافقة خلال عملية الإباضة
- 130 5- تشكل الجسم الأصفر

الفصل السادس

- 137 (التلقيح والإخصاب في الحيوانات الزراعية)
- 137 1- تلقيح الحيوانات الزراعية
- 139 1-1- انتقال النطاف
- 139 1-1-1. مرحلة الانتقال السريع
- 139 1-1-2. مرحلة الانتقال البطيء (المساند)
- 140 1-1-3. مرحلة التحرر والانتقال البطيء
- 144 1-2. ظاهرة استعداد النطاف
- 146 1-3. انتقال البويضة
- 146 2- الإخصاب
- 147 1-2. تفاعل الجسيم الطرفي
- 151 2-2. انصهار الغلاف الخلوي للنطفة مع مثيله للبويضة
- 152 2-3. تكون البداءات النووية
- 154 2-4. تفاعلات البويضة
- 155 2-5. شدوذات الإخصاب

الفصل السابع

- 159 (التطور الجنيني وتمييز الأم للحمل)
- 159 1. التطور الجنيني
- 160 1-1. انقسام البويضة الملقحة
- 163 1-2. تشكل الكيس الأرومي
- 165 1-3. تكون المعدة
- 166 1-4. تطور أغشية الجنين الخارجية
- 168 1-5. تمييز الأم للحمل
- 176 1-6. انغراس الجنين (التعشيش)

179	الفصل الثامن
179	(تكون المشيمة ودور الهرمونات في الحمل والولادة)
179	1- تمايز الوريقات الجنينية
179	1-1- مشتقات الأديم
180	1-2- مشتقات الأديم المتوسط
180	1-3- مشتقات الأديم الباطن
181	2- المشيمة الجنينية
183	3- المشيمة
183	3-1- تصنيف المشيمة حسب الشكل
188	3-2- تصنيف المشيمة حسب عمق الاتصال النسيجي
191	4- تغذية الجنين ونموه
194	5- المشيمة بوصفها غدة صماء
196	6- المناعة المشيمية
200	7- الحمل والولادة
200	7-1- طول فترة الحمل
201	7-2- تغيرات الأعضاء التناسلية خلال الحمل
203	7-3- هرمونات الحمل
205	7-4- علامات اقتراب الولادة
206	7-5- الولادة (الوضع)
208	7-1-5- أحداث فيزيولوجية تقود إلى الولادة
213	7-2-5- مراحل الولادة

215	الفصل التاسع
215	(الفشل التناسلي في الحيوانات الزراعية وسبل تجنبه)
215	أولاً - الفشل التناسلي في إناث الحيوانات الزراعية.
215	1- الاضطراب في وظائف المبيض
216	1-1- فشل الإباضة
218	1-2- ضمور مبيضي
219	2- الاضطراب في الشبق

221	3- الاضطراب في الإخصاب
221	آ- الاضطراب الناجم عن الفشل في الإخصاب
222	ب- الاضطراب الناجم عن الإخصاب الشاذ
222	4- نفوق الأجنة قبل الولادة
223	آ- النفوق خلال المرحلة المبكرة من عمر الجنين
228	ب- الموت الوليدي
228	5- الاضطراب في الولادة والإدرار
231	ثانياً- الفشل التناسلي في ذكور الحيوانات الزراعية
231	1- التشوهات الخلقية "الفطرية"
232	2- اضطرابات في القذف
234	3- الفشل في الإخصاب
239	الفصل العاشر (التقانات الحيوية الجديدة في الإنتاج الحيواني)
249	المصطلحات العلمية
261	المراجع العلمية
262	التدقيق العلمي واللغوي

المقدمة:

تشهد العلوم الحيوية بشكل عام والفيزيولوجية بشكل خاص تطوراً واسعاً وسريعاً، خاصة بعد تطور وسائل البحث العلمي وتنوعها، ومعرفة التقانات الحيوية التي باتت تشكل أرضية مناسبة ووسيلة فاعلة تمكن من زيادة الإنتاج والوصول إلى معطيات دقيقة في مجالات العلوم المختلفة.

وتشكل فيزيولوجيا التناسل فرعاً أساسياً ومهماً بين فروع علوم الحياة الفيزيولوجية، إذ تتناول بالبحث والدراسة موضوعات ماهية تناسل الحيوانات، وتوضح بنيات وآليات عمل الأجهزة التناسلية الذكرية والأنثوية، ومدى ارتباطها بالجملة العصبية والهرمونية، وتقدم المعطيات الدقيقة حول المؤشرات التناسلية وآلية تكون الأعراس والإخصاب والحمل والولادة، وتوفر المعارف حول تشخيص الحالات التناسلية غير الطبيعية، كما تبحث في موضوعات تأثير ظروف التربية والرعاية في مستوى الأداء التناسلي للحيوانات.

ولا يخفى علينا أهمية تناسل الحيوانات الزراعية في زيادة وتيرة الإنتاج الحيواني الذي يرفد المجتمع بالبروتينات الحيوانية الضرورية للأفراد، لأن أي خلل في سلامة الأجهزة التناسلية، يعيق توالد الحيوانات، ما ينعكس سلباً على مردودها الإنتاجي، ومن هنا تكمن أهمية ضرورة فهم الوظيفة التناسلية في الحالات السليمة، وطرائق تشخيص الحالات غير الطبيعية وكشفها ومعالجتها.

وفي هذا الإطار، يأتي هذا الكتاب - فيزيولوجيا التناسل في الحيوانات الزراعية - ليتناول الفصل الأول التحكم العصبي الهرموني في التناسل، ويُشرح في الفصل الثاني التطور الجنيني للغدة النخامية والجهاز التناسلي في الحيوانات الزراعية، ويوضح الفصل الثالث التمايز الوظيفي للوطاء والبلوغ الجنسي في ذكور الحيوانات الزراعية وأنثائها، ويُشرح بالفصلين الرابع والخامس التناسل في ذكور الحيوانات الزراعية وأنثائها، على التوالي، ثم يُلقى الضوء على التلقيح والإخصاب في الحيوانات الزراعية، وتطور الجنين وتمييز الأم للحمل، وتكون المشيمة ودور الهرمونات في الحمل والولادة في الفصول السادس، والسابع، والثامن، على التوالي. ويُخصص الفصل التاسع للتحدث عن الفشل التناسلي وسبل تجنبه، وألقي الضوء في الفصل العاشر على أهم التقانات الحيوية الحيوانية التي تبنى عليها الآمال في زيادة الإنتاج الحيواني وأنتاج أغذية آمنة وسليمة صحياً وبيئياً.

أمل أن أكون وفقت بهذا العمل المتواضع، الذي أخذ مني الجهد والوقت الكبيرين لتشرح الفكرة من خلال تزويد الأشكال، والصور، والبنى التشريرية، والمخططات التوضيحية، وآليات عمل الهرمونات في الوظيفة التناسلية بصورة واضحة وملونة هادفاً تسهيل فهم المعلومة، وإقلال الوقت اللازم لإدراكها. ولايسعني أخيراً إلا أن أتقدم بالشكر الكبير لابنتي أروى وآلاء اللتين أسهمتتا في تنضيد الأشكال وإخراجها بشكلها اللائق. أسأل الله أن يسدد خطانا لخدمة العلم والمعرفة.

المؤلف

سليمان عبد الرحمن سلهب

الفصل الأول

التحكم العصبي الهرموني في التناسل

Neuroendocrine control of reproduction

يتحكم في الوظيفة التناسلية عند الحيوانات الزراعية كل من الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم من خلال تفاعلها المتجانس ودورها في إحداث الوظيفة التناسلية وتنظيمها. ويعبر بالمفهوم العصبي الحديث عن التعاون الوظيفي بين الجهازين العصبي والصمّائي باسم التفاعل العصبي الهرموني neuroendocrine reaction، ويسمى العلم الذي يدرس العلاقة بينهما باسم علم الأعصاب والغدد الصم Neuroendocrinology. تنتقل الهرمونات التي تتكون في الغدد الصم endocrine glands أو في العصبونات neurones (الأنوية nuclei أو الخلايا العصبية nerve cells) إلى الدورة الدموية للحيوانات الزراعية، لتوصلها إلى الأنسجة المستهدفة التي عادة تحتوي مستقبلات خاصة بها، فتستجيب إليها بإفراز هرمونات جديدة أو مواد كيميائية أخرى. وتعد تلك الهرمونات والمنتجات الناتجة عن تأثيرها ضرورية لنجاح العملية التناسلية في الحيوانات الزراعية.

التحكم العصبي في الوظيفة التناسلية: Neural control in reproductive function

تتخصص الوظيفة الرئيسية للجهاز العصبي في نقل الإشارات أو التنبيهات التي تحدث في الوسط الخارجي إلى داخل الجسم، من ضمنها الجهاز التناسلي. وعادة يتم ذلك، وفقاً لآلية التواصل بين الجهاز العصبي وعضو الجسم المستهدف، من خلال أحد المنعكسين التاليين: أولهما، يسمى المنعكس العصبي البسيط simple neural reflex، الذي يتصل فيه الجهاز العصبي مباشرة مع عضو الجسم أو النسيج المستهدف من خلال النهايات العصبية للخلايا الإفرازية، ومفززاتها المتمثلة بالنواقل العصبية neurotransmitters، والثاني يسمى المنعكس العصبي الصمّائي neuroendocrine reflex، الذي يتصل بصورة غير مباشرة مع عضو الجسم أو النسيج المستهدف، عن طريق الهرمونات العصبية neurohormones المحررة في الدم؛ على أية حال، يشارك في هذين المنعكسين المكونات الرئيسية التالية:

العصبونات الحساسة، أو الناقلة sensory or afferent neurons (التي تنقل الإثارات أو التنبيهات الخارجية باتجاه النخاع الشوكي). والنخاع الشوكي، والعصبونات الصادرة أو الحركية efferent neurons (التي تنقل الاستجابة إلى النسيج أو العضو المستهدف)، والنسيج أو عضو الجسم المستهدف (الشكل 1-1).

ففي المنعكس العصبي البسيط تحدث إثارة خارجية (بصرية، حرارية، أو ملامسة) لعضو الجسم، مثال: أن ارتفاع درجة حرارة الوسط الخارجي أو انخفاضها يؤدي إلى إثارة عصبية تنتقل عن طريق العصبونات الحسية الموجودة على جلد الصفن، فتنتقل منها وعبر منطقة المشبك العصبي synapse إلى العصبونات الداخلية interneurons في النخاع الشوكي، ثم تنتقل من هذه الأخيرة وعبر تشبيك عصبي يقع على جانبها الآخر إلى العصبونات الحركية الموجودة أيضاً في النخاع الشوكي التي بدورها تطول وعبر استطالعتها العصبية عضو الجسم المستهدف (الصفن)، فتؤدي إلى هجرة حويصلات إفرازية secretory vesicles باتجاه النهايات العصبية، فتتصهر جدرها مع جدر النهايات العصبية، وتلقي بمحتوياتها المؤلفة من مواد ذات وزن جزيئي صغير— تسمى بالنواقل العصبية، مثل: ناقل أستيل التميم Acetyl choline، أو الأدرناين epinephrine، أو النور أدرناين norepinephrine، أو غيرها... فتسبب تقلص عضلة الغلالة السليخة tunica dartus في جدار الصفن أو ارتخائها، ما يؤدي إلى رفع الخصى أو إبعادها عن بطن الحيوان، وتقليل أو زيادة مساحتها السطحية ومجال تبادلها الحراري مع الوسط الخارجي بشكل يبقي الخصى ضمن مجال حراري يساعدها في استمرار تكوين النطاف وأنتاجها. (الشكل 1-1، إلى يسار القارئ).

ويُعد المنعكس العصبي الهرموني مشابهاً لنظيره العصبي البسيط؛ إذ يبدأ بعصبونات حسية تتشابك عصبياً مع عصبونات داخلية في الحبل الشوكي، ولكن العصبونات الحركية التي تغادر الحبل الشوكي تتشابك عصبياً مع عصبونات أخرى تقع في منطقة الوطاء. وتستجيب هذه الأخيرة للإثارة العصبية المتولدة في المحيط الخارجي بإفراز هرمونات عصبية، ذات وزن جزيئي صغير تتحرر عبر نهاياته العصبية في الدم الذي ينقلها بدوره إلى النسيج المستهدف. ويُعد منعكس دفع الحليب من الضرع المثال التقليدي الدقيق في هذا المجال. فعندما يرضع المولود من الحلمة، فإن الأعصاب الحسية في جدار الحلمة تنقل

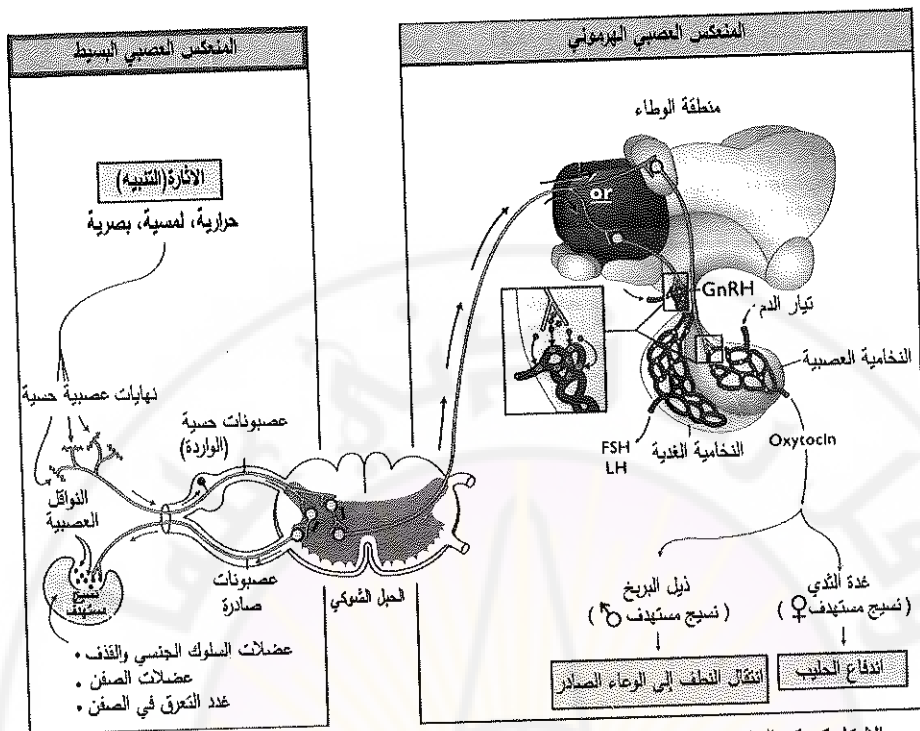
الإثارة التي يولدها المولود في جدار الحلمة إلى النخاع الشوكي، ثم إلى الوطاء؛ حيث يُزال الاستقطاب عن عصبوناته (النواة الوطائية فوق البصرية supraoptic nucleus)، فيتحرر هرمون الأوكسيتوسين الذي ينتقل وعبر الاستطالات العصبية الممتدة حتى النخامية العصبية، وليطرح من نهاياتها مباشرة في الدم (الشكل 1-1، إلى يمين القارئ). وعادة يخزن هرمون الأوكسيتوسين على طول الألياف العصبية، وعندما تصل الإثارة العصبية المتولدة في الحلمات، يزال الاستقطاب عن عصبون ما فوق المنطقة البصرية، ويتحرر الأوكسيتوسين، وينتقل عبر الدم ليوصله إلى النسيج المستهدف الذي هو الخلايا الظهارية العضلية في غدة الضرع، ما يسبب في تقلصها وعصر محتوياتها من الحليب، ومن ثم زيادة ضغط الحليب داخل جهاز قنوات الضرع، ومخازنه، وبالتالي أندفاع الحليب وخروجه خارج الحلمة. على أية حال، وكما نعلم فإن ليس عملية الرضاعة فقط تؤدي إلى حدوث منعكس دفع الحليب، بل أن تعود رؤية الأم لمولودها، أو سماعها لبكائه (حالة المرأة)، أو سماع صوت آلة الحلابة (الحيوانات الزراعية) يمكن أن تولد ذلك المنعكس العصبي.

ويجب الإشارة أن هناك عصبونات أخرى يمكن أن تثبط أو تمنع فعل عصبونات الإثارة تسمى العصبونات المثبطة أو المانعة inhibitory neurons، وتختلف عن نظيرتها المنشطة بنوعية النواقل العصبية أو الهرمونات التي تحررها في المشبك العصبي. فمثلاً، يمكن أن يتوقف منعكس دفع الحليب نتيجة الذعر أو الخوف، ومن ثم إفراز الإبينفرين (الأدرنالين).

على أية حال، أن عصبونات ما بعد المشبك تخضع في وظيفتها للإثارة أو التثبيط وفقاً للعلاقة النسبية بين المواد المفرزة والمثبطة في منطقة ما قبل المشبك العصبي.

التحكم الهرموني في الوظيفة التناسلية: Hormonal control in reproductive function

الهرمونات مواد كيميائية تتكون في الغدد الصم (غدد لا تحتوي قنوات) التي تُطرحها مباشرة في سوائل الجسم مثل، الدم بصورة رئيسة؛ الذي ينقلها عبر الجسم ما يؤدي إلى تنشيط أجهزة الجسم المختلفة ونموها، وتنظيم وظيفتها وتكاملها؛ ما يمكن الكائن الحي من التغلب على التغيرات التي تحدث في محيطه.



الشكل 1-1: المنعكس العصبي البسيط (إلى اليسار) والمنعكس العصبي الهرموني (إلى اليمين).
(عن P.L. Senger، 2003).

وتسمى غدد الصم paracrine glands بالغدد ذات التأثير المحلي أو الجَنَبِيَّي، والغدد telecrine glands بالغدد بعادية التأثير فمثلاً يكون لمفرزات منطقة الوطاء Hypothalamus (ما تحت المهاد، أو تحت السرير البصري) تأثيراً محلياً في النخامية الغدية، أما الغدة النخامية، فلها تأثير بعيد المدى في أجزاء مختلفة في الجسم. وتتكون الغدد الصم من خلايا خاصة لها القدرة على تصنيع مثل هذه الكيماويات وتحريرها استجابة لتأثيرات خاصة. وهي عادة تفرز مباشرة في الدم بشكل كميات صغيرة تتراوح ما بين نانوغرام (10⁻⁹ غ/مل دم)، والبيكوغرام (10⁻¹² غ/مل دم).

تختلف الهرمونات باختلاف طبيعتها الكيميائية: منها ما تكون ذات طبيعة بروتينية، أو دهنية، أو مشتقات أحماض أمينية، أو ببتيديات قصيرة، أو وبروتينية سكرية تكون في مجموعها مسؤولة عن النمو، والتناسل، والإدرار، وغيرها. (الجدول 1).

تصنيف الهرمونات حسب طبيعتها الكيميائية:

أ- هرمونات مشتقة من الأحماض الأمينية: وتشمل هرمونات الغدة الدرقية (ثلاثي يودوثيرونين، T3 والثيروكسين، T4)، وهرمون الغدة الصنوبرية (الميلاتونين)، وهرمونات لب غدة الكظر (إبينفرين أو ما يسمى بالأدرينالين، وهرمون نورإبينفرين، أو نورأدرينالين).

ب- هرمونات ببتيدية: وهي ذات وزن جزيئي صغير، وسلسلة ببتيدية قصيرة تتألف من عدد قليل من الأحماض الأمينية، وتشمل: الأوكسيتوسين oxytocine، والفازوبرسين - vasopressin اللذان يتكونان في منطقة الوطاء، ويخزنان في النخامية العصبية؛ والهرمونات المحررة والمثبطة المفزة من منطقة الوطاء (الهرمون المحرر أو المثبط لهرمون النمو growth hormone releasing or inhibitory hormone، والهرمون المحرر أو المثبط لهرمون البرولاكتين prolactin hormone releasing or inhibitory hormone، والهرمون المحرر لموجهة للمناسل gonadotropin releasing hormone، والهرمون المحرر لموجهة قشرة الكظر corticotropin releasing hormone، والهرمون المحرر لموجهة الدرقية thyrotropin releasing hormone)، وهرمون النخامية الوسطى (الهرمون المنشط للخلايا الصبغية في الجسم hormone melanocyte stimulating hormone).

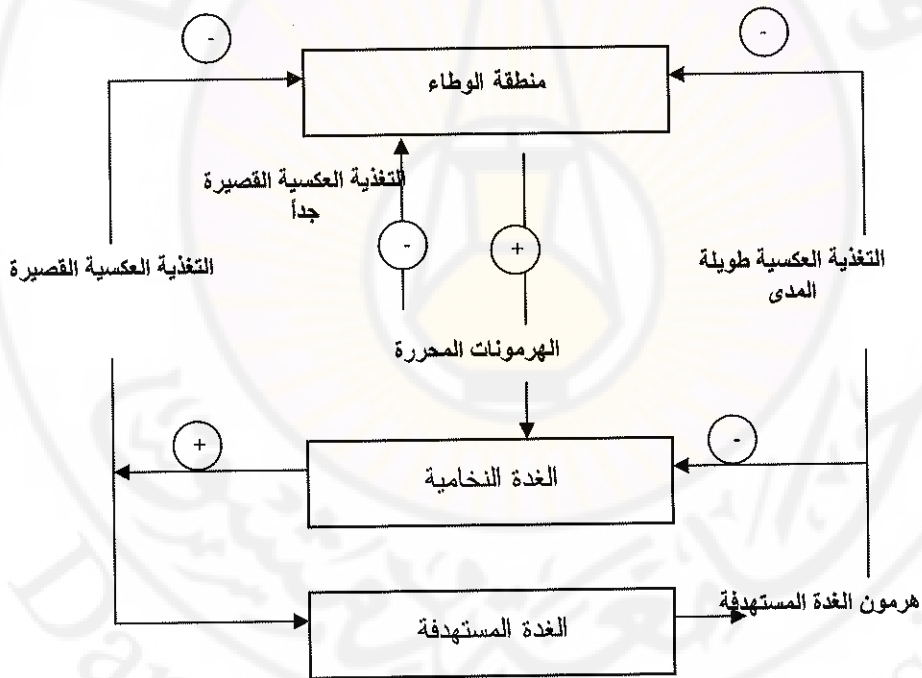
ج- هرمونات بروتينية: وهي ذات وزن جزيئي كبير، وسلسلة ببتيدية طويلة وتتألف من عدد كبير من الأحماض الأمينية، وتقبل الذوبان في الماء، وتشمل: هرمونات النخامية الغدية (هرمون النمو، وهرمون البرولاكتين، والهرمون المنشط لقشرة الكظر adrenocorticotrophic hormone)، وهرمون الدرقية (الكالسيتونين calcitonin)، وهرمون الدرقية (الغدة المجاورة للدرقية parathyroid hormone)، وهرمون المشيمة placental lactogen، وهرمون الريلاكسين relaxin، وهرمونات البنكرياس (الأنسولين insulin، والغلوكاغون glucagon)، وهرمونات قناة الهضم (السيكريتين secretin، والغاسترين gastrin، وكوليستوكينين cholecystokinin)، وهرمون الليبتين leptin الذي يتكون ويترحرر من الأنسجة الدهنية.

د- هرمونات بروتينية سكرية: وهي ذات وزن جزيئي كبير (عدة مئات إلى 70000)، ويتألف بعضها من سلسلتين متعددة الببتيد، ترتبط بكل منهما جزيئات لمركبات سكرية؛ ما يطيل بالعمر الحيوي للهرمون أثناء أنتقاله بالدم. وأشارت بعض الدراسات الحديثة أنه كلما زاد عدد تلك الجزيئات السكرية المرتبطة، زاد العمر الحيوي للهرمون، وتبين أيضا أن الجزيء السكري الواحد يمكن أن يوجد بعدة نماذج، ولم يعرف آلية التعبير الوراثي لها. وسميت السلسلتان: إحداهما، تحت وحدة ألفا (subunit α)، والأخرى تحت وحدة بيتا (subunit β)، وتتصف تلك الهرمونات بقابليتها للذوبان في الماء، وتشمل: هرمونات النخامية الغدية (هرمون اللوتنة LH، luteinizing hormone، والهرمون المنبه للجريبات المبيضية FSH، follicular stimulating hormone، والهرمون المنشط للدرقية TSH، thyroid stimulating hormone) التي تتشابه جميعها بتحت وحدة ألفا، وتختلف في تحت وحدة بيتا؛ والهرمونات التي تفرزها الطبقة المغذية الجنينية Trophoblast خلال المرحلة المبكرة من عمر الجنين. مثل: هرمون موجهة الغدد التناسلية المشيمائية البشرية (hCG) Human chorionic gonadotropine، وهرمون موجهة العدد التناسلية في مصل دم الفرس الحامل Pregnant mare serum gonadotropine (PMSG)؛ وهرمونات يفرزها الجريب المبيضي، مثل: الأنهيبن Inhibin (الذي يحوي في تركيبه الكيميائي تحت وحدتين من نوع بيتا، إضافة إلى وحدة ألفا)، والأكتفين - Activin الذي يمتلك وظيفة معاكسة للأنهيبن تجاه هرمون ال-FSH.

ه- هرمونات دهنية: وتسمى الستيروئيدات، وتشتق جميعها من الكورتيزول عبر عدة مسارات استقلابية، وتقبل الذوبان في الدهون، وتشمل هرمونات الخصى (التستوسترون testosterone، والتستوسترون ثنائي الماء dihydroxy testosterone)، وهرمونات المبايض (البروجستيرون progesterone، والإستروجين estrogen بأشكاله المختلفة)، وهرمونات غدة قشرة الكظر (القشرائيات السكرية glucocorticoids، والقشرائيات المعدنية mineralcorticoids)، وكذلك الستيروئيدات التي تفرز من المشيمة، والبروستاغلاندينات prostaglandines (التي تشتق من حمض

افول السوداني، الأراكيدونيك (arachidonic acid)، وهرمون
كوليالكالسيفرول cholecalciferol، المسمى بطليعة فيتامين د.

تتحرر بعض الهرمونات (هرمونات لب غدة الكظر) خلال ثوان قليلة، كما أن فترة
فاعليتها لا تتوهم إلا ثوان معدودة أو دقائق، بينما بعض الهرمونات الأخرى (الدرقية T4،
وT3)، تتطلب أشهر لتظهر تأثيرها الكلي. ومما يجب أن نعلمه أن الهرمون لا يؤثر في
خلايا الجسم المستهدفة، ما لم توجد مستقبلات نوعية خاصة بها.
كما يجب ألا ننسى أن هناك نوعاً من التأثير التنظيمي المتبادل للغدد الصم في
بعضها البعض، وذلك وفق لتغذية عكسية feed back، يعبر عنها بالعروات القصيرة جداً
Short-Feed Back Loop، أو القصيرة العادية Very-Short Feed Back Loop أو
الطويلة بعيدة المدى Long – Feed Back Loop (الشكل 1- 2).



الشكل 1-2: التغذية العكسية الممتدة
ما بين منطقة الوطاء والغدد الصم.

إضافة للهرمونات، توجد مركبات أخرى تفرز خارج الجسم، يُطلق عليها الفرمونات phermones وهي مواد طيارة تؤثر في الوظيفة التناسلية، وتسبب استجابات فيزيولوجية وسلوكية عند الحيوانات الزراعية، كما أنها تؤثر في موعد ظهور البلوغ الجنسي، وتساعد الذكور في كشف الإناث التي في حالة شبق.

إفراز الهرمونات وتخزينها:

لا توجد طريقة واحدة يمكن بواسطتها للغدد الصم بأكملها أن تفرز الهرمونات وتخزينها، ولكن هناك أشياء مشتركة أو عامة تحدث بينها. فالهرمونات البروتينية تتكون بالصورة ذاتها التي تتكون فيها البروتينات، إذ أنها تتكون في الشبكة الأندوبلازمية الخشنة على صورة بروتين أولي غير فاعل أو نشيط، وهو أكبر من الشكل الفاعل للهرمون، ويطلق عليه ما قبل طليعة الهرمون preprohormone. وبعد ذلك ينشطر هذا البروتين الطليعي ضمن الشبكة الأندوبلازمية ليكون طليعة الهرمون prohormone، الذي بدوره يُنقل في حويصلات ناقلة إلى جهاز غولجي، وفيه ينشطر مرة أخرى معطياً الشكل الفاعل للهرمون الذي يرزم داخل حويصلات إفرازية في جهاز غولجي، ويُطرح في سيتوبلازم الخلية الغدية حتى حدوث إثارة (عصبية، هرمونية، كيميائية، أو فيزيائية) فتسبب إفرازه خارج الخلية. وعادة يخزن الـ NE و EP في حبيبات كروماتينية chromatin granula حتى وقت الإثارة، أما هرمونا الدرقية الـ T₃ و T₄ فيخزنان مرتبطين لجزيء بروتين الدرقين thyroglobulin ذي الوزن الجزيئي الكبير وعندما تنتبه الغدة الدرقية، فأن أنزيمات خاصة داخل سيتوبلازم الغدة الدرقية تتحرر لتشطره محررة الـ T₃ و T₄ في الدم.

آلية عمل الهرمونات:

لكي تستطيع الهرمونات إبداء أثرها، يجب وجود مستقبلات خاصة بها تتوضع إما على سطح الخلايا المستهدفة بالنسبة إلى الهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية (معدا T₃ و T₄)، واللبينية، والبروتينية، والبروتينية السكرية؛ أو في داخل نواة الخلايا المستهدفة بالنسبة إلى الهرمونات الستيرويدية، والـ T₃ والـ T₄. وتتصف تلك المستقبلات

بأنها ذات طبيعة بروتينية، ولها حب وولع شديد للارتباط بالهرمون الخاص بها، وتوجد بأعداد كبيرة، ولكنها لا تكون نشطة إلا بعد ارتباطها بالهرمون، وعملية تنشيطها تظهر بعدة طرائق. وتعرف الآن طريقتان رئيستان تعمل من خلالها الهرمونات:

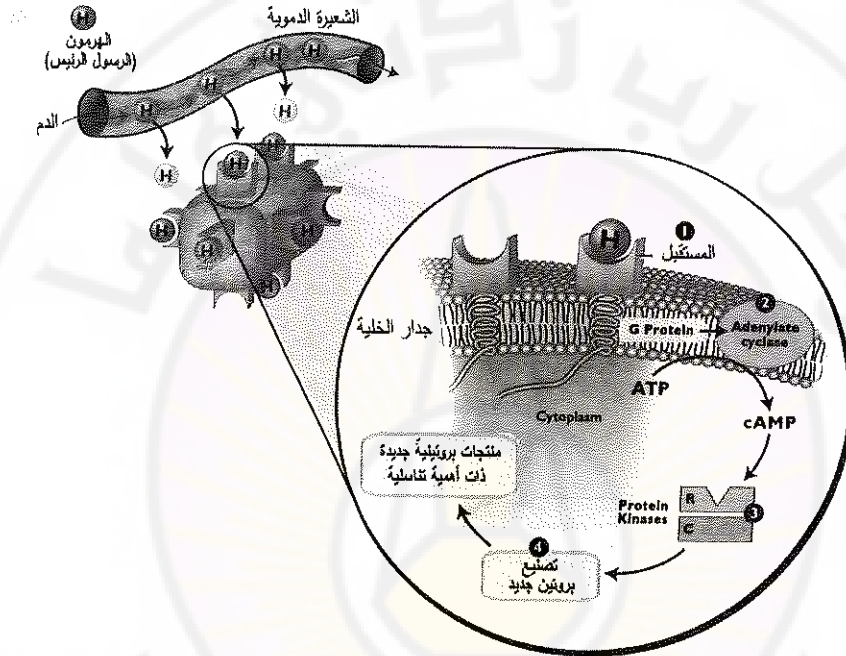
- 1- طريقة الرسول المتوسط cAMP الذي بدوره ينشط سلسلة مختلفة من الأنزيمات، تعرف بالشلالات الأنزيمية Cascade enzymes تقود بدورها إلى استجابة خلوية.
- 2- تنشيط مورثات معينة في الخلية، تسبب بدورها تشكيل بروتينات داخل الخلايا التي أيضا تؤدي إلى استجابة خلوية ما. ويمكن شرحهما كالتالي:

آلية عمل الـ cAMP (الموصل الثاني):

أن العديد من الهرمونات تؤثر خلوياً بواسطة تنشيط أحادي فسفات الأدينين الحلقي (cAMP) الذي يُعد بحد ذاته موصلاً ثانياً، يؤدي إلى تنشيط عمل عدة أنزيمات، تقود في النهاية إلى استجابة خلوية. ويعتبر في هذه الحالة الموصل الأول هو الهرمون نفسه، والهرمونات التي تعمل بهذا الطريق هي الهرمونات ذات الطبيعة البروتينية، وتتم وفق الخطوات التالية. (الشكل 1-3):

- 1- ينتقل الهرمونات الموجود في الدم عبر جدار الشبكة الشعرية إلى الفراغ الخلالي المحيط بالخلية المستهدفة، ويتحد إلى مستقبله مكوناً معقداً نتيجة لبنى شكلية (قفل ومفتاح) خاصة بهما.
- 2- يُنشّط ذلك المعقد بروتين G في جدار الخلية، الذي ينتقل في عرض جدار الخلية، لينشط أنزيم مُحلِّقة الأدينيلات Adenylate cyclase (AC) الموجود على السطح الداخلي للخلية، يهاجر هذا الأخير إلى السيتوبلازم، ويسبب تحول الـ ATP إلى cAMP، وهذا الأخير ينشط عمل أنزيمات أخرى شلالية cascade enzymes في داخل الخلايا تدعى كيناز البروتين Protein Kinases، وهذا يعني أن كل أنزيم منشط ينشط بدوره أنزيماً آخر يليه في سلسلة الشلال، عبر عملية فسفرة ضمن السيتوبلازم. ويتألف كل أنزيم من تحت وحدتين، إحداهما ذات وظيفة تنظيمية regulatory subunit، والثانية ذات وظيفة تحفيزية. فعندما يرتبط الهرمون للأولى تتحفز الثانية، ويصبح الأنزيم نشط وظيفياً. أما عن نوع تلك الأنزيمات المنشطة

تعتمد بصره رئيسة على نوع الخلايا، ولهذا تحدث استجابات مختلفة، مثل: تنشيط تصنيع مواد كيميائية خاصة داخل الخلية، وتنشيط إفراز ما من الخلية، والتغيير في نفاذية الخلية، وإثارة انقباض أو أنبساط عضلي، واستجابات أخرى فمثلاً تستجيب الخلية الدرقية إلى cAMP بإفراز الـ T_3 و T_4 بينما تستجيب قشرة الكظر للـ cAMP بزيادة نفاذيتها للماء.



الشكل 1-3: آلية عمل الهرمونات البروتينية، عبر الموصل الثاني (cAMP) في الجسم. (عن P.L. Senger، 2003).

آلية عمل أيونات الكالسيوم:

تعد أيونات الكالسيوم وبروتين الكالمودولين calmodulin الموصل الآخر الذي يتوسط عمل بعض الهرمونات في الخلايا العضلية مسبباً في النتيجة استجابة خلوية. فمثلاً عند حصول تنبيه كهربائي، وارتباط الهرمون إلى مستقبلاته، تفتح قنوات الكالسيوم في جدار الخلية العضلية، ما يسمح بدخول أيونات الكالسيوم إلى داخل الخلية العضلية. وفي داخلها

تتحد 3-4 شوارد كالسيوم (Ca^{++}) إلى بروتين calmodulin، ويتنشط هذا الأخير مسبباً عدة تأثيرات داخل الخلية بصورة مشابهة لما يعملها الـ cAMP. فمثلاً، تنشيط أنزيمات أخرى تتوسط بعض التفاعلات الاستقلابية. منها أنزيم ميوزين كيناز myosinkinase الذي يعمل مباشرة على بروتين الميوزين myosin في العضلات الناعمة مسبباً تقلصها.

أن المستوى الطبيعي للكالسيوم في الخلايا هو 10^{-8} - 10^{-7} ميلي مول/ليتر، وهو عادة غير كاف لتنشيط نظام الكالمديولين. ولكن عندما يرتفع مستواه إلى 10^{-6} - 10^{-5} ، فإنه يتحد للكالمدولين ويسبب الاستجابات الخلوية. وتعد مثل هذه الكميات هي نفسها المطلوبة لتنشيط تقلص العضلات الهيكلية، ولكن من خلال بروتين التروبونين troponin.

- موصلات ثانوية أخرى:

يعد أحادي فوسفات القوانين الحلقي (cGMP) مشابهاً لـ cAMP، ويختلف عنه باحتوائه على القاعدة النوكليوتيدية الغوانين guanine بدلاً من الأدينين adenine، وأنه ينشط أنزيمات أخرى غير التي ينشطها الـ cAMP، كما وجد أن البرستاغلاندينات تعمل كموصل ثان، ولهذا فإن تنوع الموصلات يؤدي إلى وجود آليات مختلفة ومتعددة تتوسط عمل الهرمونات البروتينية.

آلية عمل الهرمونات الستيرويدية والـ T3 والـ T4:

تختلف الستيروئيدات عن الهرمونات البروتينية بأن مستقبلاتها توجد في داخل أنوية الخلايا المستهدفة، وأنها لا توجد حرة في الدم بل مرتبطة لبروتينات تنقلها عبر الدم. وتعمل كالاتي. (الشكل 1-4).

- 1- عند وصول معقد الهرمون والبروتين إلى جوار الخلية المستهدفة، يتخلى البروتين عن الهرمون الستيروئيدي، فينحدر الهرمون في الفراغ الخلالي، ومن ثم يعبر جدار الخلية المستهدفة خلال المنطقة الفسفوليبيدية إلى داخل سيتوبلازم الخلية، ومنها إلى داخل النواة.
- 2- يرتبط الهرمون الستيروئيدي إلى مستقبله في داخل النواة ويشكلان معاً معقداً، الذي ينتقل إلى منطقة الدنا (DNA)، وهناك يحدث تغير في التوصيف الوراثي مكوناً جزيئاً جديداً من الرنا الرسول mRNA.

3- ينتقل الـ mRNA من النواة إلى السيتوبلازم، ثم إلى الشبكة الأندوبلازمية الخشنة لتنشيط تكون بروتين معين، استجابة خلوية)، فمثلاً: عندما يدخل الألدوستيرون إلى خلايا الأنيب الكلوي يرتبط إلى مستقبلاته هناك، وبعد 45 دقيقة فإن البروتينات تبدأ لتظهر داخل تلك الخلايا. ينشط هذا البروتين بدوره إعادة امتصاص الصوديوم من الأنبيات البولية وإدخال البوتاسيوم إليها. ولهذا هناك تأخر في بدء عمل الهرمونات الستيرويدية الذي قد يمتد إلى عدة ساعات، أو أيام أحياناً. وهذا عكس ما هو الحال عند بعض الهرمونات وخاصةً الببتيدية أو المشتقات الأمينية، مثل الفازوبرسين vasopressin والنورابنيفرين.

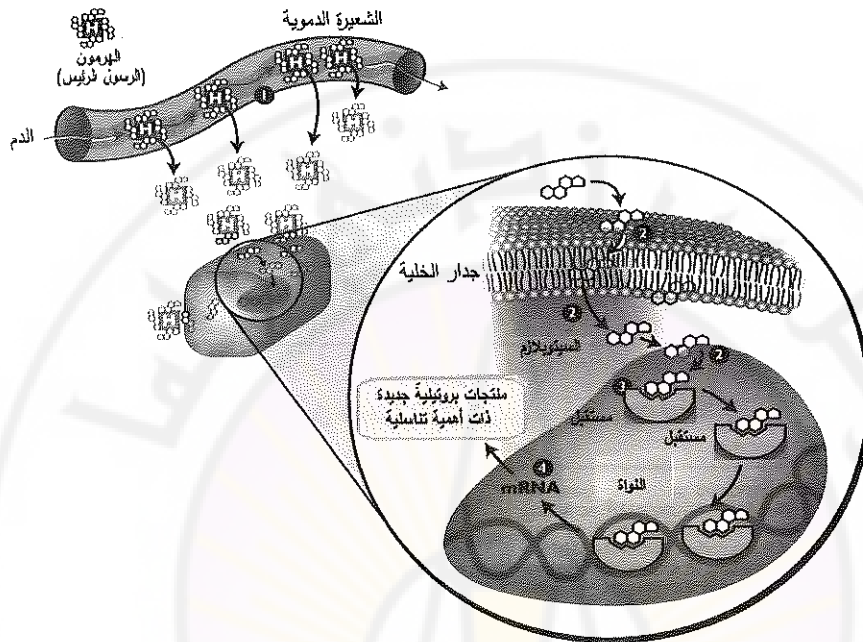
أما الهرمونات الدرقية، التي تعمل بالآلية ذاتها، فينجم عن تأثيرها تكوين نماذج مختلفة من البروتينات التي أغلبها أنزيمات تنشط أو تتوسط عمليات الفسفرة والأكسدة في خلايا الجسم المختلفة، وتقود إلى نشاطات استقلابية معينة. على أية حال، يعتمد تأثير الهرمون وفاعليته على عوامل متعددة:

شكل أو نمط إفراز الهرمون:

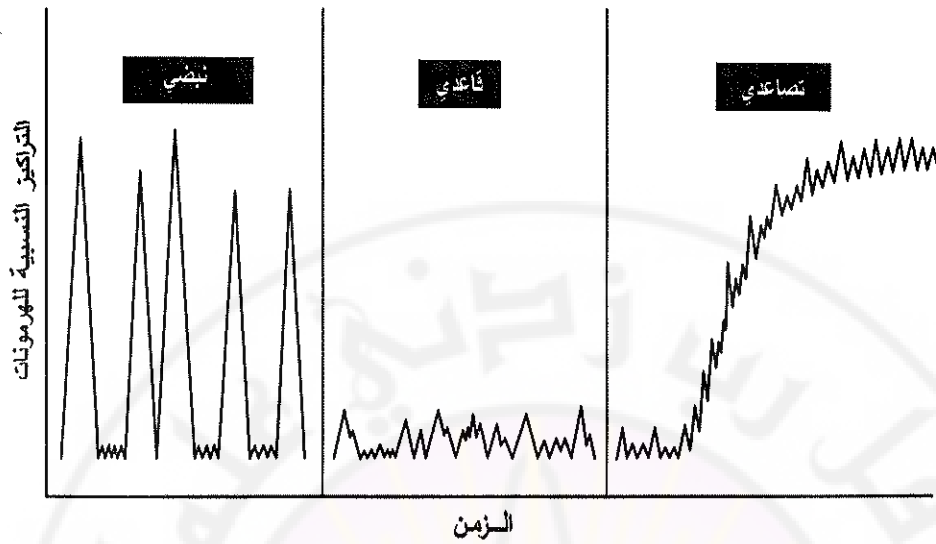
تفرز الهرمونات وفقاً لثلاثة أنماط (الشكل 1-5): أندفاعات نبضية عالية، episodic pattern (هرمونات منطقة الوطاء، ونظيراتها من النخامية الغدية)؛ أو نمط إفراز بطيء قاعدي basal (tonic) pattern، إذ يكون مستوى الإفراز منخفضاً وبتذبذبات قصيرة وضيقة (منشطات المناسل في الذكور)؛ أو مستوى الإفراز تصاعدي ومستديم لفترة طويلة sustained pattern (الستيرويدات). وبشكل عام، فإن الهرمونات التي تتحكم بها نشاطات عصبية تفرز لفترات قصيرة، أما الهرمونات التي تفرز من غدد لا ترتبط مباشرة بتأثيرات النشاطات العصبية تفرز لفترات طويلة، وتنصف الهرمونات بالآتي:

- طول فترة نصف حياة الهرمون Half-life of hormone: تعرف فترة نصف حياة الهرمون بأنها الفترة التي يستغرقها الهرمون ليفقد نصف فعاليته في الدورة الدموية، فبعض الهرمونات، مثل البروستاغلاندينات لها فترة نصف حياة لا تتجاوز ثواني، في حين أن هرمون الـ PMSG (eCG) تمتد فترة نصف حياته الفاعلة لأيام.
- عدد المستقبلات: تختلف فعالية الهرمون باختلاف كثافة أو عدد مستقبلاته في الخلايا المستهدفة، وعادة يختلف عددها بنوع الخلية، وبوظيفة الهرمون نفسه؛ ما إذا كان له

دور تنشيطي (up-regulate) promoting أو تثبيطي (down-) inhibiting (regulate)، كما أن عددها يتأثر بالظروف المحيطة، وبالحالة الغذائية للحيوان.



الشكل 1-4: آلية عمل الهرمونات الستيرويدية في الجسم.
(عن P.L.Senger، 2003)



الشكل 1-5. الأشكال النمطية لإفراز الهرمونات في الجهاز التناسلي.

(عن P.L.Senger، 2003).

- شدة ولع المستقبل وأنجذاب: تزداد فاعلية الهرمون مع تزايد أنجذاب المستقبل له. وبقي أن ننوه بأنه توجد مثيلات صناعية نظيرة للهرمونات، ولها البنية الجزيئية نفسها، وتسبب الأثر الحيوي نفسه الذي يسببه الهرمون الطبيعي أو تزيده عنه بسبب أنجذابها الأكبر للمستقبلات، وتسمى hormone agonists، أو قد يكون لها أنجذاب وشدة ارتباط أكبر للمستقبل، ولكن تأثيرها الحيوي أقل، وتسمى عندئذ antagonists، وتستجيب لها الخلايا المستهدفة بصورة ضعيفة، بسبب منافستها للهرمون الطبيعي في ارتباطها للمستقبلات، وتمنعه من الارتباط إليها. تستقلب الهرمونات الستيرويدية في الكبد، وتطرح في البول، والروث، وتتهدم الهرمونات البروتينية في الكبد والكلية، وتطرح في البول.
- ونظراً إلى ارتباط التناسل، والإدرار بمفرزات منطقة الوطاء، فسندرس بصورة تفصيلية، ومبسطة هاتين المنطقتين من الجسم، وسنوجز من خلال الجدول (1) الهرمونات المفرزة من غدد الصم الأخرى التي تؤثر بدورها في النمو، والتناسل، والإدرار في الحيوانات الزراعية.

منطقة الوطاء Hypothalamus:

وهي جزء من الدماغ لا يشكل أكثر من 300/1 من حجم الدماغ الكلي، تحدها من الناحية الأمامية منطقة التصالب البصري optic chiasm، ومن الناحية الخلفية الأجسام النديية mammillary bodies، ومن الناحية الظهرية المهاد thalamus، ومن الناحية البطنية العظم الوتدي sphenoid bone. وتكون هذه المنطقة من الدماغ غنية بأزواج متعددة من الأنوية (الخلايا العصبية، العصبونات) المتخصصة (الشكلان 1-6 و 1-7).

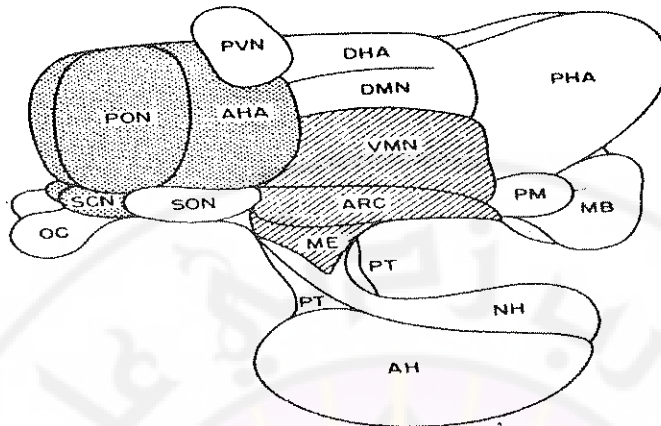
وثبت علمياً أن منطقة الوطاء تعد المركز العصبي الرئيس الذي يتحكم بإفراز الهرمونات التناسلية، وفيها يتم تكوين وإفراز عديد من الهرمونات، بعضها له تأثير تحريضي وإيجابي في الفص الأمامي للغدة النخامية (النخامية الغدية)، فسميت بالهرمونات المنشطة stimulating releasing hormones، وبعضها الآخر له تأثير تثبيطي أو سلبي في الفص الأمامي للنخامية، فسميت الهرمونات المثبطة أو المانعة inhibitory releasing hormones (الجدول 1).

تنتقل الهرمونات من منطقة ما تحت السرير البصري إلى النخامية الغدية عن طريق الجملة البوابية portal vessels للأوعية الدموية التي تنبثق من قاعدة منطقة ما تحت السرير البصري لتمر عبر البارزة الناصفة median eminence فساق النخامية pituitary stalk، ومنها إلى النخامية الغدية adenohipophysis.

وكما ذكرنا سابقاً، فإن منطقة الوطاء تكون غنية بأعداد كبيرة من أزواج متعددة من الأنوية (العصبونات، أو الخلايا العصبية) hypothalamus nuclei أو neurons، ولكل منها وظيفة خاصة، فمثلاً: مجموعة الأنوية التي تؤثر في التناسل تتجمع في مركزين (الشكل 1-6): يسمى أولهما، بالمركز ذي التأثير الذروي أو العالي surge center، ويضم الزوج الواقع في المنطقة ما قبل البصرية preoptic area، تعرف نواته الأولى باسم نواة ما قبل البصرية preoptic nucleus، والثانية باسم نواة فوق التصالب suprachiasmatic nucleus. وقد عُدت هاتان النواتان مسؤولتين، ومن خلال إفرازهما للهرمون المرر لموجهة الغدد التناسلية gonadotropin releasing hormone، الذي يختصر إلى GnRH عن التحكم بذروة كل من هرمون اللوتنة luteinizing hormone (LH)، والهرمون المنبه للجريبات المبيضية و (FSH) follicle - stimulating hormone السائدة قبل الإباضة.

أما المركز الثاني يكون له تأثير مساند أو قاعدي tonic center ويضم النواتين الموجودتين في منطقة الوطاء البطنية الأتسي ventral medial hypothalamus area، وهما: النواة الوطائية البطنية الأتسية ventral medial nucleus، والنواة القوسية arcuate nucleus المسؤولتين عن التحكم بالمستوى الطبيعي المساند لهذين الهرمونين خلال الفترات الأخرى من الدورة التناسلية.

ووجد أيضاً النواة الوطائية فوق البصرية supraoptic nucleus مسؤولة عن تكوين هرمون دفع الحليب المعروف باسم oxytocin. وبجوارها توجد نواة جنيب البطين para ventricular nucleus المسؤولة عن إفراز هرمون صيانة الماء في الجسم، المعروف باسم الـ vasopressin أو antidiuretic Hormone حيث يتصل هذان النوعان الأخيران من الأنوية بوساطة محاورها العصبية axons بالفص الخلفي للنخامية (النخامية العصبية) neurohypophysis. وتكون تلك المحاور غنية بأنفخات متعددة، ومشرشرة، على طولها، فتزيد من طاقة تخزينها للهرمونات السابقة، كما أنها تنتهي بنهايات عصبية تصب بمحتوياتها من الهرمونات سابقة الذكر مباشرة في الدم المغذي للنخامية عبر الشرايين السفلية inferior hypophyseal arteries للنخامية، ولهذا فالنخامية العصبية تلعب دور المخزن والمحرر لهرموني الـ oxytocin والـ vasopressin وليس دور المكون لهما؛ إذ يتكونان في أنوية منطقة ما تحت السريبر البصري سابقة الذكر. (الشكل 1-8).



الشكل 1-6. أنوية منطقة ما تحت السريبر البصري والغدة النخامية. (عن Hafez، 1980).

تشير إلى منطقة الأنوية التي تنظم إفراز ذرى هرموني الـ LH و الـ FSH.

تشير إلى منطقة الأنوية المنظمة للمستوى الطبيعي لهرموني الـ LH و الـ FSH.

AH, Adenohypophysis.

Ar , Arcuate Nucleus.

AHA, Anterior Hypothalamic Area.

DMN, Dorsal Medial Nucleus

ME, Median Eminence.

NH, Neurohypophysis.

MB, Mammillary Body.

PM, Premammillary Nucleus.

OP, Optic Chiasma.

PVN, Paraventricular Nuclei

PON, Preoptic Nuclei

PHA, Posterior Hypothalamic Area

PT, Pars Tuberalis.

SCN, Suprachiasmatic Nucleus.

SON, Supra Optic Nuclei

VMN , Ventral Medial Nucleus

النخامية الغدية.

النواة المقوسة.

منطقة الوطاء الأمامية.

النواة الأنسية الظهرية.

البارزة الناصفة.

النخامية العصبية.

الجسم الثديي.

نواة ما قبل الجسم الثديي.

تصالبة بصرية.

نوى الوطاء جنب البطين.

نوى الوطاء ما قبل البصرية.

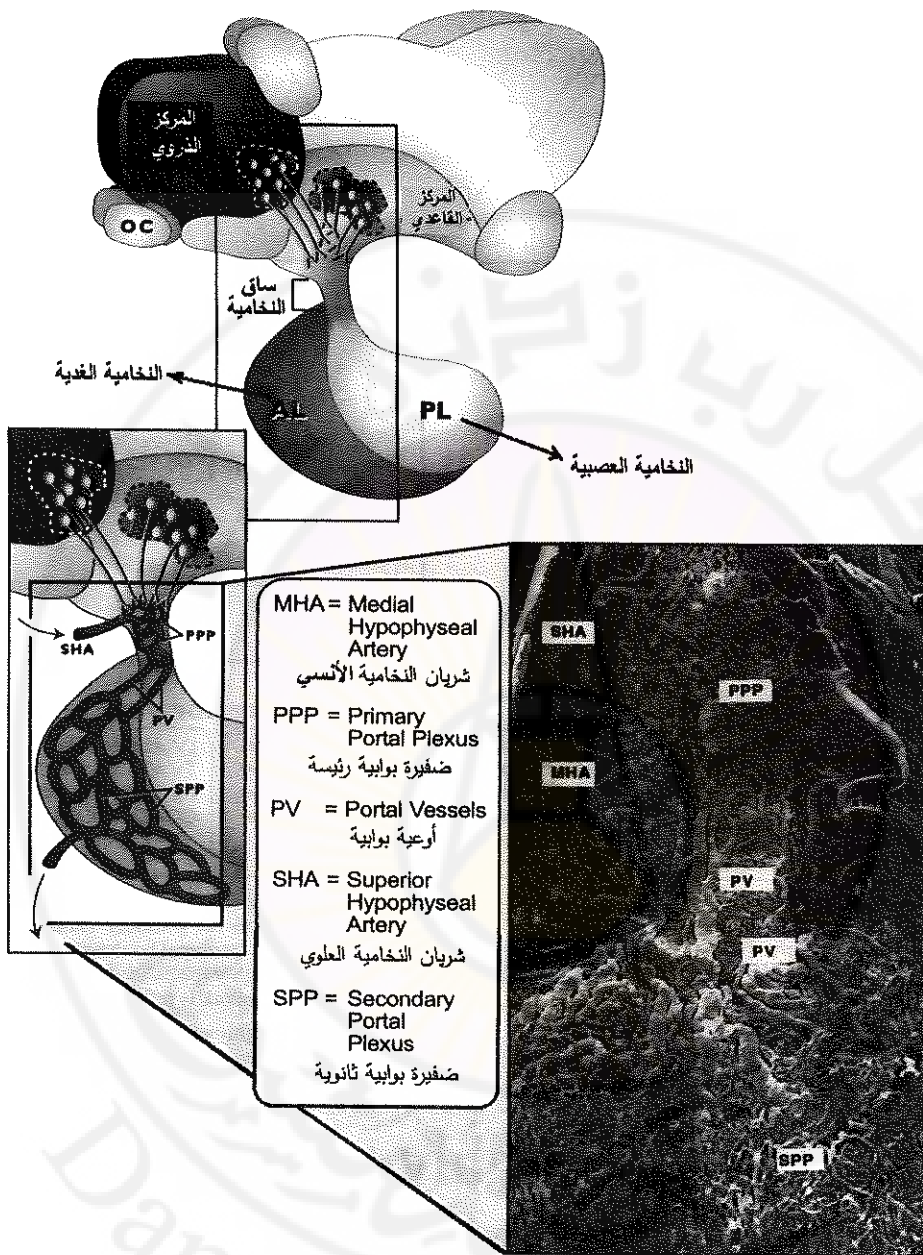
منطقة الوطاء الخلفية.

الأجزاء الحديبية.

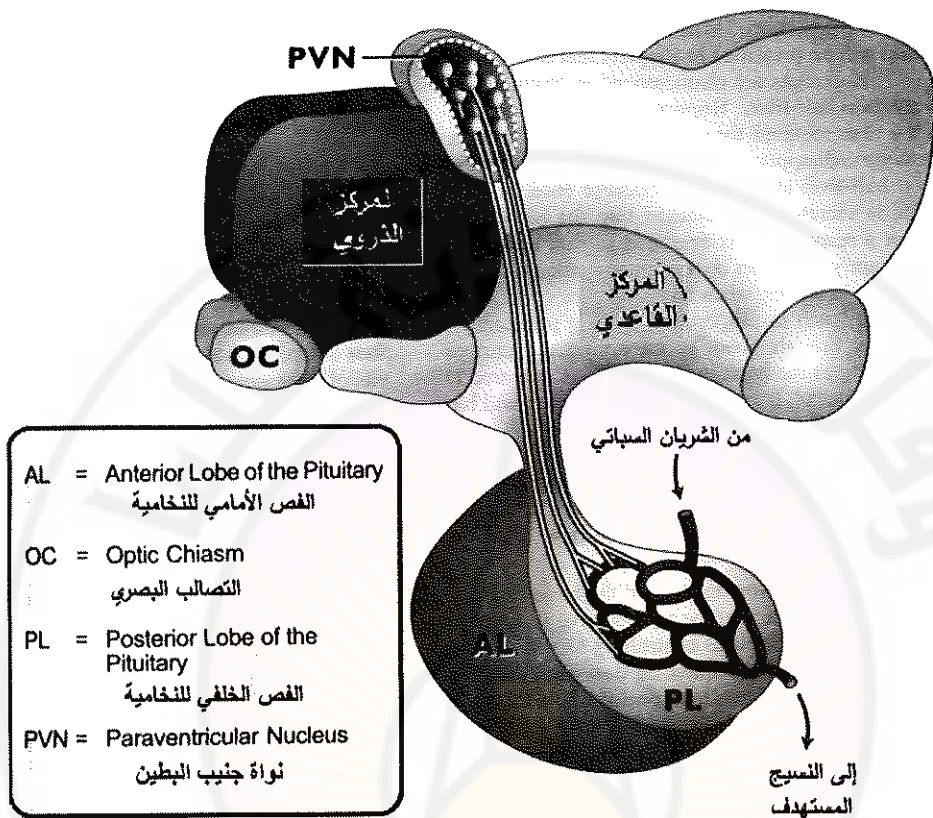
النواة الوطانية فوق التصلب.

نوى ووطانية فوق البصرية.

النواة الوطانية البطنية الأنسية.



الشكل 1. 7. النظام البوابي الوعائي الذي يربط منطقة الوطاء والنخامية الغدية.
 (عن H. Duvernaoy، 2000)



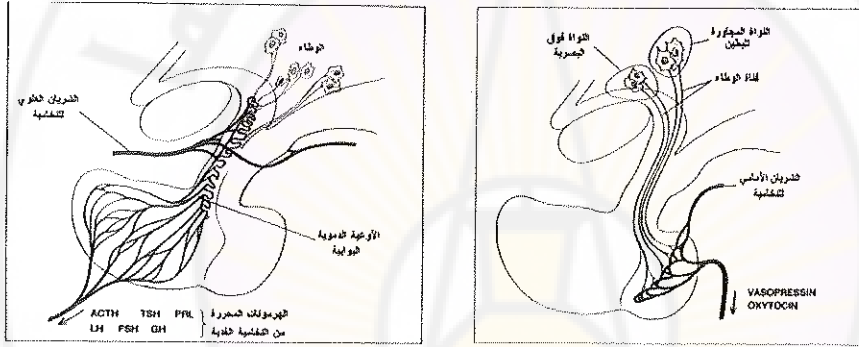
الشكل 1-8. العلاقة بين منطقة الوطاء (النواة المجاورة للبطين، PVN) والنخامية العصبية. (عن P.L. Senger، 2003).

الغدة النخامية :Hypophysis or Pituitary Gland

تقع الغدة النخامية في قاعدة الدماغ ضمن حفرة خاصة في العظم الوتدي تسمى السرج التركي Turkish saddle، حيث تتدلى تحت منطقة وتشكل معها جهازاً وظيفياً يستجيب للتنبيهات العصبية بإفراز هرمونات متخصصة. يبلغ متوسط وزنها نحو 0.5 غراماً، وحجمها نحو 1.5 سم³ في الإنسان.

تقسم الغدة النخامية من حيث البنية إلى ثلاثة فصوص، وهي: الأمامي، والأوسط، والخلفي، يختلف الأخير عن الأولين بأنه ينشأ خلال المرحلة الجنينية من الدماغ، ويبقى متصلاً طول حياة الفرد مع الوطاء، ولهذا يقال بأنه عصبى المنشأ.

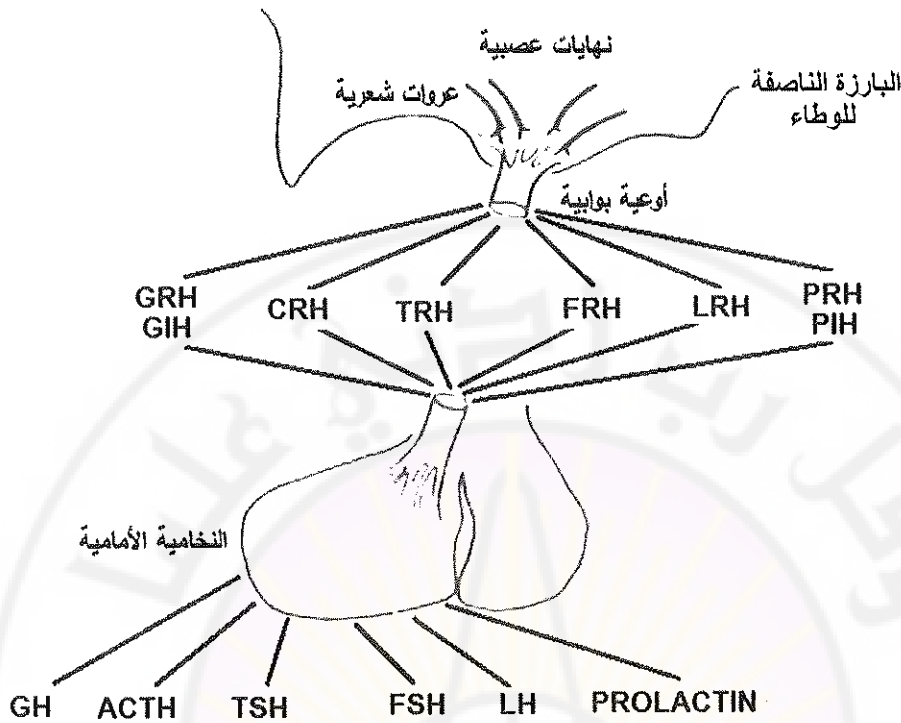
توجد في الفرد البالغ عصبونات ذات أجسام خلوية cellular bodies تسمى الأنوية nuclei، تخرج منها استطالات عصبية طويلة axons تشكل المحور الليفي العصبي الذي يصل بين الأنوية الواقعة في الوطاء والفص الخلفي للغدة النخامية الذي سمي في ضوء ذلك النخامية العصبية neurohypophysis، ومن أهم تلك الأنوية ما ذكرناها سابقاً: نواة فوق المنطقة البصرية ونواة جانب البطين المسؤولتان عن تكون الـ oxytocin، والـ vasopressin، على التوالي. (الشكل 1-9، إلى اليمين).



الشكل 1-9. إلى اليسار: العلاقة الوعائية بين الوطاء والنخامية الغدية.

وإلى اليمين: العلاقة بين الوطاء والنخامية العصبية. (عن R. Silver و H. Feder، 1979)

أما الفصان الأمامي، والأوسط؛ فينشأ خلال المرحلة الجنينية من الرذب البلعومي الأول المسمى جيبه رائكن Rathkin pocket الذي ينفصل عن التجويف الفموي مع تقدم الجنين بالعمر، كما أن خلايا جدر هذا الجيب تتكاثر لتشكل نسيجاً غدياً خاصاً؛ ومن هنا فقد سمي الفص الأمامي للنخامية بالنخامية الغدية adenohypophysis.

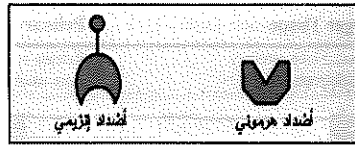


الشكل 1-10. هرمونات الوطاء المحررة عبر الجملة البوابية ونظيراتها المحررة من النخامية الخلفية. (عن H.H. Cole و P.T. Cupps، 1977).

تستجيب النخامية الخلفية للهرمونات المحررة أو المثبطة الناشئة في منطقة الوطاء بإفراز أنواع مختلفة من الهرمونات أو عدم إفرازها (الجدول 1-1)؛ إذ يستمد الفص الأمامي للنخامية 90% من احتياجاته الدموية عبر الشرايين العلوية للنخامية الخلفية superior hypophyseal arteries التي كما ذكرنا سابقاً تصل عادة إلى قاعدة الوطاء، وتتفرع إلى شرايين أدق، وأدق مشكلة في منطقة البارزة الناصفة median eminence شبكة شعيرية أولية تلامس بشدة نهايات أعصاب دماغ منطقة الوطاء، وتجتمع أيضاً في أوردة تدخل ساق النخامية، ثم تتوزع في الفص الأمامي للنخامية. هذا النظام الوعائي الذي يبدأ، وينتهي بشعريات دموية، ولا يمر في القلب يسمى نظام الدم البوابي، portal blood system. (الشكلان 1-9، و 1-10).

طرائق التعرف إلى النشاط الإفرازي للغدد الصم:

- الاستئصال من الجسم، وملاحظة ما يطرأ على الوظائف المختلفة للأعضاء، ثم إضافة هذه الغدة إلى الجسم، وملاحظة ما يطرأ ثانية بعد الإضافة، ولكن هذه الطريقة لها عيوبها، حيث تحتاج إلى عمل جراحي لنزع الغدة، وغير دقيقة النتائج.
- طرائق التحليل الكيميائي: قياس بعض العناصر الكيميائية التي لها علاقة بوظيفة هرمونات تلك الغدة وتركيبها، مثال: حمض الاسكوربيك (فيتامين C) لقياس نشاط هرمونات الغدة الكظرية. وكذلك قياس الحويصل اللبني في الحمام كمقياس لنشاط النخامية الغدية في إفراز البرولاكتين، أو قياس تركيز الكولستيرول كمؤشر لتركيز الستيرويدات في الدم. وهي طريقة غير دقيقة، وغير حساسة ولا تمكن من القياس المباشر لمستوى الهرمونات. بل تفيد في إعطاء قيمة عامة وشاملة عن ذلك الهرمون.
- طرائق التحليل الحيوي: وفيها يستجيب الجسم أو عضو منه وذلك بعد حقن أو تغذية الحيوان بمستخلصات تلك الغدد: فمثلاً، ينمو الرحم استجابة لحقن الإستروجين. وتنمو الخصى استجابة لحقن التستوسترون، وتنمو الغدد الثديية في الأنثى استجابة لحقن البرولاكتين، وهرمون النمو، وتعد غير دقيقة لمعرفة ما تقوم به الغدة بصورة دقيقة في الجسم.
- المقايسة الشعاعية المناعية (RIA) Radioimmune Assay: وهي من الطرائق الحديثة، والدقيقة في قياس كمية الهرمونات بما تتناسب والحالة الفيزيولوجية للحيوان، تتميز بإعطاء قراءات ثابتة، ودقيقة عند إعادة إجراء التحليل، ومن عيوبها احتمال تعرض العاملين فيها إلى التلوث الإشعاعي.
- المقايسة المناعية الأنزيمية (ELSA) Enzyme Linked Immune Sorbent Assay لها. مزايا المقايسة الأنزيمية ذاتها، كما أنها تتضمن عدم تلوث العاملين بالإشعاع. ويوضح الشكل 1-11 المراحل المتبعة في هذه التقنية.



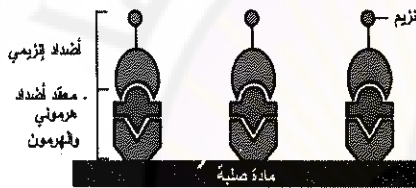
الخطوة ١: تتطلب نوعين من الأضداد. يتفاعل أحدهما بصورة خاصة مع الهرمون (أضداد هرموني)، ويتفاعل الأضداد الثاني المرتبط بالإنزيم مع معقد الهرمون والأضداد الأول (أضداد إيزيمي).



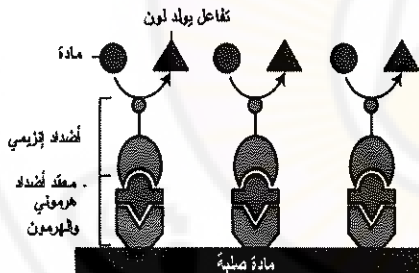
الخطوة ٢: يرتبط الأضداد الهرموني (إيزيمي) إلى سطح المادة الصلبة للأضداد.



الخطوة ٣: عندما يتواجد هرمون خاص (إيزيمي) في المحلول فإنه يرتبط (متآزر مناعي) إلى الأضداد الهرموني. فإنه يشكل معقد الهرمون - الأضداد.



الخطوة ٤: يتفاعل الأضداد الإيزيمي مع معقد الهرمون - الأضداد فيتولد عنه معقد أكبر يتضمن الإيزيم و الهرمون والأضداد ضمن المحلول.



الخطوة ٥: بعد ارتباط الأضداد الإيزيمي للمعقد الأول تضاداً مادة للمحلول وعند ذلك فإن الإيزيم المرتبط للأضداد الأنزيمي يسبب تغير في اللون. ويد تولد هذا اللون الأساس الذي تعتمد عليه تقنية ELISA.

الشكل 1-11: المراحل المتبعة في استخدام تقانة المقايضة المناعية
الانزيمية. (عن P.L. Senger، 2003)

الجدول 1-1: الغدد الصم، وهرموناتها المفرزة، ووظائفها الرئيسية.

الوظائف الرئيسية	الهرمونات المفرزة	الغدة
تحرير هرمونات تؤثر في النخامية الغدية	أ- الهرمونات المحررة Releasing Hormones	1- منطقة الوطاء Hypothalamus
يحرر الهرمون المنبه للجريبات (FSH) من النخامية الغدية.	1- الهرمون المحرر للهرمون المنبه الجريبات (FSHR) Follicl Stimulating Hormone Releasing Hormone	
يحرر هرمون اللوتنة (LH) من القص الأمامي للنخامية.	2- الهرمون المحرر للهرمون اللوتيني- Luteinizing Hormone- (LHRH) Releasing Hormon	
يحرر الهرمون المنشط للدرقية TSH من النخامية الغدية.	3- الهرمون المحرر للموجه للدرقية Thyrotropin-Releasing Hormone (TRH)	
يحرر هرمون الـ ACTH المنشط لغدة الكظر من النخامية الغدية.	4- الهرمون المحرر لموجه غدة الكظر Corticotropin (CRH) Releasing Hormone	
يحرر هرمون النمو GH من النخامية الغدية.	5- الهرمون المحرر لهرمون النمو Growth Hormone (GHRH) Releasing Hormone	
يحرر هرمون البرولاكتين من النخامية الغدية.	6- الهرمون المحرر لهرمون البرولاكتين Prolactine (PRH) Hormone Releasing Hormone	
تثبط إفراز النخامية الغدية	ب- الهرمونات المثبطة. Inhibitory Hormones	
يمنع تحرر هرمون النمو من النخامية الغدية.	1- الهرمون المثبط لهرمون النمو (Somatostatin)	
يمنع تحرر هرمون البرولاكتين من النخامية الغدية.	2- الهرمون المثبط للبرولاكتين Prolactine Inhibitory (PIH) Hormone	

الوظائف الرئيسية	الهرمونات المفرزة	الغدة
يسبب انقباض جدار الرحم وتقلص عضلات الحويصلات الإفرازية والأقنية في غدة الضرع.	ج- هرمون دفع الحليب (Oxytocin)	
يرفع الضغط في الجسم ويعمل على التوازن المائي.	د- هرمون الفازوبرسين Vasopressin ويسمى أيضاً الهرمون المضاد للتبول Ant diuretic hormone	
1- نمو الجريبات المبيضية ونضجها. 2- إفراز الإستروجين. 3- تكوين النطاف. 4- يساهم في الإباضة.	1- الهرمون المنبه للجريبات المبيضية Follicle-Stimulating Hormone (FSH)	2- النخامية الغدية Adenohypophysis
1- إفراز البروجستيرون والتسترون. 2- يساهم في الإباضة.	2- هرمون اللوتنة (LH) Luteinizing Hormone	
1- ينشط الغدة الدرقية فتفرز T_4 و T_3 .	3- الهرمون المنشط للدرقية Thyroid-Stimulating Hormone (TSH)	
1- ينشط الغدة الكظرية فتفرز القشر أنيات.	4- الهرمون المنشط للكظر Adrenocorticotrophic-Hormones (ACTH)	
نمو الجسم وإنتاج الحليب	5- هرمون النمو Growth Hormone (GH)	
نمو غدة الضرع وتنشيط وصيانة عملية تمثيل الحليب.	6- هرمون البرولاكتين	3- النخامية العصبية Neurohypophysis
	تخزين هرموني الأوكستوسين والفازوبرسين وتحريرهما	

الوظائف الرئيسية	الهormونات المفرزة	الغدة
لهما دور تنشيط استقلابي في زيادة استهلاك الأوكسجين وبناء البروتينات والدهون في الجسم.	1- التيرونكسين (T4) 2- Triiodothyronin (T3)	4- الغدة الدرقية Thyroid Gland
تنظيم استقلاب الكالسيوم والفوسفور في الجسم.	3- Thyrocalcitonin	
ينظم استقلاب الكالسيوم في الجسم.	- هرمون غدة جارة الدرقية Parathyroid-Hormone	5- غدة الدرقية Parathyroid Gland
ينظما استقلاب الغلوكوز في الدم.	1- الأنسولين Insulin 2- الغلوكاغون Glucagon	6- البنكرياس
- تنظيم استقلاب البروتينات، والدهون، والكربوهيدرات. - تنظيم استقلاب المعادن في الجسم.	1- القشرأنيات السكرية Glucocorticoids 2- القشرأنيات المعدنية Mineral corticoids	7- قشرة الكظر Adrenal Cortex
تؤمن الاتصال العصبي بين العصبونات خلال عمليات الإجهاد Stress	- الأبنفرين Epinephrine و Norepinephrine	8- لب غدة الكظر Adrenal Medulla
- نضج القناة التناسلية الأنثوية. و- نمو غدة الضرع (الجهاز القنواطي). - الرغبة الجنسية عند الأنثى.	- استراديول Estradiol	9- المبيض Ovary
- تجهيز الرحم لاستقبال الجنين. - صيانة الحمل واستمراره. - نمو الجهاز الإفرازي في غدة الضرع.	- البروجسترون Progesterone	
استرخاء الأربطة الحوضية وتوسع عنق الرحم.	- الريلاكسين	
نضج القناة التناسلية عند الذكر، الرغبة الجنسية وتكوين النطاف. تمايز المسالك التناسلية الخارجية خلال المرحلة الجنينية.	- التستوستيرون Testosterone - Dehydrotestosterone	10- الخصية Testis

الفصل الثاني

التخلق الجنيني للغدة النخامية والجهاز التناسلي في الحيوانات الزراعية

Embryogenesis of the pituitary gland and reproductive system in farm animals

يتطلب التطور الجنيني للغدة النخامية والجهاز التناسلي في الحيوانات الزراعية ظهور سلسلة أحداث عالية التنسيق، تستلزم أنصهار نماذج مختلفة من الأنسجة، تشكل في النهاية غدداً وأعضاء تناسلية كاملة؛ ولهذا، يُعد فهم آلية ذلك التطور ومراحله المختلفة، ضرورياً من الناحية التطبيقية، وأي خلل في ذلك يقود إلى اضطرابات تحد من الوظيفة التناسلية أو تمنعها، ويقود إلى تشكل أفراد عقيمين.

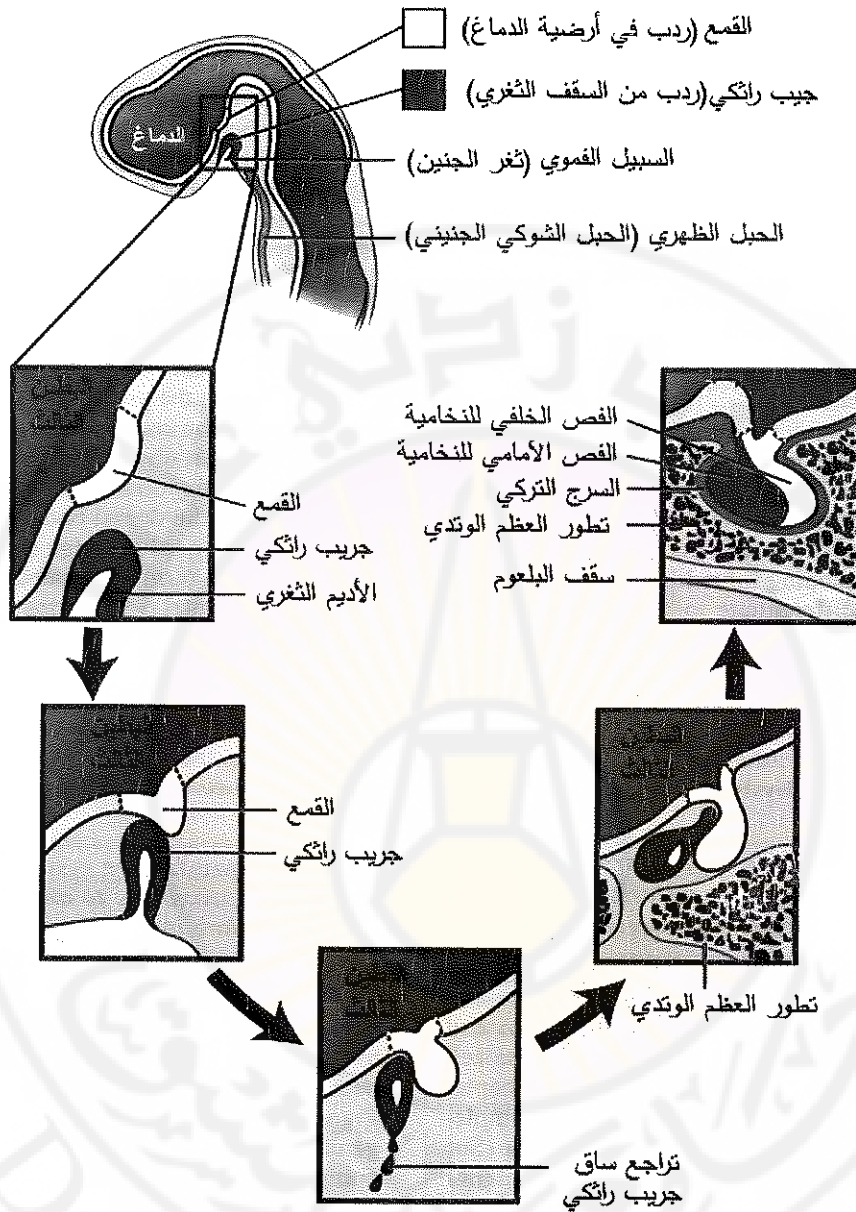
1- التخلق الجنيني للغدة النخامية Embryogenesis of the pituitary gland:

تبين أنه خلال المرحلة المبكرة من حياة الجنين ينشأ أنبوب أوجيب pouch أو تجويف صغير من أرضية الدماغ، ينمو باتجاه السقف الثغري للجنين، متخذاً شكل القمع infundibulum، ويتزامن معه تطور آخر لجيب ثغري ينمو ظهرياً من سقف الحلق باتجاه ذلك القمع الدماغى، يسمى جيب راتكن Rathke's pouch or pocket (الشكل 1-2)، ومع تقدم عمر الجنين، يستمر تطور جيب راتكن والقمع الدماغى ونموهما باتجاه بعضهما البعض، ثم يتصلبان معاً. وفي الوقت ذاته، يبتعد جيب راتكن عن سقف الحلق منفصلاً عنه، وتتكاثر خلايا جدره لتشكل نسيجاً غدياً خاصاً، وجسماً مستقلاً متميزاً، ومن هنا فقد سمي الفص الأمامي للنخامية، بالنخامية الغدية (adenohypophysis adeno) تعني النسيج ذا الطبيعة الغدية)، الذي تتميز خلاياه لتفرز هرمونات مختلفة استجابة للهرمونات المحررة من منطقة الوطاء. كما أن القمع الدماغى ينمو ويتميز مشكلاً جسماً مستقلاً، يسمى الفص الخلفى للنخامية neurohypophysis الذي يبقى متصلاً طول حياة الفرد مع منطقة الوطاء، من خلال امتداد الألياف العصبية للعصبونات الموجودة في منطقة الوطاء. ومع اقتراب اكتمال تطور النخامية، يبدأ عظم قحفي يسمى العظم الوتدي sphenoid bone بالتشكل محيطاً بالفصين الأمامي والخلفي للنخامية ليكون بمثابة تجويف عظمي يشبه السرج التركي محيطاً بالنخامية.

2- التمايز الجنسي للجهاز التناسلي: Sexual differentiation of reproductive system

بالرغم من أن جنس الجنين يتحدد منذ الوهلة الأولى عند الإخصاب وفقاً لنوع النطاف Y أو X الملقحة للبيوضة، إلا أن تمايز الجنين ليكون ذكراً أو أنثى لا يتم إلا في وقت متأخر، يختلف موعده ليكون في اليوم 35 عند الغنم، وفي اليوم 45 عند البقر، وفي نهاية الأسبوع الثامن من الحمل في الإنسان. وقد وجد أن الصبغي Y، هو العامل المحدد في تقرير الجنس من خلال ما يحمله من مورثات genes وتأثيرها في لب المنسل غير المتمايز، فتتمايز فيه الحبال الجنسية الأولية primary sex cords إلى أنبيات منوية seminiferous tubules. وبالتأكيد، غياب الصبغي Y، يقود لتشكل المبيض، ويكون الفرد الناتج أنثى.

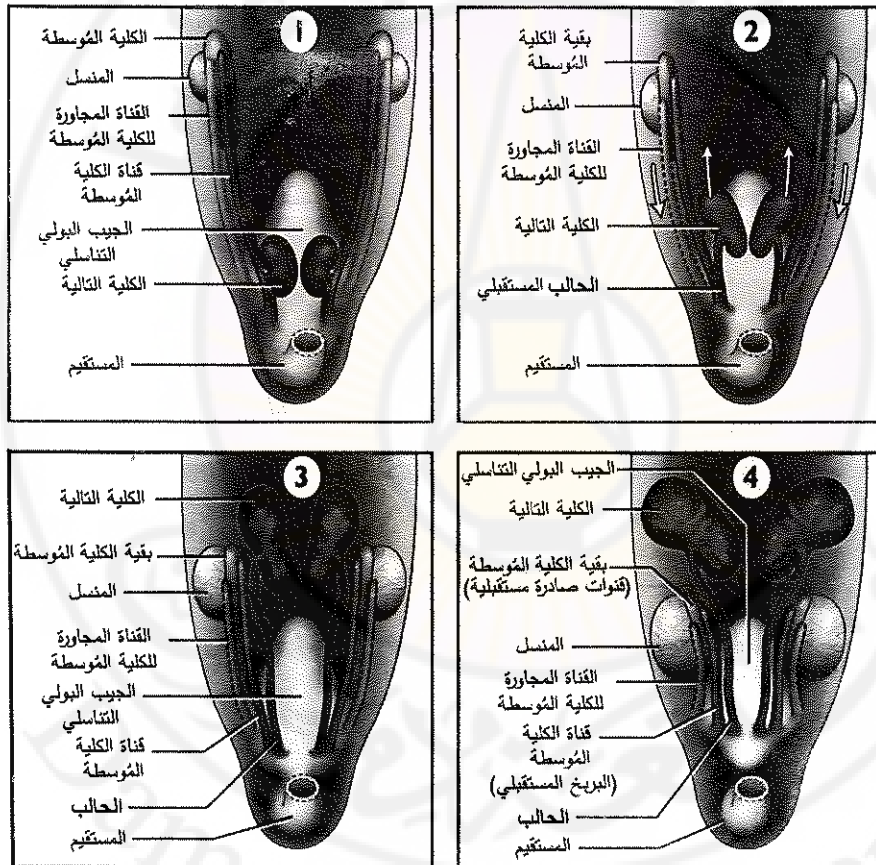
ينتمي الجهاز أنثى البولي والتناسلي كل منهما إلى الآخر من الناحية الجنينية والتشريحية، إذ ينشأ معاً من عرف واحد مكون من تكاثر الأديم المتوسط mesoderm، وكثيراً ما يطلق عليهما الجهاز البولي التناسلي urogenital system، ويستخدم الجنين خلال تطوره ثلاثة أجهزة بولية متميزة؛ يسمى أولاهما بكلى الجنين السلفية أو الطليعية pronephros (pronephric kidneys)، وهما كليتين أثريتين غير فاعلتين وظيفياً توجدان عند الحيوانات الدنيا، وتندهر أن خلال الفترة المبكرة من التطور الجنيني ليحل مكانهما زوج من الكلى الوظيفية الجنينية المؤسطة mesonephros (mesonephroic kidneys) (الشكل 2-2)، إذ تنتجان البول الذي يتخلص منه الجنين بوساطة قناتيهما mesonephroic ducts اللتين تعرفان بقناتي وولف Wolffian ducts وتمتدان نحو الخلف لتفرغا محتوياتهما في الجيب البولي التناسلي urogenital sinus، كما يوجد بجوارهما زوج من الغدد الجنسية (المناسل) غير التمايزة undifferentiated gonads (الشكل 2-2، 1). يبدأ، وبعد مرور نحو 15-20% من فترة الحمل (حسب النوع الحيواني)، ظهور الشكل النهائي للكليتين تسميان، metanephros أو الكلى التالية (metanephric kidneys)، وذلك كبراعم صغيرة من نهاية قناتي وولف؛ إذ تبدأ الكلى الجنينية المؤسطة فقد وظيفتها، والتناقص في الحجم، بينما تزداد الكليتان التاليتان والمناسل



الشكل 1-2. التطور الجنيني للفصين الأمامي والخلفي للغدة النخامية.

(عن G. Schoenwolf, S. Bleyl, Ph. Brauer، 2008)

في الحجم، ويتطور فيهما كُليونات nephrones أو وحدات كلوية، تصبح فاعلة وظيفياً عندما يقضي الجنين نحو 30-35% من فترة الحمل. كما يتطور متزامناً لتشكل تلكا الكليتين، وإلى الناحية الخارجية منهما زوج آخر من القنوات تسميان بالقناتين المجاورتين للكلية الجنينية المُوسطة paramesonehric ducts أو قناتي مولر Mullerian Ducts، ويلاحظ في النهاية تراجع كلي للكليتين المُوسطة، ويزداد حجم المنسلين بصورة متناسبة مع تزايد حجم الكليتين التاليتين (الشكال 2-2. و3 و4)، وبصعب حتى هذه المرحلة تمييز جنس الجنين، فتسمى بمرحلة اللاتمايز الجنسي sexually indifferent stage

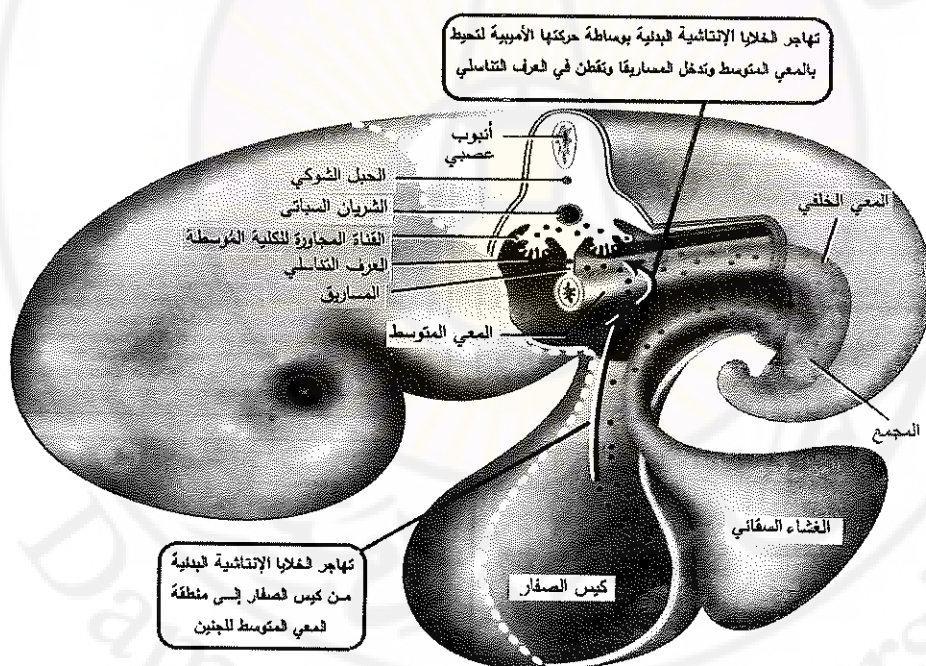


الشكل 2-2. تطور الكلىة الجنينية المُوسطة وتراجعها متزامناً مع تطور المناسل.

(عن P.L. Senger, 2003)

يتألف الجهاز التناسلي في الجنين غير المتميز من المنسلين غير المتميزين، وزوجين من القنوات (قناتي وولف، وقناتي مولر)، بالإضافة إلى الجيب البولي التناسلي urogenital sinus، والتحدب التناسلي genital tubercle، وطيّات دهليزية vestibular folds التي تبدأ جميعها تتمايز وتتطور بصورة مجاورة ومتزامنة مع الجهاز البولي.

تهاجر، خلال الفترة المبكرة من التطور الجنيني (15% من فترة الحمل)، مجموعة من خلايا الكيس المحي (الذي مازال موجوداً) الكبيرة الحجم، والحبيبية الشكل، وفقاً لحركة أميبية، باتجاه تكتل خلوي آخر ينشأ من النسيج الظهاري الجوفي coelomic epithelium، في المعى الخلفى وتستعمره، وتبدأ بالانقسام والتكاثر العددي. يعرف التكتل الخلوي الأخير، بالعرف التناسلي genital ridge، أما الخلايا المهاجرة المستعمرة له تسمى بالخلايا الأنتاشية الأولية primary germ cells، أو الخلايا الأصلية (الشكل 2-3).



الشكل 2-3: هجرة الخلايا الأنتاشية الأولية من الكيس المحي إلى العرف التناسلي.

(عن P.L. Senger، 2003)

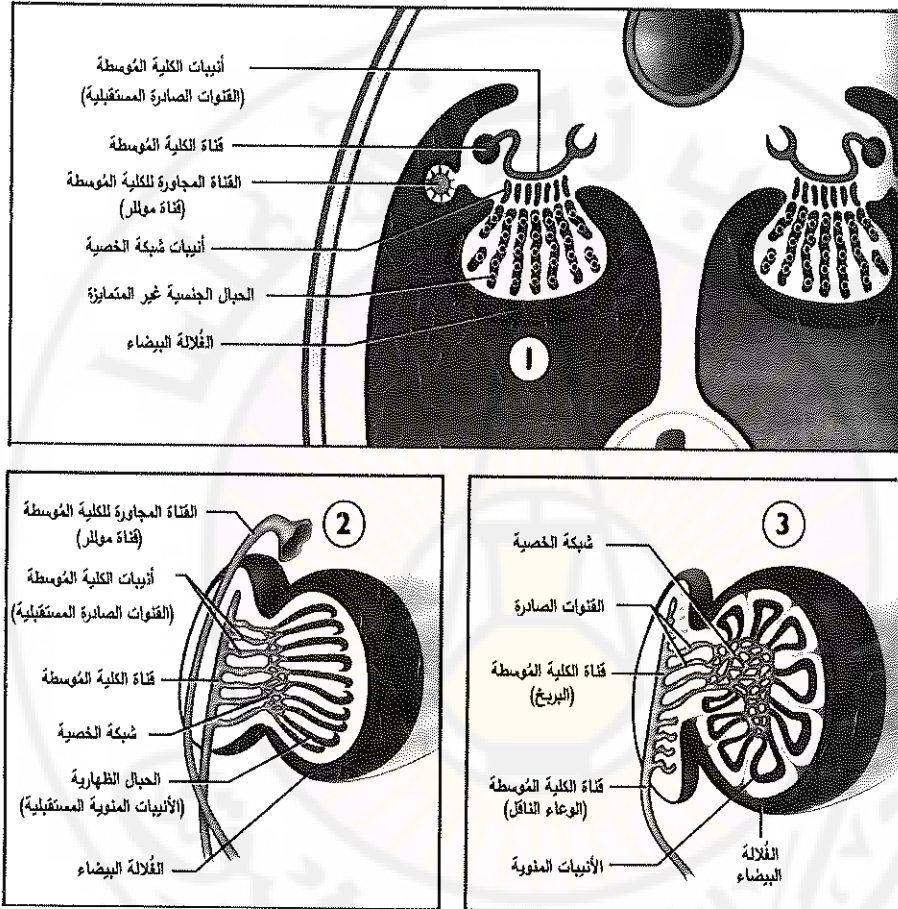
تبين أن هجرة الخلايا المحبة تتم في اليوم 26 من الحمل في البقر، وتعزى تلك الهجرة إلى أن خلايا العرف التناسلي تفرز مركباً كيميائياً جاذباً لها، كما تفرز الخلايا الأنتاشية الأولية بدورها مواداً، ما زالت غير معروفة في طبيعتها وهويتها، تساعد في تنشيط أنقسام النسيج الضام المحي في العرف التناسلي مشكلة معه حزم مكتنزة من نسيج تسمى الحبال الجنسي الأولية primary sex cords، تسبب بدورها اتساع العرف التناسلي، وأندفاعه باتجاه الكلية الجنينية المؤسطة المتطورة آنذاك. ويطلق اسم المنسل البدائي (الغدة التناسلية الأولية غير المتميزة) على العرف التناسلي والحبال الجنسية الأولية، أما الخلايا المحبة الأخرى التي لا تتجمع داخل العرف التناسلي تتدهور وتتلشى لاحقاً.

1-2. تمايز المنسل البدائي إلى خصية Differentiation of undifferentiated gonads into testis

يتميز لب المنسل البدائي وتراجع القشرة في الأجنة المذكرة وراثياً (XY)، إذ تتطور الحبال الجنسية الأولية ضمن منطقة اللب، وتتفصل تدريجياً عن الخلايا السطحية مشكلة بدايات الحبال أو الأنبيات المنوية rudiments of seminiferous tubules، أما الطبقة السطحية في المنسل فتتحول إلى طبقة ليفية، تعرف فيما بعد بالمحفظة البيضاء tunica albuginea للخصية (الشكل 2-4).

وتبين أن ذلك التمايز يتم نتيجة لتشكّل مادة في منطقة الحبال الجنسية الأولية، تسمى العامل المحدد للخصية testis determining factor (TDF) الذي يتحكم في تكوينه مورثة موجودة في الصبغي Y وليس في الصبغي X، وحالما يفرز ذلك العامل تنتشط العمليات التي تقود لتكون الجهاز التناسلي الذكري (الشكل 2-5). كما تخصص أجزاء من الكلية الجنينية المؤسطة في الأجنة المذكرة وراثياً لتستخدم في تشكيل القناة التناسلية الذكرية متزامناً ذلك مع تراجع وتدهور قنوات موللر. فمثلاً، يخترق نحو 5 إلى 15 أنبوبة من أنبيات الكلية الجنينية المؤسطة المنسل البدائي وتشكّل تواصلاً مع الأنبيات المنوية الأولية عبر شبكة الخصية rete testis، قنوات صغيرة تشبك الأنبيات المنوية مع القنوات الصادرة في الذكور (الشكل 2-4). (2)، ويطلق على تلك الأنبيات الكلوية اسم القنوات الصادرة efferent ducts التي تأخذ مكاناً لها لاحقاً في رأس البربخ، أما الجزء المتبقي من البربخ (الجسم والذيل)، فيتكون من الجزء الأول من قناة الكلية المؤسطة، وقسمها المتبقي يتشكل منه الوعاء الناقل

ductus deferens، ويتشكل من الرذب النهائي لقناة الكلية المُوسطة الغدد المنوية الحوصلية vesicular glands، وخلال تلك التطورات تنبعث من الغلاف الأبيض حواجز تفصل الأنبيات المنوية بعضها عن بعض.



الشكل 2-4: سلسلة الأحداث التي تقود إلى تمايز المنسل البدائي إلى خصية.

(عن P.L. Senger, 2003)

تنقسم الخلايا الجنسية الأولية وتتكاثر ضمن الأنبيات المنوية لتشكل نموذجاً آخر من الخلايا تسمى المنسلات spermatogonia، وهي أمهات للنطاف spermatozoa التي تتكون عند البلوغ. ويوجد في كل أنبوبة منوية نوع آخر من الخلايا، تتصف بأنها داعمة، ومغذية، وغير معلومة الحدود، تتوضع عمودية على جذر الأنبيات المنوية، تعرف بخلايا سيرتولي Sertoli cells، وهي تشتق من النسيج الظهاري الجوفي في المنسل البدائي. تفرز خلايا سيرتولي هرمون يسمى anti-mullerian hormone يساعد في تمايز خلايا لايدغ Leydig cells التي تشكل في مجموعها نسيجاً بينياً interstitial tissue يفصل بين الأنبيات المنوية تكون بدورها مسؤولة عن إفراز الهرمونات الذكرية المعروفة بالأندروجينات androgens.

وبهذا فإن كل تلك التركيبات من أنبيات منوية، وقنوات صادرة، وشبكة الخصية مغلقة جميعاً بالمحفظة البيضاء تشكل معاً الخصية testis أو الغدة التناسلية الذكرية male genital gonad.

2-2. تمايز المنسل البدائي إلى مبيض

Differentiation of undifferentiated gonads into ovary

تتمايز القشرة وليس اللب في الأجنة المؤنثة وراثياً (XX)، ويحدث هذا التمايز للمنسل باتجاه المبيض ببطء شديد وذلك نتيجة لغياب الصبغي Y، ومن ثم غياب المورثة المسؤولة عن تكوين عامل تحديد الخصية (TDF)؛ إذ تنفصل الحبال الجنسية الأولية، ومن ثم تتحلل تدريجياً، وتتشكل من قشرة المنسل البدائي دفعة جديدة من الحبال الجنسية تعرف بالحبال الجنسية الثانوية secondary sex cords، إذ تقطن كل منها إحدى الخلايا الأنتاشية الأولية التي تسمى عندئذ بـ oogonia (عددها بالملايين)، أو خلايا منسلية ببيضوية ومفردها oogonium، ويطلق على الحبل الجنسي الثانوي، الذي ينغلق لاحقاً، والخلية المنسلية البيضوية اسم الجريب البدئي primordial follicle (الشكل 2-6). تمر كل منسلية ببيضوية بأول أنقسام اختزالي first meiotic division، وهي ضمن الجريب، لينتشكل منها بويضة أولية primary oocyte، ولا يستمر ذلك الانقسام، بل يتوقف في طور الأول prophase من الانقسام الاختزالي الأول، في مرحلة التضاعف Diplotene، وبالضبط في فترة الراحة

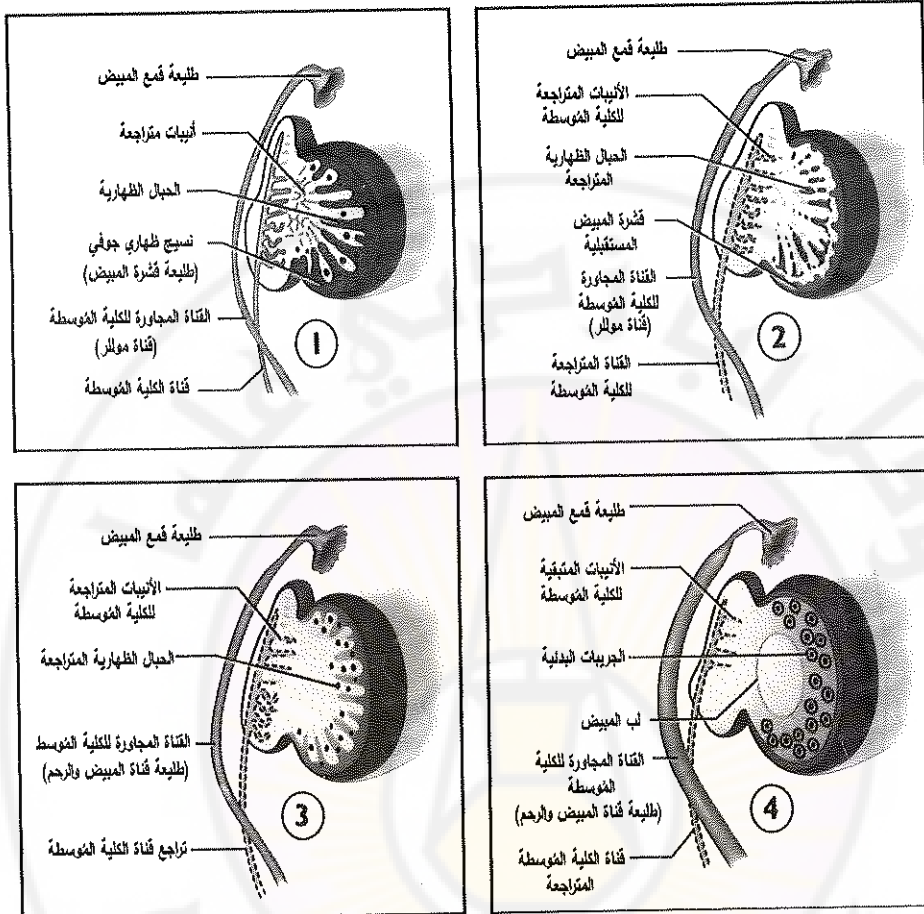
dictyate stage وذلك حتى البلوغ، ويمكن أن تحاط البيضة بأكثر من طبقة خلوية تشتق من النسيج الظهاري الجوفي ومن النسيج البيني فتسمى بالجريبات الثانوية secondary follicles، أو جريبات من المرتبة الثالثة tertiary follicles....على أية حال، يوجد نوعان من الخلايا التي تحيط بالبيضة: خلايا من نوع حبيبي، وهي تقابل خلايا سيرتولي في الخصية، وتشتق مثلها من النسيج الظهاري الجوفي coelomic epithelium ، أما الخلايا الأخرى، فهي خلايا صم ذات إفراز خارجي تعرف باسم الخلايا القرايبية Theca cells، أو الخلايا البينية interstitial cells ، وهي تقابل خلايا ليدغ في الخصية، وتشتق من لب المبيض ovarian medulla، يحاط بالمبيض، مثل الخصية بغلاف ليفي يعرف بالمحفظة أو الغلالة البيضاء.

2-3- تمايز المسالك التناسلية Differentiation of genital ducts:

كما ذكرنا سابقاً، يوجد زوجان من القنوات في الجهاز التناسلي الجنيني قبل التمايز، الخارجي منهما يسمى زوج قناتي موللر، والداخلي يسمى بزوج قناتي وولف. ويختلف تطورهما أو تمايزهما في الجنين الذكر عنه في الأنثى.

فتمايز المنسل إلى خصية وليس إلى مبيض يحدد مصير هذين الزوجين من القنوات باتجاه مسالك ذكرية أو أنثوية؛ إذ تبين أن هناك عوامل تفرزها الخصية بعد تطورها تعمل على تمايز قناتي وولف باتجاه المسالك التناسلية الذكرية، بينما يتراجع زوج قناتي موللر ويتلاشى تحت تأثير تلك المفرزات.

وأشارت النتائج العلمية إلى أن الخصية تفرز نوعين من المفرزات: أولاهما، وهي الأندروجينات، مثل التستوستيرون testosterone، الذي يفرز من خلايا ليدغ ويكون مسؤولاً عن تطور قناتي وولف وتمايزهما باتجاه تكوين البربخ، والوعاء الناقل، والغدد الحوضية المنوية، وثانيهما، مادة غير ستيروئيدية، تسمى الهرمون المثبط لنمو قنوات موللر anti-mullerian hormone يتكون في خلايا سيرتولي، وبالتالي فإن قناتي موللر تتدهور وتتلاشى في الأجنة الذكرية، وفي حال غياب الخصية، أي في حال تطور المنسل إلى مبيض، فإن قناتي وولف تتراجع وتتلاشى، في حين تتمايز قناتا موللر إلى قناتي المبيض، والرحم، والجزء الأمامي من المهبل.



الشكل 2-5. تمايز المنسل البدائي إلى مبيض. (عن P.L. Senger، 2003)

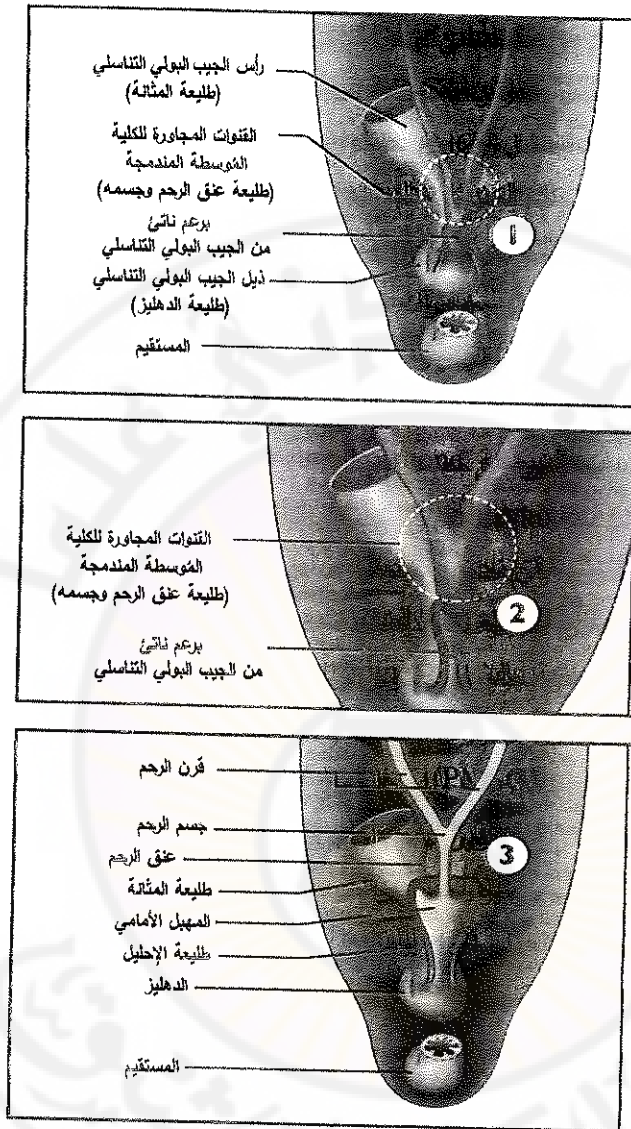
اذ ينمو الجزء الأمامي من قناتي مولر وبصورة موازية لهما (الشكلان 2-2 و 2-5). ويبقى منفصلاً على تجويف الصفاق البطني ليشكل قمع قناة المبيض، في حين يمتد الجزء الذيلي ويتصل مع الجيب البولي التناسلي، منصهراً معه بأعماق مختلفة ومحدداً بالتالي النمط الرحمي المميز للنوع الحيواني (الشكل 2-6).

2-4. تمايز المسالك التناسلية الخارجية Differentiation of external genital ducts:

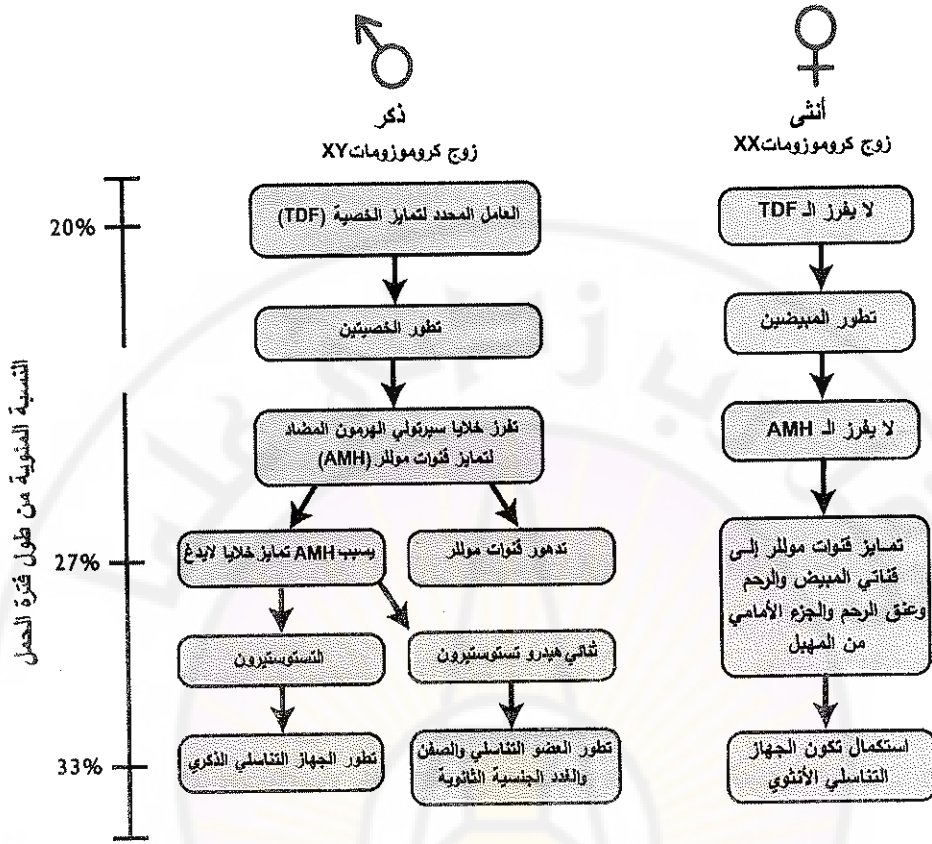
يحيي الجنين غير المتمايز تناسلياً على الجيب البولي التناسلي، والحدبة التناسلية، بالإضافة إلى الطيات الدهليزية. ووجد أن مصير تلك الأعضاء وتطورها إلى مسالك تناسلية خارجية ذكرية أو أنثوية يكون محدداً بمدى توافر أحد الأندروجينات (وجود الخصية) الذي يشتق من التستوستيرون، ويعرف باسم تستوستيرون خامس ألفا ثنائي الهيدرو $5-\alpha$ dihydrotestosterone. فوجود هذا الهرمون يتمايز الجيب البولي التناسلي إلى الإحليل والبروستاتا، وغدتى كوبر Cowper's glands في الأجنة الذكرية، كما تتمايز الحدبة التناسلية إلى القضيب penis (العضو الذكري)، وتتشكل الحشفة prepuce من الطيات التناسلية، ويتكون الصفن scrotum من الانتفاخات التناسلية genital swellings. أما عند غياب ذلك الهرمون الذكري، فتتطور تلك الأعضاء لتشكل المسالك التناسلية الخارجية الأنثوية. إذ يتمايز الجيب البولي التناسلي إلى الجزء الخلفي من المهبل، وإلى الإحليل، في حين تتمايز الحدبة التناسلية إلى البظر clitoris، ويتميز الشفران labia الصغيران والكبيران من الطيات والانتفاخات التناسلية، على التوالي. ومما يجدر ذكره أن تطور الجهاز التناسلي الذكري أو الأنثوي في الحيوانات الزراعية يتم في التجويف البطني خلف الصفاق peritoneum ويمكن تلخيص مسار الأحداث التي تقود إلى تشكل الجهاز التناسلي الذكري والأنثوي في الشكل 4-7.

هجرة الخصى: Testicular descending

أشير سابقاً إلى أن الخصيتين تنشأن على مستوى الأضلاع (الفقرة الصدرية العاشرة) في منطقة قرب الكليتين، خلف الصفاق في التجويف البطني خلال المرحلة الجنينية، ومع تقدم الجنين بالعمر تغادر الخصيتان بصورة تدريجية منطقة المنشأ لتستقرا في كيس الصفن خارج الجسم عند أغلب الثدييات بأوقات مختلفة تمتد منذ منتصف المرحلة الجنينية (الثور، والكبش، والتمسح)، وحتى الشهر السابع أو التاسع، أو تتأخر إلى مابعد الولادة عند الإنسان، والحصان، وتمتد إلى مابعد الولادة في الثدييات الصغيرة (الجرذ، والفئران، والأرنب....)، وتبقى في الطيور، والفيلة، والتماسيح، والدلفين ضمن التجويف البطني طول الحياة.



الشكل 2-6: أنصهار قناتي مولر مع الجيب البولي التناسلي وتشكيل الرحم والمهبل.
(عن P.L. Senger، 2003)



الشكل 4-7. مسار أحداث تشكل الجهاز التناسلي الذكري والأنثوي.

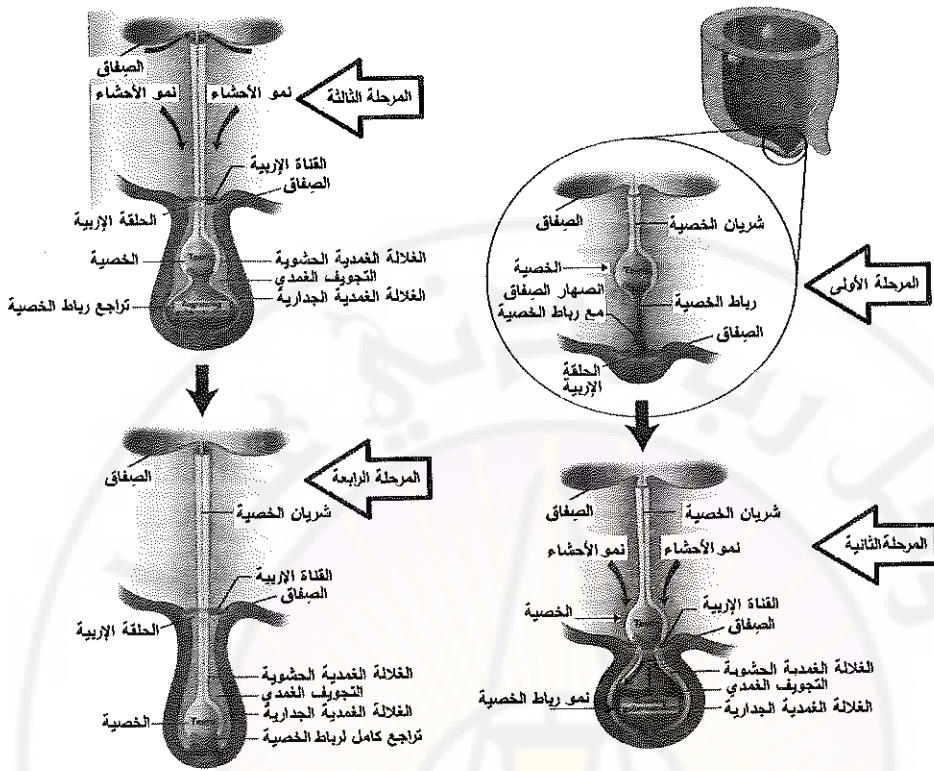
(عن P.L. Senger, 2003)

تعد عملية نزول الخصى وهجرتها للتجويف البطني، واستقرارها في كيس الصفن ظاهرة صحية إيجابية عند الثدييات لأنها تودع الخصى في بيئة درجة حرارتها أقل بنحو 4-6°م عن حرارة الجسم، ما له أثر كبير في عملية تكون النطاف، وحفظها، وفي قدرتها الإخصابية، أما بقاؤها في التجويف البطني يعرف بأنحباس الخصية cryptorchidism. وفي حال أنحباس الخصيتين، ينجم العقم لعدم القدرة على إنتاج النطاف، ولكن تستمر الرغبة الجنسية لاستمرار القدرة على إفراز التستوستيرون. ويتطلب فهم آلية هجرة الخصى معرفة كيفية حدوث ظاهرتين اثنتين: تنحصر أولهما، في كيفية نمو رباط الخصية gubernaculum وتراجعها، والثانية كيفية إحاطة الخصية بطبقتين من الصفاف

تسمى الداخلية منهما بالغلالة (القميص) الغمدية الحشوية visceral vaginal tunic، والخارجية بالغلالة الغمدية الجدارية parietal vaginal tunic، وهجرتهما مع الخصى، مع استمرار اتصالهما مع الصفاق في التجويف البطني.

فقد وجد أن الخصية تتصل ذليلاً مع رباطها الذي يمتد نحو الخلف ليعبر القناة الإربية inguinal canal، ويستقر في منطقة تُشكل مُستقبلاً للصفن، كما تنمو أحشاء الجنين مع تقدمه بالعمر دافعة بالخصيتين ومسببة بالتفاف الصفاق حولهما وحول رباطيهما. (الشكل 2-8، المرحلة 1). وتبين أن طرف الرباط المتصل بأرضية الصفن ينمو بسرعة، ويتسع عرضاً شاداً بقوة الخصية باتجاه فتحة القناة الإربية (الشكل 2-8، المرحلة 2)، كما أن النمو المترام للأحشاء يدفع بالخصية لجبرها على العبور، وحالما تعبر الخصيتان الفتحة الإربية يتراجع رباط الخصية في النمو وينكمش جاذباً الخصية لتستقر في تجويف كيس الصفن. (الشكل 2-8، المرحلة 3). وبعد استقرار الخصيتين في تجويف الصفن، يمكن مشاهدة الاستطالات الغمدية مستمرة في تواصلها مع الصفاق، وتحاط كل خصية بالغلالتين الغمدية الحشوية، والغمدية الجدارية، ويفصل بينهما تجويف غمدي يستمر في تواصله مع التجويف البطني، وتتصف كلتا الغلالتين بقوام مرن تسمح بأنزلاق الخصى وتحركهما بحرية ضمن الصفن خلال النشاط الفيزيائي، أو خلال أنكمش العضلات الساحبة للخصى. (الشكل 2-8، المرحلة 4).

بما أن نمو رباط الخصية وتراجعهُ يُعدّان حدثين ضروريين لهجرة الخصى، فما العوامل التي تتحكم بهما؟. إذ تبين أن وجود الخصى ضروري لعمليتي النمو والتراجع، وأن الخصى المبكر لأجنة الحيوانات الزراعية رافقه الفشل في عمليتي نمو رباط الخصية، ما يشير إلى أهمية الخصية ودورها في إفراز مواد تساعد في نمو رباط الخصية، ومواد أخرى مسؤولة عن تراجعهِ. كأن يعتقد سابقاً أن هرمون التستوسترون يلعب الدور الرئيس في تلك الأحداث، ولكن تبين أن هناك عامل آخر، أطلق عليه اسم descendin يكون مسؤولاً عن تنشيط نمو رباط الخصية واتساعه، وأن هناك عامل آخر، غير معروف حتى تاريخه، تفرزه أيضاً الخصى ليكون مسؤول لاحقاً عن تراجع نمو رباط الخصية، أما عن طبيعة هذين العاملين، وآلية عملهما لم تحدد بعد!



الشكل 2-8. مراحل هجرة الخصية في الحيوانات الزراعية.

(عن P.L. Senger, 2003)

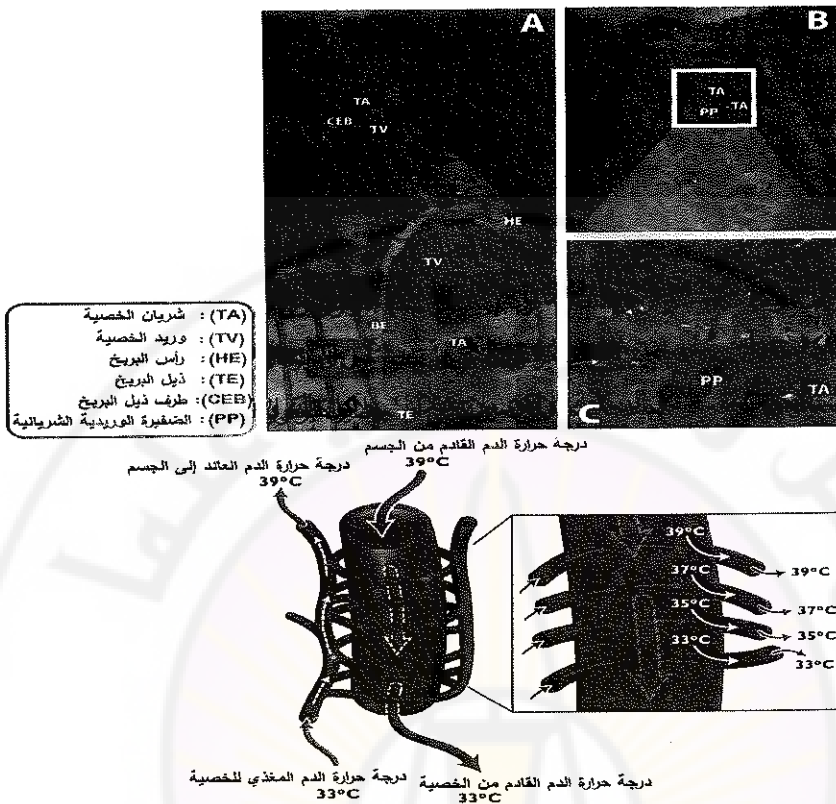
تنظيم حرارة الخصية: Testicular thermal regulation

تكمن الحكمة في هجرة الخصى واستقرارها النهائي في كيس الصفن، هو وضعها في بيئة تسمح لها القيام بوظائفها على أكمل وجه. وتلعب البنية التشريحية لكل من الخصيتين وكيس الصفن الدور الرئيس في السماح للخصية بهذه المهمة. فمن المعروف أن الحبل المنوي spermatic cord للخصية، الذي يربط الخصية بالتجويف البطني يحاط بشبكة دموية مختصة تتألف من شريان دموي، يتفرع من الشريان البطني الأورطي ويمتد عبر القناة الإربية مخترقاً الخصية، ومتوزعاً عند قمتها وعبرها على شكل مخروطي كثير الالتفاف،

ويحاط بدوره بشبكة وريدية دقيقة ملتفة، فيشكلان معاً الضفيرة الوعائية للخصية pampiniform plexus (الشكل 2-9).

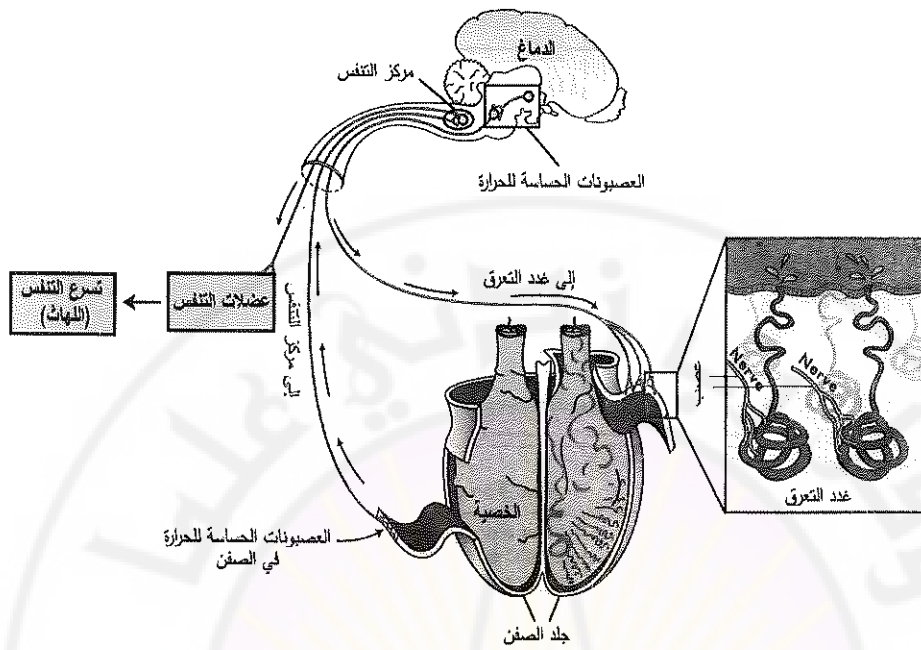
ونظراً إلى وجود هذا التركيب اللفافى المتقارب لكل من الشريان والوريد، ولأن درجة حرارة الشريان أعلى من درجة حرارة الوريد، سيتم تبادل حراري بينهما، وفقد في حرارة الدم الشرياني لدرجة تكون حرارته في نهاية الخصية أقل بنحو 4 إلى 6 درجات عنه في بدايتها (منطقة دخول الخصية)، أو عن درجة حرارة الجسم (الشكل 2-10)، وقد عد هذا النقص في درجة الحرارة ضرورياً جداً لتكوين النطاف في الأنسان والحيوانات الزراعية. وتبين أنه، ومن خلال التقارب اللفافى بين شريان الخصية ووريدها ينتقل التستوسترون من الوريد إلى الشريان ليعاد جزء منه إلى الخصية، سامحا بوجود تراكيز عالية منه في الخصية ليلعب دورا في استمرارية تكون النطاف spermatogenesis.

وتبين أنه يوجد داخل الحبل المنوي العضلة المخططة الساحبة cremaster muscle، المتواصلة مع عضلة البطن الداخلية، لتساهم أيضاً في تنظيم حرارة الخصية، وذلك من خلال تقلصها وارتخائها، مايسرع في ضخ الدم وجريانه عبر الضفيرة الوعائية، وتسريع التبادل الحراري بين شريان الخصية ووريدها، وعودة الدم من وريد الخصية إلى جسم الحيوان، مايساعد في التبادل الحراري، وتبريد الخصية، ومن ثم تنظيم حرارتها. كما يلعب كيس الصفن scrotum، من خلال بنيته النسيجية دوراً مهماً كمشعر حراري temperature sensor، ومبرد متغدد swamp cooler بالغدد العرقية، وكيس حماية للخصى وداعماً لها، اللاتي معاً لتسهم في تنظيم حرارة الخصى. إذ تبين أنه يتألف من طبقة الجلد، وعضلة الغلالة السليخة Dartus muscle، واللفافة الصفنية scrotal fascia، وينحصر إسهام الجلد في تنظيم حرارة الخصى من خلال غناه بغدد تعرق متعصبة بالأعصاب الودية الحساسة للتغيرات الحرارية (الشكل 2-10)، فعندما ترتفع حرارة الصفن عن 36 م° تتنبه الأعصاب الحسية التي تتحكم بدرجة التعرق، وبمعدل تنفس الحيوان وتنقل ذلك التغير بالحرارة إلى الوطاء الذي بدوره يستجيب مرسلاً تنبيهات عصبية إلى غدد التعرق في جدار الصفن فتستجيب بإفراز العرق خارج جدار الصفن، وحدوث فقد حراري بخري يساعد في تبريد الخصى وخفض حرارتها ضمن حدودها الطبيعية.

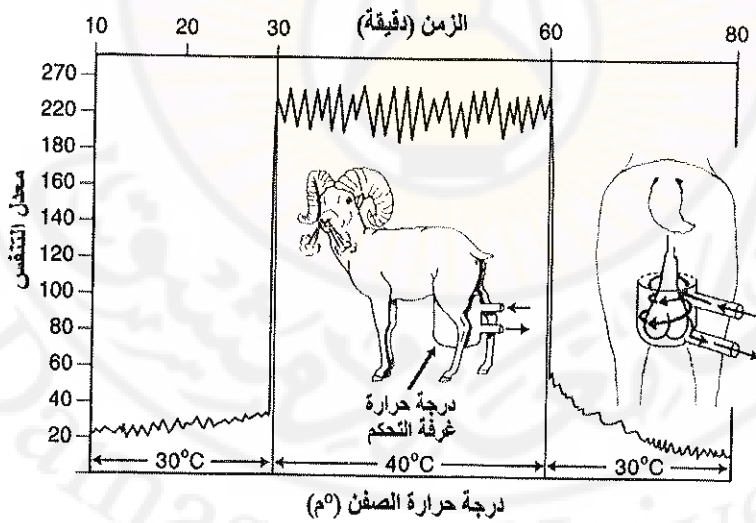


الشكل 2-9. الضفيرة الوريدية في الخصية والتبادل الحراري الوعائي.
(عن R. Code وزملاؤه، 1999)

ونظراً إلى أن طاقة التبريد الحراري للخصية تختلف من حيوان لآخر في النوع الواحد، فقد عُدت بمثابة صفة أنتخابية يُعتمد عليها لأصطفاء طلائق التلقيح لما لها من دور كبير في المحافظة على تكوين نطاف سليمة وذات قدرة إخصابية عالية. ويستخدم العلماء الكنديون حالياً تقنية الصور الحرارية تحت الحمراء infrared thermography لقياس كمية الحرارة المنبعثة من جلد الصنف كمؤشر للمفاضلة بين الحيوانات المختبرة واصطفاء أفضلها كطلائق تلقيح. (الشكل 2-11).



الشكل 2-10 . آلية تعرق الصنف والبهر التنفسي في الكباش عند ارتفاع الحرارة.
(عن P.L. Senger، 2003)



الشكل 2-11. تأثير احتراق الصنف في البهر التنفسي في الكباش.
(عن A.D. Johnson، 1970)

أما عضلة الصفن السليخة التي تتوضع كطبقة عضلية تحت الجلد، وتتصف بأنها عضلة ناعمة لها القدرة على التقلص في حالة البرودة (الشتاء)، والأنبساط عند ارتفاع الحرارة (الصيف)، ما يساعد في اقتراب أو ابتعاد الخصى عن الجسم، وبالتالي تقليل أو زيادة المساحة السطحية لكيس الصفن، فنقل أو تزيد درجة التهوية، ما يساعد في إبقاء الخصى بدرجة حرارة دون حرارة الجسم للمساعدة في صيانة واستمرارية عملية تكون النطاف spermatogenesis. وتبين أن الأندروجينات تتحكم بنقل العضلة السليخة وأنبساطها بدليل أن الذكور المخصية تفقد تلك الخاصية. و أظهرت نتائج البحث العلمي، منذ القديم أن لف خصيتي الكبش إلى جسمه يؤدي إلى عقم مؤقت بسبب ارتفاع درجة حرارة الخصى وتوقف عملية تكون النطاف، كما لوحظت آثار ضارة (أنخفاض إنتاج النطاف وأنخفاض الحيوية) ومشابهة في الإنسان نتيجة للحمى أو ارتفاع حرارة الخصيتين عند ارتداء الألبسة الضيقة، أو النوم على أسرة مدفأة. ويتصف كيس الصفن والحبل المنوي بافتقارهما للدهن، ولكن يمكن أن تتجمع الطبقات الدهنية فيهما تحت ظروف التسمين والتغذية العالية، ما يقلل من قدرة الخصى في تبديد الحرارة الزائدة.



الفصل الثالث

التمايز الوظيفي للوطاء والبلوغ الجنسي في الحيوانات الزراعية Functional differentiation of the hypothalamus and Puberty in farm animals

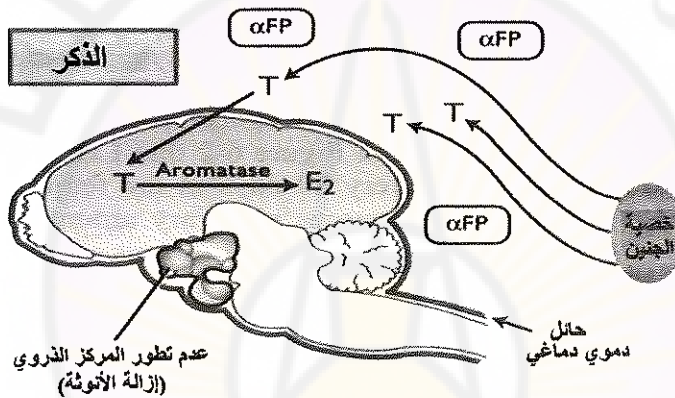
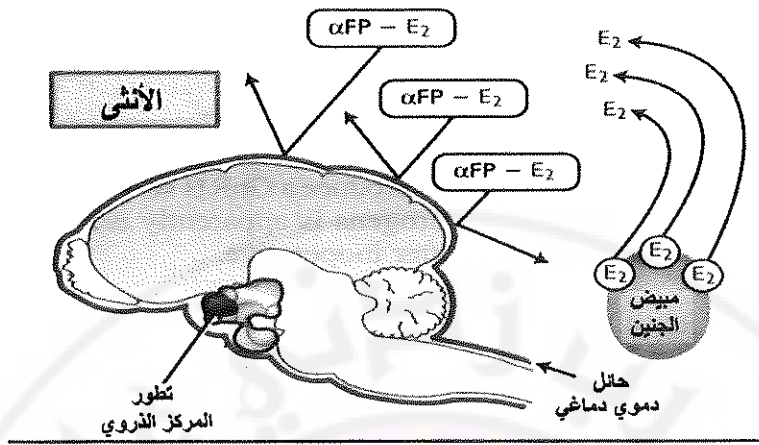
قبل الحديث عن البلوغ الجنسي في الحيوانات الزراعية، يجب أن نعلم بأنه ينشأ تبايناً وظيفياً كبيراً بين الوطاء في أنثى الحيوانات الزراعية ونظيره في ذكورها، خلال مرحلة التطور الجنيني، ويستمر طول الحياة التناسلية للجنسين.

التمايز الوظيفي للوطاء في أنثى الحيوانات الزراعية وذكورها:

يتصف الوطاء وراثياً بأنه أنثوي في أنثى الحيوانات الزراعية وذكورها، ولكن خلال تطور الجنين الذكري، فإن هرمون التستوستيرون الذي يفرز من الخصية يزيل صفة الأنوثة defeminize عن الوطاء في الأجنة الذكرية، أما في الأجنة الأنثوية التي عادة لا تمتلك خصى، ولا تنتج التستوستيرون، فيتطور لديها المركز المسؤول عن إفراز هرمون الـ GnRH بمستواه الأعظمي أو الذروي (GnRH - surge center) في منطقة الوطاء. و لكي يستطيع هرمون التستوستيرون من إزالة الأنوثة الوظيفية عن الوطاء في الأجنة الذكرية، لابد أن يتحول إلى إستراديول. ما أوجد تساؤلاً، لماذا لا تزال الأنوثة الوظيفية عن الوطاء في الأجنة الأنثوية علماً أنها تنتج إستراديول؟. فتبين لاحقاً، أن هرمون الإستراديول في الأجنة المؤنثة يرتبط إلى بروتين يسمى alpha- fetoprotein (بروتين ألفا الجنيني)، فيمنعه من اختراق حائل الدموي الدماغية، وبالتالي لا يصل الإستراديول إلى منطقة الوطاء. (الشكل 3-1).

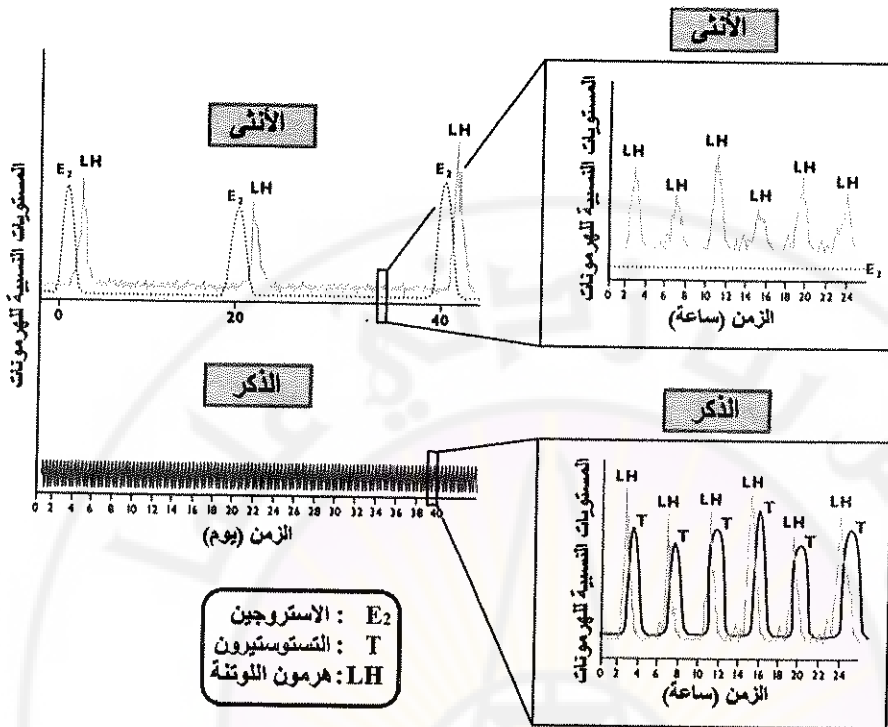
وعرف ذلك البروتين بأنه بروتين سكري يُصنع في كيس الصفار الجنيني خلال المرحلة المبكرة من حياة الجنين، ومن ثم في كبد الجنين لاحقاً، ويعمل كمنظم لضغط الدم في الأجنة، وناقلاً للأحماض الدهنية. أما في الأجنة الذكرية، فإن هرمون التستوستيرون يعبر أولاً حائل الدموي الدماغية، ومن ثم يتحول إلى إستراديول مانعاً المركز الذروي لهرمون الـ GnRH من القيام بوظيفته. وتبين أن إجراء عملية خصي للثيران بعد الولادة مباشرة قد يعطيها الإمكانية لتنشيط عمل ذلك المركز، وأنتاج مستويات عالية من هرمون الـ GnRH.

ما يؤكد ضرورة تعرض الذكور بعد الولادة لفترة من الزمن لتأثير الأندروجينات لضمان استمرار فشل المركز الذروي لهرمون الـ GnRH من القيام بوظيفته. ولهذا فذكور الحيوانات الزراعية البالغة تمتلك وظيفياً المركز القاعدي basic center وليس الذروي لإفراز هرمون الـ GnRH، أما الإناث فتمتلك المركزين معاً. ما ينعكس أيضاً على مستوى إفراز هرمون الـ LH من النخامية الخلفية؛ إذ يفرز بمستوياته العظمى في الإناث قبل الإباضة في كل دورة تناسلية، ويشاهد بمستوياته القاعدية المنخفضة بين كل ذروتين والتي تختلف في تكرارها واتساعها باختلاف الحيوانات الزراعية ودورتها التناسلية. في حين تحافظ الذكور على مستوى ثابت يومي، وتظهر فقط ذرى صغيرة كل 2-6 ساعات يومياً، وتليها ذرى مناظرة لهرمون التستوستيرون. (الشكل 3-2).



E_2 : الاستروجين T: التستوستيرون αFP : بروتين ألفا الجنيني

الشكل 1-3: آلية عمل البروتين الجنيني ألفا في تمايز
المركز الذروي في الوطاء. (عن P.L. Senger, 2003).



الشكل 2-3: التباين الجنسي في إفراز هرمون LH.
(عن P.L. Senger, 2003)

البلوغ الجنسي Sexual puberty:

يجب النظر إلى البلوغ الجنسي بأنه ليس حدثاً فردياً، بل مرحلة من عمر الحيوان، تتغير عندها الكثير من معالمه وسلوكه. والأصل اللاتيني لكلمة puberty هو pubescere، أي ظهور الشعر في مناطق معينة من الجسم، كالمنطقة العانية، وتحت الإبطين، والأرجل في الإنسان، أما في الحيوانات فأن مثل هذه المعالم لا تنطبق، ولهذا تعددت تعريفات البلوغ الجنسي، فبعضهم عرفها عند الإناث، بأنها عمر الأنثى عند إظهارها أول شبق، أو عند حدوث أول إياضة، أو عندما تصبح الأنثى قادرة على الحمل؛ وعرفت عند الذكور، بأنها المرحلة من العمر التي يبدأ الذكر إظهار سلوك معين (القفز على الغير، امتداد العضو التناسلي وأنتصابه.....)، أو عمر الذكر عندما يعطي أول قذفة منوية، أو عند ظهور النطاف

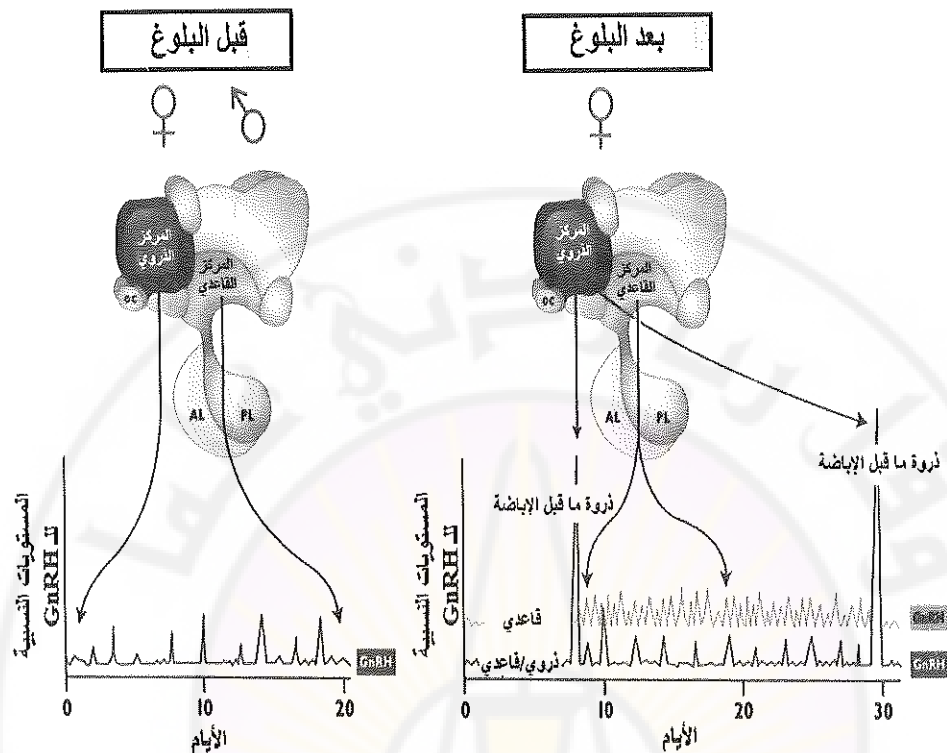
في القذفة المنوية، أو في البول. على أية حال، مهما تعددت التعريفات، يميل الأخصائيون إلى تعريف البلوغ الجنسي وظيفياً في الحيوانات الزراعية بأنه المرحلة من العمر التي يُستأنف عندها الحوار ما بين المحور الدماغي، ممثلاً بالوطاء، والنخامية مع المناسل (الخصى، والمبايض)، وتأثير بعضها ببعض من خلال إفراز كل منها هرمونات معنية بمستويات طبيعية مميزة للنوع وللجنس في النوع الواحد.

ويستجيب الحيوان لذلك بالبدء في تكوين النطاف في الذكور (50 مليون نطفة/القذفة، فقط 10% منها تكون ذات حركة تقدمية)، وتمر الأنثى بأول دورة شبق، تنمو خلالها الجريبات المبيضية، وإظهار علامات الشبق، وحدث الإباضة. وبالطبع، يجب أن يكون الحيوان وصل إلى حجم يساوي 40% من متوسط وزن العرق الذي يتبع له. ويختلف عادة البلوغ الجنسي، الذي هو بالنتيجة القدرة على التناسل، عن النضج الجنسي sexual maturity الذي هو القدرة على الأنجاب؛ إذ يصل عندها الحيوان لمرحلة من النضج الجسمي والاكتمال في النمو لدرجة تصبح الأنثى قادرة على الحمل وإعطاء مواليد سليمة، وللذكر القدرة على إنتاج نطاف عالية الإخصاب. ومما يجب التأكيد عليه هو ألا توضع الحيوانات البالغة في برامج التلقيح ما لم يصل وزنها على الأقل ثلثي متوسط وزن الحيوانات تامة النمو من العرق نفسه. وغالباً ما تصل البكاكير لذلك الوزن، وهي بعمر 12-18 شهراً، والنعاج بعمر 8-10 أشهر، والأفراس بعمر 2-4 سنوات، والنوق بعمر 2-3 سنوات.

ويعتقد الأخصائيون أن العامل الأهم المحدد لبدء البلوغ هو قدرة عصبونات ما قبل المشبك العصبي في نقل المعلومات إلى العصبونات المسؤولة عن إفراز الـ GnRH في الوطاء، وبالتالي إفرازها الكميات المناسبة من الـ GnRH. ووجد بأن وظيفة تلك العصبونات تتأثر بصورة رئيسة بمستوى التغذية الذي يقدم للحيوان خلال مرحلة نموه، ومن ثم وصوله إلى حجم البلوغ الجنسي، والنضج الجسمي في الموعد اللازم، والظروف البيئية والاجتماعية (فصل الولادة، والفترة الضوئية، مثل الغنم والمعز: وجود أو غياب الجنس الآخر في حظيرة التربية؛ عدد الحيوانات في وحدة المساحة) التي يتعرض لها، إضافة إلى العامل الوراثي.

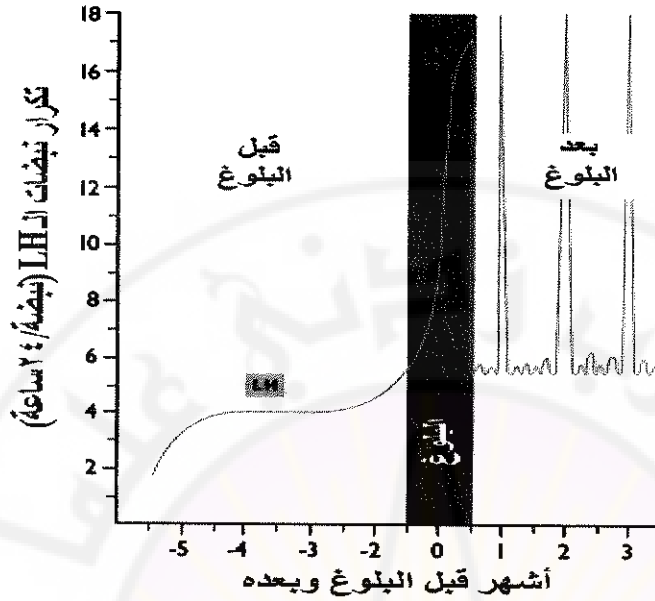
ف عند الأناث، وجد أنه ليس للنخامية الغدية والمبايض دور في إحداث البلوغ الجنسي، بدليل أن النخامية الغدية تفرز هرموني الـ FSH، والـ LH استجابة لحقن الـ GnRH، كما أن المبايض تنمو فيها الجريبات ويتحرر الإستروجين استجابة لحقن هرموني الـ FSH، والـ LH في الحيوانات غير البالغة prepuberty. ولهذا، فالعامل الأهم هو متى يكتسب المركز الذروي للـ GnRH قدرته الكاملة في تحرير الـ GnRH بمستواه الأعظمي؟. وعادة يتم ذلك عندما يصبح إفراز الـ GnRH بشكل أندفاعات نبضية عالية تسمى بذروة GnRH ما قبل الإباضة preovulatory surge، وتكون كافية للتأثير في النخامية الغدية وحثها على إفراز هرمون الـ LH بمستواه الأعظمي اللازم لإحداث الإباضة. و تبين أنه ليس المركز الذروي للـ GnRH يجب أن يصبح نشطاً فحسب، بل أن المركز المساند لإفراز الـ GnRH بمستواه القاعدي يجب أن يصل إلى حالة وظيفية محددة تلعب عندها دور المنظم لعدد مرات ونبضات إفراز الـ GnRH بمستواه القاعدي. (الشكل 3-3).

وعلى الرغم بأن المركز القاعدي يكون نشطاً في الأناث غير البالغة، ويفرز الـ GnRH بمستويات نبضية، على شكل ذرى صغيرة كافية لتحرير الـ LH من النخامية الغدية، يكون عرضها أو اتساعها مشابهاً لما هو موجود في الأناث البالغة، ولكن عددها أو تكرارها في الأناث غير البالغة أقل بكثير منه في البالغة (الشكلان 3-3، و 3-4)، ولا يساعد في تنشيط النخامية الغدية لتحرير كميات كافية من الـ LH، والـ FSH، ما ينتج عنه نمو أقل للجريبات المبيضية، وكميات غير كافية من الإستروجين لتنشيط المركز الذروي للـ GnRH وإفرازه مستويات من الـ GnRH تكون كافية لإحداث الإباضة. ولكن مع نمو الحيوان واقترابه من سن البلوغ، تقل حساسية المركز القاعدي للإستروجين، ما ينتج عنه تحرير كميات أكبر من الـ GnRH، ومن ثم كميات أكبر من الـ LH، والـ FSH، ما يزيد من نمو الجريبات وزيادة إفرازها للإستروجين، وعندما يصل هذا الأخير في مستواه لعتبة محددة، يسبب تنشيط المركز الذروي، فتتحرر كميات أكبر وأكبر من الـ GnRH، مسببة إفراز كميات أيضاً أكبر من الـ LH، والـ FSH، ما يسبب الإباضة وحدوث البلوغ.



الشكل 3-3: التغيرات في إفراز الوطاء لـ GnRH قبل البلوغ وبعده.
(عن P.L. Senger, 2003).

في الذكور، لا يحدث، كما أشرنا سابقاً، تطور وظيفي للمركز الذروي للـ GnRH، كما أن عصبونات إفراز الـ GnRH تتأثر سلباً بالستيرويدات التي يتحول إلى أندروجين في الدماغ ويثبط إفراز الـ GnRH. ولكي يحدث البلوغ، لابد أن تستجيب عصبونات إفراز الـ GnRH بصورة كاملة للتأثيرات الإيجابية والسلبية التي تتعرض لها من الخصى. و مع اقتراب الحيوان من البلوغ تقل تلك الحساسية تجاه الستيرويدات/الإستروجين، ولهذا فإن كميات أكبر تفرز من الـ GnRH، تقود إلى إفراز كميات أكبر من الـ LH والـ FSH تكون كافية لتنشيط تكون النطاف، وإحداث البلوغ.



الشكل 3-4. عدد ذرى إفراز الـ LH قبل البلوغ وبعده.
(عن J.E.Kinder، وزملاؤه، 1994).

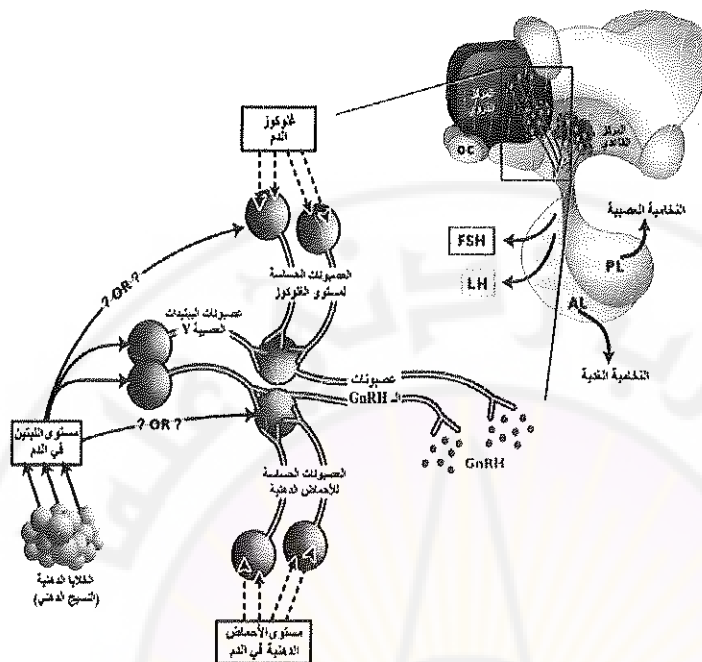
العوامل المؤثرة في البلوغ الجنسي: Factors affecting puberty

أشرنا سابقاً أن العوامل الوراثية، والبيئية، وظروف التغذية التي يتعرض لها الحيوان بعد الولادة تؤثر بصورة كبيرة في موعد ظهور البلوغ الجنسي في الحيوانات الزراعية. وسنتعرف فيما يلي على ماهية هذه العوامل وآلية عملها في إحداث البلوغ الجنسي.

1- التغذية Feed effect: تبين أن حدوث البلوغ في أنثى الحيوانات الزراعية، يتطلب وصولها خلال مرحلة النمو إلى عتبة من السمنة (لم يحدد مقدارها بعد). وكما نعلم أن المولود الجديد يوجه كل المواد الغذائية التي يتناولها لصيانة جسمه وتوفير الطاقة اللازمة لعمل أجهزته الفيزيولوجية الأكثر أهمية، مستبعداً بذلك الجهاز التناسلي من أولوياته، لهذا لا يخصص له جزء من طاقة الجسم لصيانته.

ولكن مع تقدم نمو الحيوان، واحتياجاته المتزايدة من الطاقة، فإن كتلة جسمه تزداد، وبالمقابل تتناقص نسبياً المساحة السطحية للجسم، ما يسمح بحدوث تغير في توجيه صرف الطاقة في

الجسم. كما ينخفض معدل الاستقلاب الكلي، ويصبح قسم من الطاقة الداخلية متوفراً لصالح أجهزة الجسم الأخرى غير الأساسية، فتخزن الطاقة الداخلية الزائدة عن حاجة الجسم إلى مخزون دهني. وعند هذه المرحلة، يبدأ الحيوان بإعطاء أولوية للجهاز التناسلي فيحصل على حاجته من الطاقة، ويبدأ البلوغ الجنسي. و ما يجب أن نعلمه، أن السمنة لوحدها لا تكفي لإحداث البلوغ، بل لابد أن يصل الجسم في بنيته إلى درجة من النضج الجسمي (40% من متوسط وزن العرق)، إضافة إلى درجة السمنة المطلوبة. وضمن هذا المفهوم طُرح السؤال التالي في أذهان الأخصائيين، كيف تحفز الحالة الاستقلابية في جسم الحيوان وصوله إلى البلوغ؟، وما العوامل الاستقلابية التي تؤثر في العصبونات المفرزة للـ GnRH؟، وكيف تميز هذه العصبونات تلك العوامل؟، فتبين أن إفراز العصبونات لهرمون الـ GnRH بمستويات نبضية عالية يكون تحت تأثير مستوى سكر الغلوكوز، والأحماض الدهنية، وهرمون الـ Leptin (هرمون ببتيدي، يفرز من النسيج الدهني وله مستقبلات خاصة في الكبد، والكلى، والقلب، والخلايا العضلية الهيكلية، والبنكرياس، والمبيض، إضافة إلى النخامية الغدية، والوطاء) في الدم. وأن هذه المواد الاستقلابية، ومن خلال مستوياتها تلعب دور الرسل للدماغ، أو مؤشرات دموية تعكس مستوى الدهون في الجسم، وبالتالي مستوى التغذية. أما عن آلية عملها، فتبين أن تلك المواد الاستقلابية تؤثر بصورة مباشرة (الغلوكوز، والأحماض الدهنية) على العصبونات المفرزة للـ GnRH (الشكل 3-5) أو بصورة مباشرة وغير مباشرة (الليبتين)، عن طريق عصبونات ماقبل المشبك العصبي المسماة Neuropeptide Y المغذية لعصبونات إفراز الـ GnRH، فتتوسطها، وتستجيب هذه الأخيرة بإفراز الـ GnRH بمستويات كافية أو غير كافية، تستجيب لها النخامية الغدية بإفراز كميات مناظرة من الـ LH والـ FSH، تقود بالتالي إلى إظهار البلوغ الجنسي في الوقت المناسب، أو في تأخره.



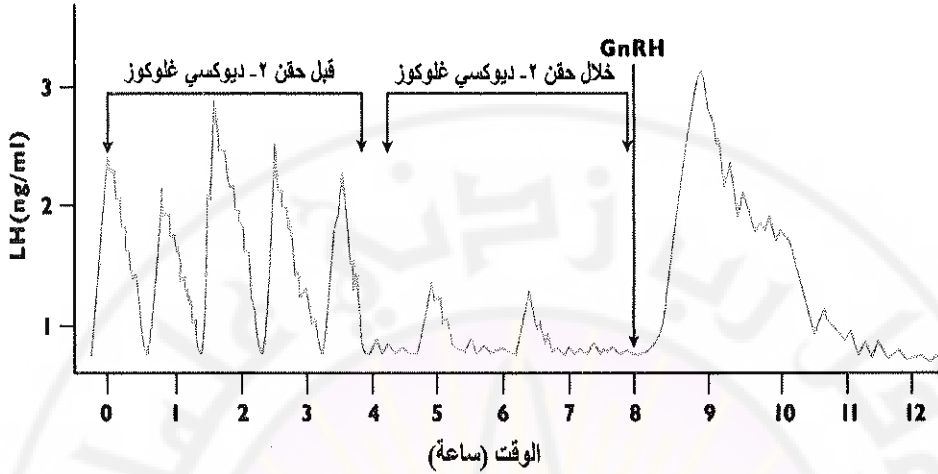
الشكل 3-5: التأثير المحتمل للمؤشرات الاستقلابية في عصبونات الـ GnRH.
(عن P.L. Senger, 2003)

وتشير الدراسات أن إعطاء الحيوانات مواداً مثبطة للغلوكوز (2-deoxyglucose)، أو للأحماض الدهنية (methylpalmoxorate)، أدى إلى انخفاض مباشر في مستوى هرمون الـ LH، في حين أن حقنها بـ GnRH، أدى إلى إعادة استئناف إفراز الـ LH بمستوياته العالية. (الشكل 3-6).

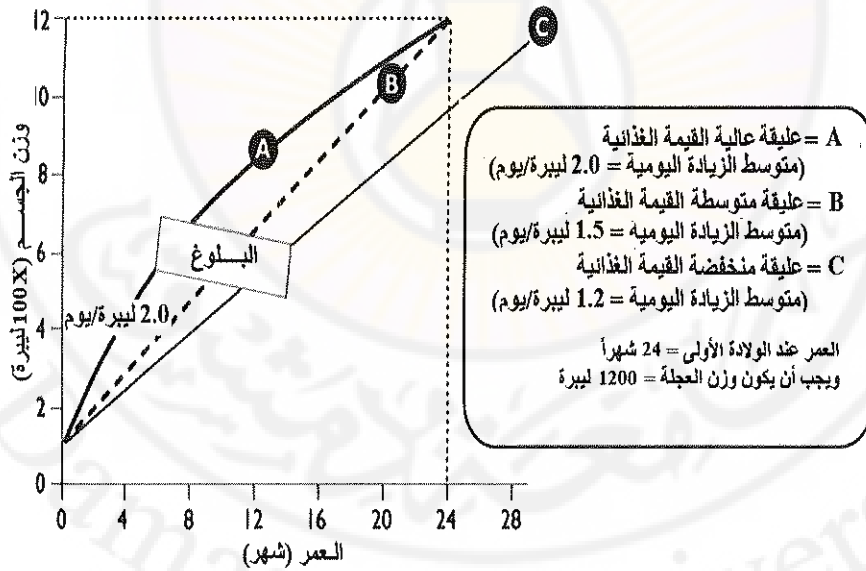
ومن الأمثلة العملية التي تؤكد دور التغذية في إيصال بكافير البقر لعمر البلوغ الجنسي في وقته المناسب ما يمكن توضيحه في الشكل 3-7.

إذ يتبين أن العجلات التي قدمت لها علائق علفية ساعدتها على النمو بمعدل 900 غ/يوم (المنحنى A) و 670 غ/يوم (المنحنى B)، و 550 غ/يوم (المنحنى C)، وصلت البلوغ الجنسي (الشبق الأول) بعمر 6-8 أشهر، و 9-11 شهراً، و 12 شهراً، على التوالي، ما

يؤكد أهمية التغذية في إيصال الحيوانات لبلوغها الجنسي في العمر المناسب، ومدى انعكاسها على الأداء الإنتاجي لتلك الحيوانات، والجدوى الاقتصادية في المزرعة.



الشكل 3-6: تحكم الغلوكوز في إفراز الـ GnRH.
(عن D.L. Foster و S. Nagatani، 1999)



الشكل 3-7: العلاقة بين خطة التغذية، والنمو، ومعدل الزيادة اليومية مع البلوغ الجنسي في بكاكير بقر الحليب. (عن VanHorn و Wilcox، 1992).

2- العوامل البيئية: Environmental effect

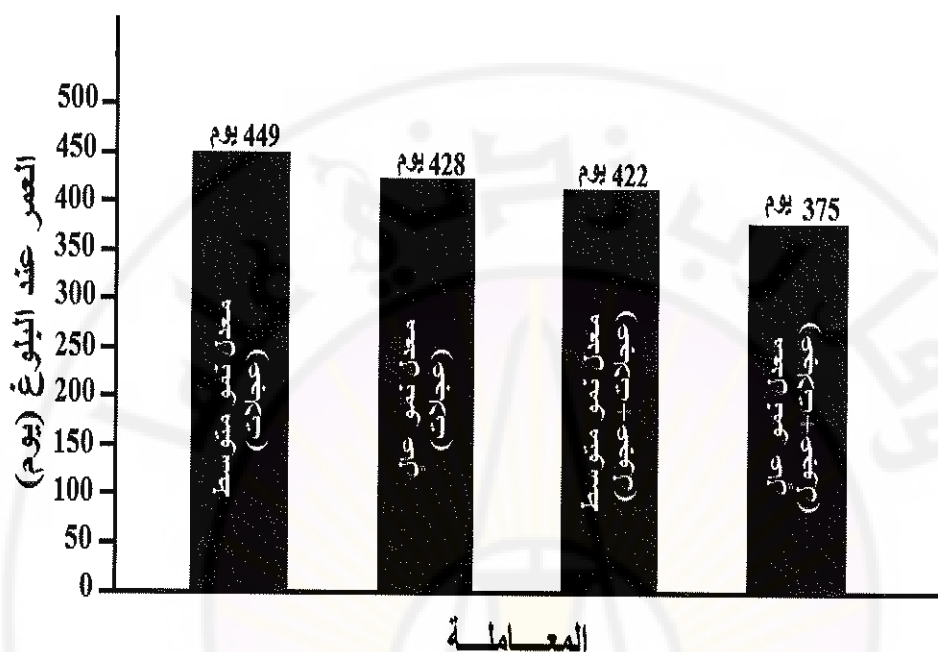
تؤثر العوامل البيئية التي يتعرض لها أو يعيشها الحيوان بصورة كبيرة في موعد وصوله لمرحلة البلوغ الجنسي، وعادة تنتقل المعلومات البيئية للحيوان عن طريق عصبونات حاستي الشم والرؤية، عبر الجهاز العصبي المركزي إلى عصبونات إفراز الـ GnRH في الوطاء. وتكتسب منطقة الوطاء قدرتها في تكوين وتحرير الـ GnRH بشكل ألدفاعات متكررة وعالية وفاعلة في إحداث بلوغ مبكر إذا كان الحيوان يعيش تحت ظروف بيئية واجتماعية مناسبة. فمثلاً، يؤثر شهر الميلاد في موعد وصول الحيوان إلى البلوغ الجنسي في أنواع وعروق الحيوانات فصلية التناسل (الغنم، والمعز، التي تظهر نشاطا تناسلياً مع بدء قصر طول النهار، والخيول التي تظهر نشاطاً تناسلياً مع بدء زيادة طول النهار، في المناطق الباردة والمعتدلة). فمثلاً في سورية، أن حدوث ولادات مبكرة للأغنام (الأشهر 11-2) والسماح لمواليدها في الوصول إلى حجم مناسب (40% من متوسط وزن العرق) مع بدء الفصل التناسلي (15 حزيران/يونيو) يسمح لها أن تصل لسن البلوغ وهي بعمر 6-8 أشهر، ويمكن إدخالها في برامج التربية (التلقيح)، وهي بعمر أقل من سنة، إذا ما وصلت في حجمها لثلثي متوسط وزن عرق العواس في النظام الإنتاجي المحدد.

وتبين أن حملان الغنم تصل للبلوغ الجنسي بعمر أبكر من الفطائم المولودة معها في الشهر نفسه. كما وجد أن فصل الولادة يؤثر في موعد البلوغ الجنسي في بكاكير البقر. فقد وجد في أوروبا أن البكاكير التي تلد في الخريف تصل البلوغ الجنسي بعمر أبكر من نظيراتها التي ولدت في الربيع تحت ظروف التغذية المطلوبة. وعزي ذلك إلى أن مواليد الخريف يسمح لها أن تتعرض إلى فترة ستة أشهر من الإضاءة الطويلة، وإلى حرارة الربيع والصيف اللتين معاً تساعدان في تسريع وصول البكاكير للبلوغ الجنسي بصورة مبكرة.

3- العوامل الاجتماعية Social effect:

وجد أن التأثيرات الاجتماعية في موعد البلوغ الجنسي، يحدث من خلال الهرمونات التي تفرز وتنتشر في الهواء أو تواجد في البول، وتنتقل عبر الأعصاب الشمية إلى الجهاز العصبي المركزي، ومنه إلى الوطاء لتؤثر في مركز إفراز الـ GnRH. فقد تبين أن وجود الذكر عند القوارض، و في قطعان الغنم والمعز والبقر يُبكر في الوصول لمرحلة البلوغ

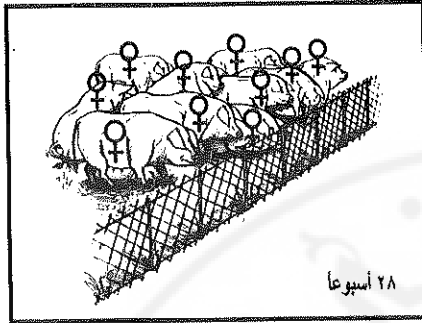
الجنسي في الأنث التي وصلت إلى حجم النضج الجسمي المناسب. وتبين في قطعان اللحم، أن تربية العجول مع بكاكير عروق اللحم يبكر في وصولها لعمر البلوغ الجنسي بمدة لا تقل عن 50 يوماً تحت ظروف التغذية الجيدة (الشكل 3-8).



الشكل 3-8 تأثير معدل النمو، ووجود الثور في موعد ظهور البلوغ الجنسي في بكاكير أبقار اللحم. (عن VanHorn و Wilcox، 1992).

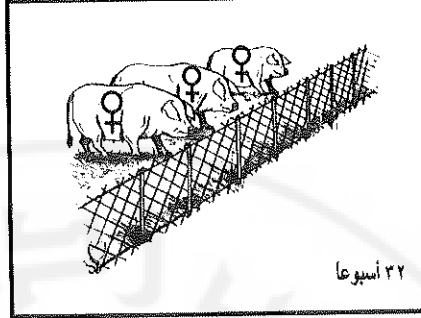
كما وجد أن عدد الخنازير في الحظيرة الواحدة يؤثر في موعد وصولها إلى مرحلة البلوغ الجنسي. فقد تبين أن تنشئة الخنازير في مجموعات عددها 10 أو أكثر يبكر في وصولها البلوغ الجنسي بنحو شهر من نظيراتها التي تم رعايتها في مجموعات تحوي 2 إلى 3 رؤوس في الحظيرة الواحدة (الشكل 3-9)، كما أن وجود الذكر في قطع أنث الخنازير النامية، أو معزولاً عنها بحاجز يسمح بالرؤية، يبكر في إحداث البلوغ الجنسي في الأنث رغم قلة عددها.

مجموعات كبيرة (>10) = بلوغ طبيعي



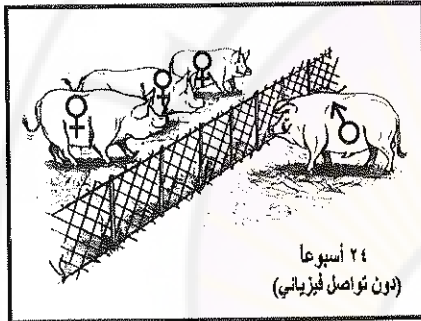
٢٨ أسبوعاً

مجموعات صغيرة (2-3 خنزيرات) = تأخر البلوغ



٣٢ أسبوعاً

تعرض الخنزيرات للذكر = تسريع البلوغ



٢٤ أسبوعاً
(دون تواصل فيزيائي)



٢٤ أسبوعاً
(تواصل فيزيائي)

الشكل 3-9. تأثير عدد الحيوانات ووجود الذكر

في موعد البلوغ الجنسي في قطعان الخنازير. (عن P.L. Senger, 2003).

إضافة لما سبق، تكمن حاجة لدراسات أخرى تشمل التأثيرات الاجتماعية، على مدار العام، وفقاً للنوع الحيواني، كما أن دراسة تأثير وجود الأنثى في موعد بلوغ الذكور، وتأثير الأنثى البالغة في إحداث البلوغ الجنسي في الأنثى النامية، وتأثير وجود الذكر في موعد البلوغ الجنسي في الذكور الأخرى، تعد مواضيع جديرة الاهتمام في مجالات البحث العلمي.

4- العوامل الوراثية Genetic factors:

رغم معرفتنا بأن ظهور البلوغ الجنسي يتطلب اكتساب عصبونات الوطاء القدرة على إفراز هرمون GnRH بشكل أندفاعات عالية وذات تردد كبير ومتسع، وأن هذه المقدرة

تتأثر بوصول الحيوان إلى درجة من السمنة، وضرورة التعرض إلى ظروف بيئية واجتماعية مناسبة، لكن تبقى العوامل الوراثية تلعب الدور الأكبر في تحديد موعد البلوغ الجنسي في كل نوع حيواني، بل في كل عرق في النوع الحيواني الواحد، وذلك من خلال تحكمها بالعوامل الداخلية (المؤشرات الاستقلابية، الآلية التي تمكن الإستراديول أو التأثيرات البيئية أو الاجتماعية من التحكم بـ GnRH)، وما زال التحدي الكبير أمام الأخصائيين يكمن في فهم آلية التعبير الوراثي التي تتحكم في إظهار المواد الاستقلابية الموجودة في الدم (الغلوكوز، والأحماض الدهنية، والليبتين)، أو الهرمونات المفترزة من كلا الجنسين، في تطور الوطاء.

وفي الوقت الذي تتجه الأنظار حالياً لإيجاد وسائل تؤخر موعد وصول الحيوانات المنزلية (الكلاب، القطط...) إلى البلوغ الجنسي، بهدف الإقلال من أعدادها في المستقبل، تتجه أنظار أخرى للتبكير في إيصال الحيوانات الزراعية لبلوغها الجنسي، بهدف زيادة أعدادها، ووضعها في برامج الاستثمار، لزيادة إسهامها في توفير المواد الغذائية للبشرية أمام تزايد أعداد السكان.

ويفضل العلماء إيجاد السبل اللازمة للتبكير في إحداث البلوغ الجنسي في ذكور الحيوانات الزراعية أكثر منه في أنثائها لأسباب فيزيولوجية تتعلق بضرورة وصول الأنثى لحجم جسمي معين لتصبح قادرة على الحمل، وصيانتها، وإعطاء مواليد سليمة، و ضرورة مرورها بفترة الإدراج، أما إذا تمكن العلماء من ابتكار تقانة معينة تفيد في تبكير بدء تكون النطاف، وليكن مثلاً، بعمر 4-6 أشهر بدلاً من 9-11 شهراً في الثيران، فهذا سيساعد في التبكير في وضع الذكور في برامج التلقيح الصناعي، وفي تقصير فترة الجيل، والإقلال من فترة رعاية الذكور تحت الاختبار، وفي الإسراع في برامج التحسين الوراثي، ما ينعكس إيجاباً على الأداء الإنتاجي وزيادة الإسهام في توفير المواد الغذائية للحياة البشرية.



الفصل الرابع

التناسل في ذكور الحيوانات الزراعية

Reproduction in male farm animals

يُعد الجهاز التناسلي في الحيوانات الزراعية بمثابة معمل معقد ينتج النطاف، والهرمونات، والبلازما المنوية. ويتألف من غدتين تناسليتين تعرفان بالخصيتين testes؛ وأعضاء ملحقة على هيئة قنوات تشمل: شبكة الخصية، والقنوات الصادرة، والبربخ، والوعاء الناقل، والحبل المنوي، والإحليل؛ وغدداً تشمل: غدتي الأمبولا ampulla، والغدد الحوصلية المنوية seminal vesicular glands، وغدة البروستاتا prostate gland، وغدتي كُوبِر Cowper's glands؛ هذا بالإضافة إلى عضو التلقيح، القضيب Penis. (الشكل 4-1).

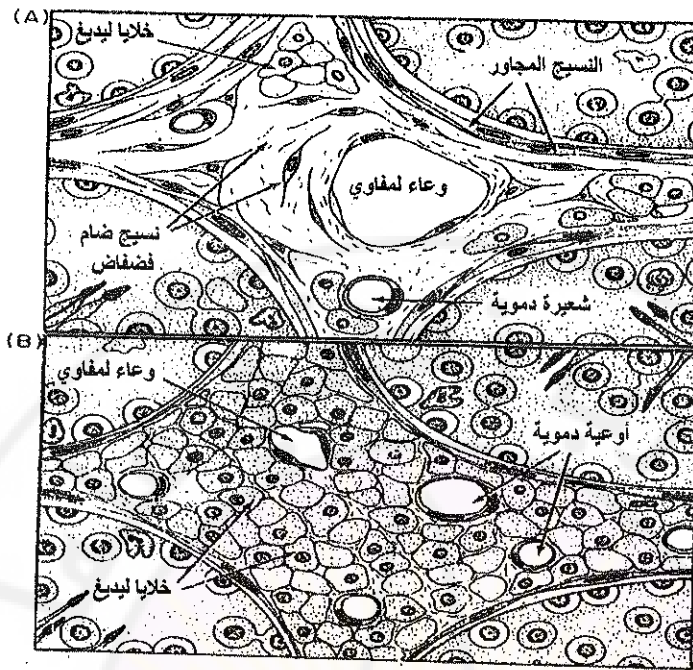
خلايا ليديغ Leydig cells:

هي خلايا كبيرة الحجم متعددة السطوح توجد إلى جانب الأوعية الدموية، والمفاوية بين الأنبيات المنوية (الشكل 4-2)؛ ولهذا تسمى أحياناً بالخلايا البينية interstitial cells. يعد النسيج المتوسط هو المنشأ الأصلي لهذه الخلايا، وتتصف كل خلية بأنها غنية بحويصلات مملوءة بمواد دهنية (طلائع الهرمونات الأندروجينية)، وبشبكة أندوبلاسمية ناعمة. تكون هذه الخلايا نشطة خلال المرحلة الجنينية المبكرة، ثم يقل نشاطها بعد الولادة حتى فترة البلوغ الجنسي sexual puberty، فتعاود نشاطها وإفرازها الغزير من الأندروجينات (التستوسترون)؛ ويُعد هرمون GnRH المنظم الرئيس لإفراز هرمون التستوسترون خلال المرحلة الجنينية وهرمون LH النخامي مسؤول عن ذلك بعد البلوغ.



الشكل 1-4. الجهاز التناسلي الذكري في الحيوانات الزراعية، ووظائفه المختلفة.

(عن A.P.Amann, 1986)



الشكل 4-2. النسيج البيني (خلايا ليدغ) في خصية الكبش (A) والخنزير (B).
(عن E.S.E. Hafez, 1980)

يتكون التستوستيرون من الكوليستيرول المصنّع من الخلايا ليدغ أو من الكوليستيرول الوارد إليها من الدم. يتحول الكوليستيرول بعدها ضمن الميتوكوندريا إلى برغينولون، ثم تأخذ الخطوات المتبقية لشكل التستوستيرون مكانها في الشبكة الأندوبلازمية أو السيتوبلازم (الشكل 4-3)، ويعد هرمون التستوستيرون مسؤولاً عن الوظائف التالية في الذكر:

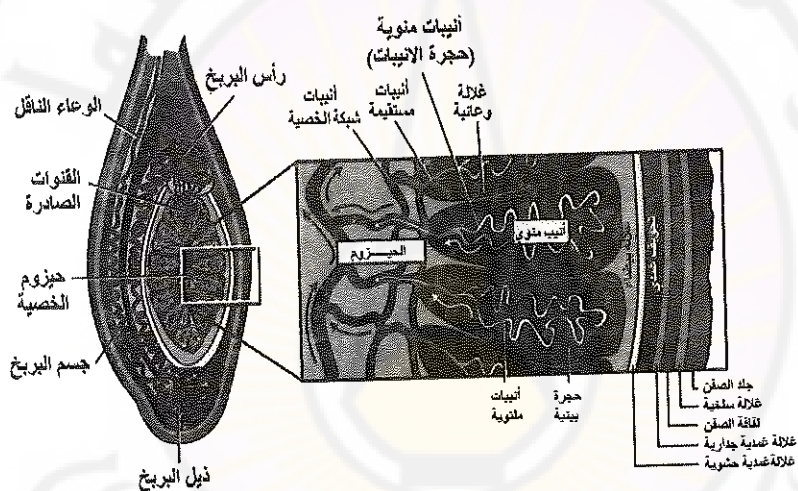
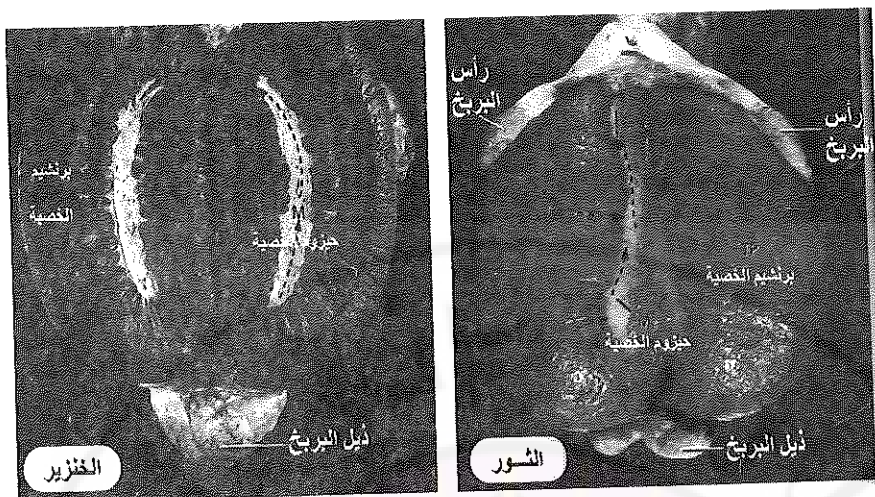
- 1- عن استمرارية تكون النطاف.
- 2- عن إيجاد الشهوة أو الرغبة الجنسية Libido في الذكر.
- 3- ينشط الغدد التناسلية الذكرية الثانوية وينميتها (الغدد المنوية، والبرستات، و..... إلخ).
- 4- نمو الصفات الجنسية الثانوية الذكرية، وتطورها، مثل: المظهر العام، وتوزيع الشعر، وحدة الصوت، وعرف الديك... إلخ.

الأنبيات المنوية Seminiferous Tubules:

يوجد ضمن كل فص من فصوص الخصية أنيب منوي واحد أو أكثر، يقدر قطر كل منها بنحو 0.1 - 0.3 مم، ويصل طولها الفائق - بسبب التفافاتها الكثيرة - إلى نحو 100-50 سم للأنيب الواحد و 5 كم لطول مجموعها في خصيتي الثور، و 7 كم في خصيتي الكبش، وتشكل نحو 90% من الخصية.

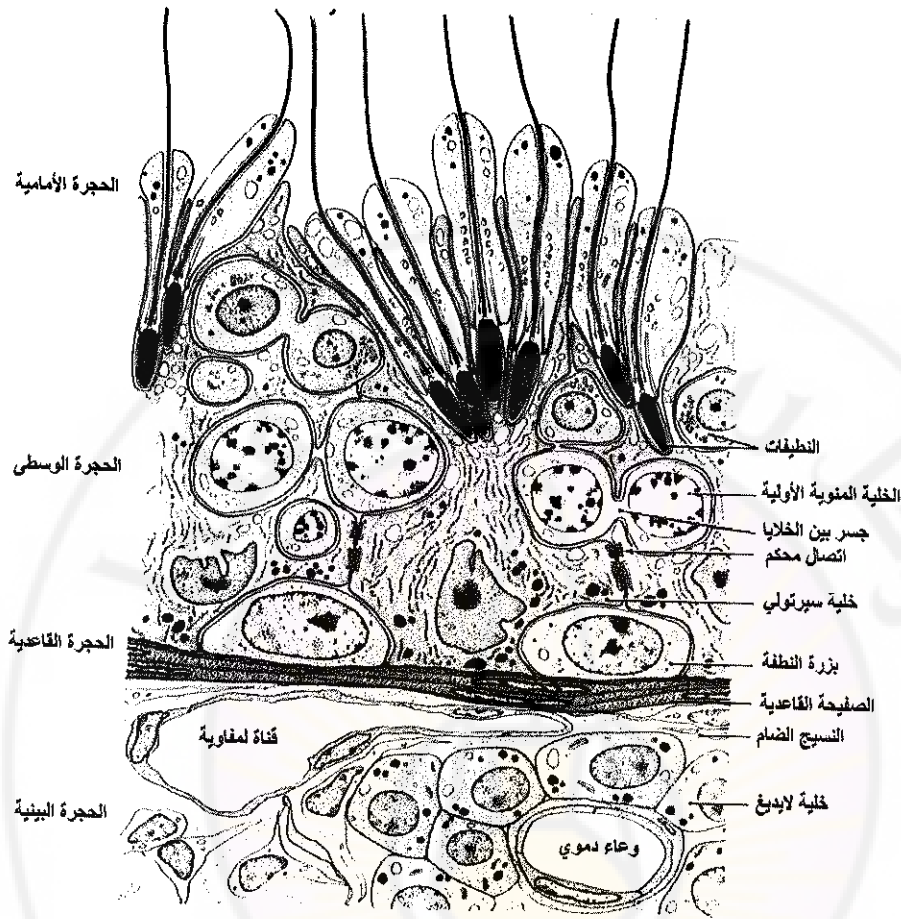
ترتبط الأنبيات المنوية بعضها ببعض بواسطة نسيج بني مفكك غني بالأوعية الدموية، واللمفاوية، بالإضافة إلى الأعصاب، ومجموعات منعزلة من خلايا ليدبغ (خلايا بينية). تتحد أطرافها الداخلية فتكون قنيت أكبر حجماً، وأقل عدداً من مكوناتها، وتتميز باستقامتها وتسمى الأنبيات المستقيمة (الشكل 4-4) التي تشكل بدورها وعند القطب العلوي للخصية شبكة الخصية rete testis التي بدورها تمر عبر فتحة المحفظة البيضاء عرضها نحو 4-5 مم لتتصل بالبربخ epididymis عبر 13-15 أنبوبة دقيقة تدعى القنوات الصادرة ductile efferents.

يتألف الأنبب المنوي في خصية حيوان بالغ من غشاء قاعدي basement membrane، وعدة طبقات خلوية، ولمعة داخلية لا يزيد قطرها عن 0.08 مم عند الكبش. وضمن الطبقات الخلوية يمكن تمييز نوعين من الخلايا: خلايا سيرتولي sertoli cells، وبزرات النطاف spermatagonia. تنحصر هذه الأخيرة بين الغلاف القاعدي وزوج من خلايا سيرتولي التي تشكل من خلال أنصهار جدرها مع بعضها البعض نوعاً من الاتصال القوي فوق أمهات النطاف. تكون أمهات النطاف نشطة من حيث التكاثر الخلوي، فتنتج عبر مراحل متعددة من الانقسام النطاف التي تدفع نحو لمعة الأنبب. أما خلايا سيرتولي، فتكون قليلة العدد، وكبيرة الحجم، وعمودية التوضع على الغشاء القاعدي، وغير محدودة المعالم، تبرز ذراها في لمعة الأنبب المنوي لتتغرس فيها النطاف (الشكل 4-5).



الشكل 4-4. مقطع طولي في الخصية موضحاً توضع الأنبيبيات المنوية.

(عن E. Knobil و J.D. Neill، 1998)



الشكل 4-5. مقطع عرضي في أنيب منوي. (عن R.P.Amann, 1983)

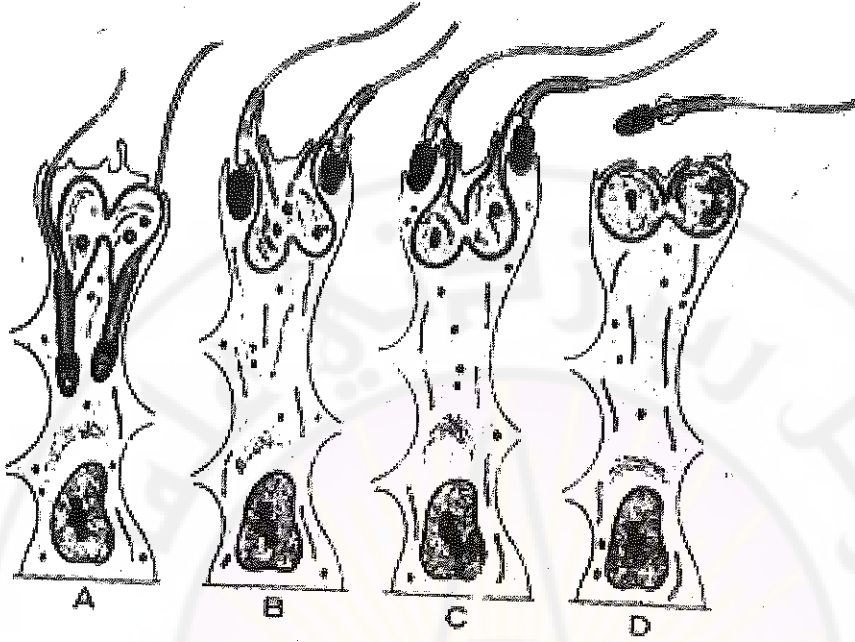
خلايا سيرتولي Sertoli cells:

تتطور هذه الخلايا من حيث المنشأ خلال المرحلة الجنينية من النسيج الظهاري الجوفي للمنسل البدائي، وتتصف بكونها قليلة العدد نسبياً، وعمودية التوضع على الغشاء القاعدي للأنيب المنوي، وذات حدود مبهمه غير محدودة المعالم وتمتد سيتوبلازماها لتصل إلى لمعة الأنيب المنوي. كما تحتوي على نواة كبيرة الحجم غير منتظمة الشكل. كأن يعتقد سابقاً أن عدد هذه الخلايا يصل إلى أقصاه عند سن البلوغ، ليبقى ثابتاً بعد ذلك طول حياة الحيوان. لكن أشارت نتائج البحث العلمي أن عدد خلايا سيرتولي في خصى الحصان تكون

في الشتاء أقل بنحو 26% منه في الصيف. فإذا ما ثبت قطعاً صحة هذه النتائج، فإن كثيراً من الاعتبارات السابقة يجب أن يعاد تقويمها تجاه التغيرات الفصليّة لخلايا سيرتولي في خصى عدد كبير من الحيوانات الأخرى الفصليّة أو غير فصليّة التناسل.

تؤدي خلايا سيرتولي دوراً مهماً وأساسياً في العملية التناسلية عند الذكر؛ إذ تكون مسؤولة منذ المرحلة الجنينية عن إفراز عامل غير ستيروئيدي يسمى mullerian inhibitory factor المانع أو المثبط لنمو قنوات مولر، وتطورها، وتمايزها عند الأجنة الذكورية (راجع فصل نشوء الجهاز التناسلي). وبعد البلوغ يصبح دورها أكثر أهمية، حيث توفر كل الظروف البيئية المحلية لنمو الخلايا الأنتاشية، وتطورها بدءاً من مرحلة المنسلات الأولية spermatogonia، وحتى مرحلة التكون النهائي للنطف. فهي تحوي ضمن نواتها المستقبلات الخاصة لهرمون التستوستيرون المفز من خلايا ليدنغ، وتحوي أيضاً على سطحها مستقبلات لهرمون الـ FSH الذي له دور كبير في تنشيط بدء عملية تكون النطف. وهي أيضاً تفرز مادة بروتينية تدعى الـ Inhibin الذي يطرح في الدم وينتقل إلى الدماغ، ليؤثر في النخامية، فينظم إفراز هرمون الـ FSH، كما أنها تفرز مادة بروتينية أخرى تدعى البروتين الحامل للأندروجينات androgen binding protein الذي يرتبط بهرمون التستوستيرون فينقله إلى أماكن تأثيره في شبكة الخصية، والغدد الجنسية الثانوية، وخاصة البروستاتا، والغدد المنوية، فينشط عملية تكون الفركتوز، وحمض الستريك وغيرها من العمليات الحيوية. كما وجد أن هرمون الإستراديول estradiol الأثنوي يتكون في هذه الخلايا عند الذكر.

وفوق ذلك، فإن خلايا سيرتولي ومن خلال تفاعل جدرها، وأنصهارها مع بعض sertoli - sertoli interaction تكون حاجز الدم في الخصية testicular blood barrier الذي ينظم ويتحكم بالتبادل الخلوي بين أمهات النطف ومحيطها، فتحمي بذلك النطف من الأضداد antibodies أو الأجسام المناعية التي أن طالتها تميزها كأجسام غريبة في الفرد نفسه وتقتلها (أنظر الشكل السابق). ويقال أن خلايا سيرتولي، ومن خلال أنغماس رؤوس النطف المتعددة في سيتوبلازماها بأن لها دوراً تغزويّاً تجاه هذا النطف.. وعدت خلايا سيرتولي مسؤولة عن ابتلاع الأجسام السيوبلازمية المتبقية من النطف بعد تحررها في لمعة الأنبيب المنوي، وأيضاً ابتلاع الخلايا الأنتاشية المتهمة أو التي فشلت في متابعة تطورها.



الشكل 4-6. الأغماس التدريجي للنطاف في سيتوبلازم خلايا سيرتولي.

(عن R. P. Amann، 1983)

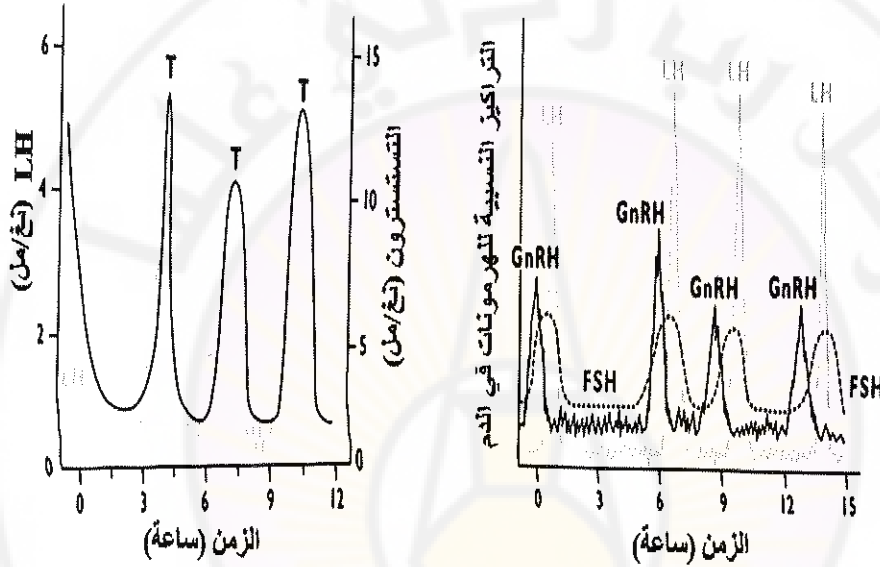
التعاون الخلوي بين خلايا سيرتولي، وخلايا ليديغ:

تشير الدراسات أنه توجد علاقة تعاونية بين خلايا ليديغ، وخلايا سيرتولي تشابه تماماً علاقة الخلايا الحبيبية (خلايا الغرانولوزا) *granulosa cells* وخلايا قُرابية *theca cells* في المبيض خلال عملية تكون الأعراس التناسلية. إذ تتأثر خلايا ليديغ بهرمون الـ LH، فيرتبط إلى مستقبلاته على سطحها مسبباً وعبر سلسلة من الأحداث الداخلية (أنظر آلية عمل الهرمونات في الفصل الأول) إلى تكوّن البروجسترون الذي يتحول في أغلبه إلى هرمون التستوستيرون (الشكل 4-7). يعبر التستوستيرون جدر خلايا سيرتولي، ويرتبط بمستقبلاته الداخلية الموجودة ضمن نواة خلايا سيرتولي مسبباً، وبالتعاون مع هرمون الـ FSH المحرر من النخامية الغدية، وبعد سلسلة من الأحداث الخلوية، تكون الأنهيبن *Inhibin* الذي ينظم إفراز الـ FSH على مستوى النخامية (الشكل 4-7)، كما يتكون أيضاً الحامل

الأندروجيني ذو الطبيعة البروتينية androgen binding protein (ABP) الذي يرتبط لهرمون التستوسترون وينقله إلى أماكن تكون النطاف في الأنبيب المنوي فيساعد في استمرارية عمليات الانقسام الخلوي عند أمهات النطاف وتكوينها، أو إلى أماكن تأثيره الأخرى، مثل: الغدد الجنسية الإضافية، فينشط نموها، ويزيد من التفاعلات الخلوية ضمنها أو أنه ينقل التستوسترون ضمن الدم إلى أماكن تأثيره البعيدة على مستوى المحور الدماغي ليتحكم بإفراز هرموني الـ GnRH والـ LH. كما تبين أن قسماً من التستوسترون يتحول إلى استراديول (E2) في خلايا ليديغ، وقسم آخر يعبر خلايا سيرتولي ويتحول فيها إلى dihydrotestosterone (DHT)، وأن كليهما مع التستوسترون تنتقل عبر الدم لتؤثر سلباً في إفراز الـ GnRH من الوطاء.

ولكي يتحقق ذلك التعاون لابد من توافر أربعة متطلبات: إفراز كاف من الـ GnRH من الوطاء، وتحرر كميات كافية من هرموني الـ LH والـ FSH من النخامية الغدية، وإفراز كل من التستوسترون والإستروجين من الخصى. على عكس ما هو موجود في الأنثى، ونظراً إلى عدم تطور المركز الذروي لإفراز الـ GnRH في الذكور، فإن إفراز الـ GnRH في ذكور الحيوانات الزراعية البالغة يظهر بصورة متكررة، وبشكل أندفاعات متقطعة قصيرة، ومستمرة خلال الليل والنهار، وتستغرق عدة دقائق مسببة إفراز الـ LH بشكل ذروات متسلسلة ولاحقة، ولكنها أعلى من نظيراتها الخاصة بالـ GnRH (الشكل 4-8 أ). وعادة تستغرق كل ذروة من ذرى الـ LH نحو 10-20 دقيقة وتحدث بمعدل 4-8 مرات في اليوم. وتستجيب خلايا ليديغ لـ LH بإفراز التستوسترون بشكل ذرى عالية متلاحقة ومتسلسلة بعد مرور 30 دقيقة من كل أندفاع خاص بهرمون الـ LH (الشكل 4-8 ب). أما مستوى إفراز الـ FSH فيكون أقل بسبب التأثير السلبي للأنهبين على إفراز الـ FSH، ولكن ذراه أعرض من ذرى الـ LH بسبب زيادة طول فترة حياة الـ FSH. وتبين أن إفراز الـ LH بشكله النبضي المتكرر الدائم والقصير المدى (10-20 دقيقة) يُعد ضروري لسببين: أولاً، المساعدة في إفراز التستوسترون وتراكمه على مستوى الأنبيات المنوية بتركيز أكبر بنحو 100-150 مرة من مستواه في الدم، ما يجعله ضرورياً لاستمرار عملية تكون النطاف؟؟، وثانياً، أن خلايا ليديغ تصبح رافضة (حرونة) refractory لهرمون الـ LH بسبب انخفاض عدد مستقبلاته على سطحها؛ ولهذا يظهر انخفاض بمستوى

التستوسترون عندما يكون مستوى الـ LH عالياً، والعكس صحيح. كما تبين أن التستوسترون المفرز خارج الخصى يتمدد بنحو 500 مرة عندما يصل إلى الدم، ما يجعل تركيزه في الدم الجهازي منخفضاً فيقلل من أثر التغذية العكسية السلبية في إفراز كل من الـ GnRH، والـ LH على مستوى الوطاء والنخامية الغدية، على التوالي. و نشجع الطالب البحث والإجابة، ماذا يحدث لو استمر إفراز الـ LH لساعات بدلاً من دقائق؟.



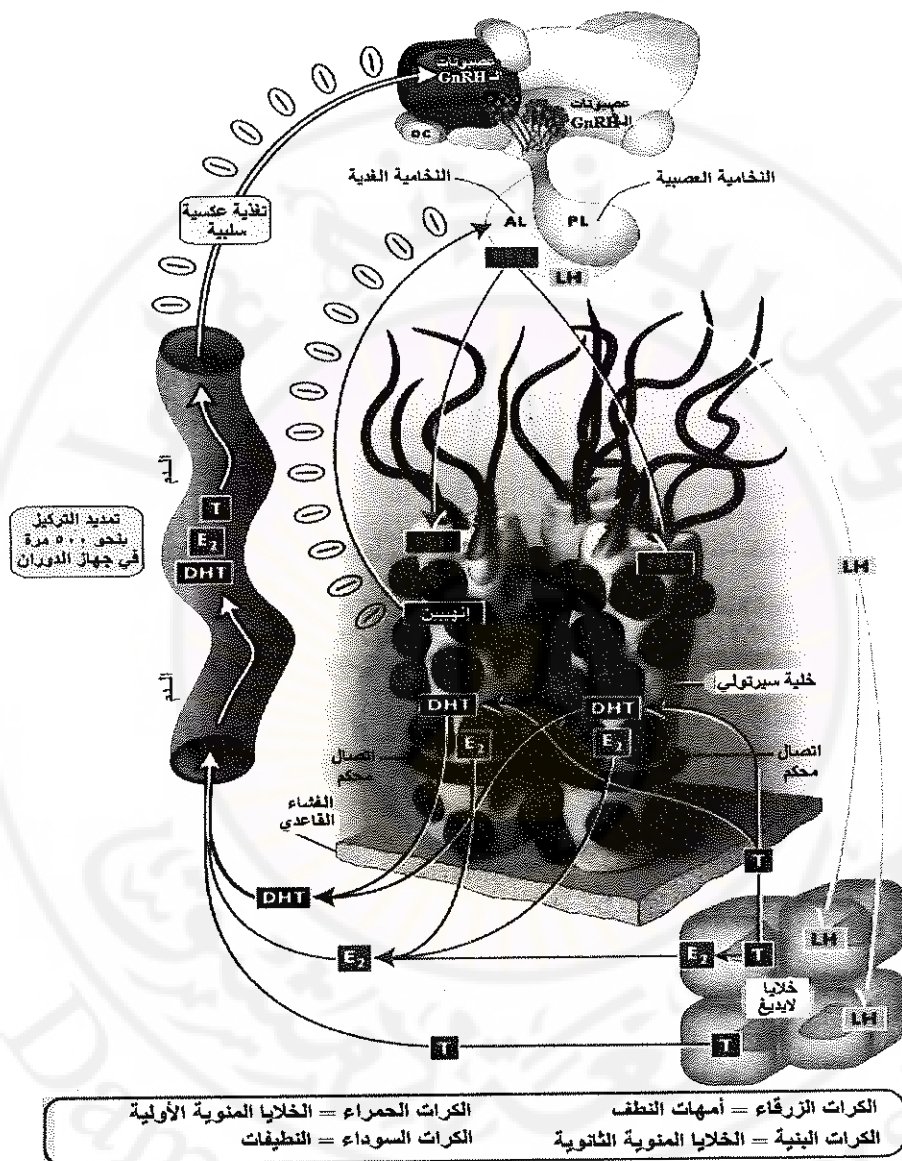
الشكل 4-8:

- أ- العلاقة بين GnRH و LH، وFSH في ذكور الحيوانات الزراعية.
 - ب- التراكيز النمطية لهرموني LH والتستوسترون في دم ذكور الحيوانات الزراعية.
- (عن P.L. Senger, 2003)

تكون النطاف Spermatogenesis:

تقسم هذه العملية إلى مرحلتين: تسمى المرحلة الأولى بمرحلة الانقسام الخلوي Spermatocytogenesis، وتكوين النطيفات، وتمتد من المنسلية Spermatogonia، وحتى مرحلة تكون النطفة Spermatid متخذة مكاناً لها قريباً من قاعدة الأنبات المنوية، أما المرحلة الثانية، فتسمى بمرحلة تمايز النطاف Spermiogenesis، وهي ليست أكثر من

حدوث تغيرات شكلية وبنوية في النطيفة باتجاه تكون النطاف Sperm cell أو Spermatozoa متخذة مكاناً لها قريباً من لمعة الأنبيب المنوي.



الشكل 4-7: العلاقة التعاونية بين خلايا ليدغ، وخلايا سبرتولي، والتغذية العكسية على المحور الدماغي (النخامية-الوطاء) في عملية تكون النطاف. (عن P.L. Senger, 2003)

1- مرحلة الانقسام الخلوي، وتكون النطيفات Spermatocytogenesis:

قسمت هذه المرحلة وفقاً لنوع الانقسام الخلوي إلى قسمين. أولاًهما يسمى بطور الانقسام الجسمي أو العادي mitotic division، ويسمى الثاني بطور الانقسام النصفى meiotic division (الشكل 4-9) فيؤديان معاً إلى تكاثر proliferation المنسلات وزيادة عددها. لحظ سابقاً (الفصل الثاني) أنه خلال المرحلة الجنينية المبكرة تهجر الخلايا الأنتاشية الأولية منطقة الكيس المحي وتوجه لتستعمر ما يسمى بالعرف التناسلي. وهناك تمر بعدة أنقسامات خلوية خيطية mitosis مشكلة عدداً من الخلايا تسمى gonocytes. فعند الذكور وقبل فترة البلوغ تتميز هذه الخلايا إلى المنسلات الأولية نموذج A1 (spermatogonia A1) التي تنقسم بدورها لتشكل نموذج A2 ومن ثم A3، وأيضاً A4.

وأن النموذج الأخير ينقسم ليشكل النموذج البيني spermatogonia-In الذي بدوره ينقسم مشكلاً النموذج spermatogonia-B. وأهم ما يميز هذا النوع من الانقسام هو أن بعض من المنسلات المنوية تعود وتشكل الخلايا الجذعية stem cells (لأسباب غير معروفة) التي تتكون منها منسلات منوية جديدة تمر بدورها بأنقسامات خلوية عادية، ما يضمن استمرارية تكون النطاف. ويتكون نتيجة لسلسلة الانقسامات العادية mitosis 32 divisions خلية من نوع B في حالة الثيران، والكباش، ثم تنقسم خلايا النموذج B بدورها أنقساماً خيطياً آخر، فينتج عن كل خلية من نموذج B خليتان منويتان أوليتان primary spermatocytes، ذات الحياة الأطول (18-19 يوماً) خلال مرحلة الانقسام عند الثيران. تمر هذه الخلايا المنوية الأولية بأنقسامين اختزاليين متتاليين meiosis، ينتج عن أولهما خليتين منويتين ثانويتين secondary spermatocytes (حياتها لاتزيد عن 1.1-1.7 يوماً) وعن هذه الأخيرة تتشكل النطيفات spermatids كنتيجة للانقسام الاختزالي الثاني (meiosis) وتستغرق هذه المرحلة 45 يوماً عند الثيران (الشكل 4-8).

فالانقسام المنصف الأول يكون اختزالياً أي أن عدد الصبغيات في الخلايا البنات الناتجة secondary spermatocytes يكون نصف عدد الصبغيات (30 في حالة البقر و23 في حالة الأنسان) في الأمهات primary spermatocytes التي تحوي (60 صبغياً في حالة البقر و46 صبغياً في حالة الأنسان). بينما تعطي كل خلية (second. spermatocytes) ناتجة من الانقسام المنصف الأول خليتين دائرتي الشكل، يطلق عليهما النطيفات

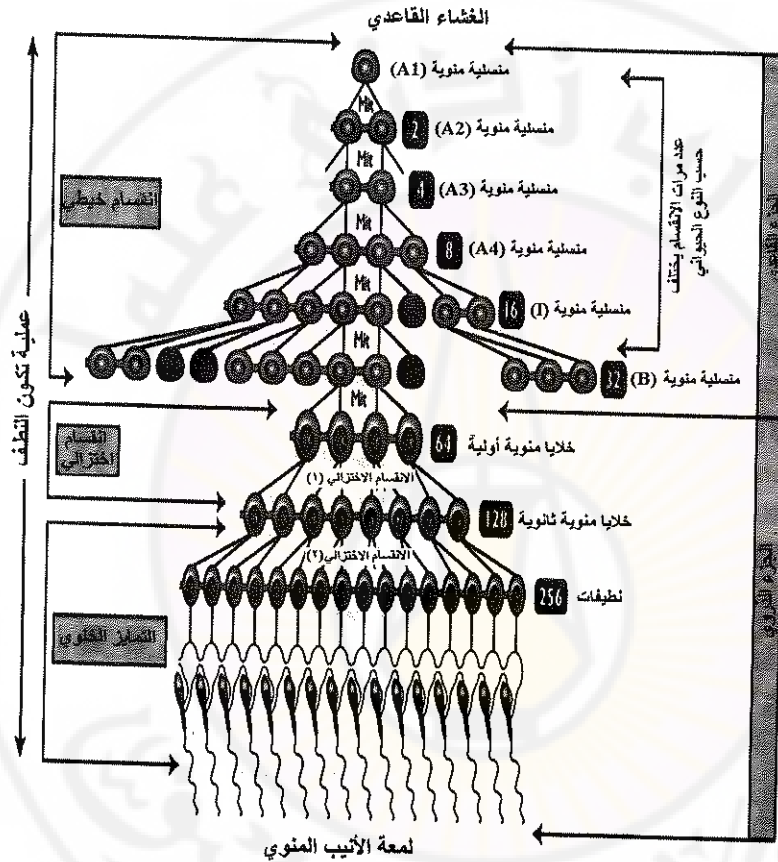
spermatids إذ تحتوي كل واحدة منهما عدد الصبغيات نفسها الموجودة في الخلية المنوية الثانية (30 صبغياً و23 صبغياً). أما من حيث كمية المادة الوراثية الـ DNA، فيكون الأمر مختلفاً من حيث التوزيع. فكما نعلم أنه قبل الشروع في الانقسام المنصف تضاعف الخلية كمية الـ DNA الموجودة فيها خلال الطور البييني (السكون) interphase أي تصبح (4 n DNA / النواة / كذلك 4 n DNA / صبغي).

وبعد حدوث الانقسام الأول يصبح في كل خلية من secondary spermatocytes نصف كمية المادة الوراثية أي 2 n DNA / النواة بينما تكون 4 n DNA / صبغي الذي يبدو مضاعف القيمة bivalent، وفي كل خلية ناتجة من الانقسام المنصف الثاني أي spermatid تصبح كمية المادة الوراثية نصف تلك الموجودة في الخلية الناتجة من الانقسام المنصف الأول أي تصبح 1n DNA / نواة، 2n DNA / صبغي. ويعود سبب هذه السلوكية الخاصة في توزيع عدد الصبغيات، والمادة الوراثية إلى آلية الانقسام المنصف نفسه. فخلال الطور الأول prophase من الانقسام المنصف الأول تتزاوج الصبغيات القرينة (المتماثلة وهي واحد من الأب، والآخر من الأم) ومن ثم تتشطر طولياً فتشكل الرباعيات tetrads، فتضاعف المادة الوراثية، وفي الطور الثالث anaphase من هذا الانقسام يهاجر كل صبغي من الصبغيين القرينين وهما مشطوراً طولياً إلى أحد قطبي الخلية؛ وبذلك يتجمع في كل خلية من خليتي الانقسام المنصف الأول نصف عدد الصبغيات لكن لا يزال كل واحد منها مضاعفاً كمية الـ DNA (وهذا عكس ما يحدث في حالة الانقسام العادي mitosis) وبين الانقسام المنصف الأول والثاني لا يحدث تضاعف للمادة الوراثية، لهذه تجري مراحل الانقسام الثاني تماماً، كما يحدث في الانقسام العادي أو المتساوي. ويجب أن ننوه بأنه وخلال الطور الأول prophase من الانقسام الاختزالي الأول، ونتيجة لاستنساخ الـ DNA وتضاعفه، وعمليات التصالب الصبغي العشوائية المتعددة chiasmata، يحدث تبادل للمورثات، وإنتاج نطاف لانتماثل فيها نطقتين بعواملهما الوراثية، ما يضمن استمرارية التنوع الوراثي genetic diversity.

2- مرحلة التمايز Spermiogenesis:

بطراً على الخلايا الدائرية من النطيفات spermatids سلسلة من التغيرات الشكلية على مستوى النواة والسيتوبلازم دون حدوث انقسامات خلوية.

ومن أهم تلك التغيرات تكثف المادة الصبغية في النواة، وتشكل الذيل والجسيم الطرفي (قونس) acrosomoe-cap. على أي حال، أمكن تقسيم هذه المرحلة إلى أربعة أطوار مستخدمين تفاعل شيف المرحلي periodic. Acid-Shiff's reaction (الشكلين 4-9 و 10)، ويمكن شرحها كالتالي:

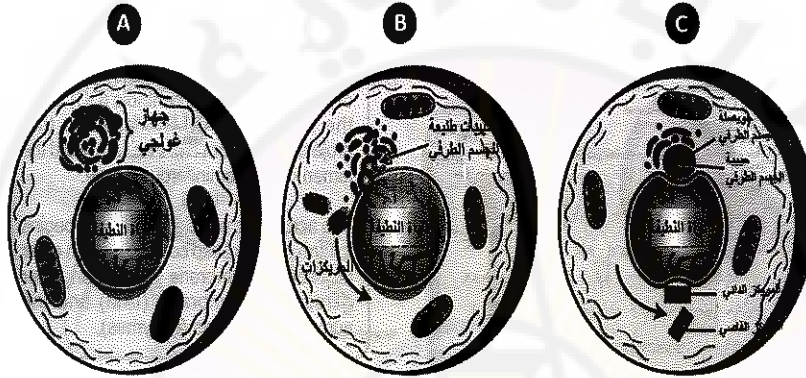


الشكل 4-8: عملية تكون النطاف في الثيران. (عن P.L. Senger, 2003).

2-1. طور غولجي Golgi-Phase:

- تتميز النطيفة، كغيرها من الخلايا الإفرازية باحتوائها على جهاز غولجي كبير الحجم، يقوم بمهمة صر أو رزم للمكتنفات المتشكلة داخل الخلية. يظهر خلال هذا الطور تغيرات شكلية

عديدة، يمكن تتبعها من خلال A، و B، و C في الشكل 4-9. ومن أهمها تشكل حبيبات طليعية للجسم الطرفي acrosome granule ضمن جهاز غولجي، ثم أنصهار بعضها مع بعض، وتشكيلها حبيبة واحدة تسمى حويصل الجسم الطرفي acrosomic vesicle، تلتصق بالغلاف النووي. متزامناً مع ذلك، تشكل جسمين مركزيين centrioles على الناحية الأخرى للنواة، وبالجهة المعاكسة لمكان طليعة الجسم الطرفي (الشكل 4-9-C).



الشكل 4-9. التغيرات التي تطرأ على النطفة خلال طور غولجي.

(عن P.L. Senger، 2003)

2-2. طور القبة Cap-phase:

ويتم خلاله التطورات التالية (الشكل 4-10 A، و B):

- هجرة جهاز غولجي بعد رزمه محتويات الجسم الطرفي في حويصل واحد وتوجهه نحو نهاية النطفة، ومن ثم غيابه كلياً فيما بعد.
- نمو حويصل الجسم الطرفي، وتمايزه لقبة مزدوجة الجدران تغطي الجزء العلوي من نواة النطفة.
- هجرة أحد الجسمين المركزيين ليصبح قريباً من النواة ويظن أنه مسؤول عن تشكل منطقة اتصال ذيل النطاف برأسها (العنق).

- يستطيل الجسيم الآخر ليشكل بداءة ذيل النطاف. حيث تتركب هذه البداية الذيلية من ليفين مركزيين، وتسعة أزواج أخرى من الألياف الأنبوبية تحيط بهما.

2-3. طور الجسيم الطرفي Acrosomal phase:

ويمكن تتبعه من خلال C و D في الشكل 4-10. يتميز هذا الطور بتغيرات كبيرة تحدث على مستوى الجسيم الطرفي، والنواة، والسيتوبلازم، والذيل. فعلى مستوى النواة، تهاجر النواة من المركز إلى المنطقة الطرفية الأمامية من رأس النطفة، وتتكثف الصبغيات فيها، فيصبح شكلها متطاولاً بعد أن كان دائرياً. أما الجسيم الطرفي فيتوافق بشكله مع النواة فيتطاول أيضاً ليغطي ثلثي النواة. ويقال أن هذه التغيرات تكون خاصة ومميزة لكل نوع حيواني. وخلال هجرة النواة، فإن السيتوبلازم يعاد توزيعها لتملأ الفراغ خلف النواة محيطة بالجزء الأمامي من طليعة الذيل. ويتطور ضمن السيتوبلازم، بعض أنبيات دقيقة تتحد وتشكل غمداً أسطوانياً، يسمى Manchette يحيط بشكل فضفاض بطليعة الذيل، و يوجد ضمن الغمد مركباً سيتوبلازمياً يسمى بالجسم الكروماتيدي chromatid body الذي يتكثف حول الذيل، ثم متخذاً شكل حلقة تسمى annulus التي تتوضع قرب المنطقة الأمامية من طليعة الذيل، ثم تهاجر نحو الخلف أثناء استمرار تطور النطفة، متوضعة بين القطعتين الرئيسة والوسطى من الذيل، كما أن بعض الأنبيات الدقيقة الخاصة بالغمد Manchette تشكل القبة خلف النواة، وتظهر أجسام المتقدرات الخلوية مبعثرة في السيتوبلازم.

2-4. طور النضج Maturation phase:

ويتم فيه تحول النطفة المتطاولة إلى نطفة كاملة، تتحرر في لمعة الأنبيب المنوي (أنظر E و F في الشكل 4-10). ويتميز الغلاف الليفي الغمدي إلى تسعة أزواج من الألياف تحيط بالأزواج التسعة الأخرى المتشكلة سابقاً، وبهذا يصبح التركيب الليفي للذيل هو: 2+9+9 الذي يكون مميزاً فقط للقطعة المتوسطة، والرئيسة من الذيل، أما القطعة الذيلية النهائية فلا تحوي سوى التركيب 2+9 نظراً إلى افتقارها للغمد الليفي الخارجي. كما يحيط بالغلاف الليفي ذاته وفقط في المنطقة الوسطى من الذيل middle piece غلاف المتقدرات الخلوية الذي ينتج عن إعادة أنتظام وتوضع حلزوني لأجسام المتقدرات الخلوية سابقة الذكر،

ويحيط بالأغشية جميعها الغشاء السيتوبلازمي الذي تعد سلامته ضرورية جداً لضمان وظيفة النطاف ونشاطها.

وفي الفترة الأخيرة لمرحلة التطور، فإن خلايا سيرتولي تُشكل من بقايا السيتوبلازم أجساماً دائرية تسمى الأجسام المتبقية residual bodies التي تتصل ببعضها بواسطة جسور بين خلوية نشأت من الانقسام غير الكامل للخلايا الأنتاشية أو الأصلية المنشأ، ويظن أنها تؤمن التواصل بين مجموعة النطاف المتكونة معاً خلال الدورة المنوية. تتحرر بعد ذلك النطاف من الأجسام المتبقية، وتتغرس رؤوسها في لمعة خلايا سيرتولي ضمن الأنبيات المنوية. قُدرت المدة اللازمة لهذه المرحلة من تكون النطاف بنحو 15 يوماً عند الثيران؛ وبالتالي تكون المدة الكلية اللازمة لتكون النطاف عند الثيران بنحو 60 يوماً.

وتشير نتائج الدراسات أن عملية تكون النطاف تتم تحت تأثير هرموني. حيث تفرز خلايا ليديغ ونتيجة لارتباط هرمون الـ LH إلى سطحها هرمون التستوستيرون الذي يؤثر وبوجود هرمون الـ FSH في خلايا سيرتولي. (الشكل 6-12)، فيتكون عبر سلسلة من الأحداث الخلوية الحامل البروتينيني للتستوسترون (ABP) الذي من أهم وظائفه الارتباط لهرمون التستوستيرون، والاحتفاظ بأكبر كمية منه ضمن الأنيب المنوي، ما يجعل تركيز هذا الهرمون في الخصية أكبر بكثير منه في الدم. ووجد أن هرمون التستوستيرون يكون مسؤولاً عن ديمومة تكون النطاف، ومن دونه لا تستطيع الخلايا المنوية الأولية من الاستمرار بانقساماتها المتعددة، والوصول إلى المرحلة الأخيرة من التطور، أما هرمون النخامية الغدية الـ FSH فعُدَّ المسؤول الأول عن تنشيط بدء عملية تكون النطاف. بمعنى آخر أن هرمون الـ FSH ينشط عمليات الانقسام الخلوي خلال المرحلة الأولى من عملية تكون النطاف، في حين أن هرمون التستوستيرون يكون مسؤولاً عن استمرار عملية التمايز الخلوي للنطف، وبقي أن نقول بأن معدل سرعة تكون النطاف تكون تحت تأثير غير هرموني في حين أن عدد النطاف المتكونة تخضع لهذا التأثير الهرموني.

انتقال النطاف إلى البربخ:

بعد اكتمال النطاف، تسمى عملية تحررها في لمعة الأنبوبة المنوية بالتنطيف Spermiation، وهي تناظر عملية الإباضة في الأنثى. وعادة تنتقل النطاف غير المتحركة من الخصية إلى البربخ بمساعدة الآليات المختلفة التالية:

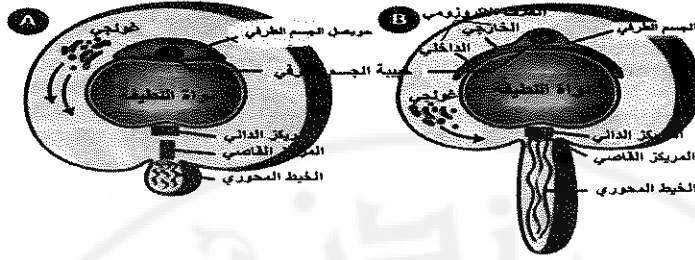
1- ضغط السوائل المتولدة ضمن الخصية. حيث تفرز هذه السوائل من خلايا سيرتولي، ومن شبكة الخصية، وتتحرك بوساطة الأمواج الهائلة المتولدة من عملية تكوّن النطاف.

2- الانقباضات العضلية لجدر الأنبيبيات المنوية وغلاف الخصية.

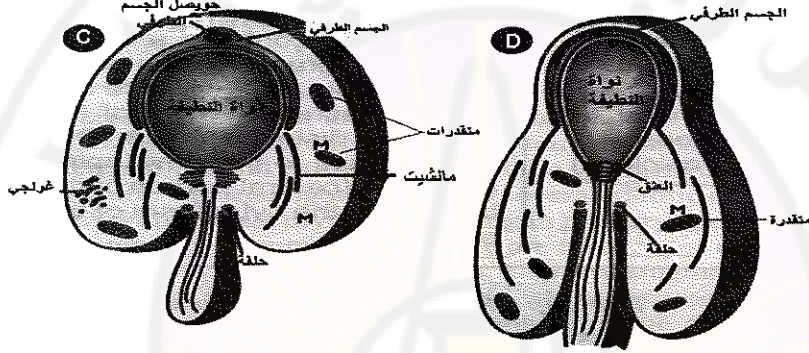
3- حركة النبض الفاعلة، والمتولدة بوساطة الخلايا الهدبية المبطننة للقنوات الصادرة.

تتابع النطاف رحلتها إلى ذيل البربخ مارة عبر جسمه بمساعدة الانقباضات العضلية للمعضلات الدائرية الداعمة لجدر قناة البربخ، وأيضاً بمساعدة الحركة النابضة للخلايا الهدبية المبطننة لقناة البربخ. تستغرق هذه الرحلة ضمن البربخ فترة تختلف باختلاف الأنواع الحيوانية، فهي تبلغ 10 أيام عند الثور والحصان، و13 يوماً عند الكباش، و14 يوماً عند الخنازير. وفي أثناء مرورها في جسم البربخ تكتسب قدرتها على الحركة والإخصاب وذلك في الثلث الأخير منه. ومن أهم المؤشرات الدالة على اكتساب قدرتها الإخصابية: هجرة الحبيبة السيتوبلازمية cytoplasmic droplet من منطقة عنق النطاف لتتوضع عند نهاية المنطقة الوسطى من الذيل، ومن ثم تسقط نهائياً في منطقة ذلك البربخ أو عند القذف. وهناك في ذيل البربخ يتم تخزين 70% من النطاف. ليكون مصيرها بعد ذلك إما القذف خارج الجسم أو تفقد مع البول أو يعاد امتصاصها ضمن القناة التناسلية للذكر وبصورة خاصة في منطقة الأمبول.

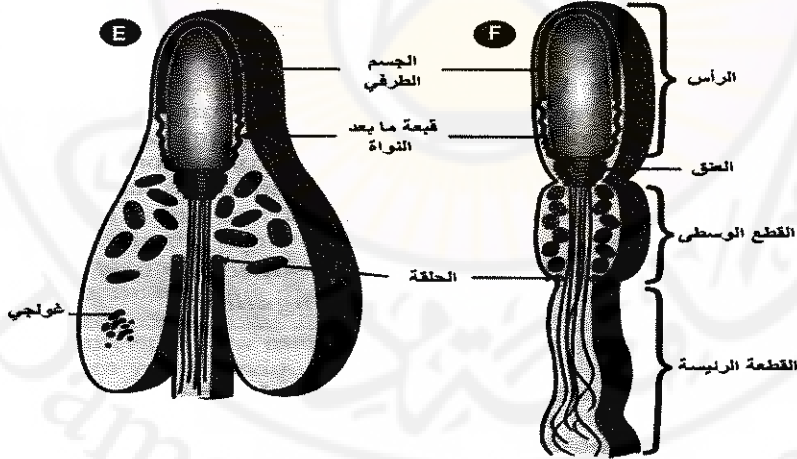
طور القبة



طور الجسم الطرفي



طور النضج



الشكل 4-10. مراحل تمايز النطاق خلال
طور القبة، وطور الجسم الطرفي، و طور النضج النهائي. (عن P.I. Senger, 2003).

السائل المنوي The Semen:

يتألف السائل المنوي من البلازما، والنطاف، وتعد البلازما مفرزات كل من الخصي، وشبكة كل منهما، والقنوات الصادرة، والبربخ، والوعاء الناقل، هذا بالإضافة إلى مفرزات الغدد الجنسية الأنثوية. ويختلف حجم القذفة، وتركيز النطاف فيها باختلاف الأنواع الحيوانية (الجدول 4-1).

1- النطاف (الحيوان المنوي) Spermatozoon or Sperm cell:

تعد النطاف الخلية التناسلية الذكرية، وهي خلية مركزة، ومتخصصة جداً، لا تنمو، ولا تنقسم، وفقيرة بالسيتوبلازم، وحجمها يساوي جزءاً من عشرين ألف جزء من حجم بويضة الأنثى. مع ذلك فهي مماثلة لها من حيث كمية المادة الوراثية التي تحملها. ونذكر القارئ بأن هناك نوعين من النطاف: أحدهما مسؤول عن تكون الفرد الذكري، وهو يحمل الكروموزوم Y والثاني مسؤول عن تكون الفرد الأنثوي، ويحمل الكروموزوم X عند الثدييات.

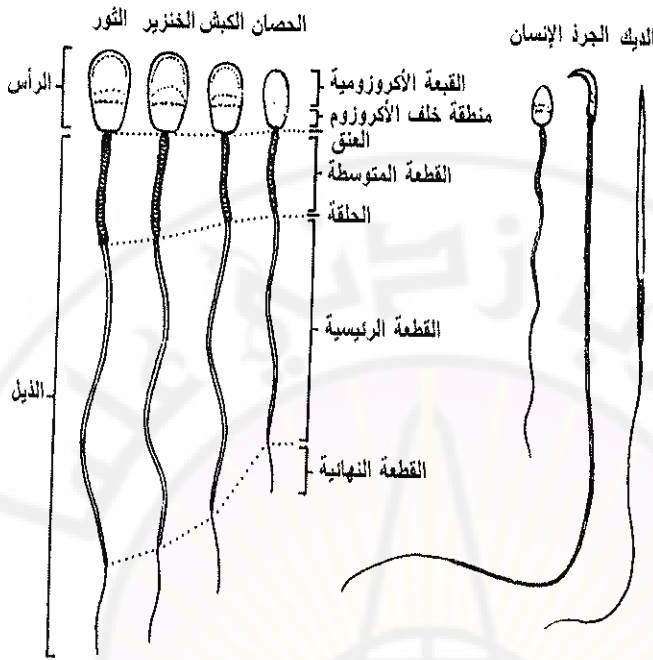
تحاط كل نطفة، وعلى طولها بغلاف يتكون من بروتينات دهنية سكرية معقدة تختلف نوعيتها عند رأس النطاف عنها عند الذيل، ويتميز الحيوان المنوي عند أغلب الحيوانات الزراعية بشكله الخيطي، ويبلغ طوله 50 - 70 ميكروناً. ويتألف من رأس وذيل. وتختلف نطاف الأنواع الحيوانية من حيث المظهر بشكل الرأس وطول الذيل (الشكل 4-11).

الرأس The Sperm Head: يعد الرأس الجزء المهم والأساسي في النطاف، إذ أنه يحمل المادة الوراثية التي ينقلها الذكر إلى نسله، وتكون هذه المادة ممثلة بـ DNA 3.3×10^{-9} مغ/نطفة). يكون شكل الرأس بيضاوياً، وأبعاده $8 \times 4 \times 1$ ميكرون عند ذكور المجترات. يغطيه من الناحية الأمامية ومباشرة تحت الغشاء البلازمي الجسم الطرفي (القونس) Acrosomal cap الذي نشأ، كما ذكرنا سابقاً في جهاز غولجي، وهو مزدوج الجدران، وغني بالإنزيمات (acrosine، و hyaluroidase، و zona lysin، و acid hydrolases)

اللازمة والمساعدة للنطفة لاختراق أغشية البيضة الناضجة؛ ولهذا فإن أي خلل أو عيب في بنيته سيقود إلى فشل الإخصاب (الشكل 4-12).

الجدول 4-1 بعض المواصفات الخاصة بالسائل المنوي عند الأسنان وبعض الحيوانات الزراعية والخفاش.

الحيوان	اللون	الحجم (مل)	pH	متوسط عدد النطاف (مل)	حياة النطفة (ساعة)	رأس النطاف (ميكرون)	فترة تكون النطاف (يوم)
الثور	أبيض كريمي	4.6	6.5	1 بليون	24	1×4×8	61
- الكباش - التيس	كريمي	1.2	6.3	3 بليون	24	-	47
الخنزير	-	250	7.3	100 مليون		1×5×8	39
الحصان	أصفر رمادي	125	7.3	120 مليون	48-24	1×4.3×6.3	55
الأسنان	أبيض غير شفاف	3.5	7.2	125 مليون	24	-	-
الديك	أبيض سميك	0.8	7	3.5 بليون	15-10 يوماً	-	-
ديك الحبش	أبيض سميك	0.3	6.8	7 بليون	-	-	-
الخفاش	-	0.05	-	6 بليون	عدة شهور	-	-
الكلب	-	10	6.7	300 مليون	48 ساعة	-	-



الشكل 4-11. الاختلافات النسبية في شكل النطاف وحجمها في بعض ذكور الحيوانات الفقارية.
(عن E.S.E. Hafez, 2003)

2-2. الذيل **The Sperm tail**: وهو عضو الحركة عند الحيوانات المنوية ويقسم إلى أربعة أقسام: العنق، **the neck**، القطعة الوسطى **the middle piece**، القطعة الرئيسية **the main Piece**، والقطعة النهائية **the end piece** (الشكل 4-12).

أ- العنق **The neck**: وهو عبارة عن الجزء الذي يصل رأس النطاف مع باقي الذيل وينشأ من الجسم المركزي الأمامي ويمثل أضعف نقطة في جسم النطفة. كما أنه يشبه صفيحة قاعدية تتصل بصورة متمفصلة مع تقعر خاص في القسم الخلفي للنواة ويمتد نحو الخلف على هيئة محور يتألف من 9 أزواج ليفية تمتد بدورها على طول الذيل.

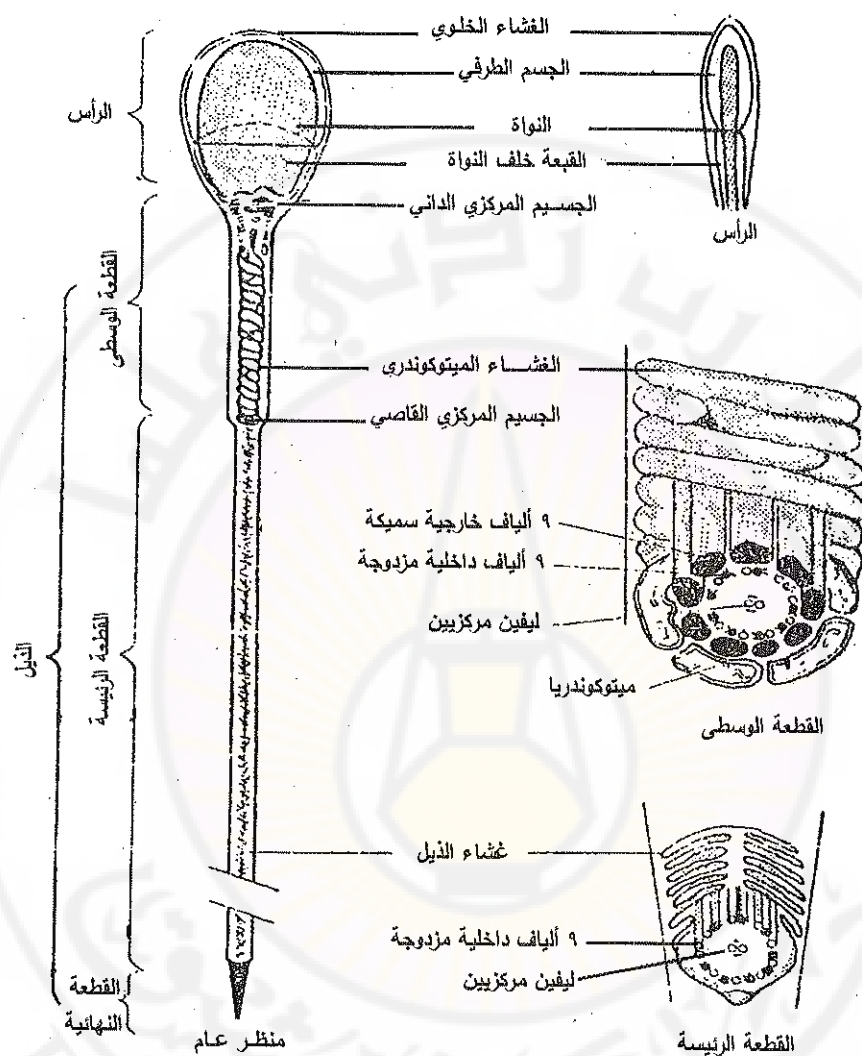
ب- القطعة الوسطى **The middle piece**: وتسمى أيضاً مصنع الطاقة نظراً إلى غناها بالأجسام الميتوكوندرية المنتظمة على شكل ضفيرة حلزونية تغطيها بصورة كاملة، وتقع مباشرة تحت الغشاء الخلوي البلازمي. تقع هذه القطعة الوسطى بين العنق والمنطقة

الرئيسية، وطولها يتراوح ما بين 10 - 15 ميكرونًا وتكون سميكة أكثر من باقي قطع الذيل وهي غنية بأنزيمات الاستقلاب المتعلقة بنشاطات الأكسدة والفسفرة في النطاف التي ينتج عنها كميات هائلة من الـ ATP اللازمة لحركة النطاف.

إذا ما أجري مقطع عرضي في هذه المنطقة يرى أن الغشاء الميتوكوندري يحيط بحلقة دائرية مكونة من 9 ألياف سميكة خارجية تحيط بدورها بتسعة ألياف مزدوجة تتوضع أيضاً بشكل دائري وإلى الداخل منها يوجد زوج آخر من الألياف المركزية. هذا التركيب (2+9+9) يشكل التركيب المحوري، والهيكل الأساسي لأغلب منطقة الذيل. فهو يتألف وكما ذكرنا من 20 ليفاً تكون واضحة، ومميزة بانتظامها الحلقي في المنطقة الوسطى والرئيسية من الذيل، أما المنطقة الطرفية أو النهائية من الذيل، فيغيب عنها الحلقة الخارجية من الألياف، وتقتصر بالتالي في تركيبها على الألياف (2+9) الإحدى عشرة المركزية. تكتسب النطاف قدرتها على الحركة نتيجة التقلصات العضلية لهذه الألياف.

ت- القطعة الرئيسية The principle or main piece: وهي تلي القطعة المتوسطة، وتقع ما بين القطعة المتوسطة، والذيلية، وأطول قطعة في ذيل النطاف (30 ميكرونًا)، ولكنها أقل سماكة من سابقتها حيث تفتقد إلى الضفيرة الميتوكوندرية. وهي تؤمن معظم الحركة للنطفة، وفيها يضمحل قطر الألياف التسعة الخارجية وسماكتها تدريجياً، وتحاط هذه الألياف المتبقية وعلى امتداد القطعة المتوسطة من الناحية الظهرية، والبطنية بغلاف بروتيني أسطواني يحتوي على سماكتين متطاولتين يظهر على أنهما تكونان مسؤولتين عن استقرار العناصر العضلية في الذيل.

ث- القطعة النهائية The end piece: وهي أقصر قطعة في الذيل (2-10 ميكرونًا) والأقل سماكة إذ تفتقد الألياف التسعة الخارجية، والضفيرة الميتوكوندرية، فتحاط بالألياف (2+9) الإحدى عشرة المركزية، وبالعشاء البلازمي الخارجي الذي يغطي كل أجزاء النطفة.



الشكل 4-12. توضيح تخطيطي لبنية النطاف عند الثور. (عن P.L. Senger, 2003).

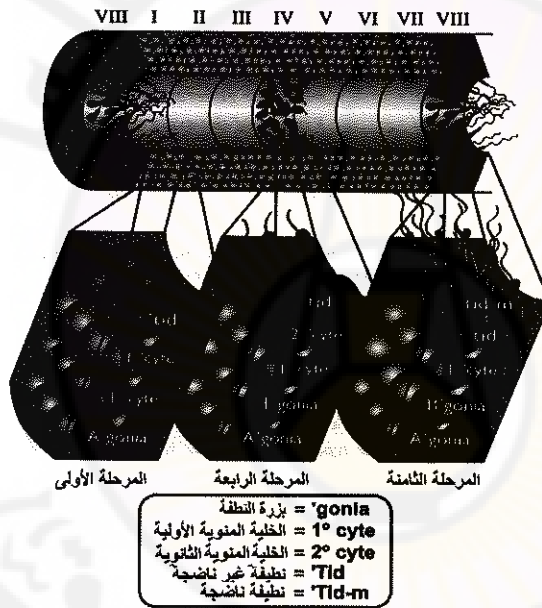
3-1. دورة ظهارية النسيج المنوي Cycle of seminiferous epithelium:

تختلف الأعراس الأنثوية عن الذكورية بأنها تنتج بأكملها قبل الولادة؛ وأن نضجها، والاستمرار في أنقسامها، وطرحها خارج الجريب (الإباضة) يتم بعد البلوغ بصورة دورية

خلال كل دورة تناسلية التي يختلف طولها باختلاف الحيوانات الزراعية (أنظر الفصل الخامس)؛ بينما تتكون النطاف بعد البلوغ وتنتج يومياً (ماعدات الحيوانات فصلية التناسل) بصور مستمرة طول الحياة التناسلية للذكر. ولما كانت عملية تكون النطاف مستمرة وتحتاج نحو 39-61 يوماً لاستكمال تكونها (الجدول 2)، فما يجب فهمه أن تأثرها بالظروف الخارجية (إجهاد حراري، الحمى، السموم) لا يتم في حينه، ولا تتضح معالمه إلا بعد مرور 2 إلى 3 أسابيع من بدء التأثير، كما تكمن حاجة لنحو 6-12 أسبوعاً لتعود وتستقيم عملية تكونها من جديد بعد انتهاء ذلك التأثير.

تبدأ هذه الدورة بخلية جذعية واحدة stem cell يطرأ عليها سلسلة أنقسامات عادية، لا تكتمل حتى تبدأ خلايا جديدة أنقسامها في المنطقة نفسها من الأنبيب المنوي. وعند إجراء مقطع في أية منطقة من الأنبيب المنوي، يتضح وجود أجيال متعاقبة من الخلايا المنوية المتباينة التطور؛ ولهذا تعرف دورة النسيج المنوي بأنها سلسلة متكاملة من المراحل الخلوية التي تظهر في موقع واحد على طول الأنبيب المنوي. وتعد الفترة الزمنية الفاصلة بين دخول الخلية الأصلية للدورة المنوية وتحررها منها على شكل نطفة بمدة دورة النسيج المنوي. ويطلق على مجموعة الخلايا من النموذج ذاته من التطور بالجيل المنوي. ويوضح الشكل 4-11 مقطعاً عرضياً في الأنبيب المنوي يظهر فيه أن دورة النسيج المنوي تتألف من 8 مراحل (Stages) وكل مرحلة تحوي 4 إلى 5 طبقات مركزية من الخلايا المنوية المتباينة والمتلاحقة في مراحل تطورها، بحيث تشكل مجموعة الخلايا في كل منها جيل خلوي، وتكون خلايا كل جيل متقدمة في تطورها عن خلايا الجيل السابق له في المرحلة الواحدة. فمثلاً، تُشكل المنسلات من النمط A (A' gon) والموجودة قرب الغشاء القاعدي للأنبيب المنوي الجيل الأول في المرحلة 1، ويليه المنسلات من نمط الخلايا المنوية الأولية الفتية (1° cyte) التي تشكل الجيل الثاني في المرحلة ذاتها، ويعلوها جيل ثالث من الخلايا من نمط الخلايا المنوية الأولية الناضجة (1° cyte)، وأخيراً، وقرب لمعة الأنبيب المنوي تتوضع خلايا الجيل الرابع من نمط النطيفات الدائرية (tid). كما يتضح في كل من المرحلتين IV و V11 من دورة النسيج المنوي وجود 5 أجيال خلوية متعاقبة في تطورها وغير متماثلة تماماً سواء بعضها مع بعض، أو مع أجيال المرحلة الأولى. ولكن يبقى اتجاه التطور ذا نزعة تبدأ من قرب الغشاء القاعدي، وتتقدم تدريجياً حتى لمعة الأنبيب المنوي.

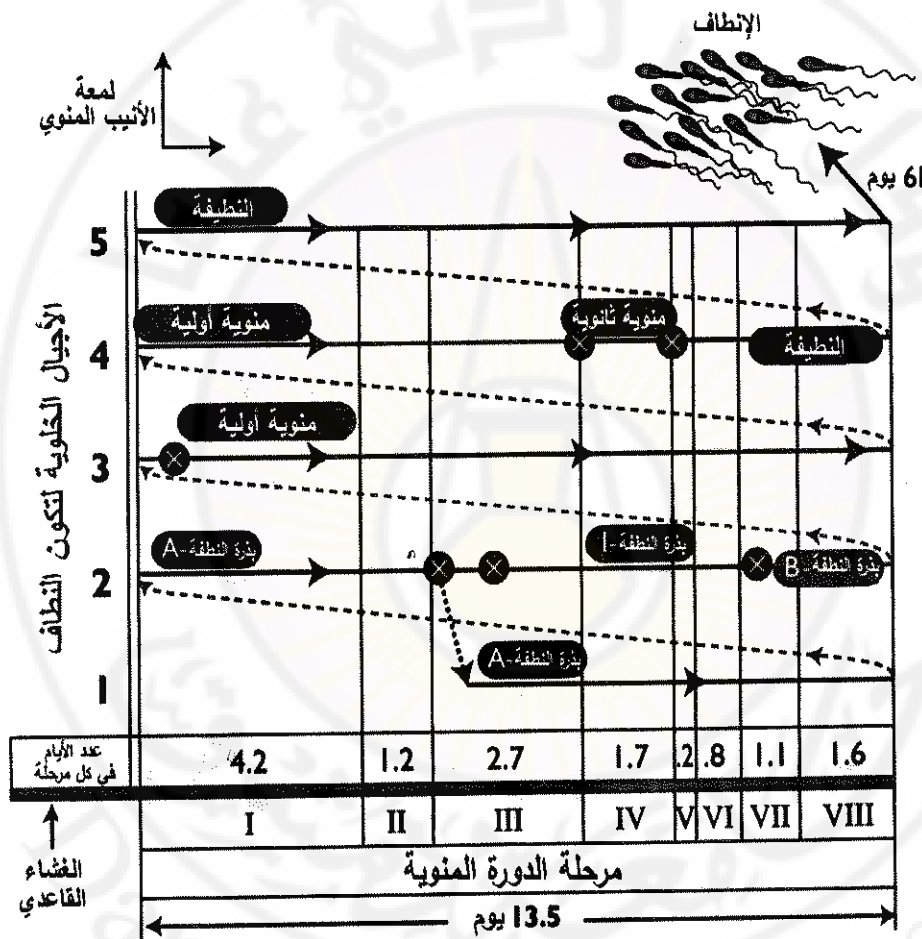
واستطاع العلماء من خلال التغيرات التي تطرأ على الجسيم الطرفي، وعلى النواة، وأماكن توزيعها الخلايا ضمن الأنابيب المنوي من تمييز 14 مرحلة متباينة التطور عند الجرذ، و8 مراحل مختلفة في طولها ومتباينة في تطورها عند الثيران (الشكل 4-12)، و6 مراحل عند الأنسان... كما يوجد في كل مرحلة 5 أجيال، ولا تتحرر كنفاف في لمعة الأنبوب المنوي إلا بعد اجتيازها الجبل الخامس من المرحلة V111 قاطعة مراحل التطور كافة. كما وجد أن دورة النسيج المنوي بأكملها واعتباراً من المرحلة 1 وحتى المرحلة V111 تحتاج وقتاً يختلف باختلاف الحيوانات الزراعية (الجدول 4-2)، وبلغت مثلاً 13.5 يوماً عند الثيران.



الشكل 4-11. مراحل تطور النطف في دورة النسيج المنوي. (عن P.L. Senger, 2003).

كما وجد أن استكمال عملية تكون النطف spermatogenesis بأكملها تحتاج 4.5 دورات نسيج منوي، ولهذا فإن عملية تكون النطف تحتاج 61 يوماً (4.5 دورة × 13.5 يوم/دورة) عند الثيران، وتختلف باختلاف الحيوانات الزراعية (الجدول 4-2).

كما تبين أن طول حياة الجيل الواحد من الخلايا المنوية ليست ثابتة فهي تصل لنحو 21 يوماً بالنسبة إلى الحيوانات المنوية الأولية primary spermatocyte، و فقط 1.7 يوماً بالنسبة إلى الحيوانات المنوية الثانوية secondary spermatocyte في الثيران. ما يشير إلى أنه وعلى طول الأنابيب المنوية توجد مناطق محددة تتحرر منها النطاف كل ثانية، وتكون باقي المناطق في مراحل تهيئة وتطور مختلفة لاكتمال تكون النطاف.



الشكل 4-12. دورة النسيج المنوي عند الثيران. (عن P.L. Senger ، 2003).

4-1. الموجة المنوية The spermatogenic wave:

وتعرف بأنها الترتيب المتوالي لمراحل تكون النطاف على طول الأنبيب المنوي، فإذا ظهر نوع معين من التطور المرحلي لبزور النطاف (المرحلة 1) كأن الجزء الذي يليه وفي الزمن نفسه في مرحلة متقدمة (المرحلة 11) من التطور في دورة النسيج المنوي. وهذا بالطبع يُعد مهماً فيزيولوجياً لأنه يضمن إنتاجاً مستمراً وثابتاً من النطاف في الخصية، وتدفق دائم إلى البربخ. ووجد بأن طول الموجة المنوية لا يكون ثابتاً بين الأنواع الحيوانية وعُد ليكون وسطياً بطول اسم في الثيران. ويرتبط الإنتاج اليومي من النطاف أو كفاية الإنتاج بوزن الخصى (الجدول 4-3) الذي يختلف باختلاف الأنواع الحيوانية. ووجد حالياً بأن معدل الإنتاج اليومي من النطاف يعتمد على عدد خلايا سيرتولي في الخصى، وأن عددها يرتبط إيجاباً مع عدد أمهات النطاف وعدد النطيفات، ولكن كيف تتحكم خلايا سيرتولي بذلك لم يعرف بدقة.

الجدول 4-2. طول مراحل دورة النسيج المنوي (يوم) في بعض الأنواع الزراعية.

المرحلة	الثور	الكبش	الخنزير	الحصان	الأرنب
I	4.2	2.2	1.1	2.0	3.1
II	1.2	1.1	1.4	1.8	1.5
III	2.7	1.9	0.4	0.4	0.8
IV	1.7	1.1	1.2	1.9	1.2
V	0.2	0.4	0.8	0.9	0.5
VI	0.8	1.3	1.6	1.7	1.7
VII	1.1	1.1	1.0	1.6	1.3
VIII	1.6	1.0	0.8	1.9	0.9
المجموع	13.5	10.1	8.3	12.2	11.0
فترة تكون النطاف	61	47	39	55	48

الجدول 3-4. وزن الخصى وأنتاج النطاف في الرجل وذكور الحيوانات الزراعية البالغة.

النوع الحيواني	وزن الخصيتين (غ)	النطاف المنتجة نطفة/غ خصية	الإنتاج اليومي من النطاف
الرجل	35	⁶ 10x4	⁹ 10x0.13
ثيران اللحم	650	⁶ 10x11	⁹ 10 x6
ثيران بقر اللبن	725	⁶ 10x12	⁹ 10x7.5
الكبش	550	⁶ 10 x21	⁹ 10x10
الحصان	340	⁶ 10x16	⁹ 10x5
الخنزير	750	⁶ 10x23	⁹ 10x16
القط	21	⁶ 10 x16	⁹ 10x0.032
الأرنب	6	⁶ 10 x25	⁹ 10x0.2
الديك	25	⁶ 10 x100	⁹ 10x2.5
الكلب (بوزن 16 كغ)	31	⁶ 10x17	⁹ 10x0.5

2- البلازما المنوية The Seminal Plasma:

تتوقف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للسائل المنوي على هذه البلازما التي تشكل القسم الأعظم من القذفة ejaculate المنوية، يكون ضغطها الحلولي مساوياً للضغط الحلولي للدم، المقدّر بنحو 300 ميليؤزمول أو ما يعادل 0.9% من محلول ملح الطعام، كما أن درجة الحموضة الـ pH تكون تقريباً معتدلة. تكون البلازما المنوية غنية بالبروتينات، والبيبتيدات، والأحماض الأمينية الحرة، والأنزيمات، كما أنها تحتوي على الليبيدات، والأحماض الدهنية، والفيتامينات، وبعض الهرمونات، مثل: الستيسترون، والبروجستيرون، والبرولاكتين، والـFSH، ومشابهات الـGnRH، والأوكسينوسين، والبروستاغلاندينات، هذا بالإضافة إلى الكاتيونات (الصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنزيوم)، والايونات (الكلور، والفوسفور، والكربونات، والسلفات) التي لها دور كبير في توازن الضغط الحلولي، وقد وجد أن البلازما المنوية عند الكباش، والثيران، والخنزير تحتوي على بعض السكريات الكحولية، مثل: السوربيتول، والإينوسيتول التي تتشكل عادة في الغدد الحوصلية المنوية. أما الفركتوز الذي يتواجد بكميات كبيرة في السائل المنوي (ما عدا الديوك، والكلاب، والقطط) يشتق عادة

من غلوكوز الدم عبر تحوله إلى السوربيتول. لاحظ الجدول 4-4 لمعرفة تفاصيل أكثر عن مكونات البلازما المنوية عند الأنسان، وبعض الأنواع الحيوانية.

وبشكل عام يتألف السائل المنوي من 85% ماء، و 10% بروتينات و 0.44-0.03% ليبيدات، هذا بالإضافة إلى المواد العضوية الأخرى والأملاح. تعد النطاف غنية أكثر بالمادة الجافة من البلازما المنوية؛ إذ يضم التركيب الكيميائي للحيوان المنوي 24-25% بروتينات، و 13% دهون، والباقي (62-63%) عبارة عن DNA.

الجدول 4-4. المكونات الكيميائية للبلازما المنوية (مغ/100 مل).

المركب الكيميائي	الرجل	الثور	الكبش	خنزير	حصان	الكلب	الديك
1- السكريات							
- الفركتوز	225	598	247	126	140	1>	1>
- الغلوكوز	كميات قليلة		-		30		
2- مجموع N ₂	913	877	875	613	55	-	-
3- السكريات الكحولية							
- السوربيتول	10	60	60	10	-	12	10
- مانيتول	-	17	-	-	-	-	-
- أرثريتول	-	7	-	-	-	-	-
- إينوسيتول	55	30	10	400	-	2	-
مجموع الفوسفور	112	82	328	357	19	-	-
الكلور	155	320	87	328	476	-	-
الصوديوم	281	258	103	646	257	-	-
البوتاسيوم	89	172	71	234	62	-	-
الكالسيوم	25	25	9	5	20	-	-
أحماض عضوية:							
حمض الليمون	376	620	137	129	26	-	-
حمض اللبن	35	25	39	21	-	20	-
حمض البول	6	6	6	3	-	-	-
حمض الأسكوربيك	12	6	5	3	-	-	1000

الفصل الخامس

التناسل في أنثى الحيوانات الزراعية

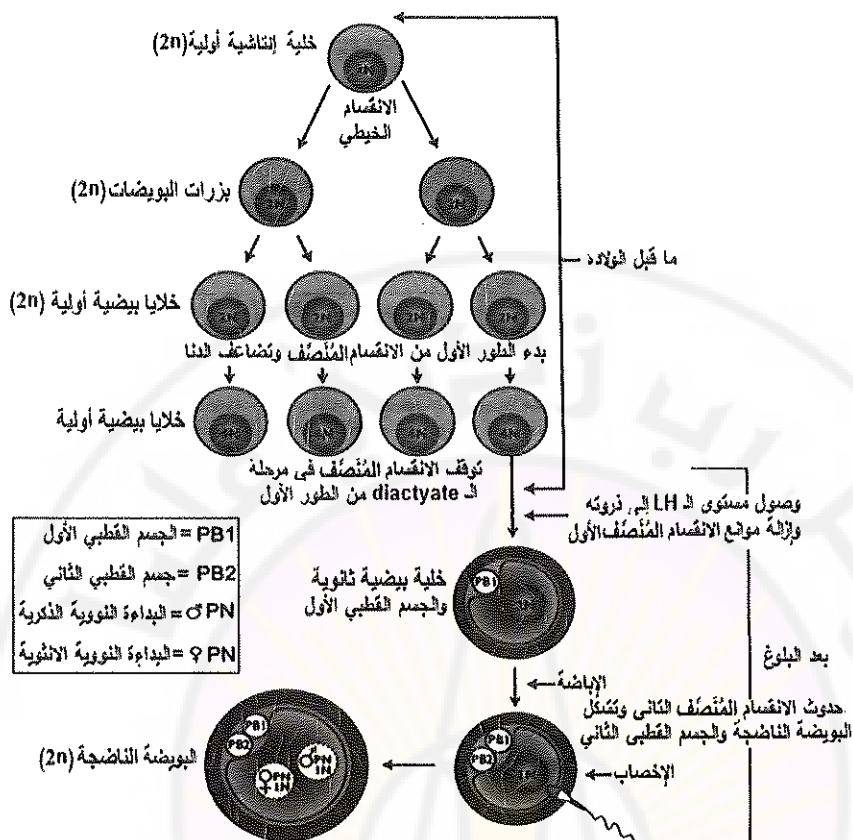
Reproduction in Female Farm Animals

تختلف أنثى الحيوانات الزراعية البالغة عن الذكور تناسلياً، بأنها لا تنتج الأعراس التناسلية (البويضات ova)، والهرمونات الجنسية التناسلية الأنثوية (الإستروجين، والبروجسترون، والأوكسيسترون، والأنهين، والأكتيفين، والقليل من التستوسترون) فحسب، بل تُعد أيضاً المهده الذي ينمو فيه فرد أو أكثر من الجيل الجديد. وللحصول سنوياً على مولود عند البقرة، والفرس، والناقة، وكل خمسة أشهر عند الغنم والمعز، ولفهم العملية التناسلية في أنثى الحيوانات الزراعية، لا بد أن نتعرف كيفية تكون البويضات oogenesis والجريبات المبيضية folliculogenesis، وتطورها، والأحداث التي تظهر خلال الدورة التناسلية، وأطوارها، وكيفية حدوث الإباضة، وتشكل الجسم الأصفر وتدهوره، والأحداث الفيزيولوجية التي تحكمها.

تكوّن البويضات Oogenesis: تشمل هذه العملية تشكل الخلية التناسلية الأنثوية (البیضة ovum) منذ ظهورها حتى اكتمال نضجها. ويبدأ ذلك التكون منذ المرحلة الجنينية، ويستمر إلى مابعد الولادة، ويمتد خلال فترتي ما قبل البلوغ وبعده خلال حياة الأنثى متخذاً مكاناً له في المبيض، ومن ثم قناة المبيض، ومستغرقاً فترة تختلف باختلاف الحيوانات الزراعية، التي عادة تمتد من أشهر عند الحيوانات الزراعية إلى عدة سنوات أو عشرات السنين (موعد الزواج) عند أنثى الإنسان. ويوضح الشكل 5-1 مراحل ذلك التكون الذي يمكن شرحه كالآتي:

ذكر سابقاً (راجع الفصل الثالث) أن الخلايا الأنتاشية الأولية تهاجر الكيس المحي خلال المرحلة الجنينية وتستعمر منطقة العرف التناسلي genital ridge الذي يتميز لاحقاً إلى خصية أو مبيض. وفي حال تمايزه إلى مبيض، تمر تلك الخلايا بعدة أنقسامات خيطية mitotic division مشكلة أمهات (بزور) البويضات oogonia التي تنقسم بدورها أيضاً عدة أنقسامات عادية مشكلة ملايين من الخلايا البيضية الأولية primary oocytes

التي يطلق عليها البويضات الأولية. ومما يجدر ذكره أن مواليد بعض الأنواع الحيوانية، مثل الأرانب تولد حاملة في مبايضها ملايين من الخلايا من نوع oogonia، في حين تُولد أنثى الأنسان وأنثى الحيوانات الزراعية حاملة في مبايضها مئات الآلاف من البويضات الأولية. وأشارت نتائج الدراسات أن هذه البويضات تبدأ أنقسامها المنصف (الاختزالي) الأول first meiotic division قبل الولادة أو بعدها بقليل وتقطع مرحلة تشكل الخيوط الرفيعة (الليبتوتين leptotene)، ومرحلة الإقتبال (الزيجوتين zygotene)، ومرحلة التشنج (البالكيتين pachytene)، وتصل إلى فترة الراحة dictyate stage من مرحلة التضاعف الصبغي (الديبلوتين diplotene) من الطور الأول prophase، ثم تتوقف ساكنة دون الاستمرار في الانقسام الاختزالي الأول طول فترة ما قبل البلوغ التي تمتد لنحو 4 إلى 5 أشهر عند الغنم، و6 إلى 9 أشهر عند البقر، و12-16 سنة عند أنثى الأنسان، وأهم ما يطرأ عليها تغيرات شكلية في حجمها، وامتلاء سيتولازماها بكميات قليلة من المح والمواد الغذائية الأخرى اللازمة لتوليد طاقة تكفيها لعملياتها الحيوية المقبلة. كما تتكاثر الخلايا الظهارية المحيطة بها مشكلة طبقة من الخلايا المسطحة، التي يعتقد أن لها دوراً تغذوياً خلال تلك المرحلة. وتسمى البويضات الأولية مع طبقة الخلايا الظهارية المسطحة المحيطة بها باسم الجريبات المبيضية البدئية primordial follicles، وعندما تنمو تلك الجريبات، وتصبح الخلايا المحيطة بها ذات شكل مكعبي تسمى بالجريبات الأولية primary follicles التي تعدُّ الأكثر عدداً في حياة الأنثى، ولا تتكاثر، وتُعدُّ المخزن الذي يمد الأنثى بمظاهر أخرى من الجريبات، أو تتدهور وتتلاشى خلال حياة الأنثى.



الشكل 5-1. أحداث تكون البويضات خلال حياة الأنثى في الثدييات.

(عن P.L. senger, 2003).

على أية حال، تمر البويضات الأولية خلال فترة ما قبل البلوغ بمرحلتين: تكون في أولاهما سريعة النمو، ويزداد حجمها مترافقاً مع تطور الجريبات المبيضية، وتبقى البويضة في المرحلة الثانية على حجمها الذي اكتسبته، ولكن يزداد قطر الجريب، وتبدأ الاستجابة لتأثير هرمونات النخامية الغدية. فمع اقتراب الأنثى من البلوغ، تستأنف البويضات الأولية أنقسامها المُنصف الأول، وتقطع مرحلة تباعد الصبغيات diakensis، ويغيب غشاءها النووي، وتتكثف الصبغيات المضاعفة في المنطقة الاستوائية المغزلية، ومن ثم تنتزع نحو قطبي الخلية، ويحدث ذلك طبعاً عندما تقطع البويضة الطور التالي metaphase، وطور الصعود

anaphase، والطور الأنتهائي telophase من الانقسام الاختزالي الأول، وعندها تنتشر إلى قسمين أحدهما أكبر حجماً من الثاني نظراً للاختلاف في توزيع السيتوبلازم مع التماثل بعدد الصبغيات (نصف العدد الموجود في الخلية الأم، البيضة الأولية) وبكمية المادة الوراثية (الذنا). يطلق على الخلية الصغيرة الحجم، الجسم القطبي الأول first polar body، وتسمى الخلية الكبيرة الحجم بالبيضة الثانوية secondary oocyte، حيث يتوضع الجسم القطبي الأول ضمن الحيز المحيط بالمح per- vetilline space المتشكل تحت المنطقة الشفافة zona pellucida نتيجة لظهور أنخصاص بين الغشاء المحي للبيضة والمنطقة الشفافة أثناء الانقسام. وتدخل البيضة الثانوية الانقسام الاختزالي الثاني second meiotic division، وتقطع مرحلة الطور الأول (prophase)، التي لاتدوم أكثر من عدة ساعات في هذا الانقسام، ثم تحدث الإباضة ovulation عند أغلب الثدييات بين طوري الـ prophase والـ metaphase من هذا الانقسام الاختزالي الثاني. وبعد الإباضة، تنتقل البيضة إلى قناة المبيض. ويجدر الذكر هنا أن البيضة الناتجة عن الإباضة هي البيضة الأولية، وليس الثانوية عند كل من الثعلبة، والكلبة، والفرس مخالفاً بذلك باقي الثدييات. وهناك في قناة المبيض، إذا حالف الحظ والتقت البيضة مع النطفة، واخترقت النطف بعض أغشيتها، فإن البيضة الثانوية تستمر في مراحل الانقسام الاختزالي الثاني قاطعة أطواره الثاني، والثالث، والرابع وتنقسم إلى خليتين مختلفتين في الحجم، تسمى الصغيرة منهما بالجسم القطبي الثاني second polar body، وتسمى الكبيرة الحجم بالبيضة الناضجة ootid. يكون عدد الصبغيات فيهما متماثلاً ويساوي نصف العدد الموجود في البيضة الثانوية. يتوضع الجسم القطبي الثاني بجانب نظيره الأول في الحيز المحيط بالمح، ثم يضمحلان ويتلاشيان. وتشير بعض النتائج العلمية أنه يمكن للجسم القطبي الأول أن ينقسم مؤدياً إلى وجود ثلاثة أجسام قطبية. أما البيضة الناضجة وبعد استكمال الإخصاب تندمج طليعتها النووية مع الطليعة النووية للنطفة المخصبة، ويشكلان معاً البيضة المخصبة zygote الذي يمثل فيها العدد الصبغي إلى العدد المميز للنوع الحيواني. فيكون في البقر 60، وفي الإنسان 46، وفي الغنم 54 صبغياً. وفي حال عدم حدوث الإخصاب، فإن البيضة غير المخصبة (البيضة الثانوية في البقر، والغنم، والمرأة) تنقسم إلى عدة قطع سيتوبلازمية (2-5) مختلفة في الحجم ومن ثم تتلاشى جميعها في الرحم.

وعلى ضوء ذلك، فإن الخلايا الجنسية الأولية سواء الذكرية منها primary spermatogonia أو الأنثوية primary oocytes تمر بأنقسامين اختزاليين متتاليين ينتج عنهما أربعة نطاف في الذكور، وبويضة ناضجة واحدة فقط في الإناث.

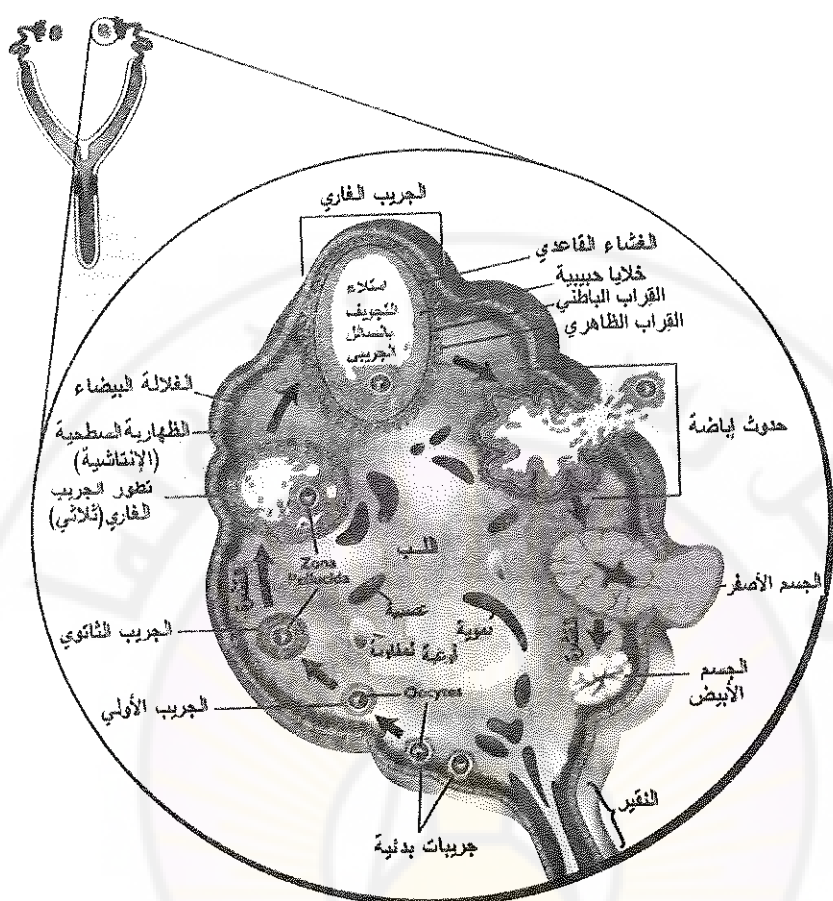
تكوّن الجريبات المبيضية Ovarian folliculogenesis:

تعد الجريبة المبيضية الحجرة التي يتمكن فيها المبيض من أنجاز وظيفته المضاعفة في تكوين البويضات oogenesis، وتكوين الهرمونات الستيروئيدية steroidogenesis. تُشكل الجريبات الأولية المتكونة خلال المرحلة الجنينية الشكل الشائع والمخزون السائد طول حياة الأنثى. يمكن بشكل عام، تقسيم فترة نموها إلى مرحلتين: يكون في أولها نمو الجريب مرافقاً لنمو البويضة الأولية ذاتها؛ إذ يطرأ عليها تغيرات شكلية بسيطة وأنقسامات متعددة للخلايا الظهارية المحيطة، مشكلة عدة طبقات خلوية تسمى الخلايا الحبيبية granulosa cells، ويسمى الجريب الذي يحاط بطبقتين أو أكثر من الخلايا الحبيبية بالجريب الثانوي secondary follicles الذي نحاط فيه البويضة الأولية مباشرة تحت طبقة الخلايا الحبيبية بطبقة أنفقالية سمكية تسمى المنطقة الشفافة zona pellucida. وأشارت نتائج البحث العلمي إلى أن كلاً من البويضة والخلايا الحبيبية تشارك في تشكيل تلك المنطقة الشفافة من خلال إفرازاتهما للمواد السكرية المخاطية التي تتراكم بينهما. كما تمتد استطلاات سيتوبلازمية من الخلايا الحبيبية المحيطة بالمنطقة الشفافة إلى سطح البويضة نفسها، ويقابلها وعلى سطح البويضة تشكل أهداب خلوية تتصل مع تلك الاستطلاات لتتبادل معها المواد الغذائية. وسميت الطبقة الخلوية التي تصدر منها تلك الاستطلاات الشعاعية بالإكليل المتشعع corona radiata، وعندما يبدأ تشكل تجويف داخل الجريب يسمى الجريب عندئذٍ بالجريب الغاري، الذي يمثل تجويفه بالسائل الجريبي. وعندما ينمو الجريب الغاري وتتضح معالم التجويف الداخلي يطلق عليه اسم الجريب الثلاثي tertiary follicle، الذي يختلف قطره من 1 مم إلى عدة سنتيمترات وذلك بناء على مرحلة نموها أو تدهورها في النوع الحيواني الواحد.

يستمر الجريب المبيضي نموه في حين تتوقف البويضة في داخله عن ذلك، لهذا تسمى هذه المرحلة بمرحلة النمو الثانوية، وهي المرحلة التي يعتمد فيها الجريب المبيضي في نموه على هرمونات النخامية الغدية، وبصورة خاصة هرمون الـ FSH الذي يزيد من

أنقسام الخلايا الحبيبية التي لا تثبت أن تثبت بعضها عن بعض مكونة في النهاية فراغاً يعرف بالتجويف الجريبي antrum فيبتضعاف قطر الجريب نتيجة امتلاء تجويفه بمفرزات غنية بالبروتينات والإستروجينات المفرزة من خلايا الجريب نفسه. وترتكز الببضة خلال ذلك على كتلة من الخلايا الحبيبية تدعى الجسم التراكمي cumulus oophorus الذي يوجد في معظم الجريبات المبيضية النامية على السطح المقابل للجهة التي يحدث فيها انفجار الجريب (الإباضة)، وعلى الجانب الآخر، وفي المنطقة المحيطة بالخلايا الحبيبية يتميز من منطقة لب المبيض طبقتان من الخلايا: الداخلية منهما والمحيطية بالخلايا الحبيبية تسمى القراب الغائر theca interna، إذ تكون خلاياها متعددة الجوانب ومنفصلة عن الخلايا الحبيبية بغشاء قاعدي basement membrane يمنع امتداد الأوعية الدموية المنتشرة بغزارة ضمن منطقة الطوق الداخلي، ووصولها إلى منطقة الخلايا الحبيبية قبل حدوث الإباضة، أما الطبقة الخارجية من خلايا لب المبيض فتكون خلاياها مغزلية الشكل وتنتشر فيها ألياف عضلية وعصبية تسمى القراب الظاهر theca externa. وعندما يصبح ذلك الجريب سائداً قبل مرحلة الإباضة يطلق عليه الجريب النامي أو جريب غراف Graafian follicle أو جريب ماقبل الإباضة preovulatory follicle (الشكل 5-2).

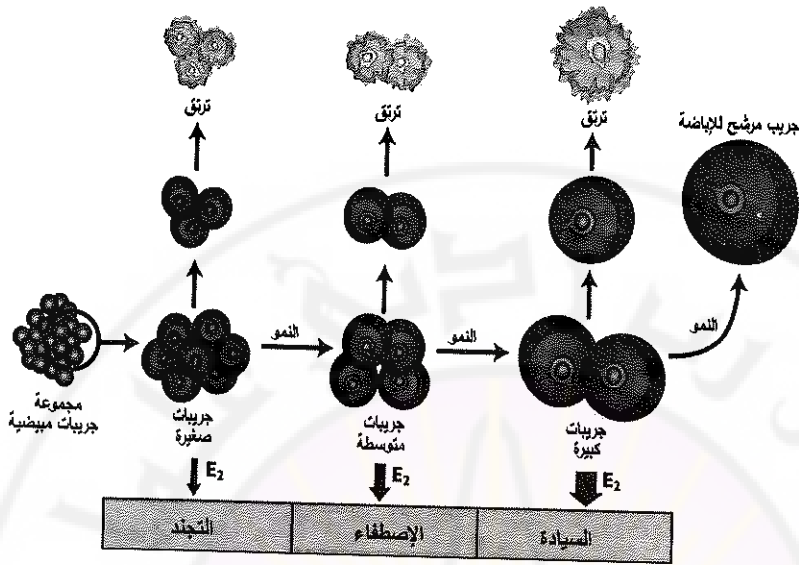
على أي حال، يمكن وصف عملية تكون الجريبات المبيضية وتطورها بأنها عملية ديناميكية. ففي الوقت الذي تتطور فيه بعض الجريبات لتصل مرحل النضج، تتدهور جريبات أخرى وتتلأشى (الشكل 5-3)؛ ولهذا يمكن أن يوجد في مبيض الأنثى البالغة جريبات بأحجام مختلفة وبمراحل متتالية من التطور. يطلق على مجموعة الجريبات التي تنمو معاً اسم الموجة المبيضية follicular wave. وتختلف الأنواع الحيوانية بعدد الموجات المبيضية التي تظهر في كل دورة تناسلية، وبعدد الجريبات التي تتطور في الموجة الواحدة (الشكل 5-4)، وأيضاً بعدد الجريبات التي تصل لمرحلة السيادة خلال دورة الشبق وذلك لأسباب وراثية وبيئية.



الشكل 5-2. البنية الرئيسية للمبيض في الحيوانات الزراعية.

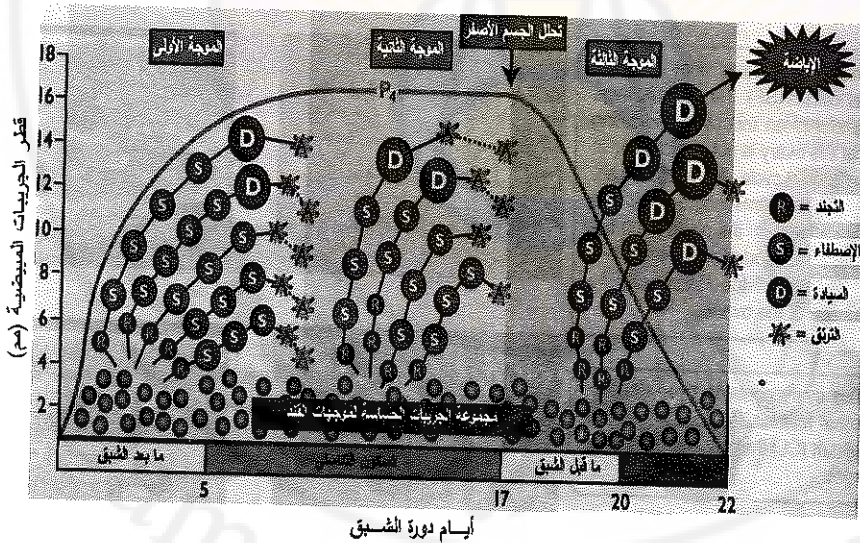
(عن P.L. Senger, 2003).

فعدد الحيوانات أحادية المولود monotocous (البقر، الفرس، الناقة...) ينضج عادة جريب واحد، وعند الإباضة يتحرر منه بويضة واحدة، أما في الحيوانات متعددة المواليد polytocous، كالخنزيرة فإن نحو 10 إلى 25 جريب ينضج في الدورة الواحدة، وفي الغنم أو المعز ينضج نحو 1-4 جريبات في الدورة الواحدة، وعند الإباضة يتحرر من كل منها بويضة واحدة. ويجب أن نعلم بأن عدداً كبيراً من الجريبات تبدأ النمو ولكن القليل منها يصل إلى مرحلة النضج الكامل والأنفجار.



الشكل 3-5: ديناميكية الجريبات المبيضية.

(عن P.L. Senger, 2003).



الشكل 4-5: ظهور الموجات المبيضية خلال دورة الشبق الواحدة.

(عن P.L. Senger, 2003).

وعُزِي ذلك لأكثر من سبب، فلعل كمية الهرمونات اللازمة لبدء النمو هي أقل من الكميات اللازمة للوصول إلى حجم النضج، ووجد أن حقن كميات كبيرة من الهرمونات الموجهة للغدد التناسلية (القند) gonadotropines يساعد في زيادة عدد الجريبات التي وصلت لمرحلة النضج والأنفجار حتى في الحيوانات أحادية المولود، وهذا ما عرف لاحقاً بالإباضة الفائقة superovulation أو المتعددة، كما أن أكبر جريب ينتخب قبل 48 ساعة من حدوث الإباضة يفرز مواد مائعة أو مثبطة مثل inhibin لاتسمح لجريبات أخرى الاستمرار في النمو والوصول لمرحلة النضج والأنفجار. ويطلق على الجريبات التي تنمو ولا تتفجر بالجريبات الرتقية atretic follicles؛ إذ ينغلق تجويفها وتعرض لاستحالة دهنية مع تحلل للصبغيات في النواة، كما تتدهور الخلايا الحبيبية، في حين تنشط خلايا الطوق، فيقل إنتاجها من الإستروجين، ويزداد إفرازها من الأندروجينات. وتنمو في بعض الحالات جريبات وتصل لمرحلة النضج ولكن لاتنفجر وتكتسب خلاياها صفة اللوتنة، ويطلق عليها الجسم الأصفر الكاذب أو الجريب المتكيس cystic follicle، فتستمر الأنثى بحالة سكون تناسلي، ولا تظهر عندها دورات شبق جديدة لأن مثل تلك الجريبات تفرز البروجسترون الذي يؤثر سلباً في المحور الدماغي فيمنع نمو جريبات جديدة، وتبدو الأنثى، مثل البقرة، وكأنها حامل من ناحية فيزيولوجية؛ ولهذا يجب معالجتها، إما فيزيائياً بإزالة تلك الجريبات من قبل الفني المختص، أو بإعطاء هرمون الـ LH لتفجيرها.

الدورة التناسلية Reproductive cyclicity:

تدخل الأنثى بعد البلوغ بدورات تناسلية تستمر الظهور بصورة دورية طول أغلب حياتها، وتعطيها فرصاً متكررة للحمل. وتعرف الدورة التناسلية بأنها سلسلة من الأحداث الفيزيولوجية المتوقعة التي تظهر بين فترتين تناسليتين متتاليتين أو إباضتين ناجحتين متتاليتين. تتم عملية التلقيح (الجماع copulation) عند الحيوانات في فترة معينة ومحددة يختلف طولها باختلاف الأنواع الحيوانية، وخلالها تزداد الرغبة الجنسية عند الإناث لاستقبال الذكر، وتعرف هذه الفترة بالشبق estrus أو heat (الجدول 5-1). وتحدث الإباضة بعد نهاية الشبق عند البقر، والمعز، أو خلال فترة الشبق عند النعجة، والفرس، والخنزيرة، والناقة. فإذا لم يحدث إخصاب يتكرر الشبق خلال فترات معينة تختلف أيضاً باختلاف

الأنواع الحيوانية (الجدول 5-1). وتسمى المدة الواقعة بين فترتي شبق بدورة الشبق Estrus Cycle، أما عند الرئيسات، مثل: الفردة، والشمبانزي، والأنسان، فإنه لا توجد علامات تدل على الشبق فتستطيع الأنثى استقبال الذكر بصورة دائمة، ولكن هناك علامات تدل على بدء الدورة التناسلية، مثل: نزف الرحم bleeding الذي يعرف بالطمث أو الحيض menstruation عند أنثى الأنسان، وطولها 28 يوماً، والإباضة تظهر بصورة عامة في منتصف الدورة (اليوم الرابع عشر)، أما في حال كون الدورة أطول من ذلك، فيكون يوم الإباضة هو اليوم الذي يسبق الأيام الأربعة عشر الأخيرة (فترة حياة الجسم الأصفر تكون ثابتة عند المرأة). فإذا كان طول الدورة مثلاً 33 يوماً، فيكون يوم الإباضة هو اليوم التاسع عشر من الدورة. وبالطبع يكون هذا مفيداً جداً في تحديد يوم الإخصاب أو تحديد النسل بصورة طبيعية. حيث تعد الأيام الثلاثة التي تسبق الإباضة، ويوم الإباضة، والأيام الثلاثة التي تليها بالأيام المخصبة التي يفضل خلالها حدوث الجماع من أجل الإخصاب أو الامتناع من أجل تحديد النسل. وهذا بالطبع يجنب كثيراً من الناس التأثيرات الجانبية الناجمة عن استخدام مسببات منع الحمل contraceptives الصناعية.

1- أنواع الدورة التناسلية Types of Reproductive Cycle

1-1- الدورة الشبقية estrus cycle: يمكن تقسيمها حسب موعد ظهورها وطولها إلى النماذج الأربعة التالية:

أ- دورة الشبق المستمرة Continuous estrus cycle: وتتميز باستمرار الشبق فيها على مدار العام، ولكن لا تحدث الإباضة إلا إذا حدث جماع أو تنبيه Inducing صناعي لعنق الرحم، وبهذا تصنف حيوانات هذه المجموعة بأنها ذات إباضة محرضة induced ovulation. يكثر هذا النموذج من دورة الشبق عند القطط، والأرانب، والذئاب، والتموس، وعند ابن عرس، والنوق (تنبيه ميكانيكي وآخر كيميائي).

ب- دورة الشبق الطويلة جداً very long estrus cycle تشاهد عند أنثى الكلاب، وتستمر 3 - 6 أشهر.

ت- دورة الشبق الطويلة long estrus cycle، وهي شائعة عند الحيوانات الزراعية، مثل: البقر، والغنم، والمعز، والأفراس، والخنازير. وطولها يتراوح ما بين 16 - 21 يوماً (أنظر الجدول 1-5).

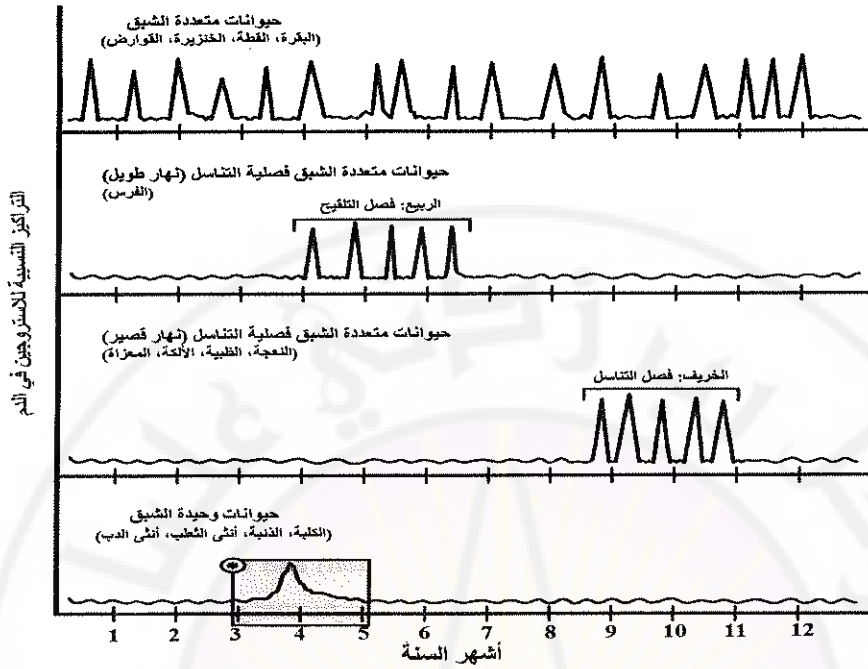
ث- دورة الشبق القصيرة Short Estrus Cycle تستمر 4 - 5 أيام وتشاهد عند الفئران والجرذان.

الجدول 1-5. بعض المؤشرات التناسلية في أنثى الحيوانات الزراعية.

المؤشر التناسلي	البقرة	النعجة	المعز	الفرس	الناقة
عمر البلوغ (شهر)	14-4	10-7	10-7	24-15	36-24
الوزن (كغ)	270-160	34-27	30-25	حسب ظروف الرعاية	حسب ظروف الرعاية
طول الدورة التناسلية:					
- المدى (يوم)	24-18	18-15	22-18	24-15	
- المتوسط (اليوم)	21	17	21	21	28
طول فترة الشبق:					
- المدى (ساعة)	26-10	36-24	42-26	9-3 أيام	
- المتوسط	18 ساعة	30 ساعة	35 ساعة	5 أيام	5 أيام
موعد استئناف النشاط المبيضي بعد الولادة:					
- المدى (يوم)	80-30	59-30*	-	15-5	21-7
- المتوسط (يوم)	40	35	-	10	10
- وقت الإباضة	16-4 ساعة بعد نهاية الشبق	قرب نهاية الشبق	بعد نهاية الشبق	24-48 ساعة قبل نهاية الشبق	تحريضية
الوقت من ذروة LH حتى الإباضة	28 ساعة	26 ساعة	--	48 ساعة	36-26 ساعة
- أفضل وقت للتلقيح	النصف الأخير من الشبق	منتصف فترة الشبق	منتصف فترة الشبق	كل يومين بدءاً من اليوم الثاني للشياح	منتصف الدورة التناسلية

• داخل الموسم التناسلي.

تجدر الإشارة أن بعض الحيوانات يمكنها التزاوج أو يظهر عندها النشاط التناسلي طول العام. فمثلاً، البقر، والجواميس، والخنازير لها القدرة على التزاوج خلال فترات الشبق التي تظهر في أي وقت من العام، فهي بذلك تسمى الحيوانات متواصلة أو مستمرة الشبق *continuousestrus* (الشكل 5-5). وهذا ما يميزها عن غيرها من الأنواع الحيوانية التي يظهر عندها الشبق أو الشبق عدة مرات، لكن ضمن فصل أو وقت محدد من السنة؛ لذلك تسمى الحيوانات فصلية التناسل ومتعددة الشبق *seasonal polyestrus* (الشكل 5-5). مثال ذلك، بعض سلالات الغنم والمعز التي يظهر نشاطها التناسلي مع بداية نقص الفترة الضوئية أو النهار من العام (*short day breeds*)، وهذا طبعاً يظهر ببلادنا عند اقتراب فصل الصيف، وممتداً طول فصل الخريف، كما تصنف الخيول بأنها فصلية التناسل نظراً إلى أن نشاطها التناسلي، يبدأ مع بدء زيادة الفترة الضوئية أو طول النهار من العام (*long day breeds*)، وهذا يمكن ملاحظته عند اقتراب بدء فصل الربيع. كما أن هناك أنواعاً أخرى من الحيوانات تتميز بأنها فصلية التناسل لكن لا يظهر الشبق عندها إلا مرة واحدة، لهذا تسمى حيوانات فصلية التناسل وحيدة الشبق *seasonal monoestrus* (الشكل 5-5)، مثال ذلك، الكلبة. إذ أنها تشيع مرتين في العام، مرة في الربيع، وأخرى في الخريف وبذلك يكون طول دورة الشبق عندها 6 أشهر. وفي حال حدوث حمل عندها، فأن الشبق لا يظهر ثانياً إلا بعد قدوم الفصل التناسلي التالي. تطلق كلمة لا شبق أو السكون التناسلي *anestrus* على الفترة التي لا يظهر فيها نشاط تناسلي عند الحيوانات، وعادة تظهر في حالة الحمل، أو الرضاعة، أو الإدرار، وخاصة الفترة المبكرة من موسم الإدرار، التغذية الفقيرة، ظروف بيئية غير مناسبة (خارج فصل التناسل)، أسباب مرضية (تكيس مبيضي، تحنط الأجنة، التهاب رحم...). ومما لا شك فيه أن بعض العوامل البيئية مثل، الإضاءة، الحرارة، التغذية إضافة إلى العوامل الوراثية قد تؤثر بشكل كبير جداً في النشاط التناسلي، وفي العمر الذي تبدأ فيه هذه النشاطات الجنسية من الظهور ضمن الأنواع الحيوانية المختلفة، وبينها.



الشكل 5-5. أنواع دورة الشبق وفق مستوى الإستروجين.
(عن P.L. Senger, 2003).

2-1- الدورة الحيضية Menstrual cycle:

تتألف من مجموع الأحداث الفيزيولوجية التي تظهر بين فترتي طمث متتاليتين، تحدث عند الرئيسات (الأنسان، القردة، الشمبانزي) وطولها عادة 28 يوماً، وتتألف من ثلاثة أطوار تعكس حالة بطانة الرحم والنشاط المبيضي، يسمى الطور الأول بطور الطمث menstruation أو الإدماء بسبب تقلص بطانة الرحم والتراجع في سماكتها، ويستمر لمدة 4 - 6 أيام. ويسمى الطور الثاني بطور التكاثر proliferation phase وفيه تنمو الجريبات المبيضية وتفرز الإستروجين، وتنمو بطانة الرحم وتزداد في السماكة، ويبلغ طوله 9 أيام، ويسمى الطور الثالث بطور الإفراز، وفيه يتشكل الجسم الأصفر corpus luteum الذي يفرز البروجسترون، وتكون فترته ثابتة 14 يوماً، ويحدث خلاله استمرار في نمو بطانة الرحم والزيادة في سماكتها، ولكن تحت تأثير البروجسترون، وفي اليوم 28 من

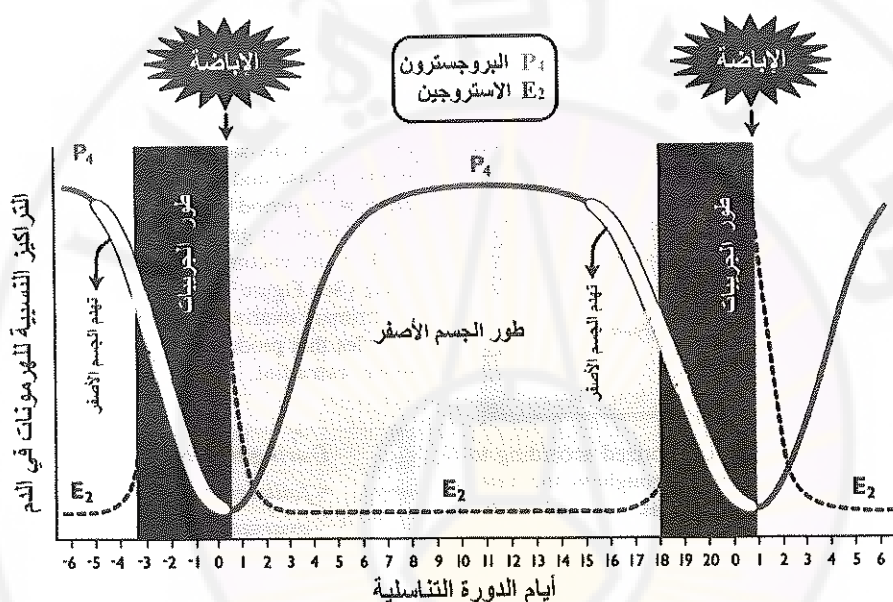
الدورة الحيضية، وفي حال عدم حدوث حمل، تبدأ بطانة الرحم في التراجع عن نموها، وتقلظ ظهاريتها مع إدماء يظهر خارج الفتحة التناسلية مشيراً إلى بدء دورة حيض جديدة.

2- دورة الشبق في الحيوانات الزراعية:

يظهر الشبق أو النشاط التناسلي عند الحيوانات الزراعية عند وصولها إلى مرحلة البلوغ الجنسي sexual puberty إذ تستأنف عندها العلاقة العصبية الهرمونية بين محور النخامية والوطاء مع الغدد الجنسية، ففي هذه المرحلة تمر الأنثى بأول دورة شبق تكون مرفقة بإباضة ذاتية. كذلك يصبح الذكر له القدرة على إنتاج النطاف (50 مليون نطفة/القذفة، فقط 10% منها تكون ذات حركة تقدمية). ويجب أن نعلم أن هناك فرقاً بين البلوغ الجنسي الذي أشرنا إليه بأنه القدرة على التناسل وبين النضج الجنسي sexual maturity وهو القدرة على الأنجاب حيث يصل عندها الحيوان لمرحلة من النضج الجسمي والاكتمال في النمو لدرجة تصبح الأنثى قادرة على الحمل وإعطاء مواليد سليمة، ويصبح الذكر قادراً على إنتاج نطاف عالية الإخصاب. ومما يجب التأكيد عليه أن لا توضع الحيوانات البالغة في برنامج التربية ما لم يصل وزنها على الأقل لثلاثي متوسط وزن الحيوانات تامة النمو من العرق نفسه. وغالباً ما تصل البكاكير لهذا الوزن، وهي بعمر 12-18 شهراً، والنعاج بعمر 8-10 أشهر، والأفراس بعمر 2-4 سنوات، والنوق بعمر 2-3 سنوات. وتتسم الدورة التناسلية (الشبق) عند الحيوانات الزراعية بأنها تمتلك النموذج الأساس نفسه بحيث يمكن تقسيمها إلى طورين رئيسين: طور الجريبات المبيضية follicular phase، وهو الفترة الممتدة من تدهور الجسم الأصفر وحتى حدوث الإباضة ovulation، ويتصف بأنه قصير ولا يشكل أكثر من 20% من طول الدورة التناسلية في الحيوانات الزراعية (الشكل 5-6)، وتُعد الجريبات المبيضية النامية هي السائدة في المبيض وتفرز هرمون الإستروجين؛ وطور الجسم الأصفر luteal phase الذي يمتد من الإباضة وحتى تدهور الجسم الأصفر، ويمثل أغلب الدورة التناسلية، 80% من طولها في الحيوانات الزراعية (الشكل 5-6)، ويكون البروجسترون هو الهرمون السائد خلال هذا الطور.

وتتسم الدورة التناسلية بأربع مراحل stages متميزة في الحيوانات الزراعية (ماعدا الناقة)، وهي ما قبل الشبق proestrus، والشبق estrus، وما بعد الشبق metestrus، وطور

الراحة أو السكون التناسلي diestrus، يكون كل منها قسم من طوري الدورة التناسلية سابقة الذكر. فمثلاً، يتضمن طور نمو الجريبات مرحلتين ماقبل الشبق، والشبق؛ ويتضمن طور الجسم الأصفر مرحلتين مابعد الشبق، والسكون الجنسي (الشكل 5-7). وتبقى هناك اختلافات في طول هذه المراحل بين الحيوانات الزراعية، وذلك لاختلافات في طبيعة الهرمونات المحررة ووقت تأثيرها.



الشكل 5-6. أطوار الدورة التناسلية في الحيوانات الزراعية.

(عن P.L.Senger, 2003).

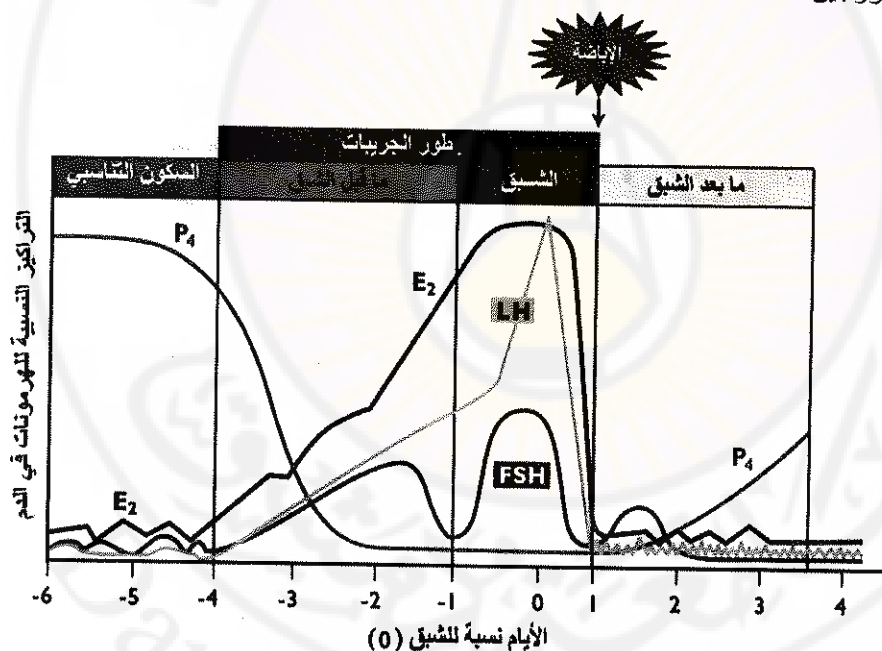
1- 2. الطور الجريبي The follicular phase:

يتألف من أربعة أحداث رئيسة: ارتفاع مستوى موجهة الغدد التناسلية، نمو الجريبات المبيضية والاستعداد للإباضة، وتطور الرغبة الجنسية sexual receptivity (libido) لدى الأنثى، وحدث الإباضة. ويتحكم في أحداث هذا الطور كل من الوطاء من خلال إفرازه لـ GnRH، والنخامية الغدية بإفرازها موجهة الغدد التناسلية (FSH و LH)،

والمبيض الذي يفرز بدوره كل من الإستروجين والبروجستيرون (الشكل 5-8). وتوضح هذه الأحداث وتسلسلها في الآتي.

أ- مرحلة الاستعداد أو ما قبل الشبق Proestrus stage:

ويتم خلال هذه المرحلة تدهور الجسم الأصفر (أن كان موجوداً)؛ ما يؤدي إلى انخفاض مستوى هرمون البروجستيرون وبالتالي انخفاض تأثيره السلبي في الوطاء، ما يقود إلى إفراز كميات كبيرة من الهرمون المحرر (GnRH) للهرمونات الموجهة للمبيض. ينتقل الـ LH والـ FSH مع الدم إلى المبيض (الشكل 5-7) وهناك يؤثران في الجريب المبيضي. إذ يرتبط هرمون الـ LH بمستقبلاته على سطح خلايا القراب الغائر التي تستجيب له بإفراز هرمون البروجستيرون الذي بدوره يتحول إلى هرمون التستوسترون، وينتقل إلى الخلايا الجريبية التي تستجيب لهرمون الـ FSH فتحول هرمون التستوسترون إلى الإستروجين.



P₄ البروجسترون E₂ الإستروجين LH هرمون اللوتنة FSH الهرمون المنبه للجريب

الشكل 5-7. التغيرات الهرمونية خلال طور الجريبات المبيضية في الدورة التناسلية في الحيوانات الزراعية. (عن P.L.Senger، 2003).

كما أن هرمون الـ FSH ينشط الانقسامات الخلوية للخلايا الجريبية فيزداد عددها؛ وبالتالي تزداد قدرتها على إفراز كميات أكبر من الإستروجين، ينتقل هذا الإستروجين بواسطة الدم إلى منطقة محور النخامية- الوطاء، وهناك يؤثر بصورة إيجابية مسبباً إفراز كميات أكبر من هرمون الـ FSH. وهكذا يتولد نوع من التغذية الإيجابية المرحلية بين هرمون الـ FSH، والإستروجين (الشكل 5-8). كما أن هرمون الإستروجين ينتقل عبر الأوعية الدموية التي تربط المبيض بالقناة التناسلية؛ فيؤثر في بطانة قناة المبيض التي تنمو خلاياها المهدبة، والإفرازية، فتبدأ نشاطها. كذلك يؤثر في الطبقة المخاطية لجدار الرحم فيزداد إفرازها المخاطي وتزداد سماكة بطانة المهبل نتيجة لزيادة اتساع أقطار الأوعية الدموية وتدفق أكبر للدم، وتوزعها، كما أن الفرج ينورم من الخارج. ولهذا تصبح القناة التناسلية على أهبة الاستعداد لمرحلة الشبق. كما تبدي الأنثى في نهاية هذه المرحلة بعض الاهتمام نحو الذكر. يستمر هذا الطور (2-3 أيام).

ب- مرحلة الشبق Heat or estrus stage:

تزداد الرغبة الجنسية عند الأنثى للذكر خلال هذا المرحلة نتيجة لتراكم كميات كبيرة من هرمون الإستروجين (الشكل 5-7)، ويتضخم كل من قرني الرحم والرحم، ويزداد أنتشار الأوعية الدموية في جدر القناة التناسلية، كما يحصل إفراز ملحوظ لسائل رائق مخاطي خارج الجهاز التناسلي (عند البقرة)، ويتم نمو جريب مبيضي واحد (البقرة، الفرس) أو أكثر (النعجة، المعز، الخنزيرة) ويزداد قطره بشكل ملحوظ. ونتيجة لتوفر كميات كبيرة من الإستروجين، يزداد تدفق الدم الواصل إلى القناة التناسلية، ويزداد نمو غدد الرحم، وعدد الأجسام المضادة، وتنخفض الناقلية الكهربائية في أنسجة القناة التناسلية، كما تستجيب النخامية الغدية لذلك بإفراز كميات كبيرة من الـ LH، ويصل إلى الـ FSH والـ LH إلى ذروتها قبل الإباضة وعلى الأغلب بعد مرور 12 ساعة من بداية فترة الشبق (الشكل 5-7). وتظهر، وبشكل واضح خلال هذه الفترة علامات الهياج الجنسي عند الأنثى مثل: قفزها على غيرها من الحيوانات، كما تسمح لحيوانات أخرى بالركوب عليها واستكانتها لها، وخوار عال بين الحين والآخر، وانخفاض الإنتاج من الحليب عند الأمهات، وتكون الأنثى الشبقية أيضاً عصبية المزاج وكثيرة الحركة وقليلة الشهية؛ بالإضافة إلى أنتفاخ الفتحة التناسلية وتوردها وخروج

الحال عند البقرة أو بعد نهايته مباشرة كما هو الحال عند المعز (أنظر الجدول 5-1). ويظهر أن الجريب أو الجريبات الناضجة، والمرشحة للإباضة تفرز مادة غير ستيروئيدية تمنع إفراز كميات أخرى من الـ FSH من النخامية الغدية؛ وبالتالي توقف نمو جريبات أخرى، هذه المادة غير الستيروئيدية تسمى Folliculostatin أو الـ Inhibin (الشكل 5-8). وتبدأ الجريبات المتوقفة عن النمو بالتدهور، والترقق؛ أي ينغلق تجويفها وغالباً ما تتلاشى. يختلف طول هذا الطور باختلاف الأنواع الحيوانية (أنظر الجدول 5-1).

ت- مرحلة ما بعد الشبق **Meta estrus stage**:

يتوقف خلال هذا الطور الشبق عن الأنثى، وتحدث الإباضة عند البقر، والمعز كما يحدث نزف دموي خلاله ويمكن ملاحظة دم متراكم تحت ذيل البقر بعد مرور أربعة أيام من نهاية الشبق. وهي مرحلة أنتقالية من حالة سيادة الإستروجين إلى سيادة البروجستيرون، حيث تتعرض الخلايا الحبيبية، وخلايا القراب الغائر إلى التغيير في وظيفتها وشكلها، وتكتسب صفة اللوتنة **luteinization** مشكلة غدة صماء إفرازية في المبيض تسمى الجسم الأصفر **Corpus Luteum (CL)** في مكان الجريب المبيضي الناضج المنفجر، وتبدأ الأعضاء التناسلية بالعودة تدريجياً إلى حالتها الأساسية من السكون وتصبح تحت تأثير هرمون البروجستيرون الذي يزداد إفرازه من الجسم الأصفر ويتوقف الرحم عن أنقباضاته العضلية ويستعد لاستقبال البيضة الملقحة حيث يلاحظ ازدياد نشاط غدده الإفرازية ونمو جدره كما ترفض الأنثى استقبال الذكر في نهاية هذه المرحلة.

ث- مرحلة الراحة **Diestrus stage**:

وهو طور الهدوء الجنسي والأطول في الدورة التناسلية، إذ تتوقف الأنثى عن خوارها، وتصبح حركتها هادئة، وطبيعية وتزداد سماكة ظهارية الرحم، وحجم الغدد الرحمية ويزداد نمو عضلات جدار الرحم، وتنتج كل التفاعلات إلى تأمين البيئة المناسبة للجنين. تكون كمية البروجستيرون المفزة من الجسم الأصفر واضحة منذ اليومين الرابع والخامس (الشكل 5-5)، ويتدهور في حال عدم حدوث حمل في الأيام 15، 16، 17 عند البقرة، والخنزيرة، والنعجة على التوالي، وفي حال حدوث الحمل، يستمر الجسم الأصفر طول فترة الحمل، وفي حالة اللاحمل يتجدد

ظهور الطور الأول - ما قبل الشبق - خلال مرحلة تدهور الجسم الأصفر مشيراً إلى بدء دورة شبق جديدة.

ج- السكون الجنسي Sexual anestrus:

وهي فترة هدوء جنسي طويلة تمتد بين دورتي شبق متتاليتين عند الحيوانات التي تتميز بظهور دورة تناسلية فصلية واحدة (الكلية)، أما بالنسبة إلى الحيوانات فصلية التناسل ومتعددة الإباضة أو الشبق (الغنم، والمعز، والأفراس) فيحدث عندها في نهاية الفصل التناسلي، لكن لا تلبث الأعضاء التناسلية أن تجدد نشاطها في الموسم التناسلي التالي وتُنظم دورات الشبق من جديد، أما في الحيوانات الزراعية الأخرى متعددة الشبق التي يظهر نشاطها التناسلي طول العام، مثل البقرة، فإن السكون التناسلي لا يظهر إلا في حالة الحمل، وخلال الرضاعة أو الحلابة، أو لأسباب غذائية، أو صحية، أو بيئية إجهادية. ويجب أن نفرق بين السكون التناسلي الطبيعي true anestrus الذي يعزى إلى عدم وجود مستويات كافية من الإثارات الهرمونية، وبين السكون التناسلي الظاهري apparent anestrus الناجم عن الفشل في كشف الشبق، أو الفشل في معرفة أن البقرة حامل. وفي هذه الحالة يجب تحسين مستوى التغذية، إبعاد المولود من أمام أمه، أو تحديد الأسباب المرضية.

2-1- دورة الشبق عند البقرة Estrus cycle of the cow:

يختلف موعد ظهور أول دورة شبق عند البكاكير باختلاف العروق ومعدلات نموها، تتأخر بشكل عام عروق اللحم لإظهار أول دورة شبق مقارنة مع عروق اللبن أو تظهر العروق الهجينة اللحمية أول دورة شبق قبل أن تظهرها بكاكير العروق الأصلية التي نشأت عنها. ونستطيع القول أن بكاكير العروق اللبنية تصل لسن البلوغ، وهي بعمر 10 - 12 شهراً إذا كان مستوى التغذية جيداً، أما عروق اللحم، فتصل سن البلوغ عند هذا المستوى الجيد من التغذية وهي بعمر 11-16 شهراً وبوضوح الشكل 5-9 التغيرات المورفولوجية والهرمونية التي تظهر عند البقر خلال دورة الشبق. وأن ما ينطبق على الأنثى، ينطبق على ذكور عروق اللحم واللبن من حيث موعد وصولها لسن البلوغ. (الجدول 5-2).

يصنف البعض البقر ضمن الحيوانات التي يمكن أن تتزوج طول العام Continuous Estrus، لأنها تمر بدورات شبق على مدار العام إذا لم يحدث حمل؛ لكن

توجد نزعة عندها لتتوالد في الربيع الذي قد يعزى إلى تداخل العوامل البيئية (التغذية، الإضاءة، الحرارة، الرطوبة...) التي بدورها تؤثر في نضج الجسم ونموه، وأيضاً في معدل الإخصاب الذي يكون عادة عالياً في بداية الصيف.

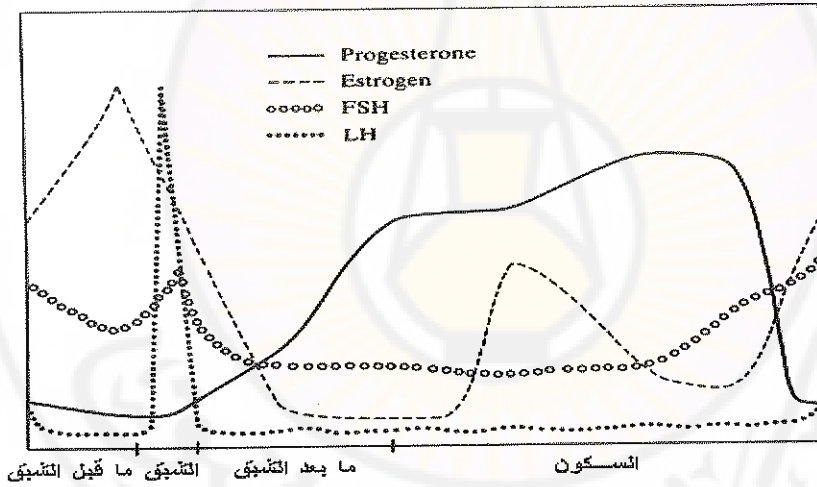
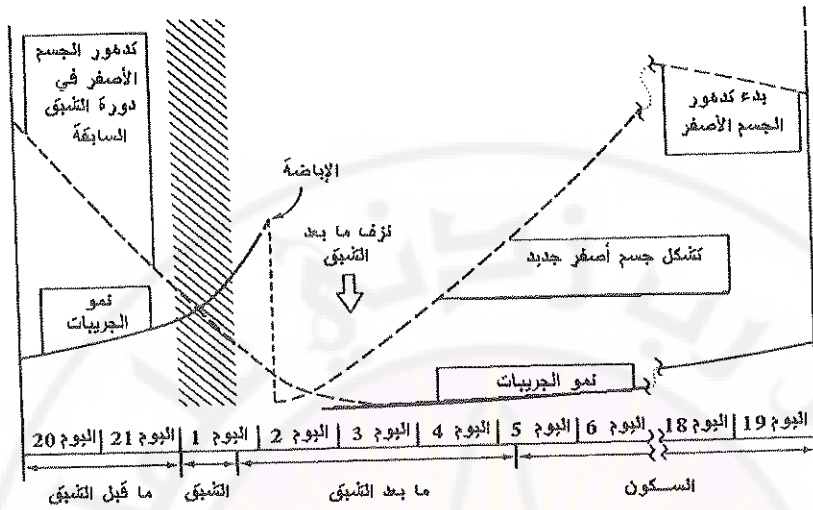
يبلغ طول دورة الشبق في البكاكير نحو 20 ± 2.3 يوماً ويكون أطول عند البقر الكبيرة (21 ± 3.7) يوماً، وتحدث الإباضة بعد نهاية الشبق بنحو 10-14 ساعة وتستطيع الببضة أن تبقى على قيد الحياة وهي نشطة لمدة 6-10 ساعات كما أن النطاف تبقى حية ونشطة ضمن القناة التناسلية للأنتى لمدة 24-48 ساعة.

وإذا ما أخذ بالاعتبار الوقت اللازم الذي يجب أن تقضيه النطاف ضمن القناة التناسلية الأنثوية من أجل إنهاء إجراءات الاستعداد Capacitation ونضجها الأخير أدركنا تماماً أن أفضل وقت لتلقيح البقر الشبق هو النصف الثاني من طور الشبق (الشكل 5-10). وهذا بالطبع ينطبق تماماً مع القاعدة العامة بأن تلقح البقر الصارفة صباحاً عند المساء وتلقيح البقر الصارفة مساءً عند الصباح. وتشير النتائج الدراسية إلى أن الملقح (حالة التلقيح الاصطناعي) يستطيع أن يحرض عملية الإباضة لتكون 4 ساعات أبكر، ويزيد معدل الإخصاب بمقدار 6% إذا قام بعملية تمسيد حقيقية لبظر البقرة بعد التلقيح.

الجدول 5-2: موعد البلوغ الجنسي وأنتاج النطاف والخصائص التناسلية في بعض عروق البقر.

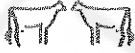
التيبان	ثيران عروق اللحم			ثيران عروق اللبن
	أنغس	الهرفورد	شاروليه	الهولشتاين
بدء بروز القضيب (أسبوعياً)	34	34	33	31
انفصال القضيب من الغمد (أسبوعياً)	38	38	37	35
أول عملية جمع للسائل المنوي	41	41	38	37
* البلوغ الجنسي (أسبوعياً)	45	45	41	39
الوقت المنقضي لأول نطفة (دقيقة)	13	13	-	1
وزن الخصية (غ)	726	646	773	725
الإنتاج اليومي من النطاف (بليون)	609	508	809	705

* يعرف البلوغ عندما تحوي القذفة 50 مليون نطفة وتكون 10% منها ذات حركة تقدمية.



الشكل 5-6. التغيرات المورفولوجية (في الأعلى) والهرمونية (في الأسفل) خلال دورة التبقي في البقر. (عن E.S.E Hafez، 1980).

متى تلتفح الأبقار

ما قبل الشبق	الشبق	تحرر البويضة	طول حياة البويضة	
6-10 hours	18 hours	10-14 hours	6-10 hours	3
				
تلقح مبكر جداً	ممكن التلقح	أفضل وقت للتلقح	ممكن التلقح	تلقح متأخر جداً

الشكل 5-10. أفضل وقت لتلقح البقر. (عن H.A. Herman، 1987).

2-2- دورة الشبق في الغنم والمعز Estrus Cycle of Sheep and Goats

تصنف كل من الغنم والمعز بأنها فصلية التناسل seasonal breeds حيث تظهر عدة دورات شبق خلال الفصل التناسلي المحدد (الخريف) ويشذ عن هذا الأمر قطعان كلا النوعين التي تعيش في المناطق الاستوائية equatorial regions التي تظهر أناتها دورات شبق طول العام، وتستطيع الغنم والمعز التي تعيش في المناطق القطبية أو المعتدلة أن تتكيف لتظهر نشاطاً تناسلياً طول العام عند نقلها إلى المناطق الاستوائية؛ ولهذا فإن الفترة الضوئية التي تتعرض لها هذه الحيوانات هي التي تحدد طول الشبق ووقته. ففي المناطق المعتدلة، مثل سورية، فإن كلاً من أنثى المعز وذكورها تظهر نشاطاً تناسلياً خلال فترة محددة من العام وهي الفترة التي يقصر فيها طول النهار (فصل الخريف)، كما أن النعاج تظهر السلوك نفسه، فتظهر شبياعاً متكرراً (في حال عدم حدوث الحمل) خلال فصل الخريف، أما الكباش فلها القدرة على إعطاء سائل منوي مخصب طول العام ولكن مواصفاته تتأثر بدرجة حرارة البيئة، وطول فترة الإضاءة. وقد وجد على أن أفضل مواصفات للسائل المنوي للكباش يكون خلال فصل الخريف. وقد أشارت بعض الدراسات إلى أن جز الصوف وتأمين الظل خلال

فصل الصيف أو تكيف مأوى للكباش خلال فصل الصيف يساعد كثيراً على الحصول على سائل منوي بمواصفات جيدة.

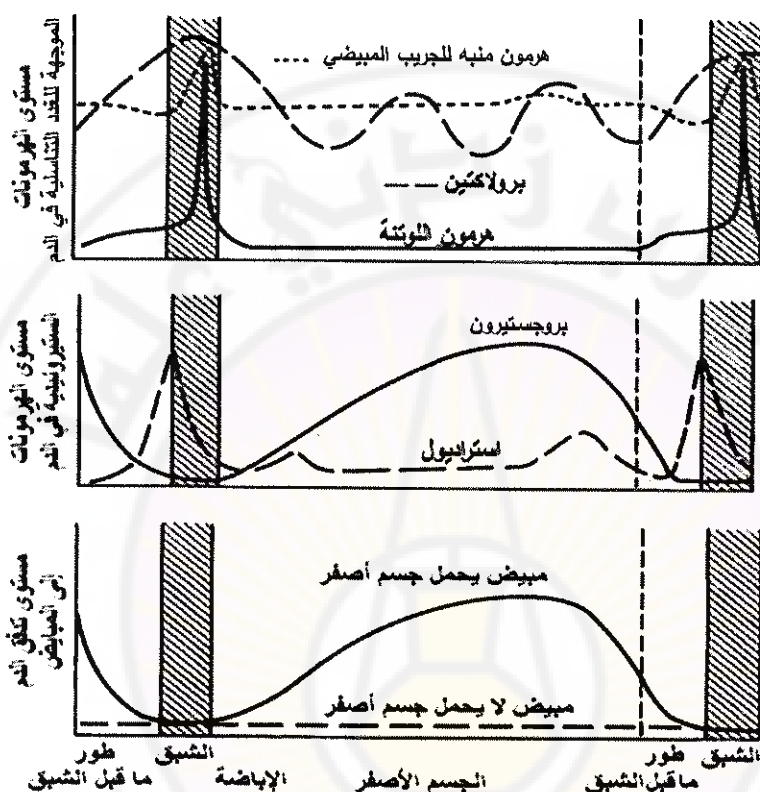
يبلغ طول دورة الشبق في الغنم نحو 14-19 يوماً بمتوسط قدره 17 يوماً، أما المعز فتكون دورة الشبق عندها أطول قليلاً (18-23 يوماً) وبمتوسط قدره 21 يوماً، وفترة الشبق تكون تقريباً 30 ساعة عند الغنم و35 ساعة عند المعز، وهي عند العروق الصوفية أطول منها عند العروق اللحمية وعند الأناث الصغيرة أقصر منها عند الحيوانات الكبيرة بالعمر. ويتميز قطعان الغنم التي تحوي ذكوراً طول العام بفترات شبق أقصر منه عند القطعان التي تتواجد فيها الذكور بصورة متقطعة أو وقتية. تحدث الإباضة بمعدل 1-3 بويضات في الغنم، و1-4 بويضات في المعز ويظهر عادة قرب نهاية فترة الشبق عند الغنم، وبعد نهاية الشبق بقليل عند المعز. وبالطبع تؤدي الظروف البيئية والوراثية دوراً كبيراً جداً في تحديد معدل الإباضة ووقتها.

ما زال التلقيح الطبيعي هو السائد عند الغنم والمعز في العالم، علماً أن استخدام السائل المنوي الطازج في التلقيح الصناعي لأعداد كثيرة من قطعان الغنم قد نجح وبشكل كبير، ولكن ما زالت نتائج استخدام التلقيح الصناعي باستخدام السائل المنوي المجمد غير مرضية، ويفضل تلقيح الأناث في منتصف فترة الشبق ولو أن بعضهم يميل لإجراء التلقيح عند الغنم بعد 11 ساعة من بدء الشبق. ويوضح الشكل 5-11 المستوى الهرموني في الدم عند الغنم خلال دورة الشبق.

2-3- دورة الشبق في الفرس: Estrus cycle of mare

تختلف ذكور الخيول عن أنثائها (الأفراس) بأنها تظهر نشاطات تناسلية، ورغبات جنسية طول العام، ولكن جودة السائل المنوي والقدرة الإخصابية تتأثر بالفصل التناسلي حيث تكون أفضل ما يمكن خلال الربيع، أما الأفراس فلا تظهر رغبات جنسية، ودورات شبق إلا في الفصل التناسلي الذي يطول فيه النهار (فصل الربيع، وأوائل الصيف) في المناطق المعتدلة. يصل الحصان إلى النضج الجنسي وهو بعمر سنتين علماً أنه يمكن أن ينتج سائلاً منوياً، وهو بعمر سنة. ويفضل عدم وضعه ضمن برنامج التلقيح حتى يصل لعمر 3-4 سنوات، أما الأفراس فتصل إلى البلوغ، وهي بعمر 15-18 شهراً، والنضج الجنسي يتأثر

عادة، مثل الغنم بتاريخ الميلاد فإذا حدثت الولادة في الربيع فيكون النضج الجنسي في ربيع السنة الثالثة أو صيفها أي بعد مرور (25-28) شهراً على تاريخ الولادة.



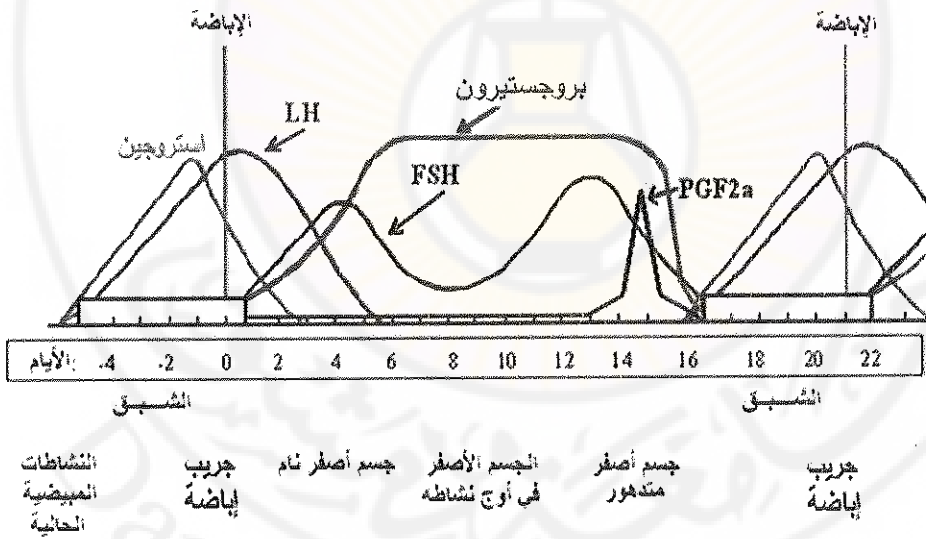
الشكل 5-11. المستوى الهرموني في دم الغنم خلال دورة الشبق.

(عن E.S.E. Hafez).

يتراوح طول دورة الشبق عند الفرس نحو 10-29 يوماً إلا أن معظم الملاحظات تشير إلى الأرقام الوسطية المقدرة بنحو 21-22 يوماً وطول فترة الشبق ما بين 2-11 يوماً، ووسطياً 5 أيام (الشكل 5-12)، ويكون طول فترة الشبق في الحيوانات الصغيرة أقصر منه في الكبيرة السن. ومن الأسباب التي تجعل طول فترة الشبق كبيراً عند الأفراس هو أن الجريبات المبيضية الناضجة يجب أن تهجر إلى مكان الإباضة الثابت على سطح المبيض.

عند الفرس، كما أن الجريبات النامية تستغرق وقتاً أطول لكي تنتضج بسبب قلة حساسيتها لهرمون الـ FSH مقارنة مع الجريبات الناضجة عند البقر والغنم، كما أن مستوى هرمون الـ LH أقل من الـ FSH وهذا ما يؤخر بدوره حدوث الإباضة.

يحدث عند الفرس أكثر من إباضة. تكون الإباضة الأولى القابلة للإخصاب عادة مرفقة بشبق، وغالباً ما تظهر خلال الأيام 3 و 4 أو الـ 5 من الشبق أو قبل نهاية الشبق بـ 24 - 28 ساعة، ولهذا فإن أفضل وقت للتلقيح هو خلال الشبق، وغالباً ما تلقح الأفراس كل 48 ساعة ابتداءً من اليوم الثاني للشبق. ويقل احتمال الإخصاب في اليوم الأخير للشبق وعادة يظهر الشبق عند الأفراس بعد مرور البويضة بالانقسام الاختزالي الأول. أما الإباضات الأخرى التي قد تحدث خلال طور الجسم الأصفر فتكون غير مرفقة بشبق، ولم يعرف ما إذا كانت البويضات المحررة خلال هذه الفترة قابلة للإخصاب أم لا. أن مشاهد التوائم عند الفرس تكون قليلة مثل البقر ولا تشكل أكثر من 0.3% وغالباً ما يموت أحد التوأمين. ويوضح الشكل 5-8 التغيرات الهرمونية المرفقة بالإباضة في الفرس.



الشكل 5-12. التغيرات الهرمونية التي تحدث خلال الدورة التناسلية في الفرس.

(عن O.J Gither, 1992).

3- الفترة الضوئية والتناسل الفصلي

أن الزيادة أو النقصان بالفترة الضوئية ترافقه تغيرات في النشاطات التناسلية عند بعض الأنواع الحيوانية، فمثلاً، لوحظ أن الغنم، والمعز تستجيب لفترة الضوء القصيرة (نقصان طول النهار - الخريف) فتستأنف نشاطاتها التناسلية التي كانت ساكنة طول أيام السنة ذات النهار الطويل (الشتاء - الربيع وأغلب الصيف) أما الخيول فهي على العكس تظهر نشاطاتها التناسلية ورغباتها الجنسية عندما يطول النهار (الربيع). وقد أشارت نتائج الدراسات إلى أنه خلال الفصل التناسلي (الخريف) عند الغنم والمعز و (الربيع) عند الخيول يرتفع مستوى هرمون الإباضة الـ LH في الدم وعزي سبب تدهور مستواه خلال فترة السكون أو عدم النشاط إلى وجود عامل مبيضي ذي تأثير مؤقت في منطقة معينة من الدماغ فيتحكم بإفراز الهرمون المحرر لهرمون الـ LH والمسمى LHRH. هذا العامل المبيضي عرف ليكون الإستروجين.

وكما أشير سابقاً (الفصل الأول) أن المركز الذروي لإفراز الـ GnRH (surge center) ومن خلال مايتضمنه من نواة الوطاء ما قبل البصرية preoptic nucleus، ونواة الوطاء فوق التصالب suprachiasmatic nucleus الموجودتين في منطقة ما قبل البصرية preoptic area، يكون مسؤولاً عن إفراز هرمون الـ GnRH الذي يتحكم بذروة كل من هرمون اللوتة luteinizing hormone (LH)، والهرمون المنبه للجريبات المبيضية follicle - stimulating hormone (FSH) السائدة قبل الإباضة. وأن المركز القاعدي tonic center ومن خلال نواتي البطين الأنسي ventral medial، والنواة المقوسة arcuate nucleus الواقعة في منطقة وطاء البطين الأنسي ventral medial hypothalamus يكون مسؤولاً عن فراز هرمون الـ GnRH المسؤول عن تحرر الـ LH والـ FSH بمستواهما القليل القاعدي Tonic أو Basic Level، وهو المستوى العادي الموجود في دم الذكر والأنثى. ووجد أن أنوية هذه المناطق تخضع في نشاطها لهرمون الإستروجين الذي له تأثير سلبي على أنوية منطقة البطين المتوسط في حين أنه يمتلك تأثيراً إيجابياً في أنوية المنطقة ما قبل البصرية، وهذا ما يمكن توضيحه في الشكل 5-13.

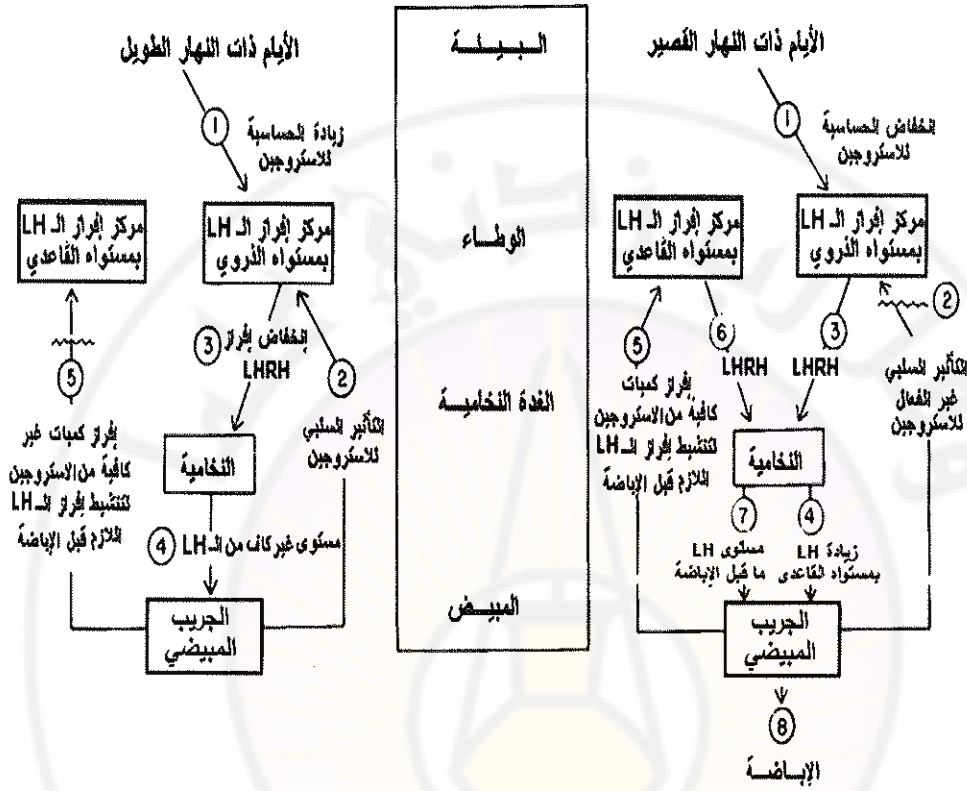
ولكن السؤال الذي طرح لاحقاً بما أن الغنم والخيول تستجيب لفترات مختلفة من الإضاءة، وأن الغدة الصنوبرية pineal gland، كغدة صماء هي المسؤولة الأولى عن

الاستجابة الضوئية؛ فما دورها في النشاطات التناسلية؟. فقد وجد أن الغدة الصنوبرية ومن خلال إفرازها اليومي لهرمون الميلاتونين melatonin تتوسط الاستجابة التناسلية للأغنام عندما يقصر طول النهار.

فقد وجد أن هناك تأثيراً سلبياً للإستروجين على منطقة الوطاء وبالتالي على مستوى هرمون الـ LH (الشكل 5-14). ويقل هذا التأثير السلبي أو ينعدم عندما تمر الغنم من النهار الطويل إلى النهار القصير (الصيف إلى الخريف)؛ ولهذا فإن الغنم تظهر نشاطات تناسلية ويحدث عندها إباضة. أن استئناف هذا النشاط يتوسطه هرمون الـ melatonin المفرز من الغدة الصنوبرية، إذ أن هذا الهرمون الصنوبري يمنع التأثير السلبي للإستروجين وذلك بتقليل حساسية منطقة الدماغ للإستروجين. أما عند الانتقال من الفصل التناسلي ذي النهار القصير إلى فصل السكون ذي النهار الطويل فإن كمية الـ melatonin المفرزة تكون قليلة وغير كافية لتقليل حساسية المناطق المخصصة من الدماغ إلى الإستروجين ولهذا لا تظهر نشاطات تناسلية خلال الأيام ذات النهار الطويل.

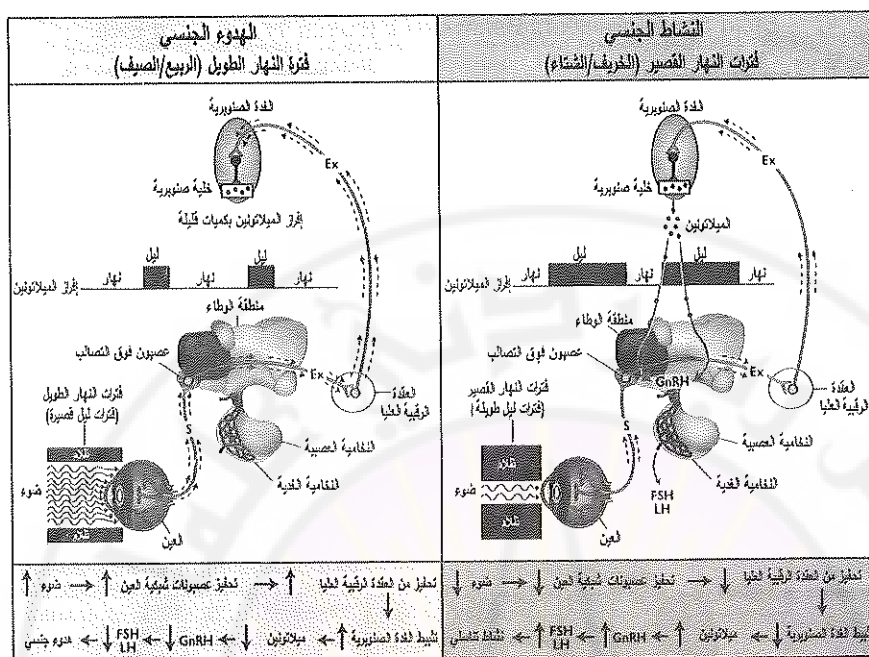
الفصل التناسلي

الفصل غير التناسلي



الشكل 5-13. تأثير الإضاءة في النشاط التناسلي في الغنم.

(عن E.S.E. Hafez, 1980).



الشكل 5-14: دور الغدة الصنوبرية في التوسط في النشاط التناسلي في الغنم والمعز
(عن P.L. Senger, 2003).

4- الإباضة Ovulation: وهي عملية معقدة تتطلب تدهم وأنفجار جدر الجريب المبيضي المرشح للانفجار وخروج البويضة الناضجة مرفقة بجزء من الجسم الركامي. وقد تحدث عدة نظريات عن آلية عملية الإباضة ؛ وكنتيجة يمكن استخلاصها، أنه لا يوجد عامل واحد يسبب الإباضة، بل تتضافر آثار عوامل هرمونية، وعصبية، وعضلية، وأنزيمية، ودموية لتسهم معاً بعملية الانفجار. ونتحدث فيما يلي عن الأحداث الخلوية التي تسبق الإباضة، ونشير إلى أهمية الدور الهرمونات وتغيراتها النسبية التي تسهم في الإباضة.

4-1- الأحداث الخلوية التي تسبق الإباضة Preovulation-cellular events:

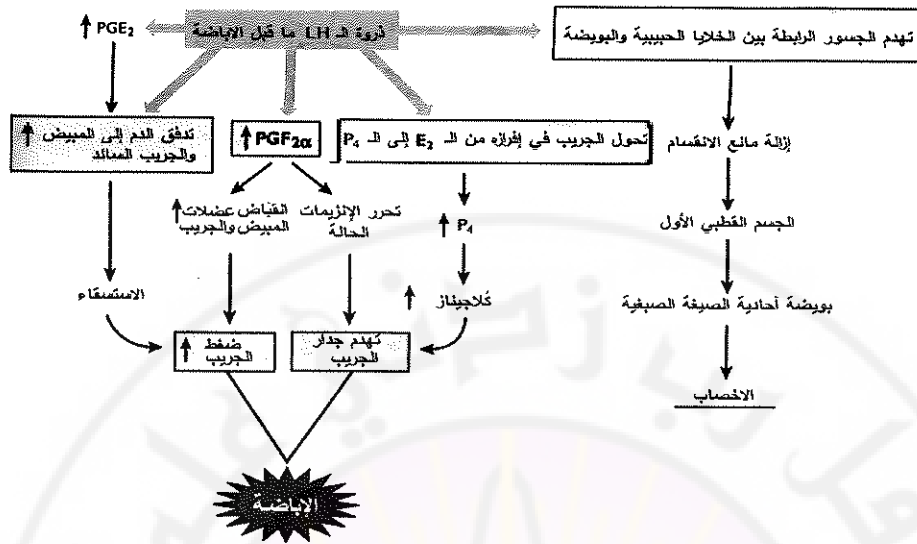
- يطرأ على الجريب المبيضي الناضج المعد للأنفجار عدة أحداث خلوية وتغيرات مورفولوجية مهمة تسبق عملية الإباضة ويمكن تلخيصها في الآتي:
- تفقد الخلايا الحبيبية granulosa cells خاصية الارتباط بين بعضها كلما تقدم الجريب بنضجه، ولوحظ أن السبب يعود لتهدم الجسور المعلقة cap-junction التي تربط الخلايا بعضها ببعض.
 - تبدأ البويضة بالتححرر من أغلب خلايا الجسم الركامي المستندة إليه، وتصبح حرة ضمن تجويف الجريب المبيضي، كما تستأنف البويضة أنقسامها الاختزالي الأول بعد أن توقفت عنه في مرحلة راحة البويضة (dictate stage) خلال المرحلة الجنينية، وذلك بعد نحو 3 ساعات من وصول الهرمونات الموجهة للغدد التناسلية gonadotropins إلى ذروتها.
 - تكتسب الخلايا الحبيبية بعض الصفات الخاصة باللوتة، مثل: الزيادة في عدد النقاط أو الحبيبات الدهنية في السيتوبلازم.
 - يتهدم الغشاء القاعدي وتنتشر الأوعية الدموية ضمن الخلايا الحبيبية وفق ظاهرة تكون الأوعية الدموية angiogenesis وذلك تمهيداً لتحول الخلايا الحبيبية إلى خلايا الجسم الأصفر الذي سيتشكل في مكان حدوث الإباضة .
 - يظهر بروز وعائي على سطح قمة الجريب المبيضية الناضجة تحتها وذلك في الجهة المقابلة للجسم الركامي (ما عدا الفرس) كنقطة علامة لمكان حدوث الانفجار .
 - تنفك الروابط بين خلايا القراب والخلايا المحيطة بها نتيجة لفعل الأنزيمات الحالة للبروتين proteolysis، كما يزداد قطر الجريب المرشحة للأنفجار وتصبح جدره أكثر توتراً، ومرونة؛ وبالتالي يصبح تأثير الضغط الداخلي ضمن الجريب أكثر فاعلية في الجدران الداخلية.

4-2- التغيرات النسبية للهرمونات المرافقة خلال عملية الإباضة:

تحدث تغيرات كبيرة في العلاقة النسبية بين الهرمونات المسهمة في عملية الإباضة قبل الإباضة (الشكل 5-15). وعُد وصول هرمون الـ LH إلى ذروته الخطوة الأولى في تنشيط سلسلة من الأحداث الكيماوية الحيوية التي تقود للإباضة. فمع ازدياد مستوى الـ LH

قبل الإباضة لوحظ ازدياد تدفق الدم على المستوى النسيجي، وفي منطقة الجريب المرشح للإباضة، وأنخفاض بكمية الإستروجين (E_2)، وطلبعته التستوستيرون في السائل الجريبي، وتزايد في كمية البروجسترون من خلايا القراب الغائر بعد مرور نحو 16 ساعة على إفراز الـ LH.

يستجيب الجريب المرشح للأنفجار لهذا المستوى العالي من الـ LH؛ وذلك بإفراز مواد غير ستيرويدية تدعى البروستاغلاندينات Prostaglandins؛ وبخاصة النوع PGF_2 ، والنوع PGE_2 ، فقد وجد على أنه نتيجة لارتباط الـ LH لمستقبلاته على سطح خلايا القراب الغائر والخلايا الحبيبية فإنه يتم تكون كميات كبيرة من الـ $cAMP$ الذي يعمل على تحويل cyclic adenosine monophosphate الذي يختصر لـ $cAMP$ ، الذي يعمل على تحويل حمض الأراكيدونيك arachidonic acid إلى البروستاغلاندينات وذلك عن طريق تنشيطه للأنزيم cyclooxygenase الذي يتوسط عملية تحول الأراكيدونيك إلى بروستاغلاندينات. كما وجد أيضاً أن الـ PGE_2 يصنع عند كل من الخلايا الحبيبية، والقراب الغائر، بينما الـ PGF_2 يصنع فقط من خلايا الطوق الداخلي. وأشارت نتائج الدراسات أن عملية تكون البروستاغلاندينات تظهر بعد 8 ساعات من قمة إفراز الـ LH عند الغنم، وبعد 16 ساعة من هذه الذروة (موعد إفراز البروجسترون) لوحظ انخفاض بكمية الـ PGF_2 استمرت على نفسها، وقد نسب هذا التغير إلى تأثير هرمون البروجسترون الذي عمل على زيادة تحول الـ PGH_2 إلى PGF_2 ومنع تحوله إلى الـ PGE_2 مما زاد من العلاقة النسبية بين الـ PGF_2 والـ PGE_2 (الشكل 5-15).



الشكل 5-15. الأحداث المبيضية التي تسببها ذروة الـ LH قبل الإباضة.
(عن P.L. Senger، 2003).

ويبين فيما يلي دور الهرمونات في عملية الإباضة:

1- دور الـ LH:

- يزيد من تدفق تيار الدم عبر المنطقة الوعائية للجريب المبيضي.
- ينشط عملية استئناف الأنقسام الاختزالي الأول عند البضة.
- يزيد من إفراز الـ cAMP عند كل من الخلايا القاربية والحبيبية.
- ينشط تحول البلازمينوجين إلى البلازمين.

2- دور البروجسترون:

- يزيد إفراز الـ $PGF-2_\alpha$ ، ويكبح تحول الـ PGH_2 فيزيد العلاقة النسبية $PGF-2_\alpha / PGE_2$.
- يزيد من إمكان توسع جدار الجريب المبيضية وتمدها.
- ينشط أنزيم تحلل الكولاجين.

3- دور الـ PGE_2 :

ينتج من خلايا القاربية والخلايا الحبيبية.

- يوسع قطر الشرايين الدموية، فيزيد من تورد الدم للجريب.
- يمكن أن يكون هناك تعاون إيجابي بينه وبين الـ cAMP، فيزيد كل منهما من إفراز الآخر.
- ينشط عملية تدهم الروابط بين الخلايا الحبيبية.
- ينشط تحول البلازمينوجين إلى البلازمين.
- 4- دور الـ $PGF-2\alpha$: يفرز فقط من الخلايا القرابية.
- يزيد من عمليات تقلص العضلات الناعمة المنتشرة في جدر طبقة الطوق.
- يقلل من تورد الدم إلى الجريب لأنه يزيد من أنغلاق جدر الأوعية الدموية.
- ينشط الـ Collaginase فيزيد من عملية تحلل الكولاجين.
- يزيد من انفجار الحوصلات الخلوية الحاوية لأنزيمات الحالة.

5- تشكل الجسم الأصفر Formation of Corpus Luteum

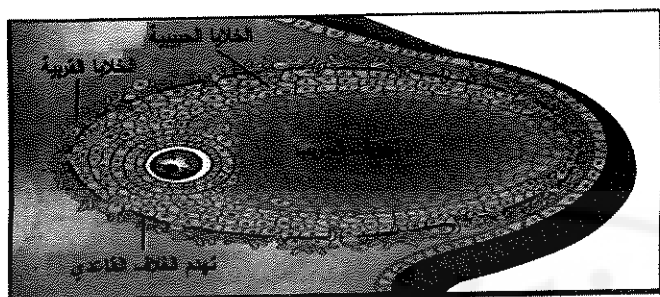
تعد عملية تشكل الجسم الأصفر خطوة مستمرة من خطوات تكون الجريبات المبيضية بسبب أن خلايا الجريبات المبيضية (الحبيبية، والطوق الباطني) المتبقية في مكان الانفجار سوف تكون طليعة لخلايا الجسم الأصفر الذي سوف يتكون لاحقاً.

يمتلئ مكان الانفجار (التجويف) بعد حدوث الإباضة بالدم، واللف مكوناً ما يسمى الجسم النزفي corpus hemorrhagic الذي لا تطول حياته أكثر من 2-3 أيام عند أغلب الحيوانات الزراعية، ويخترق منطقة الانفجار الجريبي عدد كبير من الأوعية الدموية المحملة بالمواد الغذائية، والهرمونات اللازمة لنمو كل من الخلايا الحبيبية وخلايا الطوق، وتكاثرها، تتكاثر هذه الخلايا بسرعة حتى تملأ فراغ الجيب المتفجر ويصل حجم الجسم الناتج إلى حجم مقارب للجريب الذي نتج مكانه.

تتعرض خلايا هذا الجسم المتشكل إلى بعض التغيرات الشكلية، وتكتسب في النهاية صفة اللوتنة، ويمتلئ بصبغة صفراء تدعى lutein (حالة البقرة، والفرس) ويدعى عندئذ الجسم المتشكل بالجسم الأصفر corpus luteum الذي يختصر إلى (CL). أما هذه الصبغة، فهي غير موجودة في الأجسام الصفراء للخنزيرة والنعجة مما يعطيها اللون الأحمر اللحمي.

ومن أهم التغيرات الشكلية (الشكل 5-16) التي تتعرض لها خلايا الجسم الأصفر لاكتساب صفة اللوتنة ما يلي:

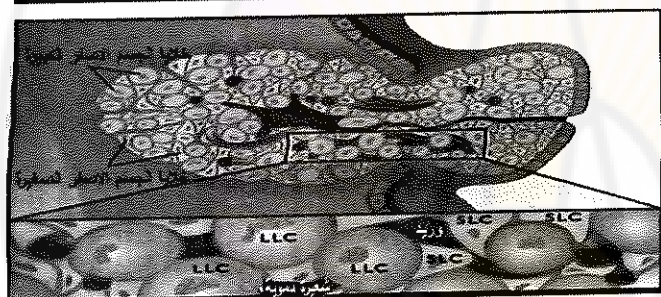
- 1- التضخم الخلوي في الخلايا الحبيبية hypertrophy وفرط التنسج hyperplasia في خلايا القراب الغائر حيث أن هذه الأحداث من التكاثر الخلوي والزيادة العددية توجد بعد الإباضة عند الحيوانات الزراعية، ولكن قبل الإباضة عند الإنسان.
 - 2- ازدياد عدد الشبكة الأندوبلازمية الناعمة ضمن كل خلية من خلايا الجسم الأصفر.
 - 3- غنى هذه الخلايا الكبير في القطرات الليبيدية.
 - 4- درجة غزو الأوعية الدموية لمنطقة تشكل الجسم الأصفر
- وتبين حديثاً أن نوعي الخلايا الموجودة في الجسم الأصفر تكون متميزة، ومتباينة من الناحية المورفولوجية والحيوية، فالخلايا التي اشتقت من الخلايا الحبيبية تكون كبيرة الحجم، وأعدادها قليلة، وذات شكل بيضوي، ونواة دائرية، والسيتوبلازم غنية بالمواد البروتينية، في حين أن الخلايا صغيرة الحجم تشتق من خلايا القراب الغائر theca interna تكون أعدادها كبيرة، وشكلها نجمي، ونواتها مطبقة، والسيتوبلازم غنية بالمواد الدهنية. كما يوجد على سطح كل خلية من أنواع هذه الخلايا مستقبلات خاصة لهرمون الـ LH، والبروستوغلاندينات ولكن بكميات متباينة كثيراً. حيث تحوي الخلايا كبيرة الحجم أعداداً كبيرة من مستقبلات البروستاغلاندين (PGE_2 و $PGF-2_\alpha$)، ولكن كميات قليلة من المستقبلات الخاصة لهرمون الـ LH. أما الخلايا صغيرة الحجم فهي غنية بمستقبلات الـ LH وفقيرة جداً بمستقبلات البروستاغلاندينات. على أي حال، أن التعاون الوظيفي الذي ذكرناه سابقاً الذي كان بينهما قبل حدوث الإباضة امتد إلى ما بعد الإباضة لكنه أخذ طابعاً آخر، حيث عدّ التعاون بينهما مسؤولاً عن تكون الجسم الأصفر ومسؤولاً عن تدهوره في حال عدم حدوث حمل.



جريب ما قبل الإباضة



الجسم النشيط



جسم أصفر نشط

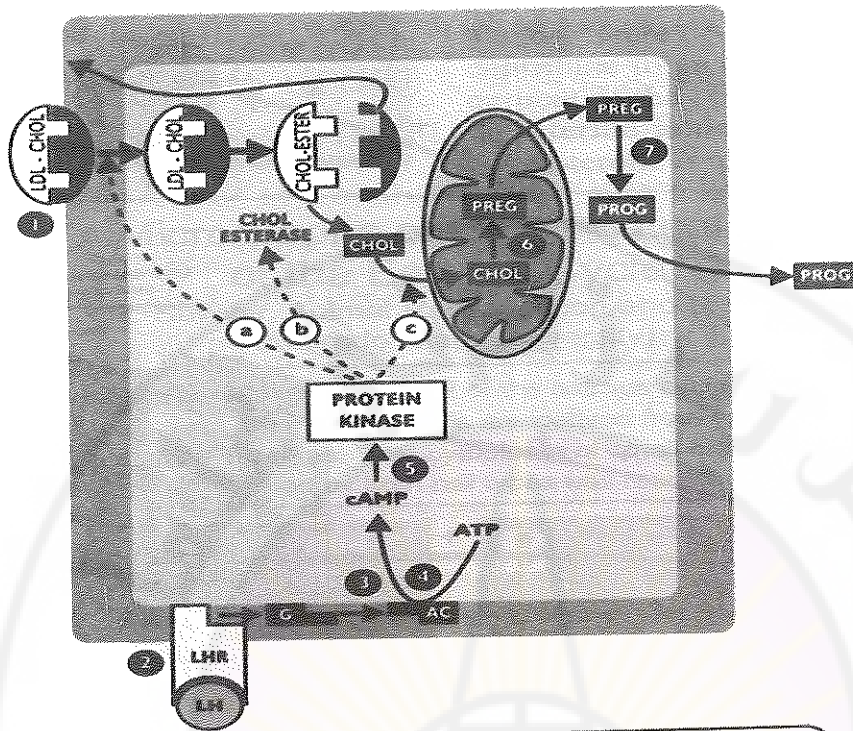
LLC : خلايا الجسم الأصفر الكبيرة

SLC : خلايا الجسم الأصفر الصغيرة

الشكل 5-16. تشكل الجسم الأصفر. (عن P.L. Senger, 2003).

ويتضح تعاونهما في مرحلة تكون الجسم الأصفر luteotropic process من خلال إفرازهما هرمون البروجسترون الذي يتطلب تصنيعه وجود مستوى قاعدي من الـ LH والكوليستيرول، ويوضح الشكل 5-17 مراحل تصنيع البروجسترون في خلايا الجسم الأصفر.

- ينقل الدم الكوليستيرول بصورته المؤسّرة مرتبطاً بجزيء بروتين دهني منخفض الكثافة LDL low density lipoprotein إلى كلا النوعين من خلايا الجسم الأصفر. وترتبط جزيئات الكوليستيرول والـ LDL إلى مستقبلات موجودة على سطح خلايا الجسم الأصفر مكونة معقداً يعبر إلى سيتوبلازم خلايا الجسم الأصفر، ثم يتحرر الكوليستيرول بصورته المؤسّرة من المعقد، ويُعيد المستقبل دورته ليرتبط لجزيء آخر من الكوليستيرول والـ LDL (الخطوة 1 في الشكل 5-17).
- يرتبط أيضاً الـ LH إلى مستقبلاته الموجودة على سطح خلايا الجسم الأصفر مكوناً معقداً (الخطوة 2 في الشكل 5-17).
- ينشط المعقد الأخير بروتين جداري يسمى G-protein، الذي ينشط بدوره أنزيم مرتبط إلى الجدار الداخلي لخلايا الجسم الأصفر يسمى Adyate cyclase (AC) (الخطوة 3 في الشكل 5-17).
- ينشط AC تحول الـ ATP إلى cAMP، الذي يعد بمثابة الموصل الثاني (الخطوة 4 في الشكل 5-17).
- ينشط cAMP سلسلة من أنزيمات شلالية protein enzymes (الخطوة 5 في الشكل 5-17). إذ ينشط الأنزيم الأول (a) فك معقد الكوليستيرول المؤسّتر والـ LDL مع المستقبل وتحرر الأخير وإعادة دورته. وينشط الأنزيم الثاني (b) تحرر لكوليستيرول من الإستر، وينشط الأنزيم الثالث (c) دخول الكوليستيرول إلى المتقدرات الخلوية (الميتوكوندريا) في خلايا الجسم الأصفر.
- تحول الأنزيمات الموجودة في المتقدرات جزيء البروجستيرون إلى برغنينولون (الخطوة 6 في الشكل 5-17).
- يغادر البرغنينولون المتقدرات الخلوية ويتحول بفعل أنزيم في السيتوبلازم إلى البروجيسرون الذي يغادر خلايا الجسم الأصفر إلى الدورة الدموية، فتنقله إلى الأنسجة المستهدفة (الخطوة 7 في الشكل 5-17).



CHOL : كوليسترول PREG : برغينولون PROG : بروجسترون LH : هرمون اللوتنة
 CHOL-ESTER : الكوليسترول المؤستر LDL : بروتين دهني منخفض الكثافة
 G-PROTEIN : بروتين G LHR : مستقبل هرمون LH AC : أنزيم أدينيليت سايكليز
 cAMP : أدنوزين أحادي الفسفات الحلقي ATP : أدنوزين ثلاثي الفسفات

الشكل 5-17. آلية تصنيع البروجسترون في خلايا الجسم الأصفر.

(عن P.L. Senger, 2003).

ويكون للبروجسترون دور مهم كعامل مثبط في تحرير GnRH من كل من المركز الذروي والقاعدي في الوطاء، وتحرير الـ LH بمستواه الذروي، وتثبيط النشاط الانقباضي لعضلات جدار الرحم، ولكنه وفي المقابل ينشط إفراز الغدد المخاطية في بطانة جدار الرحم، كما ينشط تطور السناخ في الغدد الثديية (الشكل 5-18).

أما عن علاقتهما التعاونية خلال مرحلة تدهور الجسم الأصفر luteolysis، فيتم من خلال تكون هرمون الأوكسيتوسين oxytocin في خلايا الجسم الأصفر المشتقة من

(عن P.L. Senger، 2003).

135

الجسم الأصفر. ولهذا يُعدُّ البعضُ الرحمَ بمثابة غدة صماء يفرز منه الـ $PGF-2_\alpha$ المُهدم للجسم الأصفر، كما أن سلامة بطانة الرحم تعدُّ ضروريةً في تحديد طول حياة الجسم الأصفر لدى الكثير من الثدييات.

أما عند حدوث الحمل فأن حياة الجسم الأصفر تكون طويلة ودور الـ $PGF-2_\alpha$ الحال للجسم الأصفر يكون مدحضا" عن طريق الإفرازات الجنينية التي تختلف باختلاف الأنواع الحيوانية، فهي هرمون موجهة الغدد التناسلية المشيمائية البشرية human chorion gonadotropin (الذي يختصر إلى hCG) عند الأنسان الذي يفرز منذ اليوم السادس للحمل والإستروجين عند الخنازير (في اليوم الحادي عشر)، والبروتين الجنيني رقم 1 عند البقر والغنم (الأيام 16 و 14 على التوالي)، والإستروجين مع البروتين الجنيني عند الأفراس (اليوم 21 من الحمل).

ولهذا يمكن القول: أن مصير الجسم الأصفر يتوقف على حدوث الإخصاب. ففي حال حدوث إخصاب يستمر الجسم الأصفر في نشاطه، وإفراز هرمون البروجستيرون الذي يعمل على تهدئة الجهاز التناسلي، وصيانة الحمل، ومنع حدوث إباضة أخرى (ماعدا حالة الفرس) وفي حال عدم حدوث الإخصاب فإنه يضمحل تدريجياً مما يسمح بنضوج جريبات مبيضية جديدة وينتهي به المطاف إلى التحول إلى ندبة صغيرة على المبيض تدعى بالجسم الأبيض corpus albicans. هذا، وكما أشرنا سابقاً في الجدول 6-1 إلى أن الجسم الأصفر يبلغ حجمه الأقصى بعد نحو 10 أيام من الإباضة عند البقر بعد 7-9 أيام عند الغنم وبعد 14 يوماً عند الفرس، والخنزيرة. وأنه يبدأ في الاضمحلال بعد اليوم الرابع عشر عند البقر، وبعد مرور الأيام 12، 13، 17 عند النعجة، والخنزيرة، والفرس، على التوالي (إذا لم يحدث الحمل)، ويكون ذلك سريعاً بحيث ينقص حجمه إلى النصف خلال 36 ساعة. ومما يجدر ذكره هنا أن الجسم الأصفر لا يمكن صناعياً تدهوره عند إعطاء $PGF-2_\alpha$ في الأيام الخمسة. والسبب كما ذكرنا سابقاً أن خلايا الجسم الأصفر السائدة بعدها في ذلك الوقت هي الخلايا التي نشأت من القراب الغائر التي تفتقر عادة إلى المستقبلات الخاصة بهذا النوع من البروستاغلاندين $PGF-2_\alpha$ لهذا ينصح بإعطاء جرعتين من الـ $PGF-2_\alpha$ من أجل تزامن الشبق والقضاء على الجسم الأصفر وذلك بفارق 9-11 يوماً عند البقر أو تعطى جرعة واحدة لكن بعد مرور الأيام الخمسة الأولى على الجسم الأصفر.

الفصل السادس

التلقيح والإخصاب في الحيوانات الزراعية

Breeding and fertilization in farm animals

تلقيح أنثى الحيوانات الزراعية إما طبيعياً (breeding) (mating) بوساطة الذكر من النوع نفسه، أو صناعياً insemination بوساطة سائل منوي سبق وتمّ جمعه صناعياً ثم أودع في جسم الأنثى بوساطة أدوات تلقيح خاصة. على أية حال، بغض النظر عن طريقة التلقيح، يبقى الهدف واحداً وهو إيصال السائل المنوي إلى الجهاز التناسلي الأنثوي.

1- تلقيح الحيوانات الزراعية:

يُودع السائل المنوي عادة عند التلقيح الطبيعي بنهاية المهبل في البقر والغنم والمعز، أو في عنق الرحم عند الفرس والخزيرة والناقة، وفي حال التلقيح الصناعي يجب أن يودع السائل المنوي في الرحم (العنق، الجسم، أو القرن، أو في مكان الإخصاب وفقاً للنوع الحيواني وطريقة التلقيح). ويجب أن تنتقل النطاف من مكان الإيداع إلى مكان الإخصاب، وبدونها لا يحدث الإخصاب وتفشل العملية التناسلية كلياً. وتتصف هذه العملية بأنها ديناميكية وسريعة ومنظمة وفعالة وموجهة حيث تشارك فيها التركيبات التشريحية للقناة التناسلية الأنثوية ومفرزاتها، بالإضافة إلى بعض مكونات البلازما المنوية، وحركة النطاف. ويجب أن نعلم أنه ليس كل النطاف المودعة، وعددها بالبلايين (التلقيح الطبيعي)، أو الملايين (التلقيح الصناعي) تصل إلى مكان الإخصاب، بل فقط آلاف وأحياناً مئات منها تصل وبالنتيجة نطفة واحدة تقوم بالإخصاب. وبعد إيداع النطاف في قناة الأنثى، فإن قسماً منها يرتد لينتقل خارج القناة التناسلية، وقسماً آخر يتعرض لعملية البلعمة من قبل كريات الدم البيضاء، وينتقل المتبقي منها عبر عنق الرحم، ومن ثم جسم الرحم وقرن الرحم ليصل أخيراً إلى قناة المبيض (الشكل 6-1).



الشكل 6-1. أحداث رئيسة تلي إيداع السائل المنوي في القناة التناسلية الأنثوية.
(عن P.L. Senger, 2003).

وعادة يقذف الحصان السائل المنوي على شكل دفعات jets عددها 7-8، تكون الـ 3-4 الدفعات الأولى قوية وغنية بالنطاف (80% من النطاف)، في حين تكون الأخيرة منها ضعيفة وقليلة النطاف، وتكون البلازما المنوية في القذفة الأخيرة لزجة لتفيد في الإقلال من عدد النطاف المترجعة والمفقودة من القناة التناسلية للفرس. وتعتمد كمية السائل المنوي المفقود من الفتحة التناسلية للأنتى على القوام الفيزيائي للقذفة ومكان إيداع السائل المنوي،

وعادة يحوي السائل المنوي في القوارض على بروتينات تخثر تشكل سدادة مهبلية تمنع خروج السائل المنوي من القناة التناسلية، أما الحيوانات الزراعية تفقر لمثل تلك البروتينات. ويجب أن نشير إلى أن قسماً من النطاف سواء الحية أو الميتة تلتهمها كريات الدم البيضاء التي وخلال طور الشبق من الدورة التناسلية (6-12 ساعة من التلقيح) تهاجر إلى لمعة القناة التناسلية وخاصة العدلات منها neutrophils لتهاجم الكائنات الحية الدقيقة التي يمكن أن توجد فتقلل من حالات الالتهاب، إضافة إلى التهامها لبعض النطاف كونها أجساماً غريبة في جسم الأنثى.

ولهذا يفضل في حال التلقيح الصناعي أن يودع السائل المنوي في جسم الرحم وليس في المهبل أو في عنق الرحم لأن 60% من النطاف تتراجع وتفقد خارج القناة التناسلية خلال 8-12 ساعة بعد التلقيح في حال إيداعها وسط عنق الرحم، وأنه لافرق في عدد النطاف المفقودة خارج الفتحة التناسلية الأنثوية عند إيداعها في جسم الرحم أو في قرن الرحم (الشكل 6-2)، كما أن إيداع النطاف في أحد قرني الرحم يسمح بإعادة توزيعها عبر قرني الرحم وليس في قرن واحد.

1-1-1- أُنْتِقَالُ النطاف Spermatzoal transport:

1-1-1-1. مرحلة الأُنْتِقَالِ السريع Rapid sperm transport phase:

تستغرق هذه المرحلة نحو 2-10 دقائق عند البقر ونصف ساعة عند الخنازير (الجدول 6-1)؛ إذ تنتقل النطاف بوساطة الانقباضات العضلية المتولدة أثناء التزاوج إلى مكان الإخصاب. يكون عدد النطاف في هذه المرحلة قليلاً ولم يعرف ما إذا كانت هذه النطاف تشارك بعملية الإخصاب أم لا. لكن لكي يحدث الإخصاب لا بد أن تمكث النطاف فترة معينة في القناة التناسلية الأنثوية تكتسب خلالها نضجها النهائي قبل أن تصل إلى مكان الإخصاب.

1-1-1-2. مرحلة الأُنْتِقَالِ البطيء (المسأند) Sustained sperm transport phase:

تشكل المرحلة الأهم في أُنْتِقَالِ النطاف، إذ تنتقل النطاف على شكل تيار رقيق مستمر ومتجانس ومنظم باتجاه منطقة الإخصاب. 137 يشكل فيها عنق الرحم الحاجز الأول

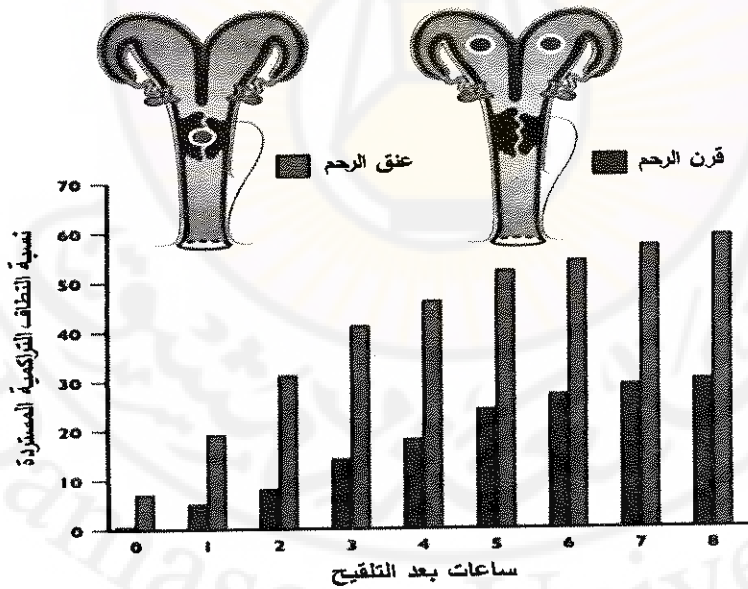
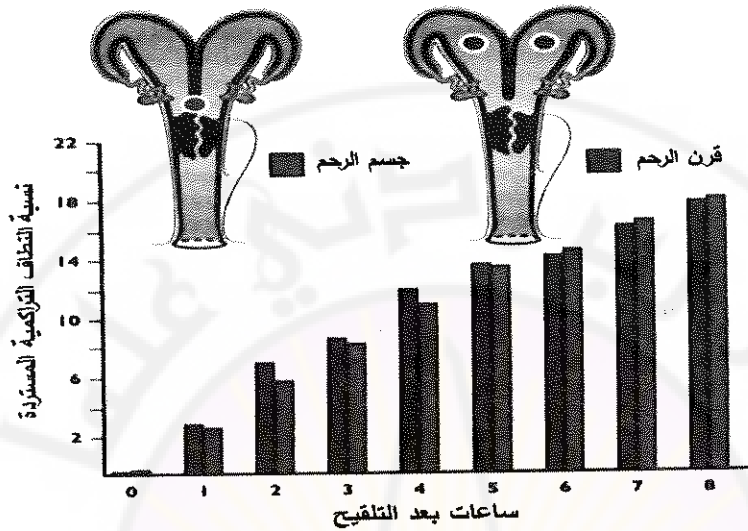
الذي يعترض مرور النطاف في حال إيداعها في منطقة المهبل. وتبين أن عنق الرحم في البقر يفرز خلال طور الشبق نوعين من المواد المخاطية: أحدهما يكون قليل اللزوجة يسمى المخاطين قليل اللزوجة sialomucin الذي يفرز من الجزء القاعدي من ظهارية طيات folds أو سراديب crypts عنق الرحم، ويكون النوع الثاني عالي اللزوجة يسمى المخاطين عالي اللزوجة sulfomucin الذي يفرز من خلايا الجزء القمي من ظهارية طيات عنق الرحم، ما يساعد في خلق بيئتين داخل عنق الرحم، إحداهما قليلة اللزوجة (ذات بنية مائعة)، والثانية عالية اللزوجة وسميكة، فالنطاف التي تواجه البيئة الأولى تطرح خارج القناة التناسلية، في حين أن النطاف التي تواجه المواد المخاطية السميكة (البيئة الثانية) تسبح عبرها وتنتقل تصاعدياً في القناة التناسلية الأنثوية (الشكل 6-3)، وتسمى هذه البيئة بالمرمر الموسر أو الثري privileged pathway لأنتقال النطاف.

تتابع النطاف الحية طريقها إلى الرحم وهناك يعترضها الحاجز الثاني المتمثل بغدد بطانة الرحم ومن ثم تتجمع في منطقة الاتصال الواقعة بين الرحم وقناة المبيض uterotubal junction. وتشكل منطقة البرزخ isthmus الواقعة في الثلث السفلي من قناة المبيض المحطة الثالثة والمستعمرة الأخيرة لهذه النطاف، ثم تتحرر النطاف بصورة تدريجية تجاه منطقة الإخصاب. ووجد أن الوقت الذي تستغرقه النطاف لتصل مكان التجمع الأخير يختلف من نوع حيواني لآخر ويرواح من دقائق إلى عدة ساعات (الجدول 6-1).

1-3-1. مرحلة التحرر والانتقال البطيء Slow release phase:

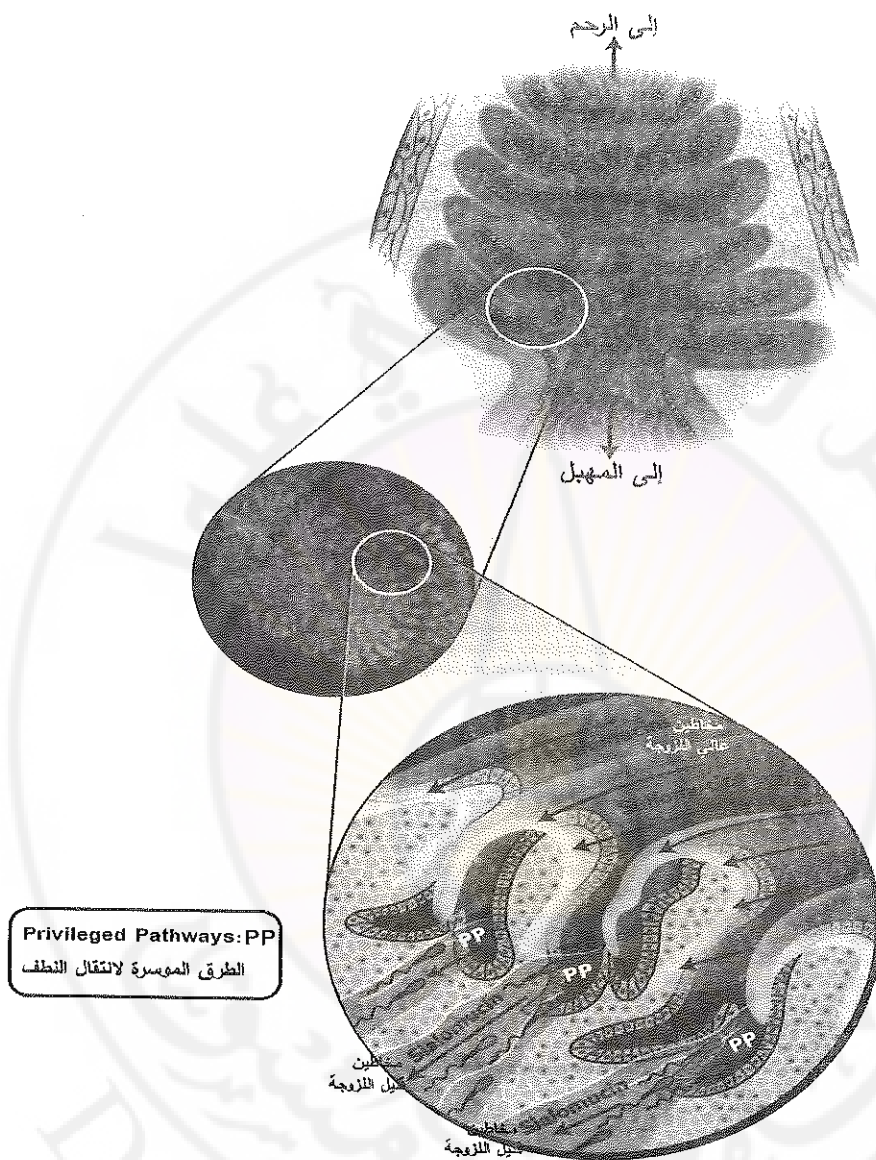
تبدأ النطاف رحلتها الأخيرة تجاه منطقة الإخصاب فتتحرر بصورة تدريجية من منطقة البرزخ أسفل قناة المبيض. ووجد أن استعمار النطاف لهذه المنطقة ومكوئها فيها لمدة 36 ساعة قد ساعد على زيادة الإخصاب عند الخنازير، كما لوحظ أن النطاف المتحررة من منطقة البرزخ تكون عالية النشاط عند البقر والغنم خصوصاً بعد حدوث الإباضة بثلاث ساعات وأن معدل الإخصاب كان عالياً جداً. وفُسر الهدف من وجود هذه الحواجز التشريحية المعترضة للنطف أثناء رحلتها إلى منطقة الإخصاب بأنها تقلل من ظاهرة تعدد النطاف polyspermy (تلفيح البيضة بأكثر من نطفة) كما أنها تعطي وقتاً أكثر لنطاف من أجل اكتمال نضجها النهائي وذلك من خلال مرورها بعملية

الاستعداد capacitation فتفقد النطاف غلافها البروتيني السكري الذي أحاط بها أثناء مرورها ضمن القناة التناسلية وتنتهي من أجل اختراق الجدر المتعددة للبويضة.



الشكل 6-2. تأثير مكان التلقيح في عدد النطاف التي تصل مكان الإخصاب.

(عن P.L. Senger, 2003).



الشكل 6-3. انتقال النطاق عبر الطريق الممصر إلى مكان الإخصاب في البقر.
(عن P.L. Senger، 2003).

الجدول 1: مواصفات الفذفة المنوية والوقت الذي تقضيه

النطاف لوصولها إلى مكان الإخصاب.

النوع الحيواني	حجم الفذفة ملليتر	مكان إيداع السائل المنوي	فترة وصول النطاف إلى مكان الإخصاب	عدد النطاف في مكان الإخصاب
الفأر	< 0.1	الرحم	15 دقيقة	17
الهامستر	< 0.1	الرحم	2-60 دقيقة	قليل
الجرذ	0.1	الرحم	15-35 دقيقة	5-100
خنزير غينيا	0.15	الرحم	15 دقيقة	25-50
الأرنب	0.1	المهبل	3-6 ساعات	250-500
القط	0.1 - 0.3	المهبل و العنق	-----	40-120
الكلب	10	الرحم	دقائق - ساعات	5-100
الغنم	1	المهبل	دقائق - ساعات	600-5000
البقر	4	المهبل	2-13 دقيقة	4200-27000
الخنزير	250	المهبل و العنق	30 دقيقة	قليل
الإنسان	3.5	المهبل	30 دقيقة	قليل

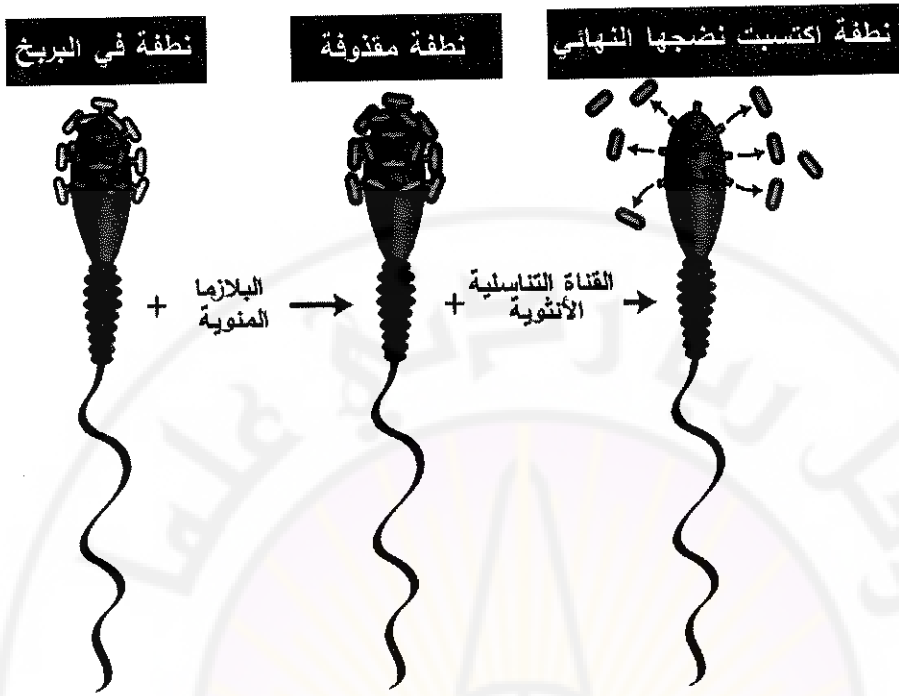
أما عن ميكانيكية انتقال النطاف إلى منطقة الإخصاب، فوجد أن أكثر من عامل واحد يشارك في هذا الأمر. إذا عُدت حركة النطاف إحدى هذه العوامل غير المهمة لأن النطاف الميتة وجدت في مكان الإخصاب، ولكن تكمن أهميتها في منطقة الإخصاب حول الببضة. أما العوامل الأكثر أهمية والتي عدت فعالة active factors هي التقلصات العضلية المدعمة لجدر القناة التناسلية عند الأنثى وتيار السوائل المفرز من الغدد الإفرازية المبطنة لأغلب القناة التناسلية، هذا بالإضافة إلى حركة الخلايا الهدبية الموجودة في بطانة جدار الرحم الداخلية وقناة المبيض. وقد عدّ التوازن الهرموني بين كل من الإستروجين والبروجستيرون المفرزين من المبيض والمؤثرة على القناة التناسلية الأنثوية من أكثر العوامل أهمية. فيقلل هرمون الإستروجين من لزوجة السائل المخاطي ويجعله ذا طبيعة أكثر مائية فيزيد بالتالي من حركة النطاف. أما البروجستيرون فيزيد من سماكة هذا السائل ولزوجته،

وبالتالي يعيق حركة النطاف، وقد يقلل من ظاهرة تعدد النطاف، وقد يقلل في النهاية من معدل الإخصاب.

وقد تبين أيضاً أن هرمون الأوكسيتوسين oxytocin المحرر من الفص الخلفي للنخامية وتوفر الابينفرين والهستامين والبروستاغلاندين في بلازما السائل المنوي تساعد أيضاً في زيادة التقلصات العضلية لجدار القناة التناسلية الأنثوية وبالتالي في نقل النطاف إلى مكان الإخصاب. وقد ثبت حديثاً أن حقن الأنث بالبروستاغلاندينات قبل التلقيح أو إضافتها إلى البلازما المنوية يساعد على نقل أعداد كبيرة من النطاف إلى مكان الإخصاب، ما يزيد من فرص الإخصاب. وقد استفيد من هذه الظاهرة في الإقلال من عدد النطاف في وحدة التلقيح وزيادة عدد القشات الممكن أنتاجها من القذفة الواحدة خاصة في السائل المنوي المجنس.

2-1. ظاهرة استعداد النطاف Spermatzoal capacitation:

ويطلق عليها اسم التكوين أو النضج النهائي للنطاف، تكتسب النطاف عادة نضجها الأولي أثناء مرورها بالبربخ ولكن عند القذف تغمر بالبلازما المنوية فتحاط كل نطفة بغلاف بروتيني سكري يتجمع حول غلافها البلازمي كظاهرة طبيعية تفيد في حماية النطاف المأخوذة من البربخ والمودعة مباشرة في رحم الأنثى غير قادرة على الإخصاب ويموت أغلبها بعمليات البلعمة المختلفة. أما النطاف المقذوفة التي غمرت في البلازما المنوية وأحيطت بهذا الغلاف البروتيني السكري فيميزها جهاز المناعة الأنثوي وكأنها خلايا ذاتية أنثوية فلا يفرز ضدها أضداد antibodies. فتكتسب النطاف نضجها أثناء تصاعدها في القناة التناسلية الأنثوية وذلك عن طريق عدة تغيرات مورفولوجية تطرأ على الغلاف البروتيني السكري وتنتهي بتكشاف أنزيمات مهدمة لروابط جدار الخلية الأنثوية وذلك عن طريق عدة تغيرات مورفولوجية تطرأ على الغلاف البروتيني السكري وتنتهي بتكشاف أنزيمات مهدمة لروابط جدار الخلية الأنثوية (الببيضة) تساعد في اختراق الحيوان المنوي لجدر الببيضة أثناء الإخصاب (الشكل 4-6).



الشكل 4-6. مفهوم توضيحي لاكتساب النطاف لظاهرة الاستعداد في الثدييات.
(عن P.L. Senger، 2003).

تتأثر ظاهرة الاستعداد أو النضج النهائي أيضاً بالهرمونات الأنثوية. فهي تنشط بتوفير الإستروجين وتكون معاقبة بوجود تركيزات عالية من البروجسترون. وتتم عادة في كل من الرحم وقناة المبيض. وقد أمكن حديثاً من إجراء هذه العملية في المختبر *In Vitro* بإضافة بعض المواد الكيميائية مثل بيكرينات الصوديوم للسائل المنوي أو الأنزيمات الحالة للمواد النشوية مثل α -amylase أو غلوكوإورينيداز glucouronidase. ولهذا فإن النطاف لا تستطيع الإخصاب ما لم تقض فترة في جسم الأنثى (القناة التناسلية) تستعد بوساطتها لمواجهة الخلية الأنثوية وتختلف هذه الفترة باختلاف الأنواع الحيوانية فهي ساعة واحدة عند الفئران، و2-3 ساعات عند الخنازير والجرذان، و1-2 ساعة عند الغنم، و3-4 ساعات عند الهامستر، و6-7 ساعات عند الأرانب.

3-1. انتقال البويضة Ovum transport:

تنتقل البويضة الناضجة من مكان انفجار الجريب الناضج على سطح المبيض إلى مكان الإخصاب مستعينة بعدة عوامل: فيتلحقها أولاً قمع قناة المبيض الذي تستطيل نهاياته المشرشرة لتحيط كلياً أو جزئياً بالمبيض ويظن أن خلايا الجسم الركامي المحيط بالبويضة المحررة تلعب دوراً كبيراً في توجيه البويضة إلى القمع. ومن ثم بوساطة التقلصات العضلية لجدار قناة المبيض وحركة أهداب الخلايا الهدبية المبطنة للمعته وتيار السوائل المفرزة من الجزء العلوي لقناة المبيض حيث تتعاون جميعاً لنقل البويض إلى الأمبولا، وهناك تنتظر البويضة النطاف من أجل الإخصاب. ويظن أن البويضة تفرز مواد جاذبة غير معروفة حتى الآن بطبيعتها الكيميائية تُنشّط النطاف المحررة من البرزخ والموجودة في منطقة الإخصاب.

2- الإخصاب Fertilization:

يعرف الإخصاب بأنه عملية دمج للمواد الوراثية الأبوية (الذكورية والأنثوية) في خلية واحدة مخصبة zygote وإعادة التركيب الصبغي إلى طبيعته الزوجية (2ن) المميزة للنوع الحيواني. تُعد عملية التزامن بين وقت التلقيح ووقت الإباضة عند الأنثى من أهم العوامل المحددة لنجاح الإخصاب والحصول على أجنة ذات مواصفات طبيعية خصوصاً إذا علمنا أن قدرة كل من البويضة والنطاف على الحياة ضمن القناة التناسلية الأنثوية تكون محدودة (الجدول 6-2). أما عدم التزامن يسمح لتقدم أي من الخليتين التناسليتين بالعمر وبالتالي فقدما قسماً من حيويتهما، وأي إخصاب متأخر سيؤدي إلى احتمال تكون جنين غير طبيعي يكون مصيره إما الإجهاض أو إعادة امتصاصه أو الموت المبكر، ما يضيع وقت لا بأس به من الحياة الإقتصادية لقطيع التربية. وتتصف النطاف بمكان الإخصاب بأنها فوق نشطة بسبب مفرزات ظهارية قناة المبيض في منطقة الأمبولا، وتتغير حركتها من حركة تقدمية أمامية إلى حركة راقصة شديدة الاهتياج والحيوية متمركزة بمنطقة صغيرة، وتتضمن حادثة الإخصاب سلسلة من الأحداث (الشكل 5-6، و 6-6، و 6-7) تتلخص بالآتي:

- 1- تفاعل الجسم الطرفي (القوَس) The acrosomal reaction.
- 2- تنشيط البويضة وأنصهارها بالنطاف Ovum activation and sperm- ovum fusion.

3- تكوين البداءات النووية Pronuclei formation وأنصهارها مع بعض وعودة التركيب الصبغي الزوجي ومن ثم تحديد جنس الكائن الحي الجديد حسب نوعية النطاف المخصبة (X أو Y). ويمكن شرح هذه المراحل في الآتي:

4- 1-2. تفاعل الجسيم الطرفي Acrosomal reaction:

ينتهي المطاف بالبيضة الناضجة إلى مكان الإخصاب وهي محاطة بعدد من الأغشية الخلوية التي لا بد للنطفة من اختراقها عبر رحلة شاقة وفعالة لكي تتمكن أخيراً من إتمام عملية الإخصاب. وهذه الأغشية يمكن ترتيبها من الخارج إلى الداخل: الرزمة المبيضية cumulus oophorus الذي يكون عادة متحطماً عند الحيوانات الزراعية ويتألف من خلايا حبيبية يرتبط بعضها ببعض بمادة خلالية تتكون من معقد بروتيني مع حامض الهيلوريني Hyaluronic و خلايا الاكليل المشع corona radiata التي تترايط بروابط مشابهة لخلايا الجسم الركامي، ويليه المنطقة الشفافة (ZP) zona pellucida الذي يتألف من ثلاث أغشية بروتينية سكرية تسمى ZP1 ، و ZP2 ، و ZP3 ، وأخيراً الغشاء المحي vetilline membrane. وتبين حالياً أن بروتينات ZP1 و ZP2 تكون داعمة ومسؤولة عن سلامة المنطقة الشفافة، في حين تخصص بروتينات ZP3 لتكون بمثابة مستقبلات خاصة بالبروتينات الموجودة في غلاف النطاف للنوع ذاته (الشكل 5-6)، ما يضمن ارتباط النطاف وفقاً لآلية تشابه ارتباط الهرمون لمستقبلاته.

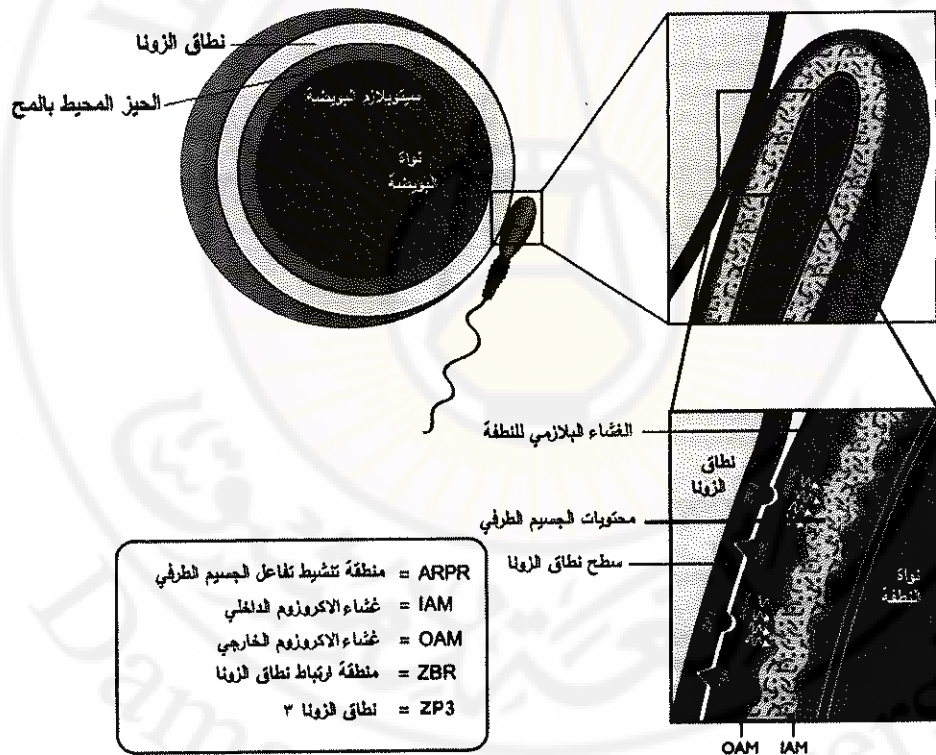
أما النطاف فتكون على أهبة الاستعداد لاختراق حواجز البيضة بعد أن أمضت وقتاً لا بأس به ضمن القناة التناسلية يتخللها تغيرات مورفولوجية للغلاف الغليكوبروتيني وتتكشف تحته الأغشية التالية: الغلاف الخلوي plasma membrane الذي يحيط بكامل الخلية وغلافين أكروسوميين خارجي وداخلي external and internal acrosome membranes ضمن منطقة الرأس ومن ثم الغشاء النووي nuclear membrane المحيط بالنواة (الشكل 5-6).

الجدول 6-2: فترة حياة الببضة والنطاف في القناة التناسلية الأنثوية

النوع الحيواني	فترة احتفاظ النطاف		فترة الاحتفاظ بالقدرة الإخصابية
	بحركتها (سا)	الببضة (سا)	النطاف (يوم)
الإنسان	96-60	24-6	6-5
البقر	56-15	12-8	2-1.5
الغنم	48	24-16	2-1.5
الخيول	144	8-6	5-4
الخنازير	50	10-8	2-1
الأرانب	50-43	8-6	1.5-1
خنزير غينيا	41	20	1
الفأر	13	15-6	0.5-0.25
الجرذ	17	12-8	0.5

وتبين حالياً أن الغشاء الخلوي للنطفة يتألف بدوره من منطقتي ارتباط للمنطقة الشفافة: يسمى أولاهما بالمنطقة الأولية للارتباط مع المنطقة الشفافة primary zona binding site وتكون مسؤولة عن التصاق النطاف بها، ويشار إلى المنطقة الثانية بمنطقة تنشيط تفاعل الجسيم الطرفي acrosome reaction promoting ligand، فعندما يحدث ارتباط هذا الأخير مع ZP3 يحدث تنشيط أو إثارة تنتقل على شكل إشارة تقود إلى تفاعل الجسيم الطرفي. ويوضح الشكل 5-6 خطوات التفاعل الأكروسومي الذي يتصف بتهدم للغشائين الخارجيين (البلازمي والأكروسومي الخارجي) ومن ثم أنصهارهما مع بعض وتكوين حويصلات صغيرة الحجم vesiculation تسمح بتكشاف الغلاف الأكروسومي الداخلي فيتسرب منه أنزيمات متعددة تساعد في هدم الروابط الخلوية المدعمة لجدر الخلية

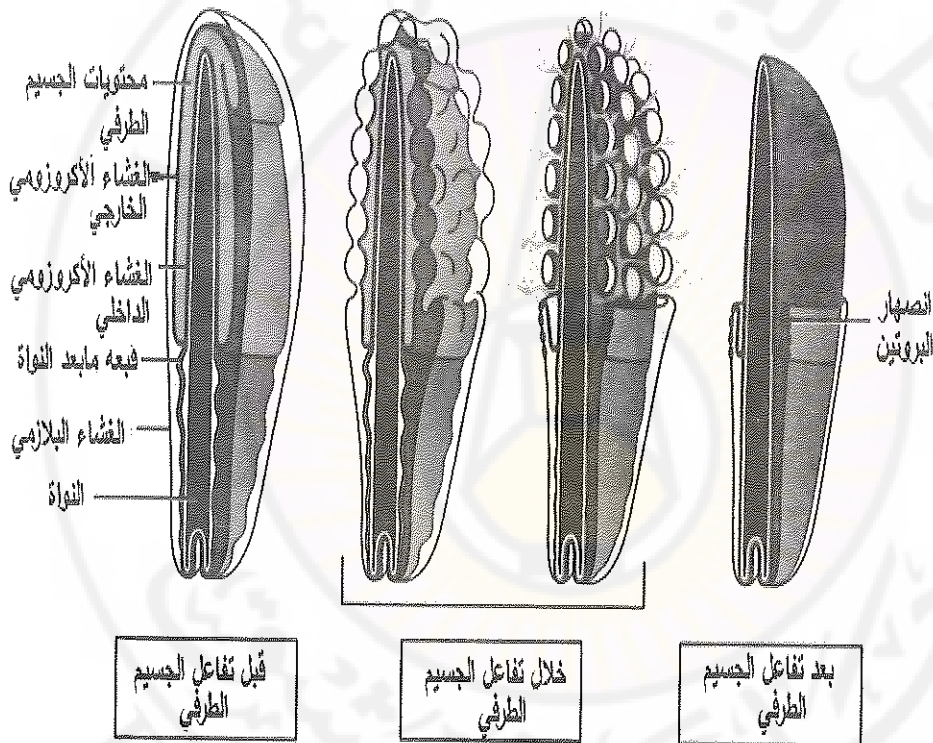
الأنثوية. ومن أهم هذه الأنزيمات، أنزيم الهيالورينيداز Hyaluronidase المسؤول عن تهديم الروابط بين خلايا الجسم الركامي وبالتالي السماح للنطفة أن تخترق الإكليل المشع Corona- penetrating enzyme الذي أيضاً يحلل الروابط الخلوية بين خلايا الإكليل المشع، أما المنطقة الشفافة فيمتملك، كما ذكرنا أنفاً مستقبلات خاصة بنطاف كل نوع حيواني Species specific receptors بمعنى أن مستقبلات الزونا المتوفرة على سطح بويضة البقرة تكون خاصة بنطاف الثيران وغير موافقة لنطاف أي نوع حيواني آخر. تستطيع النطاف اختراق المنطقة الشفافة بواسطة التأثير المهدم للأنزيم المشابه لأنزيم التربسين trypsin-like enzyme الذي يعرف بالأكروسين acrosin المسؤول عن حلمة بروتينات الزونا ويساعد النطاف في اختراق المنطقة الشفافة. وقد لوحظ أن حركة ذيل النطاف في هذا المكان لها دور أساسي في تسريع عملية الاختراق.



الشكل 5-6. ارتباط النطاف للمنطقة الشفافة (نطاق الزونا) وبدء تفاعل الجسم الطرفي.

(عن P.L. Senger، 2003).

ويجب الإشارة إلى أن الشكل غير الفعال لأنزيم الأكروسين يسمى طليعة الأكروسين proacrosin الذي يرتبط بشدة للمنطقة الشفافة، ويساعد في ارتباط النطاف بها، وحالما يتحول إلى أكروسين تبدأ النطاف في اختراق المنطقة الشفافة وتسلق طريقها عبره على شكل تقب صغير، ويظهر مكان الاختراق كندبة صغيرة لا تؤثر في سلامة المنطقة الشفافة الذي يجب أن يبقى متماسكاً لأنه يلعب دوراً مهماً في المحافظة على سلامة التويئة والكيس الأرومي خلال تطور الجنين.



الشكل 6-6. مراحل تفاعل الجسيم الطرفي. (عن P.L. Senger, 2003).

2-2. أنصهار الغشاء الخلوي للنطفة مع مثيله للبويضة

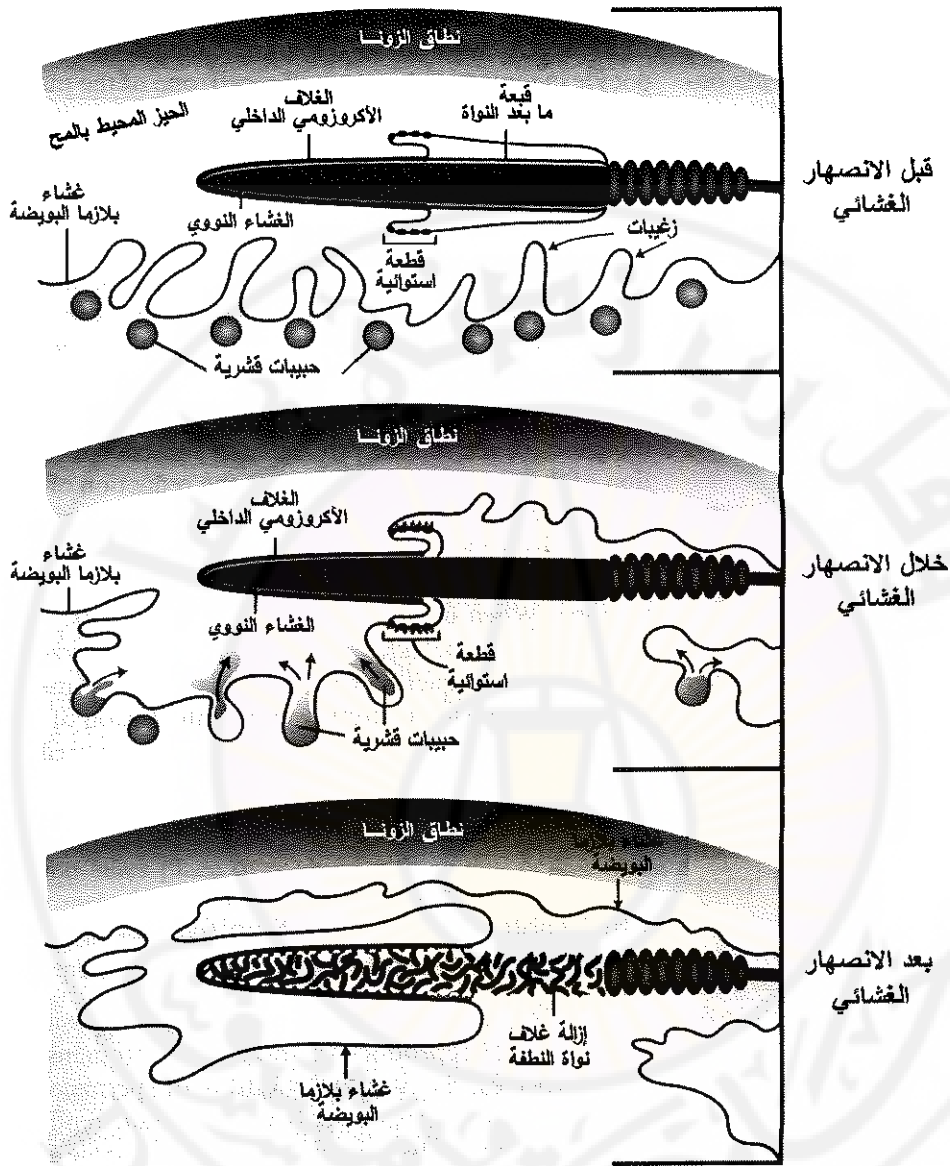
The fusion of sperm-oocyte plasma membranes

بعد اختراق النطاف المنطقة الشفافة الذي عادة لا يستغرق وقتاً طويلاً، تصل النطاف إلى الغشاء المحي للبويضة تاركة خلفها ضمن الحيز المحيط بالمرح بقايا الغلاف الأكرسومي الداخلي، ووجد أن أول اتصال لهذه النطاف مع الغشاء المحي يكون في المنطقة خلف الأكرسومية (المطقة الربعية لرأس النطاف) وعندها ينصهر الغشاء البلازمي الخاص بالنطاف مع مثيله المحيط بمرح البويضة فيشكلان معاً غشاءً خلويًا واحدًا يحيط بالبويضة ورأس النطاف (وأحياناً بالذيل) الذي أصبح عاريًا وتكشفت فيه نواة النطاف (الشكل 6-7). ويعتقد أن عملية أنصهار غشائي النطفة والبويضة يكون مسؤول عنهما بروتين الأنصهار fusion protein الذي يتوضع في منطقة الاتصال والذي عادة يكون غير فعال مالم تخترق النطاف المنطقة الشفافة. تستغرق هذه العملية نحو نصف ساعة عند البقر. وهي عملية فعالة ومنشطة للبويضة لتتابع تطورها. حيث كما نعلم تكون البويضة في مرحلة الطور التالي (metaphase) من الانقسام الاختزالي الثاني في الحيوانات الزراعية (ماعد الفرس)، فعند اختراق الغشاء المحي تستمر البويضة الثانوية بأنقسامها مرة بأطوار الانقسام الاختزالي الثاني الذي في نهايته تنقسم إلى قسمين غير متساويين الصغير فيهما يسمى الجسم القطبي الثاني second-polar body الذي عادة يتوضع ضمن الحيز المحيط بالمرح بجانب الجسم القطبي الأول، أما القسم الكبير يسمى بالبويضة الناضجة ootid التي يطرأ على نواتها فيما بعد بعض التغيرات الشكلية تنتهي بتكوين طليعة النواة الأنثوية ويلاحظ عادة تشكل نتوء على سطح البويضة يستمر بضع ساعات مشيراً إلى مكان دخول النطاف، ويلاحظ أيضاً أنه حالما يتم اتصال بين النطاف والغشاء المحي للبويضة تهجر عديد من الحبيبات القشرية cortical granules من داخل سيتوبلازم البويضة باتجاه الغشاء المحي وتنصهر معه ملقبة بمحتوياتها بالحيز المحيط بالغشاء المحي عبر ظاهرة الطرح الخارجي exocytosis (الشكل 6-7)، وتكون تلك المحتويات غنية بسكريات مخاطية متعددة وأنزيمات مختلفة. وسنتكلم على أهمية عملية الهجرة هذه عند التحدث عن تفاعلات البويضة.

2-3. تكون البداءات النووية Pronucleie formation:

يبتدئ رأس النطاف بالانفخاخ حال ملامسته سيوبلازم البيضة وذلك نتيجة لازدياد عمليات التمثيل الاستقلابي ثم لا يلبث أن يفقد شكله وتتكون عدة نويات تنصهر بدورها ضمن النواة التي ما زالت محاطة بغلافها النووي. كما يغيب ذيل النطاف كلياً في حال دخوله إلى السيتوبلازم ولهذا يتحول رأس النطاف إلى ما يسمى بطليعة أو البداءة النووية الذكرية male pronucleus وفي الوقت الذي لفظ فيه الجسم القطبي الثاني ضمن الحيز المحيط بالمح، تبدأ الطليعة النووية الأنثوية female pronucleus بالتشكل وذلك بطريقة مشابهة لتشكل مثيلاتها الذكرية حيث تتعدد النويات ثم تنصهر ضمن النواة. تكبر هاتان البداءتان النوويتان في الحجم إلى درجة أكبر بعشرين ضعفاً من حجمهما الطبيعي. ثم يصغر حجم كل منهما بصورة مفاجئة ويغيب غشاهما النووي وتتكدس المواد الصبغية ضمن كل نواة، ولكن يظل هناك إمكانية لتمييز التكدس الصبغي في الطليعة الذكرية عنه في الأنثوية، إذ تكون الأولى أكبر حجماً وأكثر أنطباقاً من الثانية. وأخيراً تتجمع هاتان المجموعتان من الصبغيات في الطور الأول من الانقسام الخلوي للبيضة الملقحة Zygote وتدعى عملية اتحاد الطليعتين النوويتين ومن ثم أنصهار مجموعتهما الصبغية باسم الأمشاج (الاعتراس) syngamy وبها تستكمل عملية الإخصاب.

تستغرق هذه العملية منذ بدء اختراق النطاف للركامة المبيضية حتى نهاية الإخصاب مدة تختلف باختلاف الأنواع الحيوانية، فمثلاً: تُقدر عند الأرانب بـ 12 ساعة وعند الخنازير ما بين 12-14 ساعة، وعند الغنم 16-21 ساعة، وعند البقر 20-24 ساعة، وعند الإنسان 36 ساعة.



الشكل 6-7. أنصهار النطاق والبيضة وتفاعل الحبيبات القشرية.

(عن P.L. Senger، 2003).

2-4. تفاعلات البويضة Ovum reactions:

وهي التفاعلات التي ينجم عنها منع ظاهرة تعدد الإخصاب polyspermy أو السماح لنطفة واحدة باختراق جدر البويضة واستكمال الإخصاب. ويتمثل ذلك من خلال امتلاك البويضة لغشائين حولها وهما المنطقة الشفافة والغشاء المحي، إذ يبدو أن كلا منهما يطرأ عليه تغيرات معينة بمجرد دخول أول نطفة. فقد ذكرنا سابقاً أنه حالما تلامس أول نطفة الغشاء المحي للبويضة تهاجر الحبيبات القشرية cortical granules سيتوبلازم البويضة إلى قرب الغشاء المحي، وتتصهر أغلفتها مع الغشاء المحي ملتصقة بمحوياتها في الفراغ المحيط بالمح. وتبين أن هذه المواد المفرغة تحتوي على أنزيمات (Protease) تهاجم المستقبلات النوعية الموجودة على سطح الزونا مانعة بذلك من استقبال أي نطفة أخرى حتى ولو كان من النوع الحيواني ذاته أو حتى من القذفة ذاتها. هذه التغيرات التي تحدث على سطح المنطقة الشفافة تسمى بتفاعلات المنطقة الشفافة zona reactions وقد لوحظ أيضاً أن المواد المفرغة في الحيز المحي تحدث تغيرات في طبيعة الغشاء المحي حيث يصبح غير نفاذ لمرور أي نطفة أخرى. هذا التغير في نفاذية الغشاء المحي وإحاطته بصورة كاملة بمحتويات الحبيبات القشرية الإفرازية ومنعه دخول أي نطفة أخرى يدعى بالعائق المحي vetilline block كنوع آخر من تفاعلات البويضة.

وقد لوحظ أن تفاعلات الزونا تكون سريعة عند الحيوانات الزراعية والكلاب والهامستر لهذا من النادر أن يشاهد أكثر من نطفة في الحيز المحيط بالمح. أما عند الحيوانات المخبرية فتكون هذه التفاعلات بطيئة مما يسمح بوجود عدة نطاف في الحيز المحيط بالمح. وفي حالة الأرانب لا يوجد تفاعلات للمنطقة الشفافة نهائياً لكن تفاعل الغشاء المحي (العائق المحي) يكون أكثر فعالية ولا يسمح بدخول أكثر من نطفة لداخل سيتوبلازم البويضة. مع هذا وفي حال تعدد الإلقاح polyspermy فإن الأجنة الناتجة يكون مصيرها غالباً الموت المبكر. ومن العوامل المساعدة على تعدد الإلقاح تقدم البويضة بالعمر وعدم فعالية الحواجز التشريحية ضمن القناة التناسلية الأنثوية لتنظيم انتقال النطاف وغياب التوازن الهرموني بين هرمون الإستروجين والبروجستيرون. فهذه العوامل جميعها تقود إلى زيادة عدد النطاف في منطقة الإخصاب، وبالتالي يكون هناك احتمال كبير جداً لظاهرة تعدد الإلقاح.

5-2. شذوذات الإخصاب Abnormal fertilization:

أ- التوالد الذكري والأنثوي Androgenesis and Gynogenesis يطلق التوالد الأنثوي على الحالات التي يفشل فيها تكون طليعة النواة الذكرية، وبالعكس يطلق على الحالات التي يفشل فيها تكون طليعة النواة الأنثوية بالتوالد الذكري. يتم في التوالد الأنثوي تنشيط البيضة بنطفة ولكن الأخيرة لا تلعب دوراً في الإخصاب، وفي حالة التوالد الذكري تنشط البيضة أيضاً بنطفة ولكن نواة البيضة لا تلعب دوراً في الإخصاب فيتكون ما يشبه الزايجوت التي تحمل إحدى المجموعات الصبغية وبذلك فلا تنقسم ولا تنمو. هذا النوع من الشذوذ في الإخصاب نادراً ما يحدث طبيعياً ولكن يمكن إحداثه صناعياً بتعريض بداءات النطاف أو بداءات البويضات للاشعاع.

ب- شذوذات الإخصاب الناجمة عن عدم اكتمال نضج البيضة - Incomplete ovum-maturation: تنتج هذه الحالات عند فشل البيضة في طرد الجسم القطبي الأول أو الثاني خارج الغشاء المحي للبويضة وبذلك تتكون مجموعات عديدة من الكروموزومات تؤدي إلى تكون جنين متعدد الصيغة الصبغية. فمثلاً عندما يحدث فشل في طرد الجسم القطبي الأول فإن الجنين يكون خماسي الصيغة الصبغية، وعند الفشل في طرد الجسم القطبي الثاني (دون الأول) فيكون الجنين ثلاثي الصيغة الصبغية. على أي حال لا تنمو هذه الأجنة وغالباً ما تموت في مرحلة مبكرة من تطور الجنين.

ج- تعدد الإخصاب Polyspermy: تنتج هذه الحالة عندما تتمكن أكثر من نطفة في اختراق الغشاء المحي والدخول إلى سيتوبلازم البيضة الناضجة وبالتالي يتشكل أكثر من طليعة نواة ذكرية هذا بالإضافة إلى الأنثوية. فعند دخول نطفتين تتشكل طليعتان ذكريتان، تندمج كل منها مع طليعة النواة الأنثوية فيتشكل جنين ثلاثي الصيغة الصبغية Triploid الذي غالباً ما يموت في مرحلة مبكرة من عمر الجنين.

د- الحمل المضاعف Super fetation: ويعرف أيضاً بفرط الحمل، أي الحمل الذي يحدث على حمل مسبق، وهذا يحدث عادة عندما تظهر الأنثى حالات شبق وهي حامل فيظن أنها غير حامل وتلقح فيحدث حمل فوق حمل آخر. وتحدث الولادة عندما يكتمل نمو وموعد ولادة الحُميل الأول لكن تنم ولادة الحملين معاً. ومن النادر ما يولد كل حميل في مواعده الأصلي (وقد سجلت هذه الظاهرة عند الإنسان).

٥- التوالد البكري Parthenogenesis: تتطور الببضة في مثل هذه الحالة دون اخصابها بالنطاف ويكون الجنين المنطور أنثى وأحادي المجموعة الصبغية haploid ولكن لا يستمر في التطور سوى لوقت قصير عند الثدييات (سجلت حالات التطور عند الأرانب حتى مرحلة الأنغراس implantation) أما عند الدواجن كالحبش وفي سلالات معينة من الدجاج فتنتج ذكور كاملة التكوين عند حدوث التوالد البكري. وعند الحشرات والنحل تعطي أيضاً الببضة الملقحة أنثى، وقد سمي هذا التكوين الطبيعي أو العذري Virginal Multiplication عند الحشرات.

وقد وجد أن معالجة البويضات بمواد كيميائية (أحماض عضوية، الكلوروفورم) أو عن طريق تعريضها لصدمات حرارية (ساخنة أو باردة) خارج جسم الأنثى *In Vitro* أو ضمن جسم الأنثى *In Vivo* (باستخدام التبريد والتخدير ونقص الأوكسجين) قد أدى إلى تنشيط وتبدأ في الانقسام والتطور حتى مرحلة تشكل الجسم الأرومي blastocyst أو إلى مرحلة الأنغراس في جدار الرحم ثم يموت الجنين.

و- التوائم Twins: تشير هذه الكلمة إلى تطور جنينين خلال فترة الحمل ذاتها عند حيوانات تتميز عادة بوضعها مولوداً واحداً *monotocous*. فإذا نشأت التوائم من ببضة مخصبة واحدة *monozygote* سميت بتوائم متطابقة *identical twins* أما إذا نشأت من بويضتين مخصبتين *dizygote* فتسمى توائم غير متطابقة *fraternal twins*. يمكن ملاحظة الحالة الأولى، التوائم المتطابقة، عند كل الأنواع الحيوانية حتى متعددة المواليد ولكن سجلت عند الإنسان والبقر بنسبة ليست أكثر من (0.1%). تكون التوائم في هذه الحالة متشابهة تماماً في كل الموصفات الوراثية (مثال، يكونان من نفس الجنس) تظهر عادة هذه الحالة بوقت متأخر من التطور بعد عملية الأنغراس في جدار الرحم. حيث تتمايز كتلة الخلايا الداخلية (القرص الجنيني) إلى شريطين جنينيين أوليين يعطيان فيما بعد فردين منفصلين لكن يحاطان بغلاف الجنين المشيمائي والأمينيوني ذاتهما. وقد تحدث هذه الحالة من تضاعف كتلة الخلايا الداخلية في الجنين وهو يمر بمرحلة الجسم الأرومي blastocyst وقبل الأنغراس فينتج هذا التضاعف توأمين متطابقين ينموان ويتطوران ضمن أغشية جنينية منفصلة. وقد سجلت هذه الحالة عند الخنازير والغنم. واستفيد من هذه الظاهرة الطبيعية في الوقت الحاضر وأمكن إنتاج توائم متطابقة باستخدام تقانة تقسيم

الأجنة splitting embryos إذ أمكن تقسيم الجنين وهو يمر بمرحلة الخليتين two blastomeres أو أكثر إلى قسمين أو أكثر، ونقل كل منهما إلى مستقبل (حيوان آخر) يتوافق فيزيولوجياً مع الحيوان المأنح وأنتاج توائم متطابقة عديدة. وقد استغلت هذه الظاهرة تجارياً حيث تنقل إحدى التوائم وتغرس في مستقبل معين وينتظر إلى ما بعد الولادة وتطوره إلى حيوان عادي يبدأ بالأنتاج وتباع أخوته المجمدة والمحفظة في السائل الأزوتي على درجة حرارة (-196°م) بقيمة مالية تتناسب والكفاءة الإنتاجية الملاحظة عند الأخ الحي. واستفيد من هذه الظاهرة حديثاً الأنتاج عديد من التوائم المتطابقة باستخدام تقانة التنسيل (الاستنساخ) cloning.

تظهر حالة التوائم غير الحقيقية من حدوث إباضتين خلال فترة الشبق ذاتها وتخصبان بنطفتين مختلفتين. فالأفراد الناتجة تكون غير متشابهة وراثياً ويمكن أن يكونا جنسين مختلفين (ذكر وأنثى) وفي حال اشتراكهما بأغشيتها الجنينية (اتحاد الكوريون والسقائي) وبالتالي بالمصدر الدموي ذاته، فيسبب هذ نشوء الحالة الشاذة والمعروفة بالـ freemartin في الماشية. وهي حالة ولادة أنثى مع ذكر يشتركان في مرحلتها الجنينية المصدر الدموي ذاته. وتكون هذه الأنثى بالطبع عقيمة نظراً لأنتقال بعض المواد الذكرية (التستوسترون) خلال المرحلة الجنينية من الجنين الذكرى إلى الجنين الأنثوي مسببة بذلك فشل تكون الأعضاء التناسلية الداخلية (المبايض) عند هذه الأجنة الأنثوية.

وقد استغلت أيضاً في الوقت الراهن هذه الظاهرة الطبيعية في حدوث إباضة لأكثر من بويضة واحدة. وتم حقن الهرمونات الموجهة للمناسل Gonadotropine لتحريض وإحداث إباضة متعددة superovulation صناعياً والحصول على عديد من البويضات الناضجة (10-25 في البقر) وبعد التلقيح والإخصاب يتم الحصول على عدة أجنة تمنح من حيوان واحد donor مشهور في مواصفاته الوراثية والإنتاجية فتنتقل هذه الأجنة وهي بيومها السابع وتغرس في حيوانات مستقبلية recipients أخرى. وهذا ما يعرف اليوم بتقانة نقل الأجنة embryo transfer.

لقد أحدث نوع من التصلب التزاوجي بين بعض الثدييات، مثلاً: البقر والجاموس وكانت الهجن الناتجة جميعها عقيمة جزئياً أو كلياً وعندما لقحت ببويضة الغنم بسائل منوي خاص بالمعز لم تنجح عملية التلقيح، وفي حال نجاحها فشلت عمليات الأنقسام، أو توقف

التطور الجنيني. وعندما أخصبت بويضات معز بسائل منوي للكباش، استطاعت الأجنة الناتجة الاستمرار في حياتها فقط حتى منتصف فترة الحمل بسبب نشاط الجهاز المناعي ورفض الأنثى الممثلة بالأم (العنزة) الجنين الهجين.



الفصل السابع

التطور الجنيني وتمييز الأم للحمل

Embryo development and maternal recognition of pregnancy

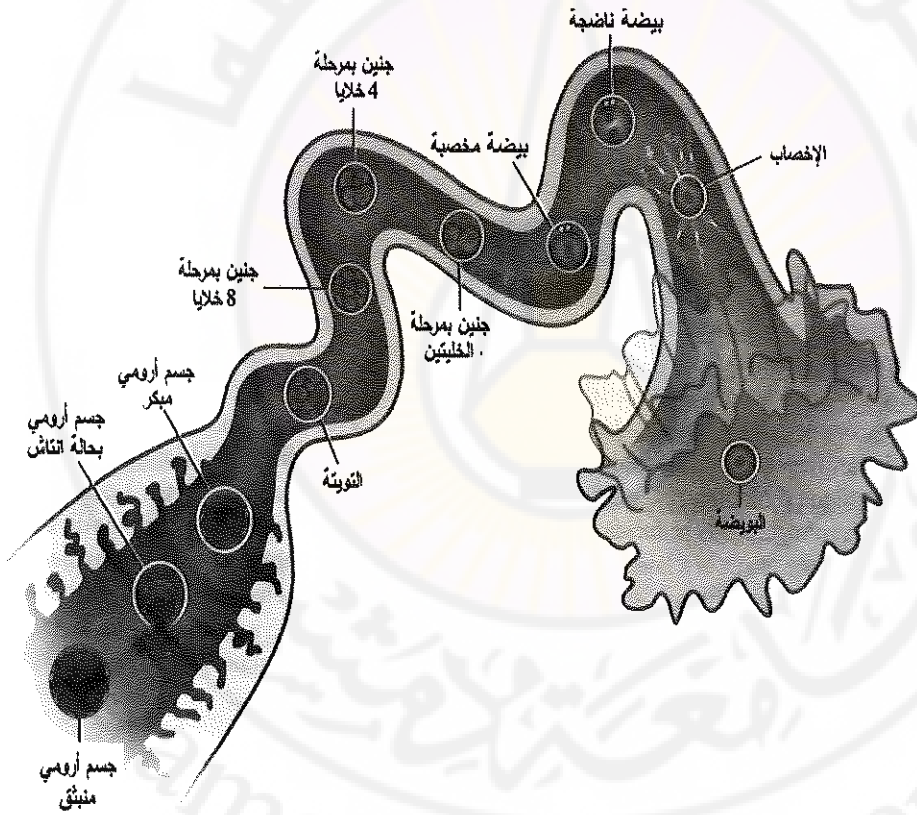
قبل التكلم عن الأحداث التي تقود إلى تطور الجنين في الحيوانات الزراعية لابد من توضيح بعض المفاهيم والمصطلحات التي مازال يشوبها الغموض وتثير القلق في نفوس الكثيرين. يشير مصطلح ootid إلى بويضة مخصبة مازالت تظهر في سيتوبلازمها البدائيتين النووييتين pronuclei الذكرية والأنثوية (الأمشاج) منفصلتين عن بعضهما؛ وتُعرف syngamy بمرحلة اتحاد الأمشاج أو اقترانها، وفيها تتصهر البدائيتين النووييتين الذكرية والأنثوية ويعود التركيب الصبغي إلى صيغته الثنائية ($2n$) المميزة للنوع الواحد مشكلة البويضة المخصبة zygote؛ ويشير مصطلح embryo إلى المرحلة المبكرة من التطور الجنيني التي مازال عندها الجنين لم يكتسب صفاته التشريحية المميزة للنوع الحيواني (لا يمكن تمييز الجنين البشري عن غيره من أجنة الأنواع الدنيا)؛ ويعرف المصطلح fetus بمرحلة متقدمة من التطور الجنيني يكون عندها الجنين (الحُميل عند الحيوانات الزراعية) متمايز تشريحياً بين الأنواع الحيوانية، ويعرف مصطلح conceptus بمنتج الإخصاب مشيراً إلى مرحلة الجنين المبكرة، ومن ثمّ مرحلتيه قبل الأنغراس وبعدها.

1- التطور الجنيني: Embryogenesis

يمكن تقسيم مرحلة الحمل إلى ثلاث مراحل من التطور الجنيني: المرحلة الأولى وتمتد من مرحلة الإخصاب حتى مرحلة أنغراس الجنين وتسمى بمرحلة البويضة المخصبة التي تستمر حتى اليوم 12 من الحمل في البقر، والمرحلة الثانية تمتد من وقت الأنغراس حتى فترة تشكل كل أعضاء الجسم وتمتد ما بين اليوم 13 حتى اليوم 45 في البقر، والمرحلة الثالثة هي مرحلة الحُميل وخلالها يتم تمايز أعضاء الجسم ونموه وتمتد من اليوم 45 حتى تاريخ الوضع. وفيما يلي نتكلم عن الأحداث التي تظهر خلال هذه المراحل في البقر.

1-1 - أنقسام البيضة الملقحة Cleavage of Zygote

تتصف البيضة الملقحة zygote بأنها خلية مفردة ومن أكبر الخلايا في حجمها نظراً إلى غناها بالسيتوبلازم مقارنة مع المحتويات النووية. تمر هذه البيضة بسلسلة أنقسامات عادية (خيطية) mitotic divisions خلال عبورها قناة المبيض باتجاه الرحم، تعرف تلك الانقسامات المتعددة بالأنشطار cleavage (الشكل 7-1). وتبدأ هذه المرحلة مع بدء أول أنقسام خلوي لها الذي يظهر بعد مرور 24 ساعة من الإخصاب، وتنتهي بتشكيل الكيس الأرومي blastocyst بعد مرور 3 - 9 أيام من الإخصاب حسب النوع الحيواني (الجدول 7-1).



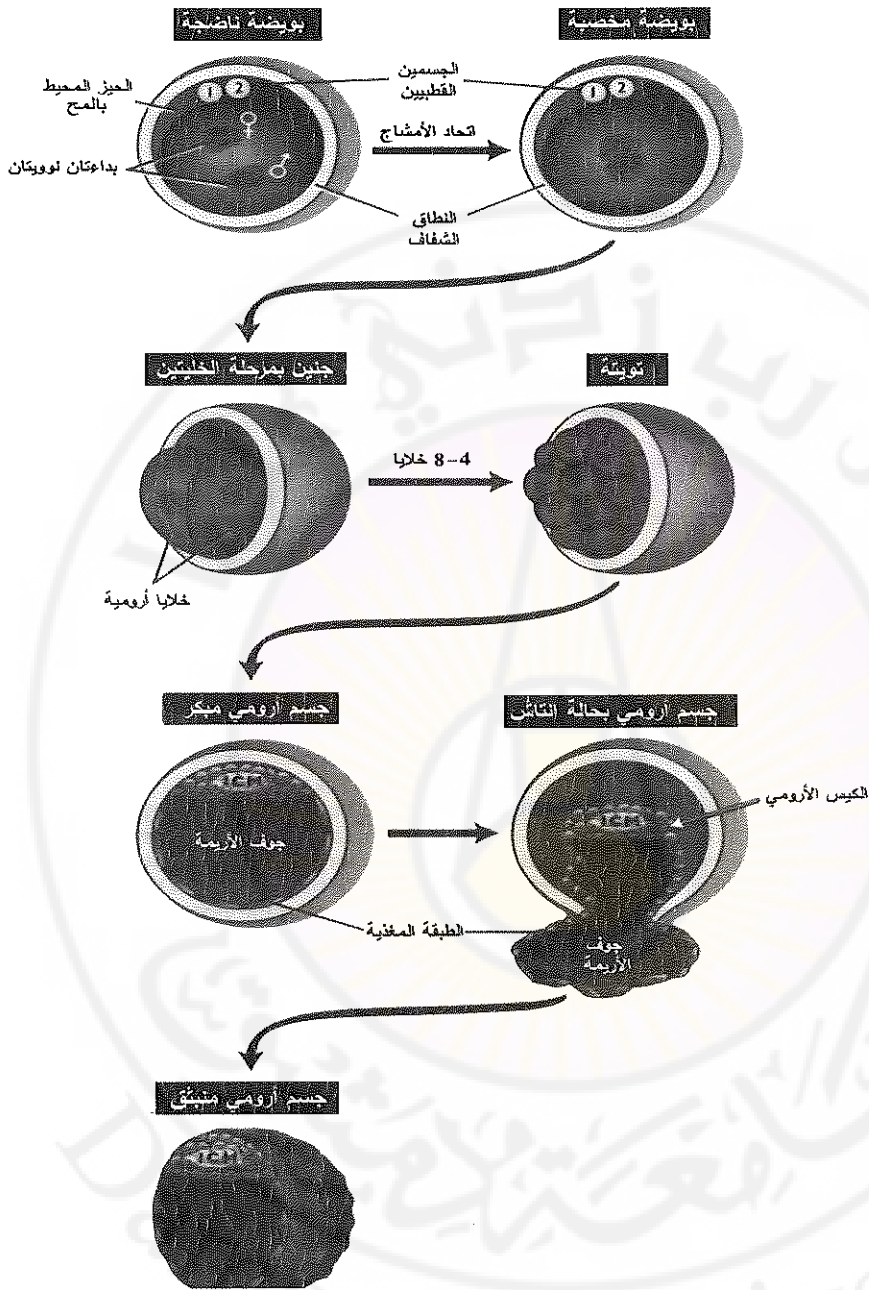
الشكل 7-1. الأحداث التي تسبق مرحلة الأنغراس خلال التطور الجنيني.

(عن P.L. Senger, 2003).

الجدول 7-1. موعد الانقسامات الخلوية ودخول الجنين رحم الأم في بعض الثدييات.

الحيوان	مرحلة الخلية الواحدة (سا)	مرحلة التوتية (سا)	مرحلة الكيس الأرومي (يوم)	موعد دخول الرحم (اليوم)	فترة الحمل (اليوم)
الفأر	24	80-68	4-3	4-3	21
الجرذ	24	80-72	4-3	4-3	22
الأرنب	14	68-48	4-3	4-3	30
القطاة	-	-	6-5	8-4	60
الخنزيرة	15	96-72	6-5	4-2	115
العنزة	30	140-120	6	4	147
النعجة	38	96	7-6	4-2	150
الأسنان	24	96	8-5	3	270
البقرة	27	144	9	4-3	284
الفرس	24	98	6	5-4	340

ينتج عن أول انقسام خلوي خليتان بنتان تنقسم كل منهما إلى خليتين أخريين ويستمر الانقسام مشكلاً 2,4,8,16... خلية حتى تكوين كتلة دائرية متماسكة تسمى بالتوتية morula يحيط بها غلاف شفاف خارجي هو المنطقة الشفافة zone pellucida، وبداخله كتلة خلايا متماسكة تعرف كل منها بالأرومة blastomer التي يختلف عددها باختلاف الأنواع الحيوانية ويتراوح عادة ما بين 16-32 خلية في الحيوانات الزراعية لكنه يصل إلى 100 خلية في الأرانب. وتشير بعض الدراسات إلى أن هذه الانقسامات تأخذ أماكن مختلفة لها في القناة التناسلية الأنثوية (الشكل 7-2) وتكون أحياناً غير متزامنة، بمعنى أنه يمكن لإحدى الخلايا البنات أن تنقسم قبل أختها، مايسمح بوجود أعداد مفردة من الخلايا ضمن المنطقة الشفافة.



الشكل 2-7. التطورات التي تطرأ على الجنين قبل مرحلة الانغراس في الرحم.
(عن P.L. Senger، 2003).

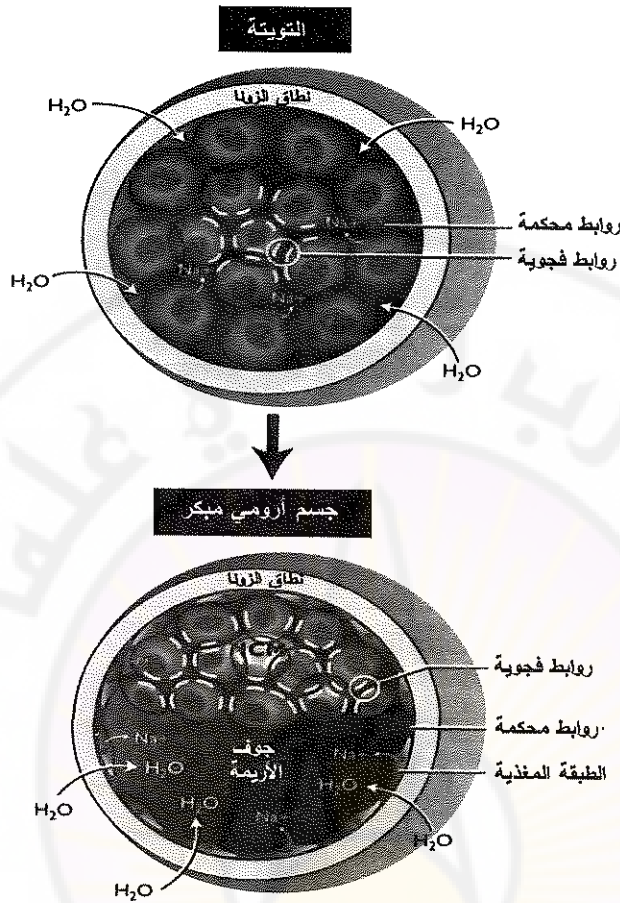
وتختلف هذه الانقسامات بطبيعتها عن انقسامات أي خلية جسمية أخرى بأنها غير مترافقة بالنمو، بمعنى أن كل الانقسامات تحدث ضمن المنطقة الشفافة و على حساب السيتوبلازم في حين أن المادة الوراثية ممثلة بالصبغيات (الكروموزومات) تنقسم بالتساوي بين الخلايا الناتجة وكل خلية تحوي العدد ذاته من الكروموزومات (2ن). يختلف معدل الانقسام بين الأنواع الحيوانية فهو سريع في الحيوانات التي تتصف بفترة حمل قصيرة، وبطيء في الحيوانات التي تتصف بفترة حمل طويلة.

ومن الأشياء المثيرة للانتباه عند الخلايا الأرومية blastomer أن كلاً منها لها القدرة على التطور totipotent وتكوين جنين بحد ذاته. وكما ذكرنا سابقاً، استفاد العلماء من هذه الظاهرة وقاموا بعملية تقسيم الجنين splitting بمراحله المختلفة 2, 4, 8, 32 خلية أو الحصول على خلية واحدة وزرعها في سيتوبلازم بويضة مفرغة من مادته الوراثية أو أكثر cloning (الاستنساخ أو التنسيل) وزرعها في رحم حيوانات مستقبلية أخرى لإنتاج توائم صناعية أو متطابقة ذات قيمة اقتصادية عالية في حال ثبات فعاليتها الإنتاجية بعد الولادة والنمو.

2-1- تشكل الكيس الأرومي Formation of Blastocyst:

بعد مرحلة تشكل التوتية، تصبح الخلايا الخارجية فيها مترافقة أكثر من نظيراتها المركزية، فتبدو التوتية وفيها مجموعتان متميزتان من الخلايا الخارجية والداخلية، يتطور بين الخلايا الداخلية منها روابط فجوية gap junctions تسمح بتواصل داخلي فيما بينها وتبقيها مرتبطة ببعضها ببعض، أما مجموعة الخلايا الخارجية تلتحم كل خلية إلى المجاورة لها بروابط محكمة tight junctions (الشكل 7-3)، ما يسمح بتغيير في نفاذيتها للوسط المحيط، ودخول سوائل من الوسط المحيط متجمعاً في الفراغات بين الخلايا بسبب تشكل مضخة فاعلة لضخ الصوديوم من مجموعة الخلايا الخارجية للتوتية، وتجمعه في المركز مسبباً تدفق للسوائل عبر غلاف الشفاف، وإحاطتها بكتلة الخلايا الداخلية، ومع تزايد تركيز شوارد الصوديوم يزداد تدفق السوائل وتراكمها لئلا المسافات بين الخلوية، ثم تلتحم مشكلة تجويفاً يعرف بتجويف الكيس الأرومي blastocoele، وعندما تتوضح معالم التجويف

كاملة يدعى الجنين عندها بالكيس الأرومي أو الأصلي blastocyst، الذي تتضح فيه وبشكل واضح معالم نموذجين من التجمعات الخلوية: الخارجية منها ترتص في طبقة واحدة متماسكة مشكلة مايسمى بطبقة الخلايا المغذية trophoblast التي يتشكل منها لاحقاً الغشاء المشيمي chorion كأحد مكونات المشيمة الجنينية، والداخلية منها تبقى خلاياها متقاربة مع بعضها متوضعة في أحد أقطاب الكيس الأرومي وتعرف بكتلة الخلايا الداخلية inner cell mass أو القرص الأنتاشي germinal disc التي ينشأ منها جسم الجنين. وبالنهاية يطلق اسم الكيس الأرومي blastocyst على مجموعتي الخلايا الخارجية والداخلية والتجوف الواقع بينهما. يختلف موعد تشكله باختلاف الأنواع الحيوانية (أنظر الجدول 4-1). وقدر عدد الخلايا في الكيس الأرومي ليكون 32 عند الفئران ولكن فقط 3-4 منها تشكل القرص الأنتاشي بينما ترتص الخلايا المتبقية بجانب بعضها لتشكل الطبقة المغذية. ويتشكل الكيس الأرومي عند الأرنب عندما يبلغ عدد الخلايا 760 خلية. ونظراً إلى استمرار تراكم السوائل في تجويفه، يزداد الضغط داخل الجنين، متزامناً معه إنتاج أنزيمات حالة من خلايا الطبقة المغذية التي تضعف المنطقة الشفافة، ومع استمرار نمو الجنين وكبر حجمه، يبدأ الكيس الأرومي بالتقلص والارتخاء مسبباً ضغطاً نبضياً منقطعاً، تتأزر هذه القوى جميعاً (كبر حجم الكيس الأرومي، ضعف غلاف الشفاف، الفعل الأنزيمي، والتقلصات النبضية) مسببة انفجار المنطقة الشفافة وأندفاع خلايا الكيس الأرومي خارجه عائماً في لمعة الرحم، وعندها يعتمد استمراره في الحياة على البيئة الرحمية (وجود جسم أصفر فعال وظيفياً، وتصنيع كافٍ للبروجسترون، واستجابة الرحم له، الشكل 7-2).



الشكل 7-3. انتقال الجنين من مرحلة التوتية إلى الجسم الأرومي.
(عن P.L. Senger، 2003).

3-1- تكون المعدة Gastrulation:

وهي مرحلة من مراحل التطور الجنيني تمتد ما بين الأيام 14-26 عند البقر وتلي مرحلة تكون الكيس الأرومي blastocyst وتسبق مرحلة تشكل الأعضاء الجنينية. وتتم عادة نتيجة لهجرة مجموعة من خلايا الكيس الأرومي يتحول بموجبها القرص الجنيني إلى ثلاثي الوريقات. تدعى بالأديمات الجنينية الباطنية endoderm والمتوسطة mesoderm والظاهرية ectoderm بمعنى أن خلايا القرص الجنيني فقط هي التي تهجر وتنمايز إلى

ثلاث طبقات. فالأديمة الباطنية تتشكل من هجرة وتمايز خلايا القرص الأنتاشي الداخلية المواجهة لتجويف الكيس الأرومي والتي ستبطن السطح الداخلي للطبقة المغذية trophoblast. بينما تتشكل الأديمة الظاهرية من هجرة وتمايز الجزء الخارجي من خلايا القرص الأنتاشي. أما الخلايا الأنتاشية المتوضعة بينهما فتتغمد في منطقة الخط الابتدائي primitive line streak للقرص الأنتاشي مشكلة ما يسمى بالأديمة المتوسطة mesoderm. يعد الخط الابتدائي محدداً للمحور الأمامي والخلفي للجنين. يتميز جزؤه الأمامي ليشكل الحبل الظهرى notochord وتتحن الأديم الظاهري قليلاً لتشكل الصفيحة العصبية التي تنمو بعد عدة أيام مشكلة عدة طيات عصبية تتصهر بعضها مع بعض مشكلة الأنبوب العصبي الذي منه يتشكل الجهاز العصبي المركزي. وكثيراً ما يدعى الجنين في هذه المرحلة باسم المعيدة بسبب ظهور المعى الابتدائي وفي نهايتها تكون الوريقات الجنينية الثلاث قد اكتمل تشكيلها وبدأت بالتمايز إلى مشتقاتها النهائية ألا وهي أعضاء الجسم المختلفة.

4-1. تطور أغشية الجنين الخارجية Development of extraembryonic membranes

بعد أنبثاق الجنين hatching من المنطقة الشفافة ينمو بسرعة كبيرة في البقر والغنم، فمثلاً: يكون قطر الكيس الأرومي نحو 3 مم بعمر 13 يوماً في البقر، ويستطيل ليصبح بطول 250 مم وذات شكل خيطي ممتد بين القرنين في اليوم 18 من الحمل. أما في الخنازير، فيكون ذلك النمو أسرع وبمعدل 4-8 مم/ساعة من عمر 2 يوم إلى 3-4 أيام (2 مم ويصبح 200 مم) ويصل لنحو 1000 مم في اليوم 16. وبشكل عام يمكن تقسيم الأجنة في الثدييات حسب سرعة نموها وموعد أنغراسها في الرحم إلى قسمين: تكون فترة ما قبل الأنغراس في أولاهما، ومنها الحيوانات الزراعية (عدا الخيل) طويلة تصل لعدة أسابيع؛ وفي القسم الثاني من الثدييات (الرئيسات، بما فيها الأنسان) تنغرس الأجنة في جدار الرحم حال دخولها. يُعزى النمو الكبير لأجنة الحيوانات الزراعية إلى تطور أغشيتها الجنينية الخارجية معطياً إياها شكلاً خيطياً (ماعد الفرس يبقى دائري)، ويُعد تشكيلها ضروري لعملية الأنغراس، ويشارك في تكوين الأغشية الجنينية الأربعة الطبقة المغذية، والوريقتين الجنينيتين الداخلية endoderm والمتوسطة mesoderm، والجنين. فمثلاً، تشارك الطبقة المغذية مع

الوريقتين الجنينيتين الباطنية البدائية والمتوسطة في تشكيل الغشائين الخارجيين المشيمائي chorion والسلي (مائي) amnion، ويتشكل الكيس المحي من الأديم الجنينية الباطنية، ويرتبط الغشاء المشيمائي بصورة كاملة بالرحم، ويلعب الغشاء السنوي دور كيس يملأ بالسائل خلال تطور الجنين. ويمكن شرح عملية تكونها كما يلي (الشكل 4-7):

حالما يبدأ الكيس الأرومي نموه، تتطور طبقة إضافية تحت كتلة القرص الجنيني تسمى أديم الجنين الباطنية البدائية primitive endoderm. تستمر في نموها متجهة نحو الأسفل لتبطن كلياً الطبقة المغذية. ويبدأ في الوقت ذاته تطور الأديم الجنينية المتوسطة بين الأديم الباطنية البدائية والجنين، وحينما يكتمل نموها تُشكل تجويفاً يسمى الكيس المحي الذي يتضائل حجمه مع كبر الجنين وتقدمه بالعمر، ولهذا يعدّ بمثابة غشاء جنيني مرحلي ومؤقت عند هذه الحيوانات (يبقى مصدر للخلايا الجرثومية الأولية التي تهجر لتستعمر العرف التناسلي، أنظر الفصل الثاني). ومع استمرار نمو الأديم المتوسط تُشكل كيساً يحيط بالكيس المحي ومندفحاً باتجاه طبقة الأديم الظاهري المغذية trophoblast (سابقاً الطبقة المغذية)، ثم يبدأ بالانثناء والاتجاه نحو الأعلى مشكلاً زائدين تشبه كل منهما الجناح تسميان بالطينين السلتيين. ومع استكمال الأديم المتوسط إحاطتها بالكيس المحي تبدأ ظهور نقاط أنصهار بين خلاياها وخلايا طبقة الأديم الظاهري المغذية لتتشكلاً معاً الغشاء المشيمائي. وفي المقابل، يتطور من الجنين معي بدائي primitive gut يخرج من طرفه الخلفي رطب يشكل كيساً يدعى كيس السقيائي allantois أو البولي لأنه تتجمع فيه بقايا الجنين أو فضلاته. ويبدأ الكيس المحي بالتراجع في حين ينمو ويتسع الكيس السقيائي مع استكمال إحاطة الأديم المتوسط بالكيس المحي، وتستمر الطيات الغشاء السلي نموها نحو الأعلى ملتحمة مع بعضها مشكلة كيساً مضاعفاً يحيط كلياً بالجنين. يتألف الكيس الداخلي منهما من أنصهار الأديم المتوسط وخلايا طبقة الأديم الظاهري المغذية ويدعى بالغشاء السنوي الذي يعدّ الأقرب للجنين ويحيط به كلياً، ويسمى التجويف الواقع بينه وبين الجنين بالتجويف السلي amnionic cavity. وفي المقابل يحيط الغشاء المشيمائي بالكتلة الجنينية (الجنين مع باقي الأغشية)، ويستمر الغشاء السقيائي بالاتساع ليملأ أغلب فراغ الكتلة الجنينية مقرباً من الغشاء المشيمائي ومنصهرأ معه بعدة نقاط تسمى نقاط السقيائي المشيمائي للمشيمية الجنينية التي تخرج منها

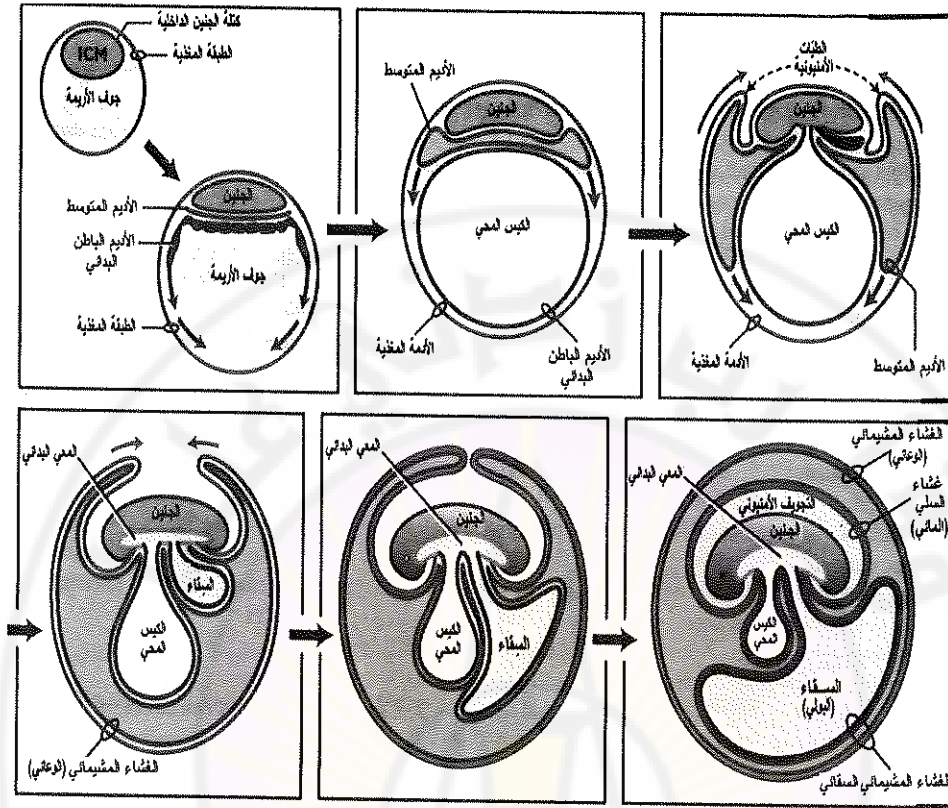
زغابات (الخمائل الجنينية) تتصل مع فلقات بطانة الرحم لتشكلاً معاً النقاط المشيمية، ويستمر الكيس المحي بتراجع (الشكل 4-7).

5-1. تمييز الأم للحمل Maternal recognition of pregnancy:

ثبت قطعياً أن الرحم عند الحيوانات والمبيض عند الرئيسات بما فيها الإنسان يفرزان قبل 1-3 أيام من انتهاء طور الجسم الأصفر مادة $PGF2\alpha$ تساعد في تدهم الجسم الأصفر $Luteolysis$. وتبين أن الأوكسينوسين الذي يفرز من الجسم الأصفر ينتقل إلى الرحم ويرتبط إلى مستقبلاته الموجودة على سطح خلايا بطانة الرحم مسبباً في تنشيط إفراز الـ $PGF2\alpha$.

ولهذا فإن الهرمونات التي تنشط عملية تدهم الجسم الأصفر هي الأوكسينوسين والبروجسترون اللذان يفرزان من الجسم الأصفر، إضافة إلى $PGF2\alpha$ الذي ينتقل من الرحم إلى المبيض عند البقر والغنم عن طريق الاتصال الوعائي المحلي (الوريد المبيضي الرحمي $uterine ovarian vein$). وعن طريق الأوعية الدموية الجهازية (مارة عبر الرئتين) عند الفرس وبوساطة كلا الطريقين المحلي والجهازية عند الخنازير (الشكل 5-7).

ولهذا فإن قطع الاتصال الوعائي بين المبيض والرحم أو قتل الخلايا المفرزة (بطانة الرحم) لمادة الـ $PGF2\alpha$ يؤدي إلى استمرارية الجسم الأصفر في وظيفته (إفراز البروجسترون) وبالتالي إطالة حياته عند الحيوانات الزراعية. وبما أن عملية تثبيت الحمل واستمراره على الأقل خلال فترة الثلث أو النصف الأول من الحمل تتطلب وجود الجسم الأصفر أو أي مصدر للبروجسترون كأن لا بد من ظهور نوع من الحوار بين الجنين والأم لإيقاف أو التغلب على تأثير الـ $PGF2\alpha$ المحلل للجسم الأصفر.

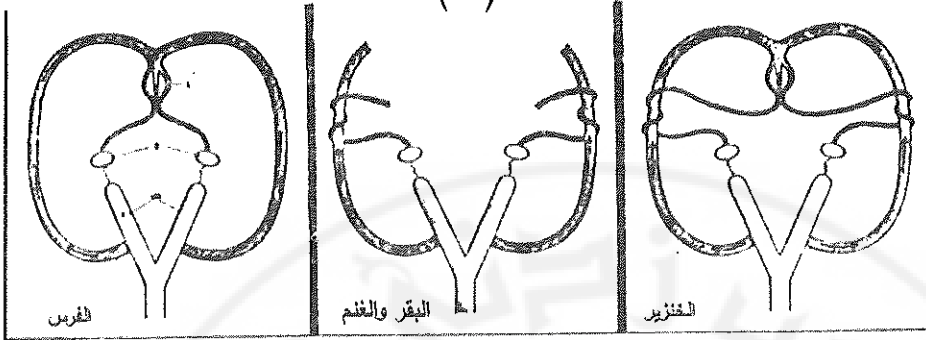


الشكل 4-7. مخطط توضيحي لتطور الأغشية الجنينية الخارجية في الثدييات.

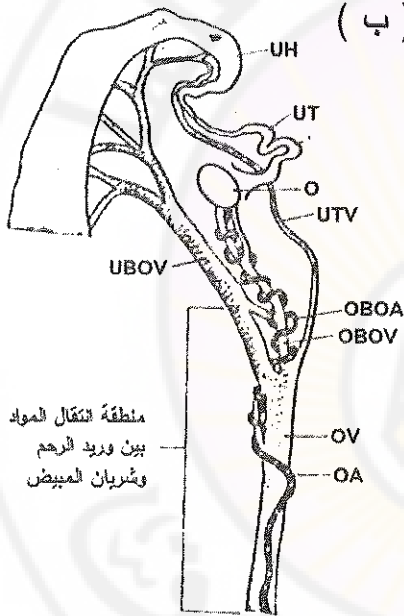
(عن P.L. Senger، 2003).

وتبين أن هذا الحوار ينشأ على شكل تبادل مواد كيميائية معينة بين الأم والجنين قبل عملية أنغراس الأخير في بطانة جدار الرحم بدليل أن قطع الاتصال بين قرن الرحم الحاوي على الجنين والمبيض (الشكل 6-7) قبل اليوم 12 من الحمل عند الخنازير وقبل اليوم 13 عند الغنم وقبل اليوم 15 عند البقر يسبب تدهور الجسم الأصفر ومن ثم الإجهاض. ما يشير إلى أن هناك مواد يفرزها الجنين تساعد في المحافظة على حيوية الجسم الأصفر وبالتالي على صيانة الحمل واستمراره.

(أ)



(ب)

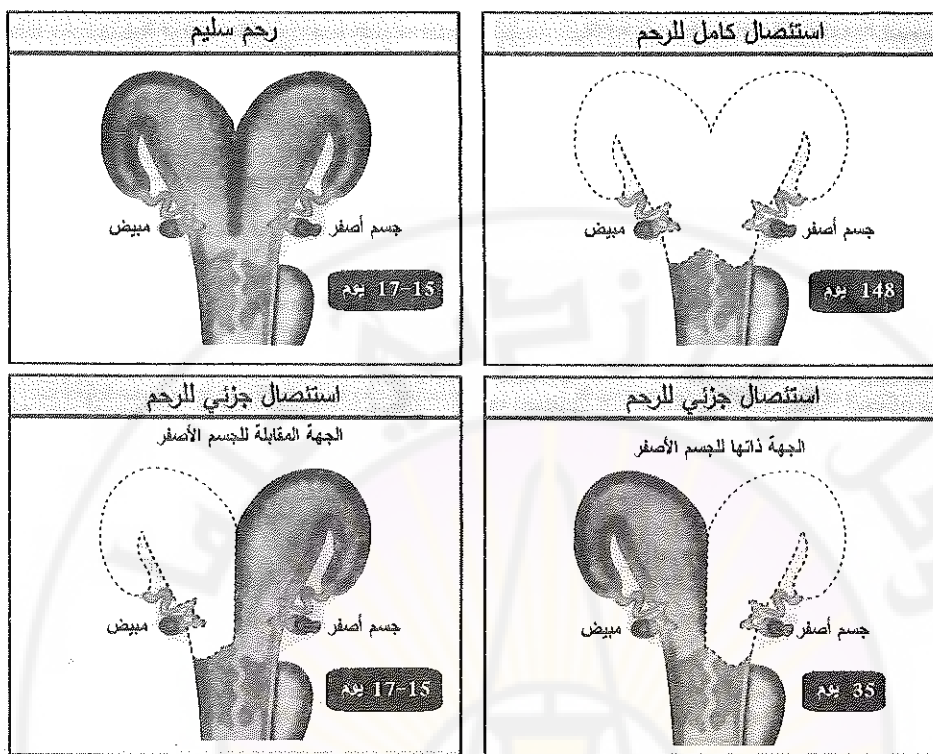


المبيض = O
شريان المبيض = OA
الفرع المبيضي للشريان المبيضي = OBOA
الفرع المبيضي للوريد المبيضي = OBOV
الوريد المبيضي = OV
الفرع الرحمي للوريد المبيضي = UBOV
قرن الرحم = UH
قناة المبيض = UT
وريد قناة المبيض = UTV

الشكل 5-7.

أ: انتقال الـ $PGF2\alpha$ من الرحم إلى المبيض لتهديم الجسم الأصفر.

ب: الاتصال الوعائي بين المبيض والرحم في الحيوانات الزراعية. (زكريا وسلهب، 1991).



الشكل 6-7. تأثير قطع الاتصال بين قرن الرحم الحامل والمبيض وانعكاس ذلك في حياة الجسم الأصفر. (عن P.L. Senger, 2003).

أما عن طبيعة المواد المفرزة من الجنين وبأي وقت تميزها الأم فهذا أمر يختلف فيه الحيوانات بعضها عن بعض (الجدول 2-7). فعند الغنم وجد أن الجنين يفرز ومن خلال طبقتة المغذية trophoblast مادة تسمى بروتين الطبقة المغذية رقم 1 ovine trophoblastic protein (oTP-1) و Ovarian- trophoblast protein التي تعمل على قمع أو إخماد تأثير كل من الإستروجين والأوكسيتوسين المفرزة من المبيض والمنشطة لإفراز الـ $PGF2\alpha$ المحلل لجسم الأصفر. هذه المادة البروتينية الجنينية تفرز بين الأيام 13-21 من الحمل. وثبت بالتجربة أن إزالة الجنين قبل اليوم 13 من رحم النعجة بسبب تدهوراً مباشراً للجسم الأصفر، بينما تسبب إزالته من الرحم بعد اليوم 13 إلى إطالة حياة الجسم الأصفر وظهور علامات الحمل الكاذب (غياب الشبق لفترة طويلة).

تشابه البقر الغنم في هذه الآلية، فتفرز الطبقة المغذية الجنينية مادة بروتينية 1 تسمى bovine trophoblastic protein1 (bTP-1) تعمل أيضاً على إطالة فترة حياة الجسم الأصفر وتثبيت الحمل ولكن فعالية هذه المادة تبدأ منذ اليوم 15 ويستمر إفرازها حتى اليوم الـ 25 من الحمل. وكلا النوعين من البروتينات تتبعان لصنف بروتينات تسمى أنترفيرونات Interferons، وهي عبارة عن بروتينات سكرية غير تخصصية تفرزها كل من كريات الدم البيضاء، والصانعات الليفية fibroblasts والخلايا اللمفاوية lymphocytes، إضافة إلى خلايا الطبقة المغذية في جنين المجترات. وهي ذات تأثير مضاد للفيروسات وتُغير في وظيفة الخلايا المستهدفة. ونظراً إلى أن بروتينات الطبقة المغذية في الجنين تشكل صف مستقل من الأنترفيرونات فيشار إليها حالياً بـ (ovine or bovine Interferon trophoblast -oIFN-T أو bIFN-T)، حيث يشير حرف الـ T إلى الطبقة المغذية في الجنين، وتبين أن آلية عملها تتمثل بارتباطها إلى خلايا بطانة الرحم فتمنع تكون مستقبلات للأوكسيتوسين (الشكل 7-7)، كما أنها ترتبط للجزء الأمامي من خلايا غدد الرحم فتتنشط تصنيع بروتينات يعتقد أن لها دوراً في المحافظة على حياة الجنين قبل أنغراسه.

الجدول 7-2. مواد يفرزها الجنين تساعد في تمييز الأم للحمل وموعد الأنغراس.

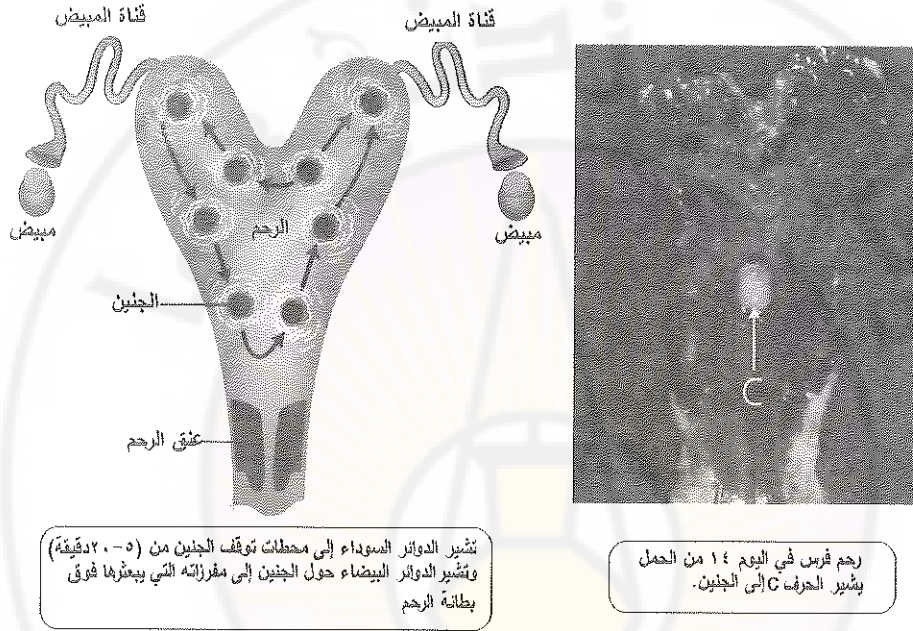
النوع الحيواني	مفرزات الجنين	الفترة الحرجة لتمييز الحمل (يوم بعد الإباضة)	موعد الأنغراس (يوم بعد الإباضة)
المرأة	hCG	12-7	12-9
البقرة	bIFN-T(bTP-1)	16-15	22-18
النعجة	oIFN-T(oTP-1)	14-13	18-15
الفرس	3 بروتينات/ استروجين ؟	14-12	38-36
الخنزيرة	إستراديول	12-11	18-14

وتبين أن الطبقة المغذية للجنين عند الخنازير تفرز هرمون الإستروجين خلال اليومين 11-12 من الحمل الذي بدوره يكون مسؤول عن إطالة حياة الجسم الأصفر من خلال دوره بإعادة توجيه إفراز الـ $PGF2\alpha$ في لمعة الرحم وليس عبر الوعاء الدموي الذي يصل بين الرحم والمبيض، ما يحول دون وصول البروستاغلاندين إلى الجسم الأصفر (الشكل 7-7). أما عن آلية هذا التحول في اتجاه إفراز البروستاغلاندين غير معروفة، ويعتقد أن الإستروجين يزيد من تكون مستقبلات البرولاكتين على سطح خلايا بطانة الرحم، مايقود إلى تغير في تدفق الكالسيوم الذي بدوره ينشط طرح البروستاغلاندين $exocrine$ في لمعة الرحم بدلاً من إفرازه في الدورة الدموية. كما تبين أن الإستروجين يزيد من أنقباضات جدر بطانة الرحم مما يساعد في نقل الأجنة وتوزيعها وتموضعها على طول قرني الرحم عند الخنزيرة. كما وجد أن المحافظة على الحمل عند الخنزيرة تتطلب وجود على الأقل جنينين في كل قرن، وبالتالي نقص عد الأجنة عن 4 أو عدم وجود جنينين على الأقل في كل قرن يقود إلى توجه إفراز البروستاغلاندين عبر الدورة الدموية وحدوث الإجهاض.

أما عند الفرس فالأمر يختلف قليلاً، إذ تبين أنه على الرغم من أن بطانة الرحم تفرز كميات كبيرة من البروستاغلاندين $F2\alpha$ خلال الدورة التناسلية العادية لتهديم الجسم الأصفر، ولكن في حال حدوث الحمل، فإن الجنين يفرز ليس فقط الإستروجين بل أيضاً مواد بروتينية خلال الأيام 12-14 من الحمل لتساعد أيضاً في المحافظة على حياة الجسم الأصفر وبالتالي في تثبيت الحمل المبكر. وتبين أيضاً أن الجنين يجب أن يهاجر ضمن الرحم من قرن إلى آخر بمعدل 12-14 مرة يومياً خلال الأيام 12 و 13 و 14 من الحمل ليساعد في توزيع تلك المفرزات فوق بطانة الرحم ومنعها من إفراز البروستاغلاندين (الشكل 7-8)، أما عن الدور الحقيقي للبروتينات المفرزة فما زالت بحاجة إلى مزيد من البحث العلمي.

كما تبين أن الجنين في الفرس لا يستطيل بدرجة مماثلة للأجنة في الحيوانات الزراعية الأخرى، ما يؤخر أنغراسه (أنظر الجدول 7-2). وبعد اليوم الـ 40 وحتى فترة الأربعة أشهر من الحمل تفرز الفرس الـ $PMSG$ للمحافظة على الحمل، ومن ثم تعد المشيمة نفسها المسؤولة عن المحافظة و استمرارية الحمل حتى نهايته. وقد تبين عند الأنسان أن الجنين يفرز هرمون موجهة الغدد التناسلية المشيمائية البشرية المسمى الـ hCG خلال الأيام 7-12 من الحمل الذي له وظيفة مشابهة لهرمون الـ LH فيعمل على استمرارية الجسم

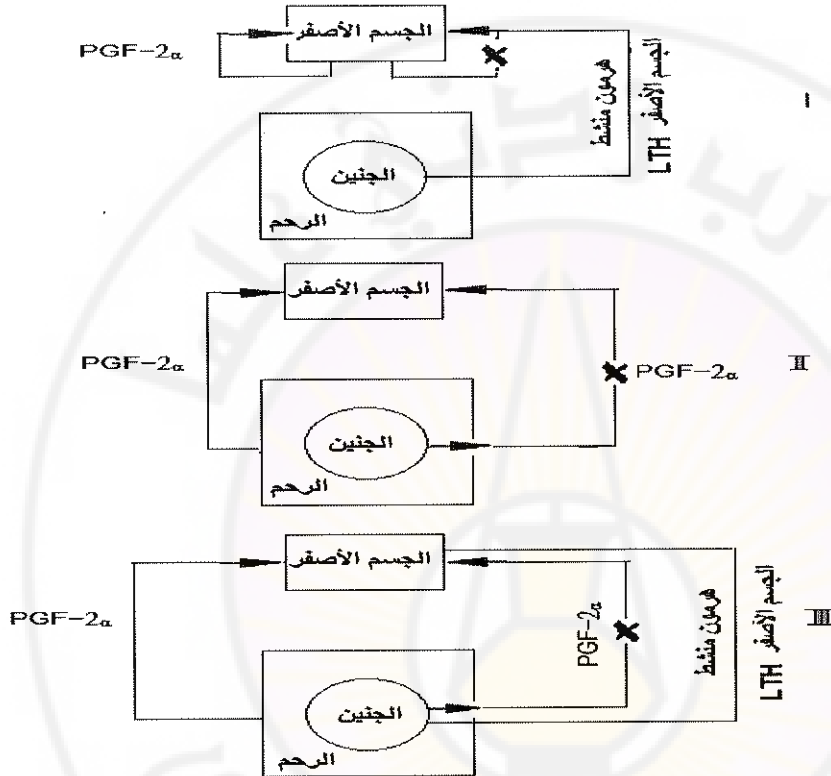
الأصفر في وظيفته، وبالتالي على تثبيت الحمل المبكر. أما عن آلية إيقاف ودحض تأثير الـ $PGF2\alpha$ على الجسم الأصفر ودور المفرزات الجنينية المبكرة في صيانة حياته وتثبيت الحمل فقد تعددت الآراء والنظريات حول ذلك ويمكن شرحها ومن خلال الشكل 7-9 كما يلي:



الشكل 7-8. هجرة الجنين عبر الرحم في الفرس. (O.J. Gither, 1992).

فالشكل يوضح كيف أن الجسم الأصفر يقتل نفسه من خلال إفرازه لهرمون الإستروجين و الأوكستوسين اللذين يعملان على تنشيط إفراز الـ $PGF2\alpha$ وتبطل فعاليته المهذمة للجسم الأصفر. والشكل II يوضح أن الـ $PGF2\alpha$ يفرز من بطانة الرحم وليس من الجسم الأصفر، لهذا يكون تأثير الجنين مساعداً على استمرارية حياة الجسم الأصفر من خلال إفراز مواد توقف إفراز الـ $PGF2\alpha$.

والشكل III يوضح أن مفرزات الجنين تتغلب في تأثيرها على الـ $PGF2\alpha$ المفرز من جدار الرحم وهذا بالطبع يؤدي إلى المحافظة على حياة الجسم الأصفر واستمرارية الحمل.



الشكل 7-9. دور المفرزات الجنينية في إيقاف تأثير الـ $PGF2\alpha$ كمحلل للجسم الأصفر عند بعض أنواع الثدييات (تعني X إبطال الفعالية). (عن زكريا وسلهب، 1991).

6-1- أنغراس الجنين (التعشيش) Implantation:

وهي العملية التي بواسطتها يتفاعل الجنين مع جدار الرحم ويتثبت إذ يلعب كل من الجنين و الرحم دوراً أساسياً في تحديد مكان التثبيت. وعادةً يتثبت الجنين في جدار قرن الرحم المجاور للمبيض الذي حدثت فيه الإباضة عند البقر، وفي حال توفر أكثر من جنين عند الغنم فإنه يتم توزيعها بين قرني الرحم. أما في حالة الحيوانات المتعددة الولادات مثل

الخنزير فأن الأجنة تتوزع وبصورة حرة بين قرني الرحم، كما أن كل جنين يحتل المكان الخاص به في جدار الرحم دون أن يؤثر سلباً في مكان الجنين الذي يليه. وعند الفرس فالأمر يختلف إذ أنه لا بد للجنين المتوفر من الهجرة من قرن إلى قرن رحمي آخر لتحدث عملية التثبيت وأن أي آلية تمنع هجرته من القرن المجاور لمكان الإباضة إلى القرن الآخر الذي يجب أن تحدث فيه عملية الأنغراس ستؤدي حتماً إلى موت الجنين وفشل الحمل. يختلف موعد بدء الأنغراس باختلاف الأنواع. فهو يبدأ في اليوم 12-13 عند الخنازير وينتهي في الأيام 25-26 من الحمل. أما عند الغنم والبقر والأفراس فيبدأ بالأيام 14-16 و28-32 و35-40 وينتهي في الأيام 28-35 و40-45 و95-105، على التوالي.

أما عن اتجاه الأنغراس فيكون القرص الأنتاشي للجنين دائماً معاكساً لجدار الرحم وقريباً من لمعته عند كل الأنواع الحيوانية. ومما يجدر ذكره أن عملية تبكير أو تأخير لعملية الأنغراس تؤثر بصورة أو أخرى في تطور الجنين وقد تنتهي بالفشل وفقد الجنين. لهذا كان لا بد من وجود تزامن شبه كامل بين بيئة الرحم ومرحلة تطور الجنين، وهذا ما يجب أخذه بعين الاعتبار في تقانة نقل الأجنة، فرحم الحيوان المستقبل يجب أن يكون فيزيولوجياً وزمنياً مستعداً لاستقبال جنين الحيوان المأنح وبعمر 7 أيام عند البقر.

تختلف كيفية عملية الأنغراس أيضاً بين الأنواع الحيوانية. فعند الحيوانات المخبرية (جرذ، فئران، أرانب وقطط....الخ) يدفن الجنين كلياً في جدار الرحم أما عند الحيوانات الزراعية فالأمر يختلف إذ يبقى الجنين معلقاً في تجويف الرحم وأي اتصالات مع جدار الرحم تحدث قبل تشكل المشيمة تكون عادة فضفاضة وغير متينة.

على الرغم من اختلاف الإفرازات الجنينية بين الأنواع الحيوانية التي جميعها تساعد في منع عملية تدهم الجسم الأصفر، فإن استمرار الحمل يتطلب توافر تراكيز عالية من البروجسترون تساعد في صيانة الحمل من جهة ونمو الجنين وتطوره من جهة أخرى، وتسمح للأغشية الجنينية بتشكيل اتصال نصف نفاذ مع الأم يسمى بالمشيمة placenta، وهذا ما سنتحدث عنه بالفصل التالي.



الفصل الثامن

تشكل المشيمة ودور الهرمونات في الحمل والولادة

Placentation and hormonal roles in gestation and parturition

1- تمايز الوريقات الجنينية Differentiation of germ layers

تُعطى الطبقات الجنينية الثلاث: الباطنية endoderm، والمتوسطة mesoderm، والظاهرية ectoderm جميع أنسجة الجنين وأعضائه وذلك بعد أن تتعرض لعدة أنقسامات وتجمعات خلوية تتميز إلى أنسجة خاصة وأعضاء متعددة. ويجب أن نذكر أنه ليس بالضرورة أن تكون جميع أنسجة عضو معين من أصل جنيني واحد. فمثلاً تُشتق شبكية العين من جدار الدماغ كما يشتق الجسم البلوري والقرنية من الأديم الظاهري أما عضلات العين فنشتق من الأديم المتوسط. كما يجب أن نشير إلى أنه إضافة إلى الانقسامات والتميزات الخلوية والعوامل الوراثية، فإن التفاعلات النسيجية المتبادلة تعد ضرورية وأساسية لتكوين مختلف الأنسجة وتمايزها مع أعضاء الجسم وأجهزته المختلفة. وتتحصر مشتقات الوريقات الجنينية في الآتي:

1-1- مشتقات الأديم الخارجي Derivatives of ectoderm

- أ- مشتقات الأديم الظاهري السطحية: وتشمل بشرة الجلد وملحقاته (الشعر، الحوافر، المخالب، الأظلاف، الغدد العرقية والدهنية واللبنية)، بشرة الفم والشرح والغدد التي تفتح في الفم وبزاعم الذوق ومينا الأسنان وبشرة الأنف والأجواف المفتوحة عليه. وكذلك الفص الأمامي للغدة النخامية (النخامية الغدية) والأذن الداخلية والجسم البلوري.
- ب- مشتقات الأديم الظاهري العصبية: وتشمل الأنبوب العصبي الذي يعطي الجملة العصبية المركزية (الدماغ والنخاع الشوكي) والجملة العصبية المحيطية، شبكية العين، الفص الخلفي للنخامية (النخامية العصبية) والغدة الصنوبرية وكذلك خلايا العرف العصبي Neural crest cells التي تعطي خلايا العقد العصبية القحفية والشوكية

والذاتية، الخلايا الصباغية للجلد، النسيج المتوسط لمنطقة الرأس وخلايا غمد الألياف العصبية المحيطة، لب غدة الكظر والنسيج الضام.

2-1- مشتقات الأديمية الجنينية المتوسطة Derivatives of mesoderm:

يمكن تقسيمها إلى أربعة أقسام:

- أ- المتوسطة المحورية axial mesoderm وتشمل فقط الحبل الظهري notochord.
- ب- المتوسطة الجانب المحورية para axial mesoderm وتشمل العمود الفقري، غلاف الجذع وأدمة الجلد والنسيج الضام.
- ج- المتوسطة البينية intermediate mesoderm وتشمل الجهاز البولي- التناسلي وملحقاته.
- د- المتوسطة الجانبية lateral mesoderm وتشمل الجملة القلبية - الوعائية واللمفاوية والخلايا الدموية واللمفاوية، قشرة الكظر، الطحال، النسيج الضام، عضلات الأحشاء والأطراف والأغشية الساترة.

3-1- مشتقات الأديمية الباطنية Derivatives of Endoderm:

وتشمل ما يلي:

- أ- بشرة القناة الهضمية (ما عدا بشرة الفم والشرج) بما فيها الكبد، المعثكلة وبشرة المرارة.
- ب- بشرة الطرائق التنفسية (ما عدا الأنف) وبشرة المهبل وبشرة غدة كوبر والحوصلة المنوية.
- ج- المثانة البولية- الغدة الدرقية وجارة الدرقية، اللوز الحنكية، الأذن الوسطى ونفير أوستاش.

ونذكر هنا أن هناك بعض أنسجة أعضاء محددة تتعرض للتلف المستمر مثل الجلد والأمعاء والغدد، لكن هذه النسيج تظل محتوية على خلايا ذات أصل جنيني تتصف بنشاطها المستمر وقدرتها على الانقسام وتعويض الخلايا التالفة وبالتالي يكون هناك توازن بين عدد الخلايا التالفة والمحدثة المعوضة.

2- المشيمة الجنينية fetal placenta:

تتألف عند كل الثدييات والطيور والزواحف من أربعة أغشية جنينية وهي: الغشاء السلي أو المائي amnion، الغشاء السقيائي أو البولي allantois، الغشاء المشيمائي أو الوعائي chorion، كيس الصفار yolk sac. ويُبين فيما يلي هذه الأغشية ووظائفها ودورها الهام خلال فترة الحمل.

أ- كيس الصفار Yolk sac ينشأ من الأديمية الباطنية مبطناً للطبقة المغذية عند منطقة المعي المتوسط midgut region، وله دور مهم في تغذية الأجنة التي تتطور خارج جسم الأم (الزواحف والطيور) ولكنه يضمحل خلال الأسبوعين الأولين عند أغلب الحيوانات الزراعية إذ يعمل خلال ذلك كناقل للمواد الغذائية والفضلات المطروحة.

ب- الغشاء السلي (المائي) amnionic membrane وهو الأقرب للجنين ويحيط به بصورة كاملة من اليوم الثامن عشر من الحمل عند البقر مشكلاً تجويفاً ينحصر بين الجنين والغشاء السلي يسمى التجويف السلي. يمثل هذا التجويف وسائل مصلية شفافة لزوجته قليلة يلعب دور المحذر أو المنبه للجنين فيمنعه من الالتصاق بالأغشية الجنينية ويحميه من تأثير الصدمات الميكانيكية وحركة أمعاء الأم ويشترك أيضاً في تغذية الجنين وتنظيم التوازن المائي فيه. أن الافتقار لتشكيل السائل السلي يؤدي إلى تشوه في شكل الجنين. يتكون الغشاء المائي من أنقسامات الأديم الظاهري والوسطى الظهرية حيث تنمو هذه الأنقسامات وتلتقي معاً لتشكيل الطبقات السلية التي بدورها تنمو حتى تلتقي أطرافها وتحيط بالجنين من كل الجوانب ما عدا السويقة الداخلة في تركيب الحبل السري umbilical.

ج- غشاء السقيائي (البولي) allantois membrane: ينشأ على شكل نمو خارجي من طرف المعي المتوسط ويكتمل نموه في اليوم 36 من عمر الجنين عند البقر ويمتد نموه في داخل الجوف خارج الجنين متوضعاً بين الغشائين السلي والمشيمائي ليشغل معظم الفراغ بينهما مع تقدم الجنين بالعمر. ويلتحم مع الغشاء المشيمائي chorial membrane. يكون الغشاء السقيائي غنياً جداً بالأوعية الدموية التي تتصل مع كبد الحُميل، لذلك يعد هذا الغلاف العضو الرئيس لتبادل المواد الغذائية بين جسمي الأم والحُميل في الفترة الأولى من الحمل.

أما التجويف السقيائي فيعد مخزناً تتجمع فيه منتجات العملية الاستقلابية وبقايا المواد البولية المفرزة من كلية الحُميل وتنتقل عبر قناة الـ urachus التي تقع ضمن الحبل السري وتمتد ما بين غشاء السقيائي والمثانة البولية للحميل. يمكن أن يصل حجم المفرزات في نهاية الحمل إلى نحو 10 ليترات في الخيول و6 ليترات في البقر وفقط 50-100 ميليلتر في الغنم.

د- الغشاء المشيمائي (الوعائي) chorionic membrane وهو الأبعد عن الجنين ويكون ملامساً لبطانة الرحم وسميك وذا بنية معقدة التركيب تتكون من طبقتين:

- طبقة خارجية نشأت من الطبقة المغذية trophoblast الجنينية.
- طبقة داخلية نشأت من أنقسام خلايا الأديم المتوسط الظهرية somatic mesoderm layer المبطن للطبقة المغذية من الداخل. يلتحم الغشاء المشيمائي مع السقيائي في عدة نقاط مشكلة المشيمة الجنينية أو الفُلفات cotyledones التي تتصل مع حلبيات caruncles بطانة الرحم ليشكلاً معاً النقطة المشيمية placentome. يتم تبادل الغازات والأغذية بين الأم والجنين عبر الأوعية الدموية التي تغزو بغزارة مناطق الاتصال المشيمي، وتدل المساحات الكبيرة لتلك الاتصالات على مدى نشاط عمليات الاستقلاب بين الأم الجنين.

يعد الغشاء أن السلي (الداخلي) والمشيمائي (الخارجي) غير وعائين بسبب اشتقاقهما من الوريقات الجنينية الخارجية والوسطى الظهرية، أما غشاء السقيائي والكيس المحي فلهما القدرة على توليد أوعية دموية واتصال وظيفي مع جسم الأم بسبب اشتقاقهما من الوريقة الجنينية الداخلية. ولهذا فمن أجل تأسيس اتصال عضوي بين الأم والجنين ومن أجل نقل المواد الغذائية والغازات والفضلات لا بد للغشاء المشيمائي من أن يتعرض إلى عملية غزو للأوعية الدموية التي تصدر إما من الكيس المحي أو من الغشاء السقيائي حسب نوع المشيمة. فعند الفرس والكلبة يحدث اتصال كوريوني مع الكيس المحي ويكونان مشيمة جنينية تسمى مشيمة الكيس المحي Yolk sac-type placenta، أما عند الخنازير والبقر فإن مشيمة الكيس المحي تكون أنثقالية والكيس المحي لا يكون أي اتصال مع جدار الأم. وبذلك يكون الاتصال الوحيد عبر المشيمة الجنينية المتكونة من أنصهار الغشاء المشيمائي مع السقيائي.

تنمو الأغشية الجنينية بسرعة كبيرة خلال الفترة الأولى من الحمل وتكون عادة أسرع بنموها من الجنين ويزداد حجم السائل السقياني ليصل أقصاه ما بين الأسبوع الثالث وحتى التاسع ثم يتناقص تدريجياً. ينتقل بول الجنين إلى كيس السقياني عبر قناة الأوراكوس وurachus وذلك حتى نهاية الشهر الثالث من عمر الحُميل. بعد ذلك يتحول مجرى البول الجنيني إلى الكيس السلي نتيجة لأنغلاق قناة الأوراكوس وبدء النشاط الوظيفي للإليل الجنيني نفسه.

3- المشيمة The Placenta:

وهي عضو حمل أنثقالي يوفر سطحاً بينياً ويُشكل حدوداً مشتركة تتضمن التبادل الاستقلابي بين الأم والحُميل، وتتكون من أنصهار الأغشية الجنينية مع بطانة جدار الرحم من خلال أنضمام كل من الخمائل الحُميلية (نقاط التحام الكوريون مع السقياني) مع الفلقات الرحمية. تختلف المشيمة بين الأنواع الحيوانية من حيث تركيباتها الخارجية، الشكل والحجم ومن حيث عدد الطبقات المكونة لها. ويُبَيَّنُ فيما يلي أصناف المشيمة من حيث الشكل ومن حيث التصنيف التصالبي الذي يعتمد على عمق الاتصال النسيجي بين الرحم والجنين.

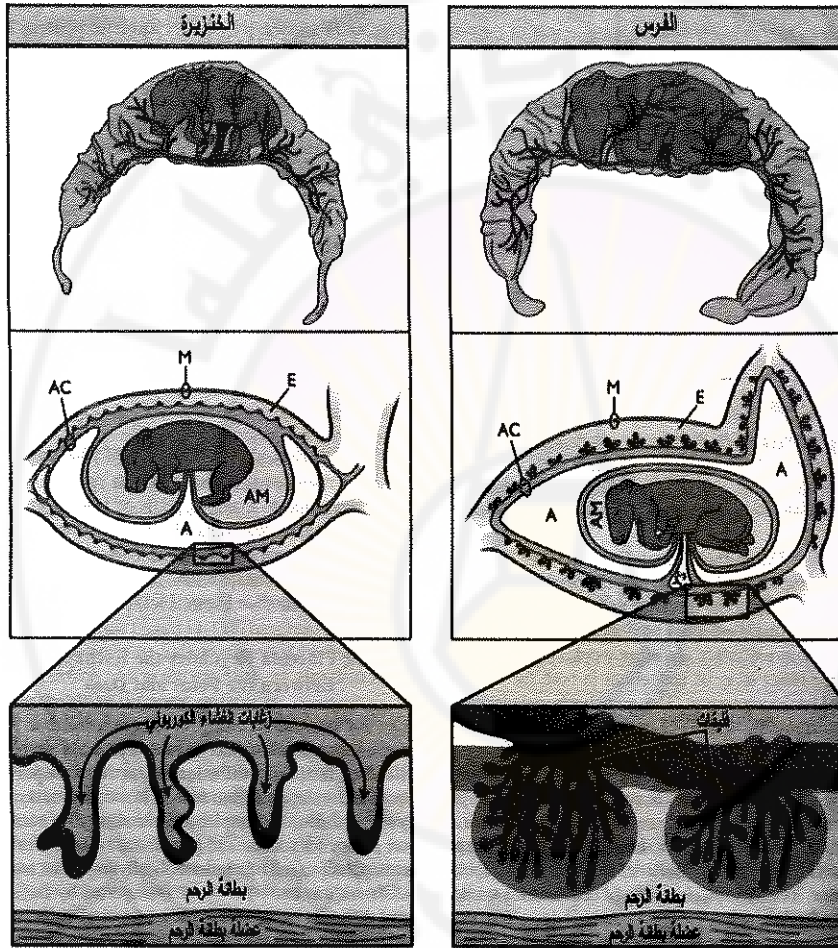
3-1- تصنيف المشيمة حسب الشكل:

يعتمد هذا التصنيف على طبيعة توزع الزغابات الدقيقة النامية من جدار الغشاء المشيمائي التي بوساطتها يتم الاتصال مع بطانة الرحم. ومن أشكال المشيمة التي تتبع هذا التصنيف ما يلي:

أ- المشيمة الأنثشارية Diffuse placenta:

وهي الشكل الشائع عند الخنازير والنوق والأفراس حيث يلاحظ نمو وأنثشار الزغابات villi الحُميلية بدرجات متساوية من التطور (الخنازير والنوق) على كل سطح الغشاء المشيمائي ما عدا النهايات الطرفية (الشكل 8-1)، أو تتجمع مشكلة فليقات صغيرة متعددة تتوزع على سطح الغشاء المشيمائي عند الفرس فيسميها البعض بالمشيمة الفليقية microcotyledonary placenta (الشكل 8-1). يبدأ اتصال الزغابات مع جدار الرحم

فتتضمن التبادل الفيزيولوجي بين الأم والحُميل في اليوم 12 ويكتمل ما بين اليومين 18 و20 من الحمل في الخنازير، في حين تبدأ زغابات الفليقات الجنينية الاتصال مع بروتات رحمية كأسية الشكل تراوح أقطارها بين ميليمترات وعدة سنتمترات في الفرس بدءاً من اليوم 24، وتنتهي بين اليومين 36 و 38 من الحمل.



A : السقائي (البولي) AC : النقاء الضائين المضيمائي والسقائي AM : التجويف السلي (المائي)
E : بطانة الرحم M : عضلة بطانة الرحم YS : الكيس المحي

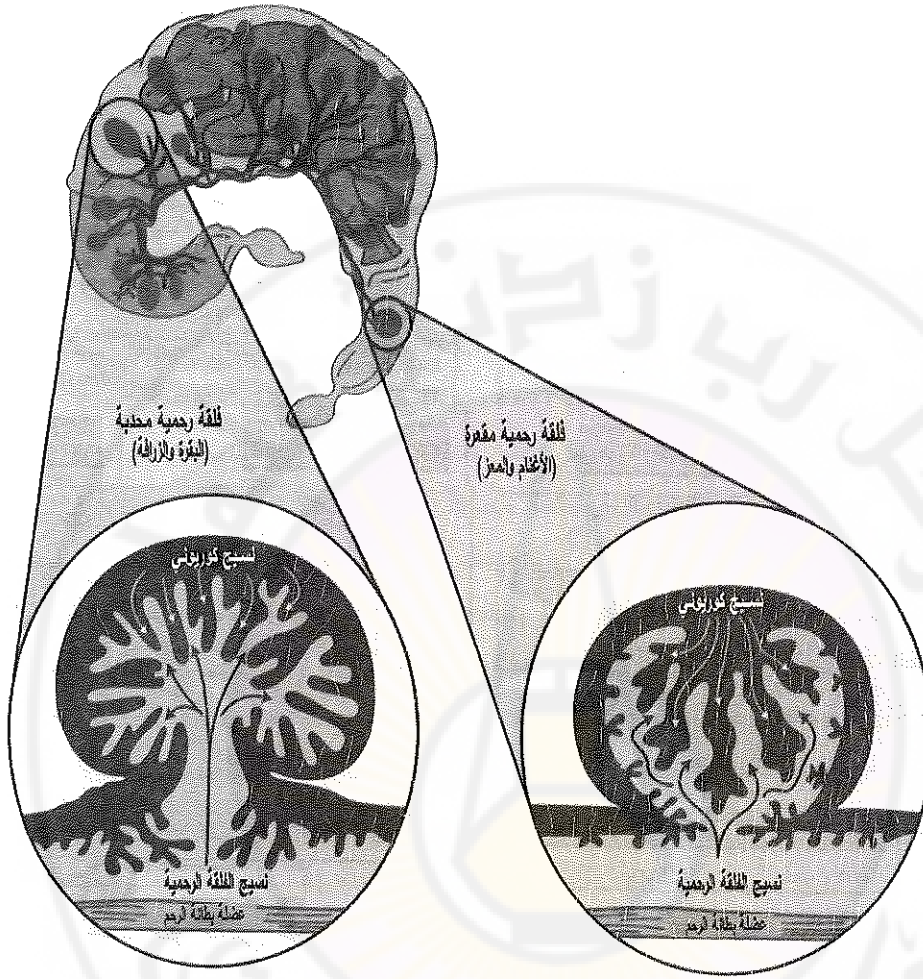
الشكل 8-1. المشيمة الأكتشارية. (عن P.L. Senger، 2003).

وتبين حديثاً أن البروزات الرحمية endometrium cups التي يراوح عددها بين 5-10 في الفرس تتكون في الأصل من بطانة الرحم والطبقة المغذية للجنين وأنها تُفرز الهرمون المحرر للهرمونات الموجهة للغدد التناسلية equine chorionic gonadotropine (eCG) أو مايسمى بهرمون مصل الفرس الحامل (PMSG) بدءاً من اليوم 35 من الحمل، وأنها تتوسف وتسقط في لمعة الرحم، وتصبح وظيفياً غير فعالة في اليوم 60 من الحمل.

ب- المشيمة الفلقية Cotyledonary placenta:

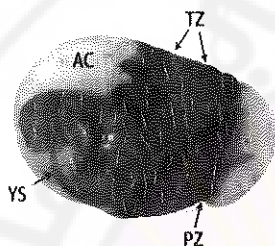
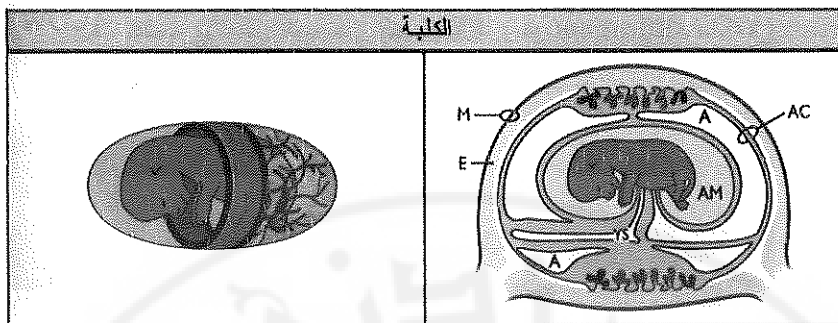
تتفرد المجترات مشقوقات الحافر (البقر، الغنم، المعز) بهذا النوع من المشيمة. حيث تتجمع الزغابات الخميلية في مجموعات تأخذ شكل الزهرة البارزة على سطح الغشاء المشيمائي وتعرف كل منها بالخميلة أو الوحدة المشيمية الجنينية. تنفصل هذه الخمائل بعضها عن بعض بمناطق ملساء ويقابل كل خميلة بروز أو حليلة caruncle من مخاطية الرحم وتشكل معها الوحدة المشيمية placentome الذي عن طريقه يتم الاتصال بين الأم وحميلها (الشكل 8-2)، تأخذ هذه الوحدات المشيمية الشكل القرصي المسطح عند البقر والزرافة والشكل الكاسي عند الغنم والمعز، أي تتغمد الوحدة المشيمية في منتصفها وتحاط من الجوانب بحافة مرتفعة مشكلة ما يشبه الكأس. يصل عدد هذه الوحدات المشيمية 70-120 عند البقر وما بين 90-100 وحدة عند الغنم والمعز.

ج- المشيمة النطاكية Zonary placenta: وهو الشكل شائع عند الكلاب والقطط وفيه تتجمع الزغابات الخميلية في منطقة تتوضع على شكل شريط أو حزام يحيط بمنتصف الغشاء المشيمائي الذي عن طريقه سيتم الاتصال ما بين الحُميل والأم. أما بقية الغشاء فيظل أملس وغير متصل مع بطانة جدار الرحم.

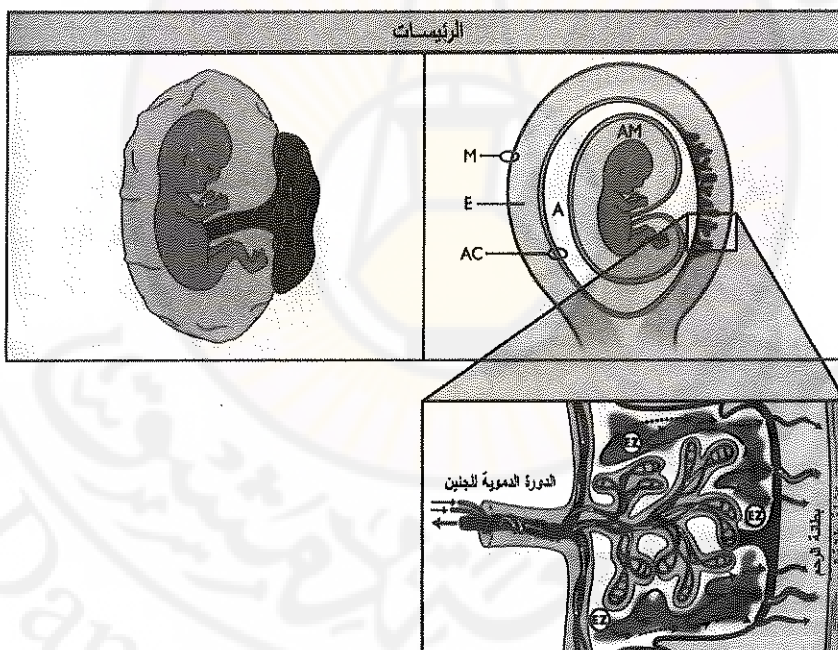


الشكل 8-2. المشيمة الفلقية في المجترات. (عن P.L. Senger, 2003).

د- المشيمة القرصية Discodal placenta وهو شائع عند الرئيسات مثل الإنسان والقردة وأيضاً عند الجرذان والفئران، ويميز هذا النوع أنتشار الزغابات الخميلية بشكل مكثف في منطقة أو منطقتين دائريتين تشبه القرص يتم عن طريقها الاتصال والتبادل ما بين الأم والحُميل بينما يظل القسم المتبقي أملس ولا يتصل مع مخاطية الرحم.



A : السفلي (البولي) : AC : النقاء الفخائين المشيمالي والسفلي
 AM : التجويف السلي (المالي) : YS : الكيس المحي
 E : بطانة الرحم : M : عضلة بطانة الرحم
 EZ : نطاق التبادل : TZ : نطاق النقل : PZ : نطاق التصبغ



الشكل 8-3. أشكال المشيمة الحزامية (الكلاب والقطط) والقرصية (الأوليات بما فيها الإنسان). (عن P.L. Senger، 2003).

2-3- التصنيف حسب الاتصال النسيجي (تصنيف غروسر) Grosser's Classification:

يتألف الغشاء المشيمي وبطانة جدار الرحم نسيجياً من ثلاث طبقات يمكن شرحها كما يلي:

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1- البطانة الداخلية endothelium. | } الغشاء المشيمي (الحُميل) |
| 2- النسيج الضام connective tissue. | |
| 3- الطبقة الظهارية epithelium. | |
- الاووعية الدموية blood vessels.

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1- البطانة الداخلية endothelium. | } - بطانة جدار الرحم (الأم) |
| 2- النسيج الضام connective tissue. | |
| 3- ظهارية جدار الرحم epithelium. | |

يعتمد هذا التصنيف على درجة الاتصال والالتحام الكامل أو الجزئي بين طبقات بطانة جدار الرحم وطبقات الغشاء المشيمي، أو على عدد الطبقات النسيجية المشيمية التي تفصل دم الأم عن دم الجنين، وعند التسمية تأتي أسماء أنسجة جدار الرحم كسابقة prefix في نمط المشيمة الموصوف في حين تأتي أنسجة الغشاء المشيمي كلاحقة suffix تضاف إلى اسم المشيمة الموصوف، ويشكلان معاً النمط المعني من المشيمة. ويمكن تلخيص ذلك في الجدول 1-8، وشرحه كما يلي (الشكل 4-8):

أ- النمط الظهاري المشيمي epithelialchorial: يظهر هذا النمط عند الخنازير والأفراس والنوق ويكون الاتصال بين الحُميل والرحم فقط عن طريق الطبقات الظهارية، حيث تنمو زغابات خميلية من على الطبقة الظهارية لمنطقة اتصال الغشاء المشيمي والسقائي، ثم تنغمد هذه الزغابات في تجاويف مقابلة على ظهارية مخاطية الرحم. فيكون الاتصال سطحياً ولا يحدث فيه اختفاء لأي من طبقات الجانب الجنيني أو الرحمي. وتختلف المسافات بين أماكن الاتصال بافرزات تعرف

باللبن الرحمي Uterine-Milk ونتيجة لعدم الالتحام الكامل بين جانبي المشيمة فأن المواد الغذائية والأكسجين القادم عن طريق الأوعية الدموية للرحم يمر من خلال هذه الأوعية وخلال النسيج الضام وظهرية جدار الرحم وكذلك ظهارية الغشاء المشيمي حتى يصل في النهاية إلى داخل تجويف الأوعية الدموية لغشاء السقيائي لتقوم بتوزيعه داخل جسم الجنين عن طريق الحبل السري، كما يحدث نقل غاز ثاني أكسيد الكربون وفضلات الاستقلاب في الاتجاه المعاكس ولهذا فأن الغشاء السقيائي له دور مهم فهو يمثل الرئة وجهاز الاطراح عند الحيوانات التي تملك هذا النمط من المشيمة.

ب- النمط الرباطي- المشيمي syndesmochorial: وهو شائع عند البقر والغنم والمعز والغزلان. ويكون الاتصال بين الأغشية الجنينية وبطانة الرحم عن طريق امتداد ظهارية الغشاء المشيمي لكل خميلة لتتصل مع النسيج الضام لبطانة الرحم، فتكون الطبقة السطحية لمخاطية الرحم والمعروفة بالظهارية غائبة عند هذا النوع من المشائم وبالتالي عند نهاية الحمل ونتيجة لعدم الاتصال المباشر بالأوعية الدموية للأم، فإنه لا يحدث نزف دموي أثناء انفصال المشيمة وطرحها، وهذا يحدث أيضا عند الحيوانات الحاملة للنمط الأول.

ج- النمط البطاني المشيمي endothelialchorial يوجد عند الحيوانات آكلة اللحوم مثل الكلاب والقطط وفيه يتم التحام الأغشية الجنينية مع بطانة الرحم في منطقة على شكل حزام من الخملات التي توضح التحاماً كاملاً مع بطانة الرحم في منطقة على شكل حزام من الخملات مظهرة التحاماً كاملاً بين ظهارية الغشاء المشيمي والطبقة الداخلية لمخاطية الرحم المسماة بالبطانة الداخلية endothelium، ولهذا فأن كلاً من المنطقة الظهارية والاسفنجية (الضامة) لمخاطية الرحم تكون غائبة والاتصال يتم مباشرة بين ظهارية الغشاء المشيمي مع جدار الأوعية الدموية للأم. وعند الولادة يحدث نزاع الاتصال وتهدم لجدار الأوعية الدموية مسبباً بذلك نزفاً دمويًا.

د- النمط الدموي- المشيمي Hematochorial: يشاهد عند الأنسان والقردة والجرذ ويتميز بأن كل طبقات مخاطية الرحم، تكون غائبة ولهذا فإن الغشاء الكوريني يتصل بظهاريته مباشرة

مع جدر الأوعية الدموية للأم التي عادة تتآكل وبالتالي فإن دوران الدم الخاص بالأم يتم عبر قنوات خاصة تمر داخل الغشاء المشيمي، وعند الولادة ونظراً لهذا الالتحام الكامل يتم انفصال المشيمة بشقيه الأمي والجنيني عن جدار الرحم وبالتالي يكون النزيف الدموي شديداً.

الجدول 1-8. تصنيف المشيمة حسب عدد الطبقات النسيجية الفاصلة بين دم الأم ودم الجنين

الطبقات النسيجية نمط المشيمة	الظهاري المشيمي	الرباطي المشيمي	البطاني المشيمي	الدموي المشيمي	الدموي البطاني
أنسجة بطانة جدار الرحم:					
- الطبقة الظهارية	+	-	-	-	-
- النسيج الضام	+	+	-	-	-
- البطانة الداخلية	+	+	+	-	-
أنسجة الجنين (غشاء كوريون):					
- الطبقة الظهارية	+	+	+	+	-
- النسيج الضام	+	+	+	+	-
- البطانة الداخلية	+	+	+	+	+
مثال:	الخنزيرة والفرس والناقة	المجترات والغزلان	الكلاب والقطط	الأنسان والقردة والجرذ	الأرانب والفئران

ملاحظة: تشير إشارة + إلى تواجد الطبقة النسيجية المعنية وإشارة - تشير إلى غيابها.

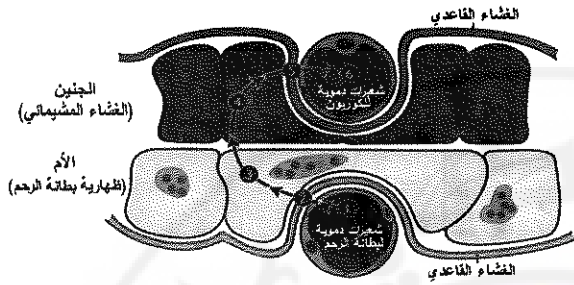
ه- النمط الدموي البطاني hematoendothelial: يوجد عند أنثى الأرانب وخنازير غينيا والفئران ويمثل أقصى درجات الاتصال الرحمي الجنيني، ويتم في هذا النمط فقدان جميع الطبقات المميزة للغشاء المشيمي ومخاطية الرحم ما عدا طبقة رقيقة هي بطانة الأوعية الدموية الجنينية التي تفصل بين دم الأم ودم الجنين. ويلاحظ في هذا النمط خروج دم الأم في أحياز أو فراغات تمتد بداخلها الخملات المشيمائية بعد أن تفقد جميع طبقاتها إلا طبقة رقيقة من بطانة الأوعية الدموية وبعد هذا النمط مع النمطين (ج و د) ممثلاً للاتحام الحقيقي بين أغشية الجنين وبطانة الرحم ويحدث أيضاً فيه نزيف دموي غزير عند الولادة.

4- تغذية الجنين ونموه Fetal nutrition and growth:

يتلقى الجنين غذاءه من مصدرين رئيسيين خلال فترة الحمل، المصدر الأول نسيجي histotroph والثاني دموي hemotroph ولقد عرف الأول بحليب الرحم uterine milk ويتألف من مفرزات غدد مخاطية الرحم وتغلفاتها. ونظراً إلى أن محتويات بويضة الحيوانات الزراعية من المح قليلة، فإن حليب الرحم يكون ضرورياً جداً حتى مرحلة التعشيش أو الأنغراس، بل يبقى عند بعض الحيوانات (الغنم والخنازير والخيول) مهماً حتى مرحلة طويلة من فترة الحمل.

أما الغذاء ذو المصدر الدموي فيتألف بصورة أساسية من المواد الغذائية المنقولة مباشرة مع دم الأم وذلك من خلال الاتصالات والأنصهارات النسيجية التي تحدث بين نقاط اتصال السقائي مع الكوريون والبروزات الفلقية في جدار الرحم. يوجد في المشيمة دورتان دمويتان موازيتان لكل من الدورة الدموية عند الجنين وتلك الموجودة عند الأم. ومع العلم بأن الأوعية الدموية لهاتين الدورتين تكون متقاربة من بعضها وعلى اتصال خارجي في عدة مناطق لكن دم كل منهما لا يختلط مع الآخر. تتزود المشيمة بدم الأم عن طريق شرايين وأوردة رحم الأم، وتتزود بدم الجنين عن طريق أوردة وشرايين الحبل السري، ويكون اتجاه الدم في هاتين الدورتين أما متعاكساً counter current أو متوازيًا con-current أو متصالباً cross current أو أن دم الأم يدخل أحياز أو فراغات معينة pool في المشيمة وهناك تعترضها الشعيرات الدموية الجنينية.

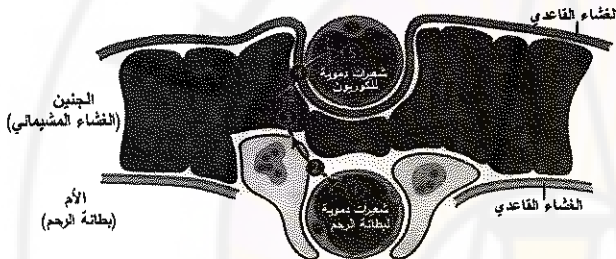
النمط الظهاري المشيمائي



النمط الظهاري المشيمائي (خنزيرة، فريس، المجترات)

6. شعيرات دموية للغشاء المشيمائي
5. النسيج الخلالي للغشاء المشيمائي
4. ظهاريّة الغشاء المشيمائي
3. ظهاريّة بطانة الرحم
2. النسيج الخلالي لبطانة الرحم
1. شعيرات دموية لبطانة الرحم

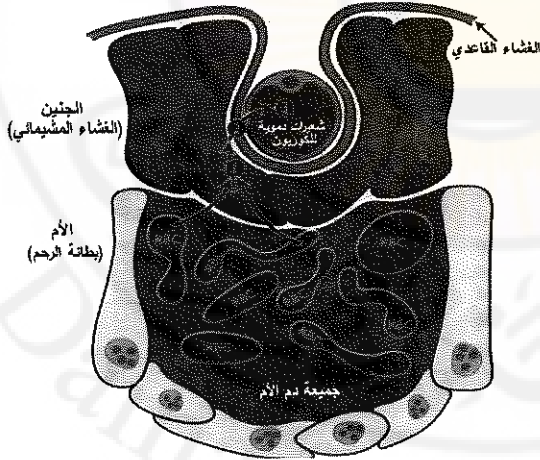
النمط البطاني المشيمائي



النمط البطاني المشيمائي (الكلاب والقطط)

5. شعيرات دموية للغشاء المشيمائي
4. النسيج الخلالي للغشاء المشيمائي
3. ظهاريّة الغشاء المشيمائي
2. النسيج الخلالي لبطانة الرحم
1. شعيرات دموية لبطانة الرحم

النمط الدموي المشيمائي



النمط الدموي المشيمائي (الزئيسات والفوارض)

3. شعيرات دموية للغشاء المشيمائي
2. النسيج الخلالي للغشاء المشيمائي
1. ظهاريّة الغشاء المشيمائي
- RBC - خلايا الدم الحمراء

الشكل 4-8. تصنيف المشيمة حسب عمق الاتصال الطبقات النسيجية بين الأم والحمل.

(عن P.L. Senger، 2003).

تخترق الأوعية الدموية القادمة عبر جدار الرحم مناطق الفلقات وتتفرع إلى عدد من الفروع الصغيرة مشكلة شبكة تحيط بمناطق زغابات الخمائل الجنينية التي كل منها يحتوي أيضاً على شريان دموي خاص به، ما يسمح بتبادل المواد الغذائية والغازات حسب ظاهرة الفرق بالضغط فينتقل الغذاء والأوكسجين إلى دم الجنين، وبالمقابل يطرح غاز ثاني أوكسيد الكربون ونواتج مواد الاستقلاب لتنتقل عبر الأوعية الدموية الخاصة بالأم.

تسمح المشيمة بانتقال السكريات، والأحماض الأمينية والأحماض الدسمة والفيتامينات والماء والمواد المعدنية إلى الجنين وبشكل الفركتوز السكر الأساسي في دم الجنين حيث يُصنع معظمه في المشيمة من غلوكوز دم الأم، أما المواد الدهنية فتُصنع بواسطة الجنين نفسه من خلال تحليله للشحوم الثلاثية والدهون الفسفورية المنقولة عبر المشيمة من الأم. ويتم بواسطة الجنين أيضاً صنع بروتيناته (ماعد البروتينات المناعية عند الحيوانات ذات مشيمة النمط الدموي- المشيمائي و البطانائي المشيمائي) اعتماداً على الأحماض الأمينية التي عبرت من دم الأم إلى المشيمة ومنها إلى الجنين. كما لا يمكن للهرمونات البروتينية ذات الوزن الجزيئي الكبير (TSH، GH، ACTH والأنسولين، والغلوكاغون) أن تعبر المشيمة، ولكن الستيرويدات والـ T3 والـ T4، والإينفرين والنورابينفرين تعبرها بسهولة نسبية، كما يصعب وبصورة نسبية أكبر للفيتامينات الذوابة في الدهن، أن تعبر المشيمة إلى الجنين مقارنة مع الفيتامينات الذوابة في الماء. كما وجد أن الحلقات الملونة في الغشاء المشيمائي تمتص مباشرة مفرزات غدد الرحم.

وتبين حديثاً أنه يمكن للمشيمة أن تنقل مواد سامة (الرصاص والزئبق والفسفور والكحول) من جانب الأم إلى الجنين، كما أنها تنقل بعض العقاقير الدوائية، والأفيون والصادات الحيوية، وبعض المواد التي تسبب تشوهات ولادية teratogenic (amphetamines, diethylstilbestrol) والليثيوم lithium. هذا بالإضافة إلى دورها في نقل بعض المسببات المرضية (فيروسات وبكتريا).

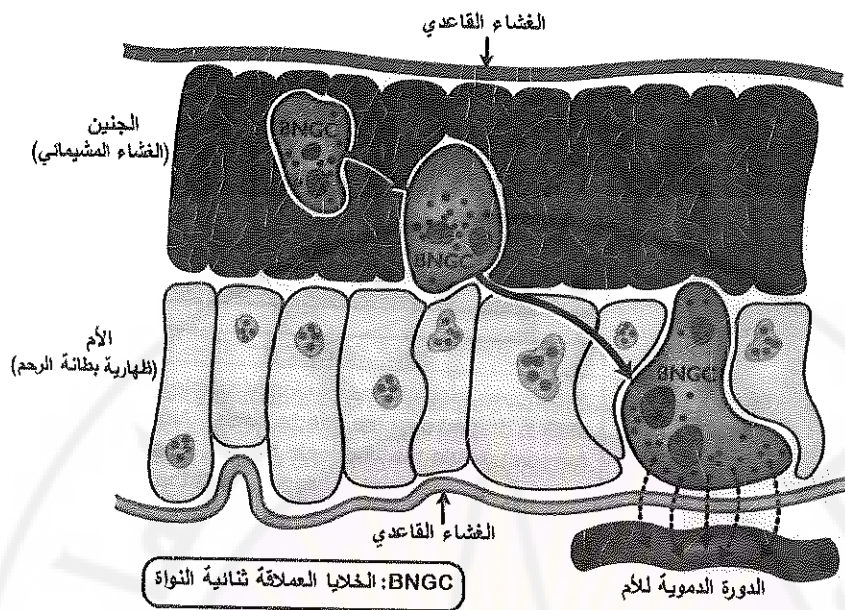
يزداد الجنين بالطول أكثر بكثير من ازدياده بالوزن خلال الفترة الأولى من الحمل ولكن الزيادة الكبيرة في الوزن تحدث خلال الثلث الأخير لفترة الحمل عند أغلب الحيوانات. وبالطبع يقل وزن المواليد عندما يزداد عددها مقارنة مع المواليد الفردية الولادة عند الغنم، ولهذا فإن معدل تدفق الدم يزداد كلما تقدم الحمل في العمر وذلك لتلبية حاجيات الحُميل المتزايدة بدليل أن 84% من دم الرحم يذهب إلى المشيمة و فقط 16% يذهب للرحم نفسه.

5- المشيمة كغدة صماء Placenta as an endocrine gland:

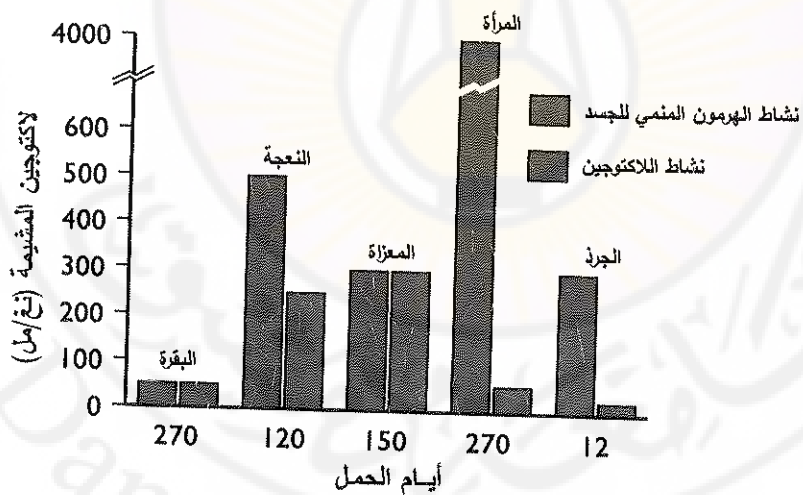
إضافة لدور المشيمة كسطح بيني يضمن تبادل المواد الاستقلابية بين الأم والجنين، فهي تعدُّ غدة صماء أنتقالية تفرز هرمونات مختلفة تجد طريقها لكل من الجنين والأم وتعمل على تنشيط الوظيفة المبيضية، ونمو غدة الضرع، وصيانة الحمل، ونمو الجنين، والإسهام في عملية الولادة.

فقد تبين ومنذ الأيام الأولى للحمل وجود خلايا عملاقة ثنائية النواة binucleate gaint cells تنشأ في الأصل، في اليوم 14 من الحمل من الطبقة المغذية في مشيمة الغنم وبين الأيام 18-20 من الحمل في البقر وتستمر في تكوينها طول فترة الحمل لتشكل بالنتيجة نحو 20% من مشيمة الجنين. فخلال تطور الجنين تهاجر الخلايا العملاقة ظهارية الغشاء المشيمائي غازية ظهارية الرحم (الشكل 8-5) وتستقر فيها. وتبين أنها تنقل جزيئات معقدة من الجنين إلى الأم. فهي تفرز، وكما ورد في الفصل السابع بروتينات خاصة بالحمل pregnancy specific protein B ، وتوجد دلائل تشير إلى إفرازها هرمون لاکتوجين المشيمة placental lactogen (مشيمة المرأة والفئران والجردان والبقر والغنم) الذي له دوراً كبيراً متبايناً بدرجة تأثيره في نمو الجنين وتطور الغدد الندية عند هذه الأنواع الحيوانية (الشكل 8-6) من الغشاء المشيمائي إلى ظهارية بطانة الرحم في المجترات.

على أية حال تعدُّ المشيمة غدة صماء غير كاملة مقارنة مع المبيض بسبب افتقارها لبعض الأنزيمات اللازمة لتكوين الستيروئيدات من الأسيتات (الخلايا) ولكنها تستطيع تكوينها من الكوليستيرول.



الشكل 8-5. هجرة الخلايا العملاقة ثنائية النواة. (عن P.L. Senger، 2003).

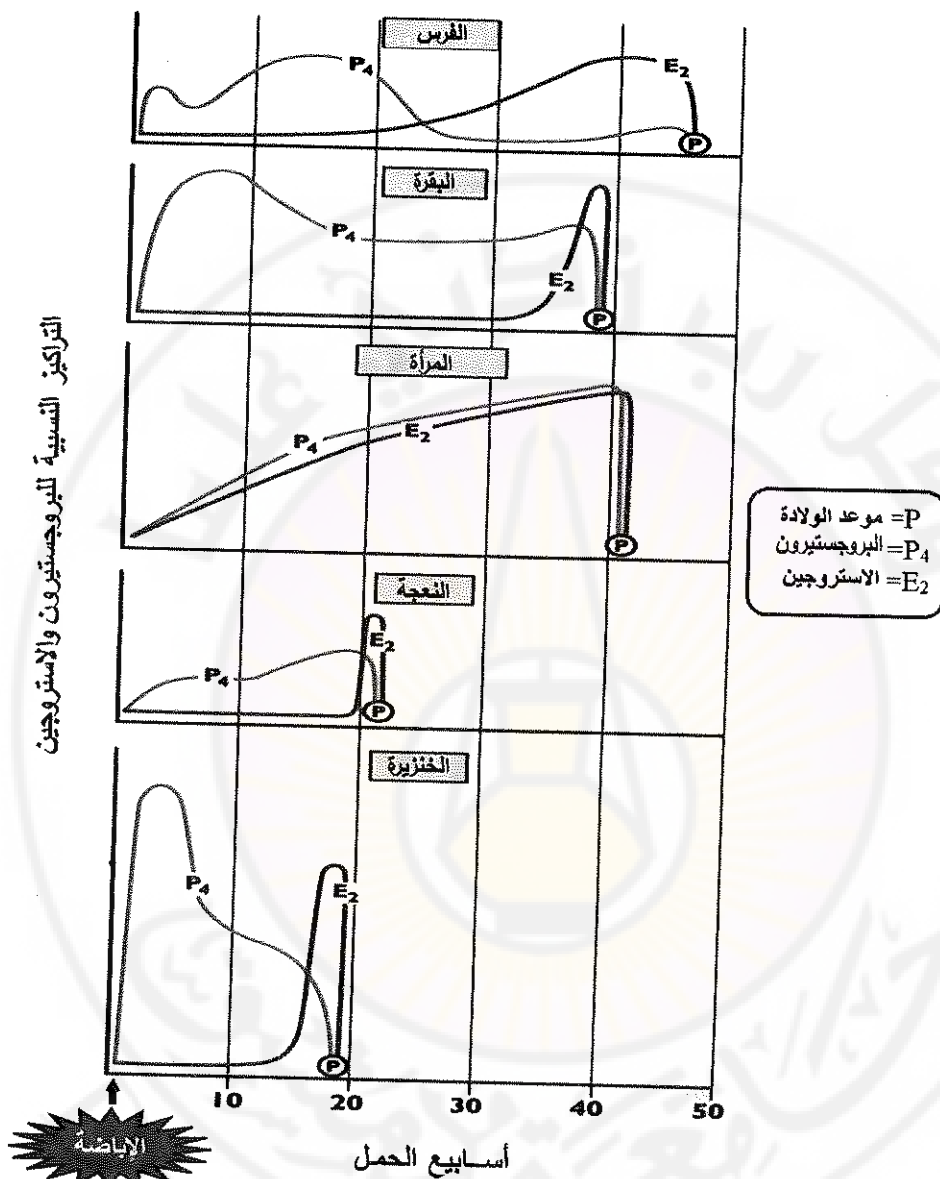


الشكل 8-6. التباين في أهمية هرمون لaktوجين المشيمة في نمو الجنين وغدة الثدي بين الأنواع الحيوانية. (عن P.L. Senger، 2003).

ولقد أصبح من المؤكد أن المشيمة لها القدرة على تكوين عدد كبير من الهرمونات وإفرازها. فعند المرأة الحامل يتم إفراز هرمون بول المرأة الحامل المعروف بـ hCG من خلايا الغشاء المشيمائي وعند الفرس الحامل يتم أيضاً وبوساطة خلايا الكوريون- السقيائي إنتاج هرمون مصل دم الفرس الحامل eCG الذي يزداد إفرازه خاصة بعد اليوم 35 من الحمل. وقد عدت المشيمة في كل من المرأة والغنم والأفراس مسؤولة بصورة رئيسة عن صيانة الحمل نظراً إلى قدرتها الكبيرة على إنتاج هرمون البروجستيرون، أما عند البقر والمعز والخنازير فلا بد من استمرارية الجسم الأصفر تقريباً حتى نهاية الحمل للحفاظ على حياة الجنين وصيانة الحمل (الشكل 8-7). وخلال النصف الثاني من الحمل تبين أن كميات كبيرة من الإستروجين تنتج من قبل المشيمة عند كل من البقرة والفرس والخنزيرة والنعجة حيث تعتمد المشيمة على الجنين نفسه بتزويد المواد الطليعية لتكوين الإستروجين ولكن ليس لصناعة البروجستيرون. على أي حال، أن عملية تكوين البروجستيرون والإستروجين في المشيمة أصبح مؤكداً علمياً مع العلم أن المشيمة والجنين يفتقران لبعض الأنزيمات اللازمة لصناعة هذه الهرمونات ولكن الأنزيمات التي تفتقدها المشيمة توجد عند الجنين وتلك المفقودة عند الجنين تتوفر في المشيمة من أجل صناعة الستيروئيدات. كما تبين أن المشيمة تعد المصدر الرئيس لهرمون الريلاكسين في كل من المرأة والفرس، في حين يفرز من الجسم الأصفر في الحيوانات الصغيرة ليلعب دوره الرئيس في ارتخاء الأربطة الحوضية وتوسع عنق الرحم عند الولادة، وما زال مصدره و دوره في البقر في عملية الولادة غير واضح.

6- المناعة المشيمية Placental Immunity:

تعددت الآراء والنظريات حول كيفية قبول جسم الأم لجنينها الذي يختلف عنها وراثياً وكجسم غريب مولد للمستضدات antigens ومنشط للجهاز المناعي الخاص بالأم. لكن مع ذلك فإنه لا يلفظ خارج جسم الأم حتى يحين موعد الولادة. تفسر النظرية الأولى هذه الظاهرة بأن الجنين يعد غير ناضج من وجهة نظر مناعية ولهذا فإن الجهاز المناعي عند الأم يبقى خاملاً وغير نشط. ولكن هذه النظرية باءت بالفشل خصوصاً عندما وجد أن جنين الفئران وأنواع حيوانية أخرى تكون فعالة ومنشطة للجهاز المناعي عند الأم ولكن مع ذلك لا يحدث طرد الجنين.

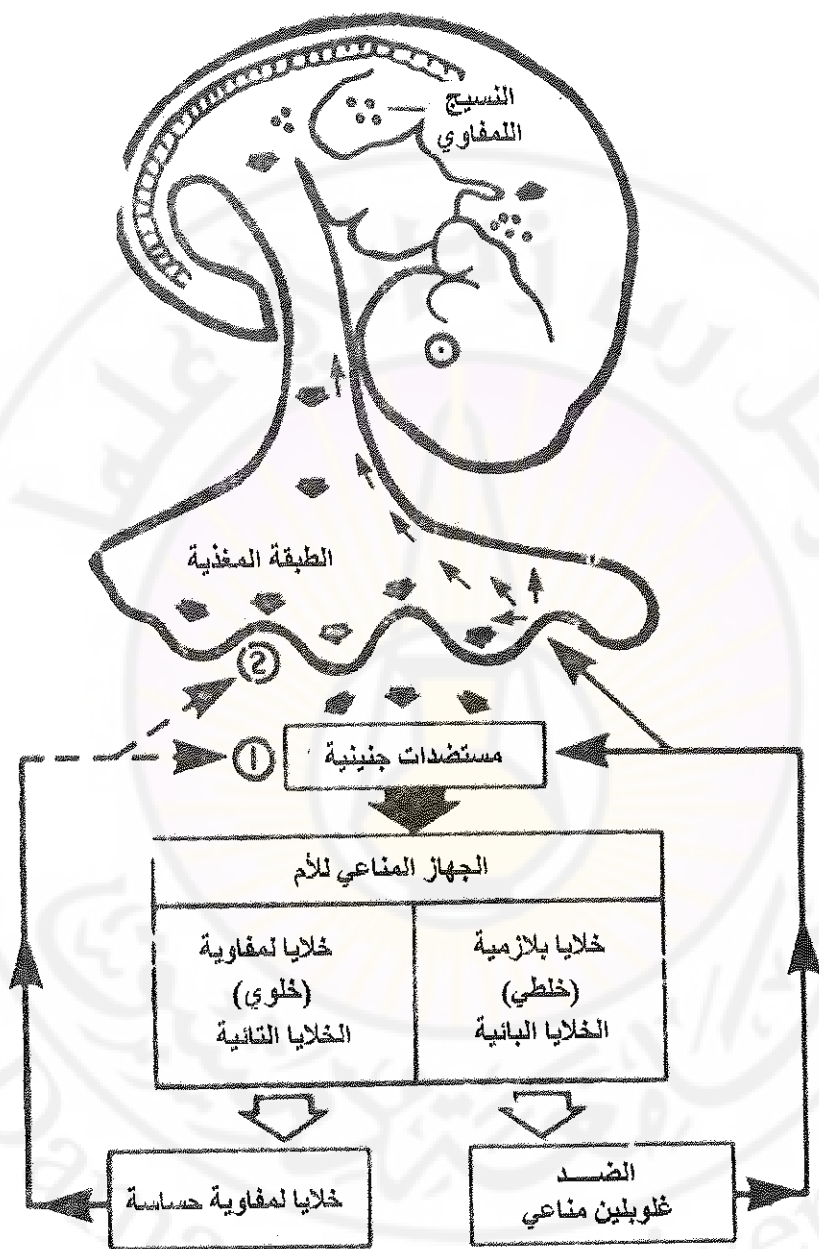


الشكل 7-8. صورة إفراز هرموني البروجسترون والإستروجين من المشيمة خلال الحمل.
(عن P.L. Senger، 2003).

أما النظرية الثانية فتشرح هذه الظاهرة بأن نشاط الجهاز المناعي عند الأم يكون متراجعا بسبب أن الهرمونات مثل الـ hCG والإستروجين والقشرانيات السكرية المفرزة من الجنين تعد أجساماً غريبة وبالتالي تتفاعل محلياً مع المضادات الجسمية التي تفرزها الأم خلال الحمل ولهذا فإن الجهاز المناعي للأم يجهد ويصبح غير فعال ضد الجنين. ولكن تعد هذه النظرية غير كافية لشرح هذه الظاهرة بسبب أنه عندما يُنقل جنين الفأرة إلى خاضرة أمه، يرفض جسم الأم تقبله ويكون الجهاز المناعي على أوجه نشاطه وفعاليته، ولهذا لا بد من وجود آلية معينة تحمي الجنين وهو في مكانه في رحم أمه.

تعتبر النظرية الثالثة الرحم بأن له ميزة خاصة وهو مسؤول عن حماية الجنين. لكن حصول الحمل خارج الرحم أحياناً كان دليلاً واضحاً أيضاً على فشل هذه النظرية. ويعُد أصحاب النظرية الرابعة المشيمة نفسها حاجزاً مناعياً يحمي الجنين من الأضداد الجسمية antibodies التي يفرزها الجهاز المناعي عند الأم. فتكون المشيمة الهدف الأول والرئيس للتفاعلات المناعية (تفاعل المستضدات مع الأضداد). لكن تبقى هذه النظرية بحد ذاتها غير كافية لشرح هذه الظاهرة وتفسيرها بسبب أنه ليس من الضروري أن يكون هناك اتصال كامل بين أغشية الجنين وبطانة الرحم. فمثلاً عند الإنسان يكون قسم كبير من أغشية الجنين عارياً ومعرضاً لبيئة الأم، كما وجد أن بعض خلايا الأم أو خلايا الجنين تكون متبادلة ولها القدرة على العيش عند العائل المضيف سواء كان الأم أو الجنين من دون أن يفرز أضداد لها.

أما النظرية الحديثة التي لاقت ترحيباً كبيراً وأصبحت بديلة لكل النظريات السابقة فتشرح ظاهرة استمرارية الجنين على العيش داخل تجويف الأم طول فترة الحمل وبدون أن يتأثر بالجهاز المناعي للأم وفق ما يلي: تعد خلايا الطبقة المغذية للجنين الحاجز المناعي الذي يحمي الجنين عند كل الأنواع الحيوانية. فهي أي خلايا الطبقة المغذية تفرز بعض المواد (hCG, PMSG وبروتينات أخرى) تنتقل إلى دم الأم وتنشط الخلايا التائية (T-type) المسؤولة عن تمييز وتحسس الأجسام الغريبة، كما أن خلايا الطبقة المغذية تحمل على سطوحها المستضدات التي تستقبل الأضداد المفرزة من الأم فتعادلها وبالتالي تحمي هذه الخلايا نفسها ويبقى الجنين سليماً ومقبولاً طول فترة الحمل باعتباره بحد ذاته بعيداً عن تناول الأضداد المفرزة بواسطة الجهاز المناعي عند الأم (الشكل 8-8).



الشكل 8-8. آلية الجنين في حماية نفسه من أضداد الأم خلال الحمل.
(عن E.S.E. Hafez، 1980).

7- الحمل والولادة :Gestation and parturition

7-1 طول فترة الحمل :Length of Gestation

وهي الفترة الواقعة بين الإخصاب والولادة وتختلف عادة بين الأنواع الحيوانية، و حتى ضمن النوع الواحد (الجدول 8-2) ويشار فيما يلي إلى العوامل المحددة لطول فترة الحمل.

1- عوامل تتعلق بالأم: مثل عمر الأم، تكون فترة الحمل في البكاكير أقصر عادة منه في البقر الأكبر سناً وطول الحمل عند الغنم بعمر 8 سنوات يكون أطول بمدة يومين منه في الغنم الفتية التي تلد لأول مرة.

2- عوامل تتعلق بالجنين: توجد علاقة عكسية بين عدد الأجنة وطول فترة الحمل في الحيوانات متعددة المواليد polytocous (ما عدا الخنازير). كذلك تتناقص طول فترة الحمل بنحو 3-6 أيام عند وجود توأمة عند البقر. وأن نوع جنس المولود يؤثر في طول فترة الحمل فوجود حميل ذكري يطيل عادة فترة الحمل 1-2 يوم أكثر مما إذا كان أنثى وذلك لأسباب تتعلق بهرمونات الجنين كما يتضح مؤخراً.

3- عوامل وراثية: أن طول فترة الحمل تكون محددة بالنوع الحيواني، فهو عند الفرس يصل وسطياً إلى 340 يوماً وعند البقر 280 يوماً والغنم 148 يوماً وعند الخنازير 114 يوماً. وقد لوحظ أيضاً أن الطابع الوراثي genotype الخاص بالجنين يكون له تأثير وهذا يكون واضحاً في حال التصالب بين الحمير والخيول. فعندما تلحق الفرس بالحصان يكون طول فترة الحمل 340 يوماً تقريباً أما إذا تلقت الفرس بالحصان فيصل طول فترة الحمل 355 يوماً وقد عزي هذا لأسباب هرمونية وأخرى تتعلق بحجم الجنين نفسه.

4- عوامل بيئية: تلعب أيضاً العوامل البيئية دوراً مهماً في إظهار أثر العوامل الوراثية. فبؤثر كل من مستوى التغذية والفصل التناسلي ودرجة الحرارة ليس في طول فترة الحمل فحسب بل أيضاً في درجة الإخصاب. فأنخفاض مستوى التغذية يقلل من درجة الإخصاب كما أنه قد يكون مصحوباً بأجهاضات مبكرة.

7-2- تغيرات الأعضاء التناسلية خلال الحمل:

1- تغيرات المهبل والفتحة التناسلية vaginal and vulvar changes: تنتفخ وتتورد الفتحة التناسلية نتيجة غناها بالأوعية الدموية المغذية خلال الفترة الأخيرة من الحمل، وتلاحظ هذه التغيرات في البقر أكثر منها في الأفراس ويبدأ ظهورها عند البكاكير في الشهر الخامس أما عند البقر الأكبر سناً فتظهر مؤخراً في الشهر السابع من الحمل. تكون المواد المخاطية في المهبل باهتة وسميكة طول أغلب فترة الحمل لكنها تأخذ في السيولة والزوجة مع اقتراب الولادة.

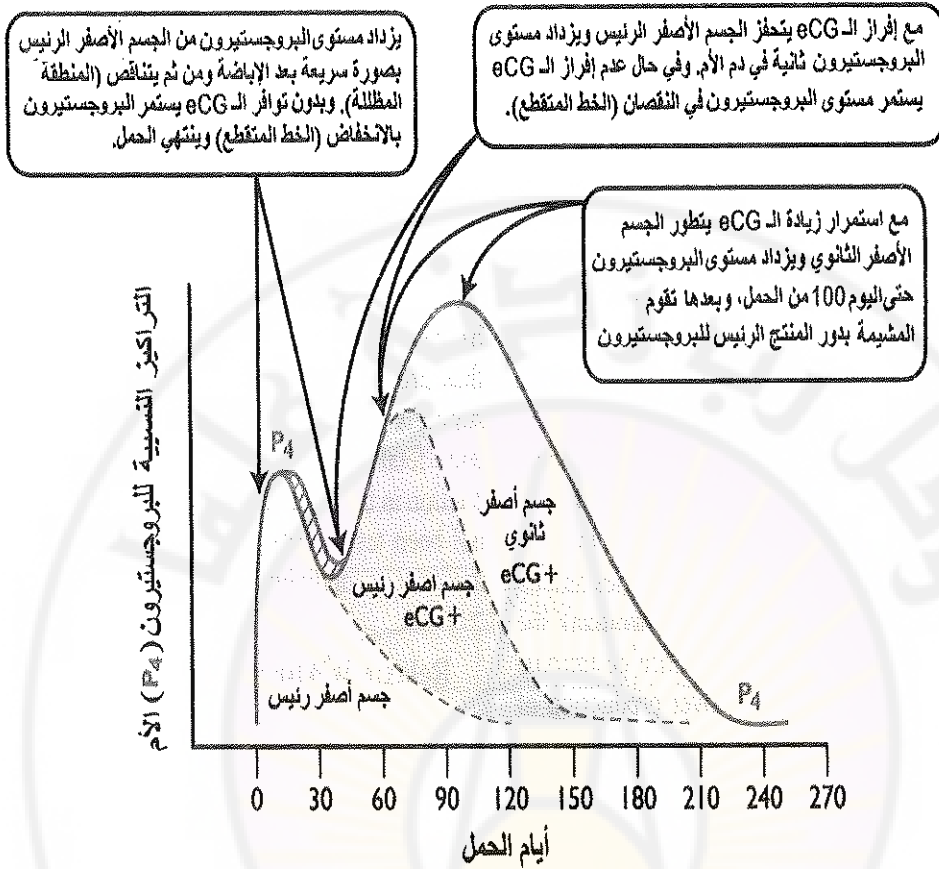
2- تغيرات عنق الرحم cervical changes: تبقى فتحة عنق الرحم الخارجية المطلة على المهبل مغلقة طول فترة الحمل كما يزداد عدد فلقات جدار الرحم ونشاطه الإفرازي للمواد المخاطية التي عادة تغلق قناة عنق الرحم مشكلة ما يسمى بسدادة الرحم uterine plug. تكون طبيعتها عادة مخاطية وسميكة لكنها تأخذ في السيولة والميوعة قرب نهاية الحمل بقليل ويمكن أحياناً أن تتدلى من الفتحة التناسلية على شكل خيوط متطولة مشيرة إلى قرب موعد الولادة.

3- تغيرات الرحم uterine changes: يتعرض الرحم إلى تغيرات مستمرة خلال فترة الحمل، فهو يتطاول ويزداد بالاتساع مع تقدم الحمل ليتناسب ويتلاءم مع كبر حجم الجنين، لكن طبقة العضلية تبقى على حالها مشدودة تساعد في حمل الجنين متأثرة بهرمون البروجستيرون الذي يوقف تقلصها. على أي حال يمكن تمييز ثلاثة أنواع من التغيرات المهمة التي تطرأ على الرحم. تنحصر أولها في تضاعف وتكاثر الطبقات الخلوية لطبقة جدار الرحم الداخلية endometrial proliferation التي تظهر كنوع من الاستجابة لهرمون البروجستيرون قبل بداية أنغراس الجنين وتثبته، كما يرافقها ازدياد في عدد الأوعية الدموية وانتشارها الواسع ونمو غدد جدار الرحم، وقد لوحظ أيضاً وجود أعداد كبيرة من الكريات البيضاء leukocytes في لمعة الرحم. يلي هذه التغيرات (النوع الثاني) نمو الرحم نفسه بعد مرحلة أنغراس الجنين متضمناً ذلك تضخماً كبيراً للعضلات وزيادة هائلة بالنسيج الضام والمواد الليفية ومحتويات الكولاجين. وينحصر النوع الثالث من التغيرات في استئطالة جدار الرحم واتساعه. ويجب ألا ننسى أن هذه التغيرات تكون مؤقتة إذ لا يلبث الرحم أن يعود إلى حالته

الطبيعية بعد الولادة من خلال التطور العكسي وعملية الترميم أو التآوب involution التي يمر بها.

4- التغيرات المبيضية ovarian changes: تبدأ التغيرات المبيضية منذ انفجار الجريب المبيضي الناضج وتحوله إلى الجسم الأصفر. يعد وجود الجسم الأصفر ضرورياً جداً في البقر والمعز والخنازير طول أغلب فترة الحمل لأنه المصدر الرئيس لهرمون البروجستيرون المسؤول عن صيانة واستمرارية الحمل ومنع حدوث إباضة أخرى. أما وجوده عند الفرس والنعجة فضروري خلال النصف الأول من الحمل وأهميته تقل في الشطر الأخير من الحمل نظراً إلى نشاط المشيمة وإفرازها الكبير للبروجستيرون خلال الأشهر الأخيرة. وقد وجد أن مبيض الفرس يكون نشطاً وبصورة غير عادية خلال الفترة الممتدة ما بين 40-70 يوماً بعد الحمل بسبب زيادة إفراز هرمون الـ eCG الذي يساعد في صيانة حياة الجسم الأصفر الرئيس وأنفجار نحو 10-15 جريب مبيضي تتشكل مكانها أجسام صفراء ثانوية، تعد جميعها مسؤولة عن إفراز البروجستيرون وصيانة الحمل خلال النصف الأول من الحمل لكن جميعها لا تلبث أن تتلاشى بعد اليوم 100 من الحمل لتبقى المشيمة هي المصدر الوحيد للبروجستيرون (الشكل 8-9) في الأفراس.

5- التغيرات التي تتطرق على الأربطة الحوضية والتصاق العظام العائنية changes of pelvic ligaments and public symphysis: ترتخي الأربطة الحوضية بصورة تدريجية مع تقدم الحمل لكن هذا الارتخاء يصبح سريعاً وواضحاً مع اقتراب الولادة وخصوصاً عند البقر والغنم مقارنة مع الأفراس نظراً إلى زيادة تركيز هرمون الإستروجين في الفترة المتأخرة من الحمل عند هذه الحيوانات. وأيضاً زيادة إفراز وتركيز هرمون الريلاكسين المسؤول المباشر عن ارتخاء الأربطة والأوتار الحوضية وتوسيع عنق الرحم وإرخاء عضلاته عند الولادة.



الشكل 8-9. مستوى البروجستيرون ومصدره خلال النصف الأول من الحمل في الفرس.
(عن P.L.Senger, 2003).

3-7. هرمونات الحمل Hormones of pregnancy:

أن التوازن الهرموني يجب أن يكون متوفراً خلال فترة الحمل، وعند استئصال بعض الغدد الصم المرتبطة بالحمل مثل المبايض أو النخامية أو الجنين نفسه حُصلَ على نتائج متباينة بين الأنواع الحيوانية. ويبين الجدول 8-2 أهمية كل منها ودورها الكبير المتباين في صيانة الحمل في الحيوانات المدروسة.

الجدول 8-2. تأثير استئصال المبايض والنخامية في صيانة الحمل في بعض الثدييات.

النوع الحيواني	طول فترة الحمل (يوم)	إزالة المبايض		إزالة النخامية	
		النصف الأول من الحمل	النصف الثاني من الحمل	النصف الأول من الحمل	النصف الثاني من الحمل
الأنسان	280	+	+	+	+
القرود	165	+	+	+	+
البقرة	282	-	+	ل.ت	ل.ت
النعجة	148	-	+	-	+
المعز	148	-	-	-	-
الخنزيرة	114	-	-	-	-
الفرس	340	-	+	ل.ت	ل.ت
الجرذ	22	-	+	+	+
الأرنب	29	-	-	-	-
الكلية	61	-	ل.ت	+	+

+ : استمرار الحمل. - : حدوث إجهاض. + : بعض الحالات أظهرت استمرارية الحمل. ل.ت: لم تحدد.

يُستنتج من هذا الجدول أن المبايض و النخامية غير مهمة عند الأنسان والقرود لصيانة الحمل سواء كان خلال شطره الأول أو الثاني وهذا بالطبع يشير إلى أهمية المشيمة ودورها الكبير لتحل محل المبيض والنخامية وقدرتهما الكبيرة على استمرارية الحمل والمحافظة عليه عند هذه المخلوقات وبالمقابل فإنه لا يمكن الاستغناء عن المبيض أو عن النخامية وخصوصاً في الشطر الأول عند المخلوقات الأخرى المتبقية، كما يستنتج بأن المشيمة ليس لها دور مهم خاصة خلال النصف الأول من فترة الحمل لكن يتعاظم دورها في الشطر الثاني لتكون مسؤولة عن المحافظة عن الحمل واستمراريته عند الفرس والنعجة.

وإذا ما نظرنا إلى المستوى الهرموني طول فترة الحمل وجدّ أيضاً اختلاف بين الأنواع الحيوانية (أنظر الشكل 8-7) فمثلاً بالنسبة إلى هرمون الإستروجين، تنخفض نسبته عند الفرس خلال الأشهر الخمسة الأولى من الحمل ثم يزداد تدريجياً ليصل ذروته بين الشهر الثامن والعاشر من الحمل ثم لا يلبث أن يتراجع وبصورة سريعة ليصل إلى مستواه الأدنى عند اقتراب الولادة وقد لوحظ انخفاض مفاجئ وكبير جداً عندما أزيلت مبايض الحُميل (الجنين) مما يدل على أن قسماً كبيراً من الإستروجين يفرز منها بين الأسبوع الثاني والخامس من الحمل ثم يتدهور حتى الأسبوع الثامن ويزداد تركيزه ثانية وبصورة حادة ليصل ذروته عند الولادة. وعند البقرة يلاحظ ازدياد تركيز الإستروجين في الدم اعتباراً من الشهر الثامن ووصل ذروته عند الشهر التاسع و ينخفض ثانية عند الولادة ، وقد لوحظت المشاهدات ذاتها في مستوى الإستروجين عند كل من المرأة والنعجة والعنزة حيث تميزت الفترة الأخيرة من الحمل بترديد ملحوظ في مستوى الإستروجين في الدم أو البول. وبما أن الهرمون يمتلك دوراً استقلابياً بنائياً ومنشطاً لكل من الرحم والغدد الثديية فأن وجوده بهذه التركيزات العالية خلال الفترة الأخيرة من الحمل ربما يعكس هذا الدور الفعال والضروري لإعداد مثل هذه الاعضاء.

أما عن البروجستيرون فقد أشرنا سابقاً إلى أهميته في صيانة الحمل وقد لوحظ أن مستواه يبقى ثابتاً طول فترة الحمل ثم ينخفض مباشرة قبل قليل من وصول الإستروجين إلى ذروته أو بعدها (ما عدا الفرس والخنزيرة، أنظر الشكل 8-7). أي أن مستواه ينخفض مع اقتراب تاريخ الولادة. وتشير الدراسات إلى أن انخفاض مستواه شرط أساسي لحدوث الولادة عند الحيوانات. ولكن دراسات أخرى تشير حتى ولو لم ينخفض مستواه فإن فعاليته تنقص بوجود تراكم عالية للإستروجين الذي يتوقع أن يلعب دوراً مضاداً له. وهنا تصبح عضلات الرحم تحت تأثير علاقة نسبية بين الإستروجين: البروجستيرون تُعد أفضل ما يمكن لجعلها حساسة جداً لهرمون الأوكستيوسين.

4-7. علامات اقتراب الولادة Signs of approaching parturition:

تُعدّ سجلات التربية الوسيلة الأولى التي بوساطتها يمكن تحديد موعد الولادة اعتماداً على تاريخ التلقيح المخصب وطول فترة الحمل المعروفة. كما توجد علامات أخرى تشريحية

ونفسية وسلوكية تظهر على الأم مشيرة إلى اقتراب الولادة. وطبعاً تختلف شدة هذه العلامات باختلاف الأنواع الحيوانية. ويُشار فيما يلي إلى أهم هذه العلامات عند البقر. فمنها العلامات النفسية عند البقر المشرفة على الولادة هو أنزوائها عن باقي القطيع وابتعادها عنه، كما تنقل حركتها وتصبح عصبية المزاج، وتكثر من عمليات الجلوس والوقوف، ويزداد طرحها من البول، وتكون قمة الذيل مرتفعة وتستلقي على الأرض عند ابتداء الطلق. كما يظهر عليها بعض التغيرات التشريحية كاتساع فتحة الحيا وأنفاخها وتوردها، وتخرج منها إفرازات مخاطية سميكة شفافة عديمة اللون. أما عنق الرحم الذي كان مغلقاً طول فترة الحمل فتتغير قوام سدادته الرحمية فتصبح مائية وأكثر لزوجة بفعل هرمون الإستروجين ويمكن أثناء الفحص إدخال الأصبع الشاهد لمسافة (2-2.5 سم) داخل عنق الرحم. وتكثر الإفرازات المخاطية الشفافة من عنق الرحم وتسيل إلى الخارج عبر الفتحة التناسلية الخارجية. ترتخي الأربطة الحوضية وأوتارها نتيجة لتأثير هرمون الريلاكسين كما يظهر على الضرع تغيرات واضحة وملموسة، فقبل أسبوع من الولادة وبشكل خاص قبل يوم واحد من الولادة يحتقن لونه ويزداد حجمه ويمتلئ بالحليب كما تنتفخ الحلمات وتورم، هذا بالإضافة إلى اتساع البطن وكبر حجمه، وحدوث ارتفاع بسيط بدرجة حرارة البقرة (1-0.5 °م).

7-5. الولادة (الوضع) Parturition:

وهي عملية فيزيولوجية يتم بواسطتها خروج الحُميل (المولود) والمشيمة من جسم الأم، وقد تبين مؤخراً أن الجنين ومن خلال النشاط التعاوني لمحوره النخامي مع غدة الكظر يلعب دوراً مهماً في تحديد طول فترة الحمل ووقت الولادة عند كل من البقرة والنعجة والفرس والخنزيرة. فعندما أزيلت جراحياً غدة الكظر أو النخامية من الحُميل تأخرت عملية الولادة وعندما حقن الهرمون الموجه لقشرة الكظر ACTH أو هرمونات غدة الكظر (القشرائيات corticoids) للجنين نفسه تسبب في حدوث الولادة. كما لوحظ خلال الفترة الأخيرة من الحمل ارتفاع تركيز الكورتيزول cortisol في دم الحُميل. وتشير بعض الدراسات الحالية أن سبب ارتفاع الـ ACTH يعود إلى الإجهاد stress الذي يطراً على الجنين داخل الرحم جراء وصوله إلى حجمه الطبيعي المحدد للنوع الحيواني، مايسبب في تحرره من النخامية الغدية وانتقاله عبر الدم إلى قشرة كظر الجنين فتستجيب له بإفراز كميات

كبيرة من القشرانيات، خاصة الكورتيزول cortisol التي بدورها تؤدي إلى تنشيط شلالات cascades من الأحداث تقود إلى تغيرات مفاجئة في هرمونات الأم. ولوحظت هذه النشاطات لغدة الكظر عند حُميل كل من البقرة والنعجة والخنزيرة ولكن عند الفرس كانت أقل حدة كما أن مستوى هرمون الكورتيزول الكظري في دم حميل الفرس لم يزد لدرجة مشابهة لمستواه عند حميل الحيوانات الأخرى.

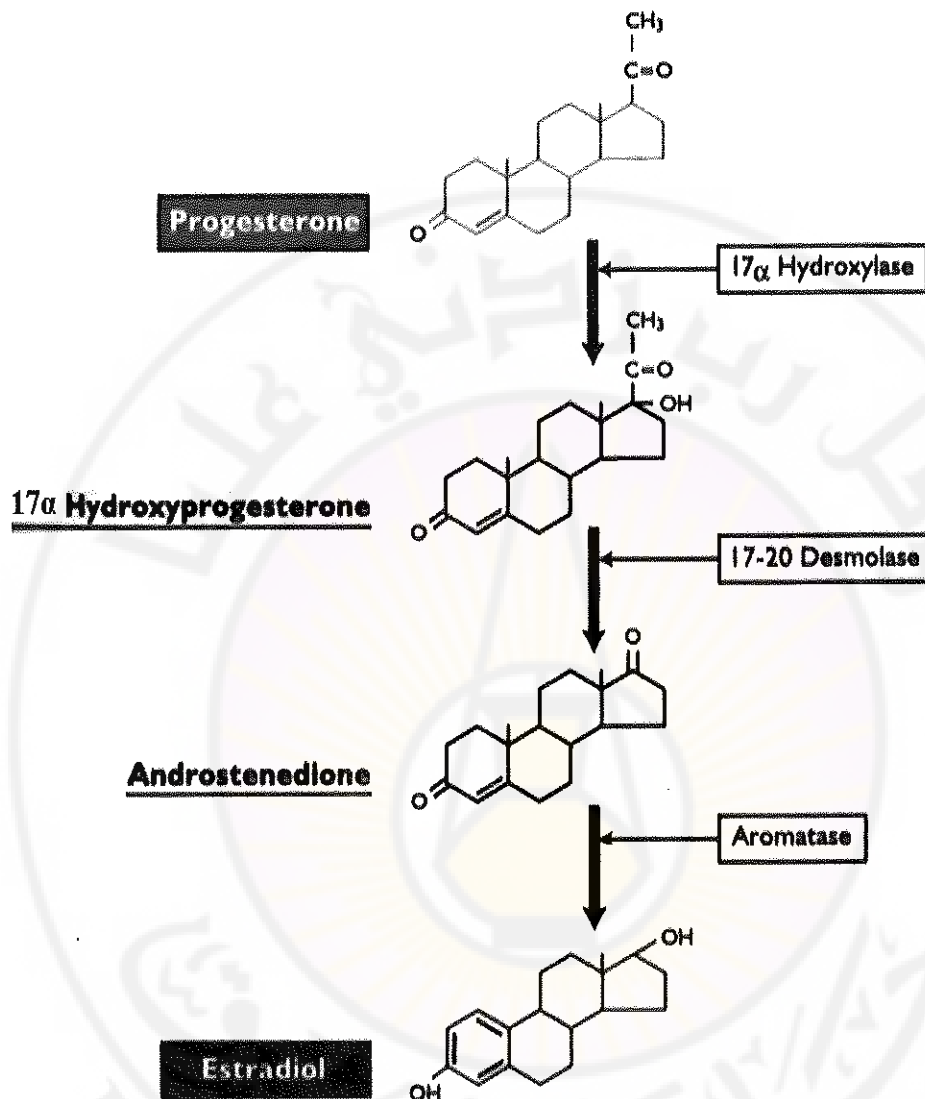
وأظهرت الدراسات أن حقن 10 ميللغرام من القشرانيات السكرية glucocorticoids لكل من البقرة، أو النعجة أو أنثى المعز قد سبب حدوث عمليات طلق contractions وولادة مبكرة بعد يومين من تاريخ الحقن، لكن مفعوله تأخر ليصل إلى 10 أيام عند الخنزيرة والفرس. واستنتج أن القشرانيات السكرية سواء الطبيعية منها أو الصناعية مثل الـ Dexamethazone تعرض عملية الولادة وتقص من طول فترة الحمل. لكن هذا الإجراء التحريضي سبب في الاحتفاظ بالمشيمة عند 80% من البقر المعاملة (وليس عند الغنم) وأمكن التغلب على ظاهرة احتباس المشيمة بإضافة الإستروجين إلى القشرانيات السكرية المحقونة.

ونتيجة لارتفاع مستوى الكورتيزول في دم الحُميل، فإن تغيرات هرمونية كبيرة تحدث في دم الأم أهمها انخفاض مستوى البروجستيرون وارتفاع مستوى كل من الإستروجين والبروستاغلاندين $PGF2\alpha$. وتقود هذه التغيرات الهرمونية في دم الأم إلى ظهور حدثين رئيسيين: إزالة تأثير البروجستيرون المانع لأنقباضات جدار الرحم من جهة وزيادة مفرزات القناة التناسلية وبصورة رئيسة عنق الرحم من جهة ثانية. وبالطبع يوجد تباين في مدى استجابة الأنواع الحيوانية لهذه السلسلة من التغيرات خصوصاً إذا تذكرنا أن مصدر البروجستيرون هو الجسم الأصفر عند كل من البقرة وأنثى المعز والخنزيرة في حين تكون المشيمة المصدر الرئيس له عند الغنم والأفراس. ويبين فيما يلي سلسلة الأحداث الهرمونية التي تقود في النهاية إلى الولادة في الحيوانات الزراعية.

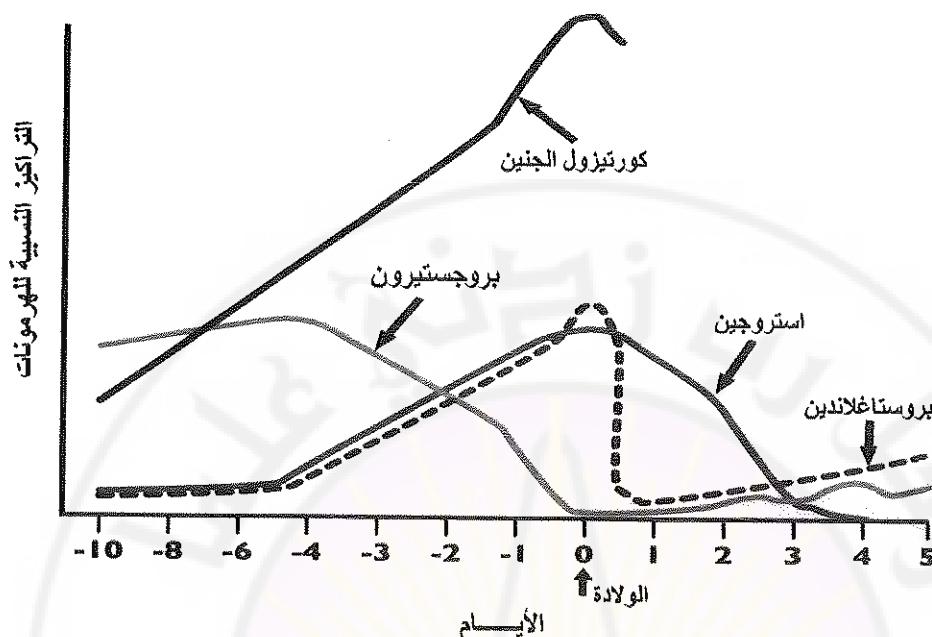
7-5-1. أحداث فيزيولوجية تقود إلى الولادة : Physiological events cause parturition

مع اقتراب الولادة وتزايد حجم الجنين يزداد إجهاد بيئة الرحم عليه فيزداد، واستجابة لهذا الإجهاد تفرز نخاميته الغدية هرمون الـ ACTH الذي يرتبط إلى مستقبلاته الموجودة على سطح خلايا قشرة كظر الجنين فستجيب له بإفراز كميات كبيرة من الكورتيزول الذي ينشط ثلاثة أنزيمات (الشكل 8-10) تقود إلى تحويل البروجستيرون إلى إستروجين وبالتالي انخفاض مستوى البروجستيرون وارتفاع مستوى الإستروجين (أنظر الشكل 8-9) خاصة في الأيام 7-10 الأخيرة من الحمل.

أن هذا التغير المفاجئ بالعلاقة النسبية بين الإستروجين والبروجستيرون يزيد من نشاط تكون الـ $PGF2\alpha$ وتحرره من المشيمة. هذا الارتفاع في مستوى الإستروجين وإفراز البروستاغلاندين يسبب زيادة في انقباضات جدار الرحم، كما أن البروستاغلاندين يسبب تدهم الجسم الأصفر luteolysis ويسرع في زيادة انخفاض مستوى البروجستيرون، ويسبب أيضاً في تكوين هرمون الريلاكسين relaxin (ذو طبيعة بروتينية سكرية) من الجسم الأصفر أو المشيمة (الغنم) مسبباً ارتخاء الأربطة الحوضية واتساع قناة الولادة (الشكلان 8-11 و 8-12).



الشكل 8-10. تنشيط الغشائيات لأنزيمات تحول البروجستيرون إلى إستروجين مع اقتراب الولادة. (عن P.L. Senger، 2003).



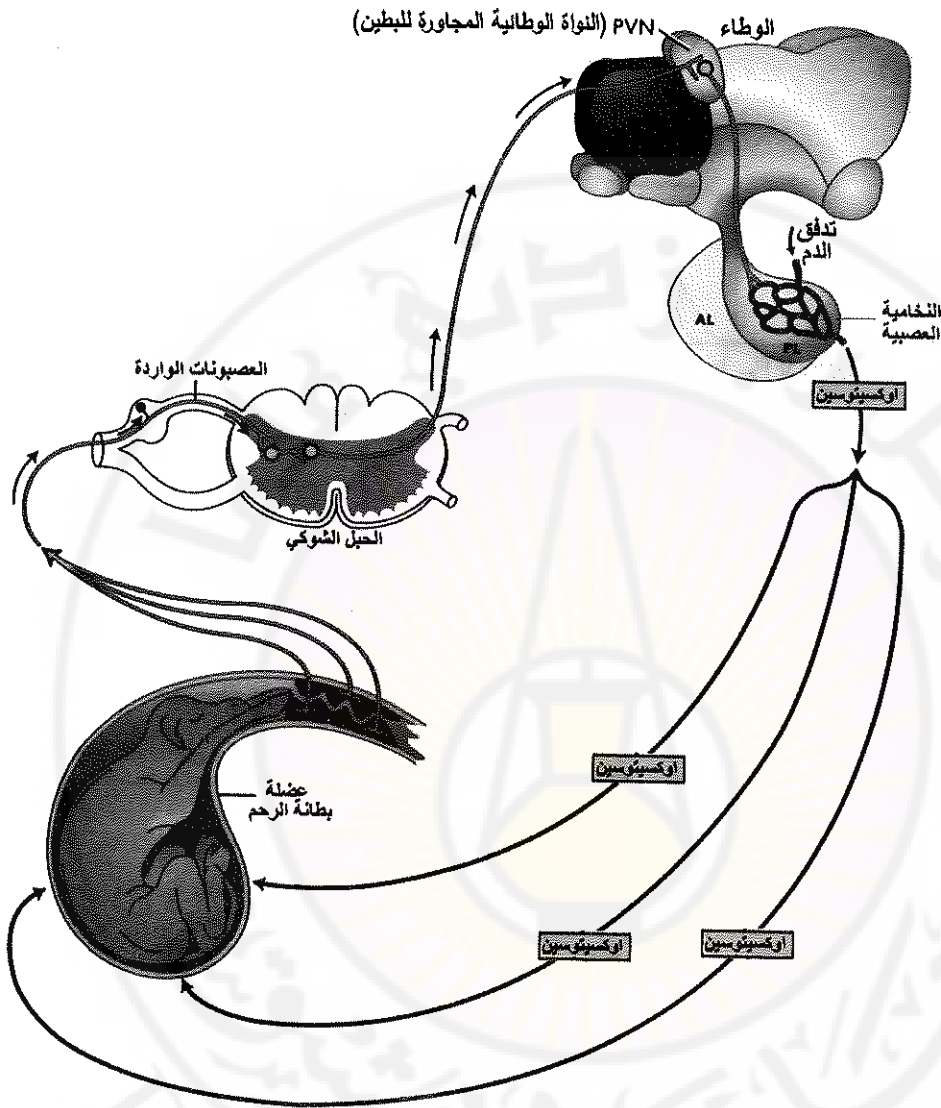
الشكل 8-1. العلاقة النسبية للتراكيز الهرمونية التي تسبق الولادة في البقر.

(عن P.L. Senger، 2003).

ومع تزايد انقباضات جدار الرحم يزداد الضغط في الرحم (البقر والغنم والخيول)، مايساعد في دوران الجنين واتخاذ وضعاً يكون رأسه بين قوائمه الأمامية المنجهة نحو الأمام باتجاه عنق الرحم، فتثار الأعصاب الحساسة في عنق الرحم، وتنقل تلك التنبيهات إلى العصبونات في الحبل الشوكي التي بدورها تنقلها عبر الأعصاب الواردة إلى منطقة الوطاء، ومنها إلى العصبونات المفترزة للأوكسيتوسين الذي يتحرر من النخامية العصبية إلى الدورة الدموية ليعمل على تسريع انقباضات جدار الرحم (الشكل 8-13) وقد لوحظ أن الـ $PGF2\alpha$ ينشط من إفراز هرمون الأوكسيتوسين Oxytocin من الجسم الأصفر في بعض الأنواع الحيوانية، هذا الأوكسيتوسين مع ذلك المحرر من الفص الخلفي يزيد أيضاً من تقلصات جدار الرحم خلال مرحلة خروج الجنين، وبالتالي تتضافر هذه النشاطات المختلفة (تقلصات جدار الرحم + توسع قناة الولادة + ارتخاء الأربطة الوضعية) مسببة في النهاية إلى خروج الحُميل ومن ثم خروج المشيمة.



الشكل 8-12. الأحداث الهرمونية التي تقود إلى الولادة في الحيوانات الزراعية.
(عن P.L Senger ، 2003).



الشكل 8-13. تحرر الأوكسيتوسين وتقلصات جدار الرحم استجابة للضغط في عنق الرحم.
(عن P.L.Senger, 2003).

7-5-2. - مراحل الولادة Stages of parturition:

لا تحدث الولادة دفعة واحدة بل تمر بعدة مراحل تدريجية يتم فيها توسع عنق الرحم ومن ثم خروج المولود (أو المواليد) وأخيراً يتم التخلص من المشيمة. ويمكن شرح أحداث هذه المراحل وفق ما يلي:

1- مرحلة توسع عنق الرحم Dilation of the cervix: وفيها يحدث تمدد لجدار عنق الرحم والمهبل وارتخاء الأربطة الحوضية تحت تأثير هرمون الريلاكسين، ويحدث أيضاً تقلص وأنقباض عضلات جدار الرحم المتأثر بمادة البروستاغلاندين $PGF_{2\alpha}$ فتدفع هذه التقلصات بأكياس الماء المشيمي عبر قناة عنق الرحم وتستمر هذه الفترة 1-4 ساعات عند الفرس و2-6 ساعات عند البقرة والنعجة، ونحو 2-12 ساعة عند الخنزيرة والكلبة.

2- مرحلة خروج المولود Expulsion of the fetus: وهي من أقصر المراحل لكنها من أشدها وأصعبها على الأم إذ تستغرق 10-30 دقيقة عند الفرس و10-60 دقيقة عند البقرة، و15-30 دقيقة لكل مولود عند النعجة، و5-30 دقيقة لكل مولود عند الخنزيرة. ويتم خلال هذه المرحلة أنقباض شديد لعضلات جدار الرحم المتأثرة خلال هذه المرحلة بهرمون الأوكسيتوسين. فتتضافر هذه التقلصات العضلية مع تقلصات عضلات البطن لتشكيل قوة تظهر على شكل عمليات طلق تتردد بفواصل زمنية تقصر كلما اقترب موعد خروج المولود. ثم تقوى وتشتد فيزداد تعب الأم وعصبيتها ويزداد معدل نبضات قلبها ويجف جلدُها ويصبح حاراً. وبالتالي تقود هذه الانقباضات المتعددة إلى دفع أغشية الحُميل وأنفجار واحد أو أكثر منها فتتفتح قناة عنق الرحم ويمر المولود عبرها ثم يخرج خارج الجسم من الفتحة التناسلية.

3- مرحلة خروج المشيمة Expulsion of the placenta: يتم عند الحيوانات المتعددة الولادات مثل الخنزيرة، التحام المشائم للأجنة المجاورة وتشكل مشيمة واحدة أو أكثر تخرج نتيجة لاستمرار الانقباضات العضلية التي خف وطوها وشدتها بعد 3-4 ساعات من خروج آخر جنين. أما عند الغنم والمعز فلا يحدث مثل هذا الالتحام المشيمي، على أي حال تخرج المشيمة وبصورة طبيعية بعد ساعة واحدة من خروج المولود عند الفرس وبعد 4-5 ساعات عند البقرة وبعد 0,5-8 ساعات عند الغنم وبعد 1-4 ساعات

عند الخنزيرة، وإذا لم تخرج في ظرف 24 ساعة فيجب استدعاء الطبيب البيطري. ويحذر كلياً من سحب المشيمة بقوة فقد يؤدي ذلك إلى إيذاء الرحم ويمكن أن يسبب العقم في الولادات المقبلة. وغالباً ما يكون تأخر أو أنحباس المشيمة مرافقاً بالتهاب أو عدوى الرحم وتكون العدوى خصوصاً ببكتيريا البروسيلا التي توجد بالبلايين في الأغشية الجنينية المصابة.

ومن الأسباب أيضاً التي تقود إلى تأخر خروج المشيمة فشل الخمائل الحُميلية أن تتفصل من الفلقات الرحمية أو نتيجة لعدم تزامن أو توازن هرموني مثل ارتفاع نسبة البروجسترون وانخفاض مستوى الإستروجين.

الفصل التاسع

الفشل التناسلي في الحيوانات الزراعية وسبل تجنبه

Reproductive failure and avoiding ways in farm animals

يعترض العاملين في الإنتاج الحيواني مشكلات عديدة في حياتهم اليومية، بعضها مؤقت مثل: الأمراض، وعدم توفر الأعلاف أو قلتها، وتذبذب أسعار المنتجات، وقلة الإنتاج... وغيرها، لكن المشكلة الدائمة والأكثر أهمية وتتردد بصورة كبيرة هي مشكلة الخصوبة؛ إذ يعتقد الكثير من المربين أن الخصوبة fertility هي عكس العقم sterility، وهذا اعتقاد خاطئ لأن العقم هو الفشل الدائم في إنتاج النسل، أما الخصوبة فهي قدرة الذكور على إنتاج نطاف حيوية ومخصبة، وقدرة الأنثى على إنتاج بويضات حيوية، والحمل، وإنتاج مواليد حية وطبيعية. وتختلف عادة هذه القدرة بين أفراد النوع الواحد ضمن القطيع الواحد وتراوح بين 1 إلى 100%؛ ولهذا يميل العلماء إلى اعتبار الخصوبة مقياساً للكفاءة التناسلية وتمثل بشكل رقمي يعبر عنه بعدد المواليد في البطن الواحد أو عدد المواليد خلال الحياة الاقتصادية للحيوان. ولما كانت العملية التناسلية في الحيوانات الزراعية هي محصلة لعديد من العوامل الفيزيولوجية ومدى نجاح تفاعلها مع بعضها بجانب تفاعلها مع الظروف البيئية، فإنه وبالمقابل، يعزى الفشل التناسلي infertility إلى العديد من العوامل: منها ما يعزى لاضطرابات هرمونية، أو لأسباب وراثية، أو لعدم توفر ظروف بيئية وتغذوية مناسبة، أو لأسباب مرضية وأخرى تشريحية تؤثر بصورة أو أخرى في نجاح العملية التناسلية ومستقبل مشروع الإنتاج الحيواني وكفاءته الاقتصادية.

أولاً - الفشل التناسلي في أنثى الحيوانات الزراعية.

1-الاضطراب في وظائف المبيض Ovarian dysfunction:

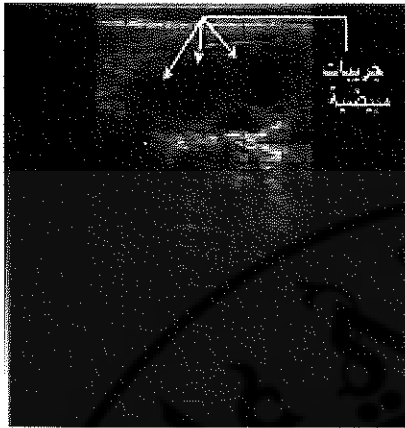
من المعروف أن المبيض يقوم بوظيفتين رئيسيتين هما إنتاج البويضات وإفراز الهرمونات التناسلية الأنثوية steroids؛ ولهذا يؤدي الفشل في أي منهما حتماً إلى الفشل التناسلي المبكر عند الأنثى، ويتمثل ذلك بنوعين من الاضطرابات:

1-1. فشل الإباضة:

وينجم عن فشل الجريب المبيضي الناضج ovarian follicle بالأنفجار خلال الدورة التناسلية أو عن تكيس مبيضي ovarian cyst الذي يظهر بشكلين: إما على شكل جريبات متكيسة الغلاف (جريب غراف فشل في الانفجار، الشكل 9-1) أو على شكل جريبات اكتسبت صفة اللوتة luteal cysts (الشكل 9-2). ويمكن شرح سبب ظهور كل منهما وكيفية التغلب عليها أو الإقلال من مظاهرها في الآتي:

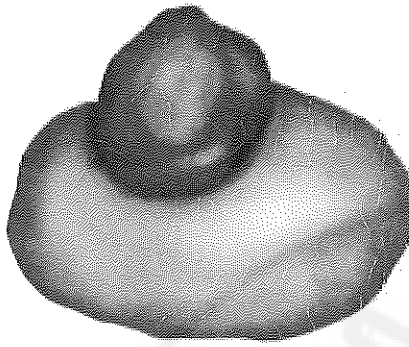
أ- الجريبات المتكيسة: وتنتج عن واحد أو أكثر من العوامل التالية:

- (1) نقص في إفراز هرمون LH.
- (2) نشاط غير عادي لغدة الكظر وإفرازها كميات كبيرة من البروجستيرون الذي بدوره يؤثر سلباً في المحور الدماغي.
- (3) وحقن مواد إستروجينية بكميات كبيرة وخلال فترات متقاربة. وتتمثل الأعراض في إظهار الأنثى شبقاً متكرراً أو غير منتظم أو مستمراً، يسمى الهوس الجنسي nymphomania نظراً لإفراز الجريبات هرمون الإستروجين المسؤول عن إظهار الرغبة الجنسية libido، فتقبل الأنثى الذكر بصورة مستمرة، و يترافق مع ذلك نقص في وزن البقرة، وقلة في إنتاجها، وارتخاء في أربطتها الحوضية، وتوزم في الفرج والبطر. ويتم العلاج بحقن هرمون LH عضلياً أو وريدياً بجرعات كافية، أو فيزيائياً بتفجير الجريب المتكيس باليد عبر المستقيم. وإذا لم يكن السبب ناجماً عن النشاط الزائد لقشرة الكظر، فيمكن إعطاء هرمون البروجستيرون بجرعات صغيرة 100مغ/ اليوم" لفترة أسبوع.

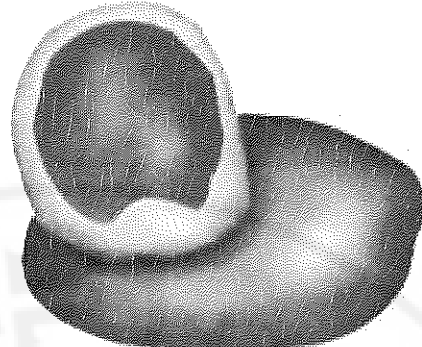


الشكل 9-1. مظهر طبيعي للجريبات المبيضية (القسم العلوي) والمتكيسة (القسم السفلي).

ب- الجريبات الملوتنة: وينجم عن فشل حويصلة غراف في الإباضة مع اكتسابها صفة اللوتنة الجزئية، حيث تصبح قادرة على إفراز البروجسترون وليس الإستروجين، ويغيب الشبق وكأن هناك جسماً أصفر عادياً. ويتم العلاج بحقن $PGF_{2\alpha}$ أو مثيلاته عضلياً، أو بإزالة الجريب المتكيس باليد عبر المستقيم.



جسم أصفر متكيس



تكيس جريبي



الشكل 9-2. تكيس جريبي (القسم العلوي والسفلي - اليمين)،
ونكيس للجسم الأصفر (القسم العلوي والسفلي - اليسار).

2-1. ضمور مبيضي Ovarian hypoplasia:

يكون الجهاز التناسلي ذا مظهر جنيني؛ إذ لا يصل كل من المهيكل والرحم والمبايض إلى حجمه الطبيعي من النمو والتميز، فيبقى صغيراً وغير فعال وظيفياً. ما يقود إلى عدم ظهور دورات شبق وعدم الإباضة عند هذه الأنثى طول عمرها. وقد سجلت هذه الحالات في الأنثى المختنة freemartin أو ذات التركيب الصبغي XO؛ التي لاتصلح للتربية، ويفضل تسميتها وبيعها حصراً للذبح.

2- الاضطراب في الشبق Abnormality of estrus:

من المعروف أن لكل نوع حيواني فترة شبق تُظهر الأنثى خلالها رغبتها الشديدة للذكر. لكن قد يكون أحياناً الشبق صامتاً silent estrus أو أقصر أو أطول من العادي للأسباب التالية:

- تأثير فصل التناسل: تعدُّ كثير من سلالات الغنم والمعز والخيول موسمية التناسل وخاصةً تلك التي تعيش في المناطق المعتدلة والباردة من العالم. حيث يغيب الشبق عند المعز والنعاج طول فصلي الشتاء والربيع والقسم الأول من الصيف نظراً إلى حدوث تغيرات مورفولوجية في مبايض هذه الحيوانات، إذ تصغر في الحجم وتصبح قاسية الملمس وغير نشطة. كما أن تركيز هرمون الإباضة والهرمونات الأنثوية (البروجسترون والإستروجينات) ينخفض في دمها. وتبين أن تعريض العنزات أو الغنم إلى فترات إضاءة قصيرة بهدف محاكاة فصولها التناسلية، يساعد في استئناف نشاطها التناسلي. كما أن استخدام موجهات الغدد التناسلية يقود أيضاً إلى استئناف النعاج لنشاطاتها فتظهر شياًعاً أو رغبة جنسية للذكور.

- تأثير الإدرار: تخمدُ النشاطات التناسلية وتغيب الإباضة عند كثير من الثدييات بعد الولادة. وعادة يستمر ذلك خلال موسم الإدرار لفترة تختلف باختلاف الأنواع الحيوانية، وتبين أن عدد مرات الرضاعة أو الحلابة وشدتيهما وطول فترتيهما تلعب دوراً كبيراً في منع استئناف حالات الإباضة والنشاط التناسلي عند أنثى الثدييات. وأظهرت الدراسات أن طول فترة السكون التناسلي وغياب الإباضة عند البقر التي ترضع صغارها (فترة اللاحمل days open) كانت أطول من تلك التي تحلب مرتين في اليوم. وعزّي هذا إلى انخفاض نسبة الهرمونات المنشطة للمبايض بدليل أن إعطاء مثل هذه الهرمونات يساعد في تقصير طول تلك الفترة. وقد لوحظ أيضاً أن الغنم تستطيع أن تستأنف نشاطها التناسلي بعد أسبوعين من فطام حملاتها. وعادة تكثر ظاهرة الشبق الصامت عند الحيوانات المرباة على نوع رديء من العلف، أو تكثر مظاهرها عند الغنم والمعز في بداية الفصل التناسلي ونهايته نظراً إلى عدم وجود جسم أصفر في بداية موسم التناسل وانخفاض نسبة الإستروجين في نهاية موسم التناسل.

• **تأثير التغذية:** تتأثر معظم العمليات الحيوية في جسم الأنثى، وخاصة تلك المرتبطة بشكل مباشر أو غير مباشر بالتناسل بعامل التغذية. وعادة يظهر تأثير سوء التغذية في الوظيفة التناسلية بأشكال متعددة منها: الاضطراب في دورة الشبق، غياب الإباضة، ضمور المبايض وخمولها، التأخر في تأوب أو النتمام الرحم بعد الولادة. احتباس المشيمة، النفوق المبكر للأجنة، إلى غير ذلك من المشاكل التناسلية. ويمكن ملاحظة تأثير سوء التغذية بصورة واضحة أكثر في الإناث النامية، إذ يتأخر موعد وصولها إلى سن البلوغ والنضج الجنسي، وقد تبين أن النقص في مستوى الطاقة في العليقة يسبب اضطراباً في الوظيفة المبيضية ينعكس بدوره بظهور حالات السكون التناسلية. كما لوحظ تأخر في الوصول إلى سن البلوغ وغياب الشبق وأحياناً توقف كامل في النشاط التناسلي عندما تنفقر المراعي والعلائق إلى عناصر الفوسفور والمنغنيز. كما أن افتقار العلائق لفيتامين A يسبب إطالة دورة الشبق أو عدم انتظامها وأحياناً غيابها كلياً خصوصاً إذا استمرت فترة نقصه لمدة طويلة.

• **تأثير العمر:** نادراً ما يُحتفظ بأناث الحيوانات الزراعية لفترة تزيد عن 5 إلى 6 مواسم إنتاجية بسبب انخفاض إنتاجها من جهة، كما أن ظاهرة السكون التناسلي وعدم الانتظام في طول دورة الشبق وقلة الإخصاب تزداد مع تقدم العمر. وتترافق هذه الحالات غير المخصبة مع وجود أجسام صفراء غير طبيعية. ويُعزّل هذا الفشل التناسلي إلى الخلل في العلاقات الهرمونية الموجودة بين المبايض والمحور الدماغي أو ضعف في استجابة الجريبات المبيضية لهرمونات النخامية مع تقدم الأنثى بالعمر.

• **عوامل تتعلق بالرحم:** ينتفخ الرحم عند بعض العنزات لأسباب مرضية منها التهابات الرحم القححية Pyometra والمخاطية Mucometra أو بسبب تحنط وجفاف الجنين Fetal mummification. وبالطبع تلعب مثل هذه الظروف درواً سلبياً بتأخير حالات الإخصاب خصوصاً إذا لم تعالج في حينه، وعندها ستتحول إلى حالات التهاب مزمنة تكون سبباً لموت النطاف. وفي حال حدوث إخصاب، فأن البيضة الملقحة تكون غالباً غير قادرة على الأنغراس في بطانة الرحم الملتهبة.

كذلك فأن التهابات الرحم تكون مسؤولة عن ظهور التحوصلات والأجسام الصفراء الدائمة في المبايض بسبب فشل الإخصاب وفشل الرحم ذاته بإفراز $PGF_{2\alpha}$ الحال

للأجسام الصفراء؛ ولهذا فإنه يمكن لمثل هذه الحيوانات ذات الالتهاب الرحمي أن تمر بحالات من السكون التناسلي ظاهراً عندها المربي أنها حامل، وبالحقيقة لا يوجد حمل حقيقي بل هو كاذب. وعند العلاج لا بد من إزالة المواد الصديدية المتقيحة من الرحم باستعمال مواد تزيد من تقلصات جدار الرحم مثل الأوكسيتوسين. ولا ينصح بغسل الرحم بمحاليل كيميائية مطهرة لأنها ستنتقل الالتهاب إلى أماكن مجاورة. ويجب زيادة المناعة البيولوجية لجسم الحيوان عن طريق حقن الصادات الحيوية في العضل.

3- الاضطراب في الإخصاب: سجلت عديد من حالات الاضطراب في الإخصاب تُصنّف في فئتين: الاضطراب الناتج عن الفشل في حدوث الإخصاب والاضطراب الناتج عن شذوذ في الإخصاب. ومن الأسباب التي تقود إلى كل من الحالتين مايلي:

أ- الاضطراب الناجم عن الفشل في الإخصاب:

- موت الببضة قبل اختراق النطاف لأغشيتها: تظهر هذه الحالة بشكل شائع عندما يكون التلقيح (الطبيعي أو الصناعي) متأخراً. فكما نعلم أن لكل خلية تناسلية مدة محددة للبقاء بصورة حيوية، فمثلاً: تفقد الببضة قدرتها على الإخصاب بعد 24 ساعة من تاريخ الإباضة كحد أقصى، وبالطبع فإن أي عملية تلقيح تتم بعد هذا التاريخ يكون مصيرها الفشل في الإخصاب.
- خلل في بنية النطاف: من المعروف أن الجسيم الطرفي المغطي لرأس النطاف له دور كبير جداً في عملية الإخصاب؛ ولهذا فإن أي خدش أو جرح له يقود إلى فشل اختراق النطاف لجدار الببضة، وبالتالي لا تنجح في إتمام عملية الإخصاب، كما أن الخلل في بنية المعقدات البروتينية الخاصة بالـ DNA غالباً ما تؤدي إلى إخصاب غير ناضج يكون مصيره الموت المبكر، ولوحظ أن تقدم النطاف بالعمر خصوصاً تحت ظروف تخزينية غير جيدة يؤدي إلى رشح لبعض المكونات الخلوية المهمة مثل cAMP أو لتجمع مادة البيروكسيدات peroxides السامة، وعند استخدام مثل هذه النطاف في التلقيح يكون الإخصاب فاشلاً أيضاً.

- وجود حواجز تشريحية مائعة للإخصاب: يمكن أحياناً أن تتشكل تشوهات خلقية أو مكتسبة في تركيب القناة التناسلية تحول دون لقاء الخلايا التناسلية لبعضها. فمن التشوهات

الخلقية الفشل في تطور مشتقات قناة موللر، مثل قناة المبيض أو الرحم أو عنق الرحم خلال المرحلة الجنينية، أما التشوهات المكتسبة فتتجم عن التهابات أو جروح تناسلية. ومن التشوهات الخلقية الأخرى، التصاق قمع قناة المبيض بالمبيض أو قرني الرحم، وطبعاً هذا يقود إلى الفشل في استقبال البويضات المقذوفة، علماً بأن الأنث الحاملة لمثل هذه التشوهات تمر بدورات تناسلية عادية وتظهر عندها علامات شبق كاملة، ولكن لا يحدث الإخصاب، كما يمكن أن يظهر عند بعض الأنث عنقا رحم بدلاً من عنق واحد. ولهذا تكون فرص الإخصاب أقل. وأحياناً قد يلتف عنق الرحم وتضيق لمعته لدرجة تحول دون وصول النطاف إلى مكان الإخصاب.

ب- الاضطراب الناجم عن الإخصاب الشاذ Atypical fertilization:

يحدث أحياناً اضطراب في الإخصاب ناجم عن عدم اكتمال نضج البويضة؛ إذ تفشل بطرد الأجسام القطبية، ما يسمح بتكون أجنة متعددة الصبغيات polyploidy، أو يمكن أيضاً لأكثر من نطفة أن تخترق أغشية البويضة وتسهم في عملية الإخصاب مسببةً بذلك تكون أجنة متعددة الصبغيات، وقد يحدث أحياناً ما يسمى بالتوالد الذكري androgenesis أو التوالد الأنثوي gynogenesis الذي تفشل فيهما عملية تكون طليعة البداء النووية الأنثوية والذكرية على التوالي. وتشير الدراسات إلى أن أغلب هذه الشذوذات في الإخصاب يكون مصيرها الموت المبكر وامتصاصها من قبل الأم. وتكمن الوسيلة الوحيدة للتغلب على أكثر شذوذات الإخصاب في التلقيح في الوقت المناسب الذي تكون فيه كل الظروف مهيأة لإحداث إخصاب عادي.

4- نفوق الأجنة قبل الولادة Prenatal mortality:

يمكن أن تعيق عملية تطور واستمرار الحمل عند الحيوانات الزراعية بعض العوامل البيئية والوراثية التي من أهمها: سلامة القناة التناسلية، ظروف التغذية السائدة، وعدد الأجنة الموجودة في الرحم، وبشكل عام يحدث التوقف أو الفشل في الحمل إما خلال المرحلة المبكرة من عمر الجنين embryonic period أو خلال المرحلة المتقدمة من عمره التي

تسمى بمرحلة الحُميل Fetal period، وفيما يلي تُبينُ الأسباب الكامنة خلف نفوق الأجنة خلال كل مرحلة من هذه المراحل:

أ- النفوق خلال المرحلة المبكرة من عمر الجنين: أن نحو 25 إلى 40% من أجنة البقر والغنم تُفقد بين فترة الإخصاب ونهاية الأنغراس، وعادة تليها ظاهرة امتصاص الأم للأجنة المتكونة ولكن يبقى موعد حدوث هذا الفشل في التطور هو المحدد الرئيس لموعد استئناف دورة الشبق وانتظامها عند الحيوانات. فإذا حدث الفشل في تطور الجنين أو الأجنة في اليوم الثاني عشر أو أبكر عند النعاج أو المعز وفي اليوم الثالث عشر أو أبكر عند البقر فإن استئناف دورة الشبق يأتي في موعده الأصلي أو العادي، أي بعد 17 يوماً عند الغنم و21 يوماً عند المعز والبقر من تاريخ الشبق السابق. وإذا ما تأخر موت الأجنة إلى ما بعد ذلك التاريخ فإن استئناف النشاط التناسلي وحدث الشبق سيأتي في وقت متأخر وهذا سيزيد من طول فترة اللاحمل، وكذلك من طول الفترة بين الولادات، وبالطبع يمكن أن ينعكس ذلك على كفاءة الحيوان الإنتاجية والاقتصادية.

والسبب في اعتبار تاريخ فقد الجنين بالوقت الحرج في حياة الأنثى التناسلية والإنتاجية هو حدوث التمايز بين الأم والجنين وبدء تبادل المواد الكيميائية بينهما وأنعكاس ذلك على استمرارية نشاط الجسم الأصفر (أنظر الفصل السابع) ومدى الاستمرارية في الحمل. فإذا ما حدث موت للأجنة قبل إفرازها المواد الداعمة للجسم الأصفر، فإن الجسم الأصفر يتدهور ويتلاشى وكأنه أحد الأجسام الصفراء المميزة لدورات الشبق العادية. أما إذا حدث موت الأجنة عند الأيام 13 أو 14 أو بعدها، فإن المادة الجنينية المفرزة تظهر أثرها وتبطل تأثير $PGF_{2\alpha}$ ، ما يسمح للجسم الأصفر الموجود بالاستمرار في نشاطه لفترة أطول تكون مميزة لحالة الحمل الكاذب. هذا وقد تعددت أسباب الموت المبكر، فمنها ما يتعلق بالأم نفسها ومنها ما يتعلق بالجنين، فعندما تكون الأسباب متعلقة بالأم، فإن كل الأجنة الموجودة تتعرض لهذا التأثير، أما إذا كانت الأسباب تتعلق بالجنين فقط فإن تأثيرها يكون في الجنين ذاته. ويمكن حصر أسباب الموت المبكر للأجنة بالآتي:

- الاضطراب الهرموني: أن عملية الإسراع أو التأخر في أنتقال الخلايا التناسلية نتيجة للخلل في العلاقة الهرمونية النسبية بين الإستروجين والبروجستيرون يقود إلى إخصاب في غير موعده ينجم عنه جنين ضعيف الحيوية يكون عرضة للنفوق قبل عملية

- الأنغراس، ومن المحتمل أحياناً أن يكون الجنين ذاته غير قادر على مقاومة تأثير الـ $PGF_{2\alpha}$ المهدم للجسم الأصفر والمسؤول بالتالي عن إنهاء الحمل.
- **الأنحراف الصبغي:** أن التأخر في موعد التلقيح يقود غالباً إلى إخصاب متأخر ينتج عنه أحياناً أجنة ذات عدد من الصبغيات chromosomes غير مميز للجنس نفسه.
 - **التأثير الوراثي:** أن تكرار الفقدان المبكر للأجنة يكون أحياناً مرتبطاً بالطابع الوراثي الخاص بالذكر والأنثى وأيضاً بنمط التربية المتبع. وعادة يكون معدل فقد الأجنة أكثر انتشاراً في القطعان التي تعتمد على التربية الداخلية كنمط للتربية. فقد لوحظ تناقص في عدد المواليد في البطن الواحد عند الحيوانات المتعددة الحمل (الغنم والماعز) في حالة الاعتماد على نمط التربية الداخلية.
 - **تأثير التغذية:** لوحظ أن الخلل في مستوى التغذية زيادةً أو نقصاً يؤثر في معدل الإباضة ودرجة الإخصاب عند الحيوانات الزراعية، فمثلاً لوحظ أن الارتفاع في معدل الإباضة عند الغنم ترافق مع احتمال أكبر للموت المبكر بسبب الازدحام في عدد الأجنة عند اعتماد طريقة التغذية غير المحدودة أو عند زيادة مستوى الطاقة في العلائق. وقد سجلت حالات الزيادة في فقد المبكر للأجنة عند البقر عندما كان مستوى الطاقة في العلائق المستخدمة ضعيفاً وحدثت الأيام من 25-31 بعد الإخصاب أياماً حرجة ومحددة لتثبيت الحمل واستمراره؛ لذا يجب أن تكون العلائق متزنة كمياً ونوعاً على الأقل خلال الفترة الحرجة من الحمل.
- كما تبين أن مظاهر الفشل التناسلي كانت أكثر عند الغنم منه عند البقر عندما تركت القطعان حرة في مراعي غنية بمركبات إستروجينية مثل البرسيم الأحمر *Trifolium Pratence* والـ *Trifolium Subterraneum* بسبب أن نباتاتها تكون غنية بمادة الأيزوفلافون Isoflavone ذات النشاط الإستروجيني المسبب في خفض الدائم لعملية الإخصاب والمترافقة بوجود نكيسات غدية تؤثر في كل من عنق الرحم وبطانة جدار الرحم فتحول دون وصول النطاف إلى مكان الإخصاب، وقد تم استخلاص الحمض الأميني mimosine من أحد أنواع البقوليات المعروف باسم *Leucaena leucocephala* وعد مسؤلاً عن خفض استجابة المبايض لهرموني الـ LH والـ FSH وعن موت الأجنة. وتشير الدراسات العلمية أن هناك عديداً من النباتات تمتلك

نشاطات استقلابية، و يجب الحذر الشديد عن تقديمها للحيوانات والتقييد الكبير في الكميات المسموح بها وبأطوار نضجها ومن أهمها: الشعير من نوع *Hordeum Vulgare*، والشوفان من نوع *Avena Sativa*، والتفاح من نوع *Pyrus Malus*، والكرز *Pyrnus*، ونباتات البطاطا من نوع *Solanum Tuberosuna*.

- **عمر الأم:** يُعد موسم الحمل الخامس بالموسم الإنتاجي الاقتصادي المحدد عند المجترات نظراً لانخفاض معدل الإخصاب بعد هذا الموسم من جهة والفقدان الكبير للأجنة عند الأنثى المتقدمة بالعمر من جهة أخرى.
- **عدد الأجنة:** من المعلوم بأن الجنين يعتمد في تطوره بصورة كبيرة على مدى نجاح تشكل المشيمة واكتمالها، وبما أن تشكلها ودرجة تطورها يتأثر بمدى توافر الحيز الخاص بالجنين وبدرجة انتشار الأوعية الدموية وتكونها، فإن ازدياد عدد الأجنة عن حده الطبيعي يقلل من حجم الأوعية الدموية وعددها وأيضاً من الحيز اللازم لتوضع الجنين، وعلى ضوء ذلك فإن ازدياد عدد الأجنة لدرجة أكثر من العدد الخاص المميز للنوع الحيواني يترافق معه زيادة في معدل الفقد المبكر للأجنة. نظراً إلى ازدياد فرص أنصهار المشائم بعضها ببعض خلال المرحلة المبكرة من الحمل. كما لوحظ تزايد في معدل الفقد في الأجنة عند ارتفاع معدل الإباضة و الإخصاب عند الغنم والبقرة.
- **تأثير درجة الحرارة:** أن معدل فقد الأجنة وخاصة في الفترة المبكرة من الحمل سجل ارتفاعاً ملحوظاً عند بعض الثدييات التي تعيش في المناطق الحارة، وقد سجلت هذه الحالة عند كل من الغنم والبقرة نظراً إلى حساسية أجنة كلا النوعين لدرجة حرارة الوسط الذي تعيش فيه الأمهات، فعندما عرضت نعاج حوامل بصورة مستمرة إلى هواء درجة حرارته كانت كافية لرفع درجة حرارة المستقيم بمقدار "1.5 درجة مئوية" فإنها فقدت أجنحتها، كما أن البقرة التي عرضت لدرجة حرارة "32 درجة مئوية" ولمدة ثلاثة أيام بعد التلقيح فشلت في قدرتها على صيانة الحمل. وقد تبين أن البويضات المخصبة سواء في المخبر أو في جسم الأنثى قد تدهمت عند تعرضها لدرجة حرارة عالية.
- **تأثير السائل المنوي:** يمكن في بعض الحالات عزو الموت المبكر للأجنة إلى طبيعة السائل المنوي، حيث أن تخزين السائل المنوي بظروف غير جيدة أو غير سليمة قد يؤدي إلى فقد كثير من المكونات المهمة لهذا السائل المنوي. فمثلاً ينجم عن التخزين السلبي

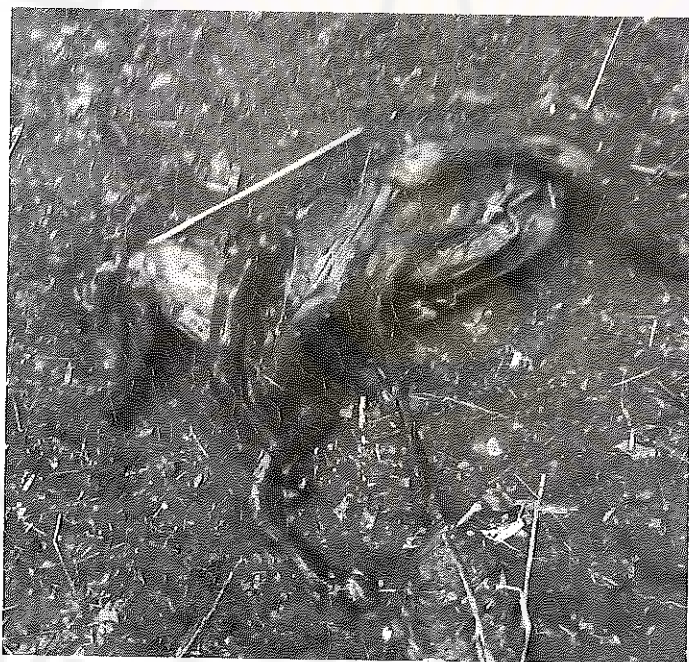
فقد أن بعض الأنزيمات المهمة أو فقد في الـ cAMP أو حتى في محتويات الدنا وعند استخدام مثل هذا السائل الفقير في حيويته أو ذلك المأخوذ من ذكور منخفضة الإخصاب في عملية التلقيح، تنخفض فرص الإخصاب، وفي حالة حدوثه تزداد احتمالات الموت المبكر للأجنة.

• **الإجهاض Abortion:** يعرف الإجهاض بأنه إسقاط الجنين قبل موعده الطبيعي. وبالطبع هذا لا يعني أن موت الجنين هو سبب أو مقدمة ضرورية للإجهاض. والإجهاض قد يكون ذاتياً spontaneous وأسبابه عديدة، غالباً ما تكون وراثية أو ناتجة عن اضطراب هرموني أو غذائي أو مرضي أو قد يكون محرضاً Induced نتيجة لاستخدام مواد كيميائية أو لتناول الإستروجينات أو البروستاغلاندينات من نوع $PGF_{2\alpha}$ أو القشرائيات السكرية. وقد لوحظ أن الإجهاض الذاتي الناتج عن أسباب غير مرضية يكون شائعاً عند البقر وخاصة الحلوب منها أكثر منه عند الغنم والمعز، وفي الأنثى الملقحة قبل اكتمال نضجها الجسمي، وفي الأنثى التي لقحت قبل اكتمال التأم رحمها بعد الولادة السابقة. كما لوحظ ارتفاع نسبة الإجهاض عند المعز خلال الفترة ما بين 3-4.5 أشهر من الحمل. وفسرت هذه الحالات بعجز في وظيفة النخامية الغدية، كالعجز في تحرير كميات كافية من هرمون الإباضة الذي عادة ما يكون ضرورياً للمبايض للمحافظة على بقاء الجسم الأصفر الذي يعد وجوده ضرورياً لاستمرار الحمل حتى نهايته عند هذا النوع الحيواني.

• **تحنط (تعفن) الجنين Fetal mummification:** يحدث أحياناً جفاف وتعفن للجنين فيبدو كمومياء داخل رحم الأم نتيجة لموت الجنين وعدم إجهاضه أو نتيجة لامتناس سوائل المشيمة وجفاف جدار الجنين لأسباب عديدة ومتنوعة (الشكل 9-3). فهو قد يحدث لأسباب وراثية أو لأسباب أخرى مثل تداخل الأوعية الدموية وأنقطاع المصدر الدموي عند الجنين أو نتيجة للفشل أو العجز في اكتمال تكون المشيمة أو لخلل تشريحي ولشذوذ في تكوين الحبل السري. وقد يكون لأسباب مرضية (غير فيروسية)، وفي هذه الحالة غالباً لا يقتصر الأمر على جنين واحد عند الحيوانات المتعددة الولادات، بل يمكن أن يطول كل الأجنة المجاورة نظراً إلى أنتقال العدوى من الجنين المصاب قبل موته.

وقد سجلت هذه الظاهرة عند البقر أكثر منه عند الغنم والمعز، ويتصف عندها التعفن بأنه من نوع دموي Hematic mummification حيث يمتلئ الرحم بمواد

صديدية ذات قوام حامضي، ويتوضع بين فلقات الرحم وخمائل الجنين كتلة دموية تعزله عن الأم؛ إذ يخضع عندهما الجنين لتحلل ذاتي ينتهي بتشكيل كتلة متراسة من العظام ويمكن أن يرافق ذلك سيلاً مخاطي من مهبل الأنثى المصابة. تكثر حالات التحنط بين الشهرين الخامس والسابع من الحمل عند البقر الحلوب، وعند الغنم أو المعز الحاملة لتوائم. فإذا ما تعضن أحدهما يبقى الآخر طبيعياً (السبب غير مرضي) ويولد في الوقت المناسب مترافقاً مع مشيمة أخيه المتعضن. ويُعتقد بأن أحد الأسباب التي تساعد على بقاء المومياء داخل جسم الأم إلى فترة قد تصل إلى نهاية الحمل الطبيعي هو تأثير الحمل الموميائي على رحم الأم حيث يثبط إفراز الـ $PGF_{2\alpha}$ الذي يشارك في تحلل الجسم الأصفر وأنهاء الحمل عند المعز والبقر، لهذا يبقى الجسم الأصفر نشطاً حتى التاريخ المتوقع للولادة.



الشكل 9-3. جفاف وتعضن جنين بقري وتحوله إلى مومياء.

ب- الموت الوليدي:

أن موت المواليد قبل الولادة بقليل أو خلال عملية الولادة أو بعدها بأربع وعشرين ساعة يطلق عليه الموت ما قبل الولادة prenatal mortality. بينما نفوق المواليد خلال الأسابيع الأولى من حياة المولود بعد الولادة يطلق عليه اسم الموت الوليدي neonatal mortality. وقد عُدَّت كل من العوامل الوراثية والبيئية وخاصة التغذية منها مسؤولة عن هذه الأنواع من النفوق وتشاهد حالات الموت المترامنة مع الوضع بين المواليد الذكورية أكثر منه عند الأنثوية. ولهذا فإن عمر الأم وجنس المولود يحددان مدة حدوث هذا الخلل التناسلي.

5- الاضطراب في الولادة والإدرار:

- **عسر الولادة Dystocia:** لقد عرّيت حالات عسر الولادة أو صعوبتها إلى أسباب عديدة قد تكون مرتبطة بالأم وبالجنين أو قد تعود لأسباب ميكانيكية، عندما يكون عسر الولادة مرتبطاً بالجنين فهذا طبعاً يعود إلى توضع غير طبيعي للجنين في رحم الأم كأن يكون وضعه مقلوباً أو أحد أطرافه الأمامية ممتداً إلى الخلف أو قد يكون وزنه وحجمه أكبر من الحد الطبيعي أو قد يكون الجنين مشوهاً. سجلت مشاهد هذه الحالة الأخيرة بصورة كبيرة عند البقر والغنم كما قد تنشأ عند حدوث الحمل المضاعف، أو عند تزواج أنثى يتصف عرقها بصغر الحجم مع ذكور ضخمة الحجم أو في حال حدوث حمل توأمي.
- أما عسر الولادة المرتبط بالأم maternal dystocia فهو شائع أيضاً عندما يكون هناك تضيق في القناة التناسلية أو نتيجة لسكون الرحم وغياب النقص العضلي عند الولادة، أو نتيجة لفشل عنق الرحم بالارتخاء أو الاستطالة.
- **الاضطرابات الاستقلابية:** تعددت أسباب الفشل التناسلي المترافق مع الولادة والاضطرابات الناجمة عن استقلاب بعض المواد الغذائية وخاصة تلك الناتجة عن الخلل في استقلاب الكالسيوم والمغنيزيوم والفوسفور والكربوهيدرات، كما أن الاضطراب في تمثيل المواد الكربوهيدراتية أو نقصانها في العليقة، أو نتيجة لحدوث خلل في إفراز الغدة النخامية، أو في غدة الكظر يقود إلى جعل الحيوان يستهلك كميات زائدة من مادة الغليسيريديت الثلاثية (الدهون)، ما يؤدي إلى تجمع كبير للأجسام الكيتونية مثل حمض

الخل وحمض الأسيتوأسيتيك وحمض بيتا-أوكس بيوتريك التي عادة ما تسبب خسارة اقتصادية كبيرة للمربي تتمثل في نقص وزن الحيوان وهبوط شديد في الإنتاج.

- احتباس المشيمة: يُعد الاضطراب في التوازن الهرموني ما بين البروجستيرون والإستروجين من أهم الأسباب الرئيسة التي تحول دون خروج المشيمة عن المجترات. فقد لوحظ أن الازدياد في نسبة البروجستيرون والنقص في إفراز إستراديول 17- بيتا estradiol 17-B وأحياناً النقص في مستوى البرولاكتين يصاحبه تأخر أو امتناع في نزول المشيمة بسبب عدم انفصال الخمائل الجنينية عن فلقات الرحم.
- إطالة فترة الحمل: من العوامل المهمة الأخرى التي تؤثر في الكفاءة التناسلية وتطيل الفترة بين الولادتين هو إطالة فترة الحمل. و عُد الخل في العلاقة الهرمونية بين نخامية الجنين وغدته الكظرية السبب الرئيس الذي يطيل فترة الحمل. كما أن أي عامل يساعد في ارتفاع نسبة البروجستيرون في دم الأم الحامل يؤدي إلى تأخر في عملية الولادة عند البقر والغنم والمعز. ويوضح الجدول 9-1 الحالات المرضية التي تظهر خلال مراحل فيزيولوجية مختلفة وأسبابها.

الجدول 9-1. حالات مرضية تظهر خلال الحمل أثناء الولادة وخلال موسم الإدرار ونمو المواليد.

نوع المرض	النوع الحيواني	السبب	وصف الحالة المرضية
حمى الحليب	البقر	نقص عنصر الكالسيوم والفسفور اللاعضوي	اضطجاع الحيوان، توقف الدورة الدموية، فقدان الوعي، الموت.
التكزز الرعوي Grass tetany	البقر	نقص عنصر المغنيزيوم	تشنج وتكزز في العضلات خاصة في الفترة الأخيرة من الحمل أو الإدرار.
التخلون Ketosis	البقر	نقص غلوكوز الدم	اضطراب استقلاب النشويات خلال الشهر الأول بعد الولادة، تراكم الكيتونات في البول والدم ونقص الوزن وأنتاج اللبن.

نوع المرض	النوع الحيواني	السبب	وصف الحالة المرضية
التسمم الحمل Toxemia	الغنم/المعز	نقص غلوكوز الدم	اضطراب في استقلاب النشويات، يكثر آخر فترة الحمل عند الغنم الحاملة توائم.
احتباس المشيمة	المجترات	عسر ولادة- التهابات	الفشل في طرح المشيمة بعد الولادة.
الهبوط الرحمي	المجترات	عسر ولادة، احتباس المشيمة، عدم التوازن الهرموني	بعد الولادة مباشرة.
استسقاء الأغشية الجينية	المجترات والأفراس	جنين غير طبيعي، التهاب المشيمة، وعجز تشكلها	تجمع كميات كبيرة من الماء في التجويف السلي أو البولي.
إطالة فترة الحمل	المجترات	اضطرابات جنينية ووراثية حقن مواد تسبب التشوه	موت الجنين.
الهبوط المهلي Viprolapse	المجترات	قلة الحركة، تكرار الحمل بتوائم	ارتخاء زائد في الأربطة الحوضية في الفترة المتأخرة من الحمل.
العضلة البيضاء	الحملان والعجول	نقص عنصر السليسيوم	- خلل في عضلات الجسم (القلب). - التهاب حاد ومزمن وثم الموت.
التكزز	العول الرضيعة	نقص المغنيزيوم في الدم	حدة في الطبع وعصبية زائدة وكثرة التكزز
تضخم الدرقية	المهور والحملان	نقص في اليود	كبير حجم الغدة الدرقية
الهزاع المزمن Enzootic ataxia	الحملان	نقص عنصر النحاس	الشلل

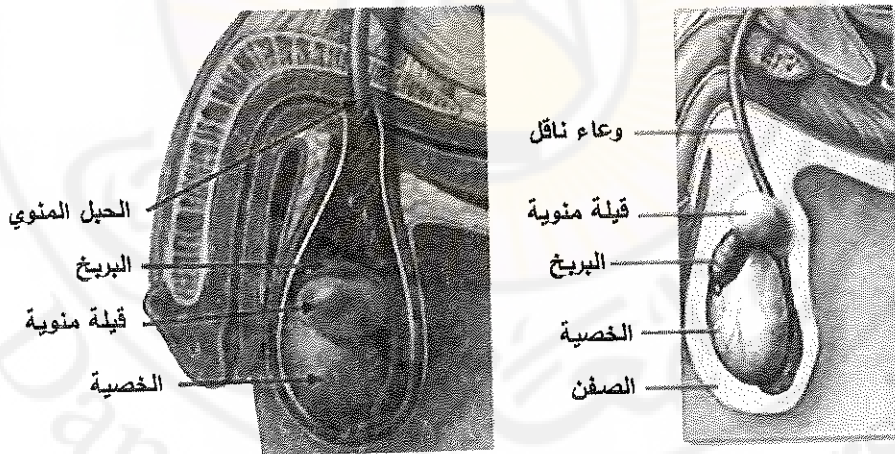
ثانياً- الفشل التناسلي في ذكور الحيوانات الزراعية:

ترتبط خصوبة الذكر بتوفر الرغبة الجنسية والقدرة على الامتطاء والتلقيح وأنتاج نطاف ذات حيوية وقدرة إخصابية كبيرة، والفشل التناسلي يكون إما نتيجة للعقم الكامل أو نتيجة لأسباب تشريحية، فيزيولوجية، هرمونية، بيئية، وراثية، نفسية، أو مرضية تقود إلى عقم مؤقت يزول بزوال السبب. ويُبين فيما يلي أهم الأسباب وتأثيراتها المختلفة في نجاح الكفاءة التناسلية في الذكور.

1- التشوهات الخلقية "الفطرية" Congenital malformations:

• فشل تشكل مشتقات قنوات وولف Segmental aplasia of Wolffian ducts

يحدث أحياناً أن تفشل إحدى قنوات وولف أو كلاهما بالتمايز لتشكيل البربخ أو الوعاء الناقل. فإذا كان الفشل وحيد الجانب يكون الفرد الناتج مخصباً، وفي حال كونه محيطاً بالجانبين فمصير الفرد العقم الدائم نظراً إلى تراكم النطاف وأنتفاخ الجزء البربخي في منطقة ما قبل الأنسداد مشكلة ما يسمى بالقيلة المنوية spermatocoele (الشكل 9-4)، ويفضل التخلص من هذه الذكور وعدم استخدامها في التلقيح.



الشكل 9-4. أنتفاخ الجزء البربخي مشكلاً القيلة المنوية.

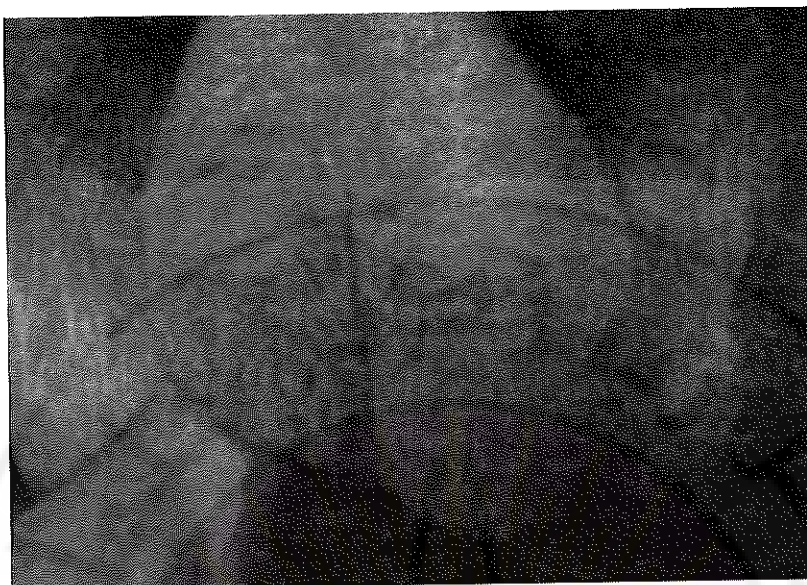
• احتباس الخصية Cryptorchidism: ذكر سابقاً أن هجرة الخصية من تجويف البطن إلى كيس الصفن أمر ضروري لنجاح الكفاءة التناسلية، وعدم هجرتها يقود إلى بقاء

الخصية ضمن التجويف البطني ومن ثم فشلها في وظيفتها التناسلية. وتبين أن الفشل الكامل أو الجزئي في تحرير الـ FSH و الـ LH يرافقه احتباس الخصية، وعند حقن هرمون بول المرأة الحامل hCG أو هرمون LHRH ساعد على نزول الخصية المتأخرة. أن مشاهد احتباس الخصية شائعة عند الخيول أكثر منها عند البقر والغنم والمعز؛ ولهذا يظن أن الظاهرة ترتبط بعوامل وراثية تكون سائدة عند الخيول ومتنحية عند الحيوانات الأخرى. وإذا ما حدث أن هاجرت الخصية واستقرت في القناة الاربية أو بقيت في التجويف البطني فالخصية اليسرى تكون متأثرة أكثر من اليمنى. على أية حال، صحيح أن الحيوان الذي فشلت إحدى خصيتيه بالهجرة يكون مخصباً، ولكن يفضل ألا يستخدم في عمليات التربية نظراً إلى احتمال أنتقال هذه الصفة إلى نسله.

- **ضعف نمو الخصية Testicular Hypoplasia:** يحدث أحياناً ضمور أو تقزم إحدى أو كليتهما (الشكل 9-5) فتكون الخصى صغيرة الحجم، وتفتقر الأنبيات المنوية إلى قسم كبير من ظهاريتها الأنتاشية المولدة للنطاف، وغنية نسبياً بخلايا سيرتولي. وتكون قدرة الذكور في تكوين النطاف ضعيفة وتركيزها بالقذفة الواحدة يكون قليلاً جداً. وقد عزيت حالات التقزم إلى عوامل وراثية متنحية عند الثيران السويدية وإلى تدهم حراري للنسيج المنوي عند ثيران اللحم.
- يمكن عن طريق القياس المبكر لحجم الخصية كشف مثل هذه الحالات المرضية مبكراً، ويكون مصير الحيوان التنسيق من القطيع بهدف الذبح.

2- اضطرابات في القذف Ejaculatory disturbances:

يمكن حصر الاضطراب في القذف بنوعين اثنين: فقد الرغبة الجنسية lack of libido ، والفشل في التلقيح الذي يتضمن: الفشل في الانتصاب erection، أو في الامتطاء والعلو mounting، أو في الإيلاج intromission، أو في القذف ejaculation. ويمكن شرح كل منها كما يلي:



الشكل 9-5. ضمور إحدى الخصيتين.

- **فقد الرغبة الجنسية Lack of Libido:** يُعزى انخفاض الرغبة الجنسية أو فقدها عند بعض الذكور إلى أسباب وراثية (تُرى أن بعض السلالات السويدية وأنسالها) أو بيئية أو لاضطرابات هرمونية أو لأسباب نفسية. وبالطبع مهما كان السبب سينعكس ذلك على النجاح في عملية الإخصاب. ومن أهم العوامل البيئية التي تساعد في زيادة مثل هذه الظاهرة تغير الحظيرة أو المشرف على القطيع، أو تغيير مكان جمع السائل المنوي، أو نتيجة لاستخدام غير صحيح للمهبل الاصطناعي، أو لتكرار حالات الارتباك أثناء الجمع، سوء التعامل مع الذكر أثناء الجمع، أو نتيجة لاستخدامه مرات متعددة ومتلاحقة، جرح العضو التناسلي أثناء الجمع أو التلقيح، الفصل التناسلي (الغنى والمعز والخيل)، والسمنة، والإجهاد الحراري. ويشير البعض أن نقص مستوى الأندروجينات في الدم يقلل من الرغبة الجنسية.
- **الفشل في التلقيح:** أن عجز الحيوان البدني يحول دون نجاح التلقيح نظراً إلى عدم قدرة الذكر على الامتطاء، وهذه الظاهرة تحدث عند الذكور المتقدمة بالعمر، أو المعاقة لأسباب فيزيائية أو مرضية (تمزق في الأطراف أو في الفقرات الظهرية أو كسر في أحد القوائم).

أو لعدم القدرة في الإيلاج بسبب انسداد أو تضيق القلفة "Phimosis" أو Stenosis الناتج عن تشوه خلقي أو التهاب مرضي، أو لوجود زوائد غشائية أو لجيم frenulum (الشكل 9-6) يصل جسم القضيب مع نهايته فتجبره على الاتجاه إلى الأسفل أو لوجود تورم مملوء بالدم (التورم أو القيلة الدموية Hematoma، الشكل 9-6) عند المنطقة الأمامية للجزء المعروف بالشكل "S" flexure sigmoid، ما يمنع خروج القضيب. أما الفشل في القذف يعود عادة إلى خلل وظيفي في الآلية العصبية التي تنظم عملية القذف، أو نتيجة للاستنزاف الزائد للحيوان (كثرة عمليات الجمع غير المنظمة)، أو لأسباب تتعلق بإجراءات تحضير المهبل الصناعي عند الجمع، مثل: عدم تزويد حرارة كافية أو ضغط مناسب داخل المهبل الصناعي.



قيلة دموية



لجيم جسم القضيب مع نهايته

الشكل 9-6. ظاهرة اللجيم (إلى اليمين) والقيلة الدموية (إلى اليسار) في الحيوانات الزراعية

3- الفشل في الإخصاب: و ينجم عن الأسباب التالية:

أ- أسباب تتعلق بدرجة جودة السائل المنوي: وتتجم عن الأسباب التالية:

1- أمراض الخصية أو البربخ أو الغدد الجنسية الثانوية: أن تعرض مثل هذه الأجزاء التناسلية لحالات مرضية يعكس مباشرة على عمليات تكون النطاف ونضجها وأنقالها، ومن ثم في قدرتها الإخصابية، ومن أهم هذه الحالات المرضية مايلي:

1-1- أنحلال (تنكس) الخصية Testicular degeneration:

في حال انحلال أو تدهور الخصية أو الخصيتين، أو التهابهما تفقد الأنبيات المنوية قدرتها على إنتاج النطاف بصورة سليمة وظيفياً، كما أن تعرض الحيوان لصدمات حرارية أو تناوله علائق فقيرة بفيتامين A لفترة طويلة أو حدوث اضطراب هرموني أو عند تقدمه بالعمر تقود إلى ضعف أو انحلال في خصية الحيوان ويتصف السائل المنوي بقوام مائي وتركيز قليل، مع ارتفاع نسبة النطاف الشاذة.

1-2- التهاب الخصية Orchitis:

تنتج هذه الحالة عن جرح مباشر يعقبه تلوث بكتيري. وتتجم أكثر الحالات عن عدوى بكتيرية مثل بكتيريا السل Tuberculosis، أو بكتريا الحمى المتوجة Brucellosis، فإذا كانت درجة الإصابة حادة acute تنتفخ الخصية وترتفع حرارتها ويلبها تشكل خراج abscess أو تليف مزمن Chronic fibrosis، ما يؤثر في عملية تكون النطاف أو توقف تكونها كلياً خاصة عندما تكون مناطق الالتهاب هي الحبال المنوية. ويفضل في هذه الحالة استئصال الخصية جراحياً.

1-3- التهاب البربخ Epididymitis:

يؤثر التهاب البربخ مباشرة في نضج النطاف وقدرتها الحركية، يتميز الالتهاب المزمن للبربخ بتضخم منطقة الذيل واحمرارها وتشير الفحوصات إلى وجود أعداد كبيرة لبكتيريا الحمى المتوجة، ووجد أن الذكور السليمة يمكن أن تنتقل إليها العدوى عند تلقيحها لنعاج سبق أن لقحت من ذكور مصابة. ويفضل عدم السماح لمثل هذه الذكور المصابة من التلقيح مالم تُشَف من حالتها المرضية.

1-4- الإجهاد الحراري Heat stress:

ان ارتفاع حرارة جسم الحيوان لفترات طويلة أو إصابته بالحمى المرضية pyrexia يسبب انحلال الخصية ونقصاً في نسبة النطاف الطبيعية وقدرتها الإخصابية في القذفة الواحدة. وهذا ما يفسر انخفاض مواصفات السائل المنوي خلال أشهر الصيف عند مختلف الأنواع الحيوانية، فمثلاً، لوحظ ارتفاع درجة حرارة الصفن عند الكباش إلى 40 °م ولمدة 0.5-2 ساعة بسبب زيادة الانحرافات الشكلية والشواذ المظهرية في النطاف التي

تجمع بعد 14-16 ساعة، كما لوحظ ان النطاف التي في طريقها للتكون هي الأكثر تأثراً، إما النطاف التي وصلت إلى البربخ فلم تتأثر بهذا الارتفاع الحراري.

1-5- عوامل مناعية:

ان وجود الأجسام المضادة في الذكر أو الانثى وتفاعلها مع النطاف يمكن أن يؤدي إلى تلزن النطاف sperm agglutination وتجمعها مع بعض وفقد قدرتها على الحركة مؤدية بالتالي إلى انخفاض فرص الإخصاب. و تكون أشكال التلزن إما رأساً لرأس أو قمة ذيل لقمة ذيل.

1-6- عوامل غذائية:

إن تأثير محتويات المواد العلفية في الكفاءة التناسلية في الذكور يكون أكثر وضوحاً منه في الإناث. فالنقص الغذائي يؤخر الوصول إلى البلوغ الجنسي ويضعف من خصائص السائل المنوي ومزاياءه، كما ان الذكور اليافعة أو النامية تتأثر بغنى العلائق وفقرها بصورة اكبر من تأثر الذكور المكتملة النمو. وقد لوحظ ان نقص الغذائي يؤثر في الوظيفة الهرمونية للخصية أكثر من تأثيره في انتاج النطاف. ومن العوامل الغذائية الأكثر تأثيراً الطاقة الكلية للعليقة، ومحتواها من البروتين والفيتامينات والعناصر المعدنية. وتحت ظروف التغذية السيئة يستطيع الذكر البالغ صيانة انتاجه من النطاف والهرمونات الذكرية، في حين يتأخر الذكر اليافع في الوصول إلى البلوغ الجنسي، وتضعف عنده المظاهر المميزة للذكر نتيجة لفشل الخصية في وظيفتها الهرمونية، ما يؤدي إلى تأخر نمو الغدد الجنسية الثانوية ونضجها ومن ثم ضعف قدرتها الإفرازية. كما لوحظ ان تعرض الذكور حتى تامة النمو لفترات طويلة من ظروف التغذية السيئة يؤدي إلى خفض كفاءتها التناسلية ويتمثل ذلك في انخفاض رغبتها الجنسية وفي انتاج الخصى المنخفض للتستوستيرون وللنطف، وبالمقابل فان التغذية فوق العادية تؤدي إلى السمنة المفرطة obesity التي تضعف بدورها الرغبة الجنسية عند الذكر وخاصة إذا رافق ذلك ارتفاع بدرجة الحرارة. ان غنى العليقة بالبروتين ليس ضرورياً الانتاج النطاف ولكن ينجم عن نقص البروتين ضعف في الرغبة الجنسية، كما ان افتقار العلائق لفيتامين A أو للمادة الكاروتينية يسبب انحلال الخصية. وتبين ان تأثير فيتامين A يكون غير مباشر فمن المحتمل ان نقصه يثبط تحرر هرمونات النخامية المنبهة للخصية. وقد لوحظ ان حقن فيتامين A أو اضافته للعليقة يساعد على استئناف عملية تكون النطاف، أما تناول

الحيوان لعلائق فقيرة بهذا الفيتامين بسبب تراجعاً للظهارية الانتاشية للخصية وتوقف في انتاج النطاف Azoospermia.

وتبين ان افتقار العلائق لبعض العناصر المعدنية النادرة مثل اليود يسبب غياب الرغبة الجنسية وضياح بعض خصائص السائل المنوي (الحجم، التركيز....) ولوحظ ارتفاع في معدل انتاج النطاف والإخصاب عندما قدمت إضافات غذائية تحتوى على النحاس والكوبالت والمنغنيز والزنك. كما ان إضافة كسبة بذور القطن في العليقة بمعدل 3% من وزن الذكر النامي أدى إلى عقم مؤقت نتج عنه تدهم أو تحلل للانسجة المنوية ونقصان في عدد الطبقات الخلوية الخاصة بخلايا سيرتولي والخلايا المنوية، وقد كان هذا التأثير رجعياً. كما وجد أن إضافة بعض النباتات الغنية بالإستروجينات لعلائق الثيران يسبب فشل الغدد الجنسية الثانوية لوظائفها كما يؤدي إلى تغير في نشاطات البطانة الداخلية لمهبل الاناث المغذاة عليها ويؤدي إلى الفشل في انتقال النطاف إلى مكان الإخصاب. ولهذا يفضل ان تكون علائق ذكور التربية متزنة بمحتواها الغذائي وبكميتها وخاصة خلال المراحل الأولى من عمرها لكي لا تؤثر بصورة أو أخرى في كفاءتها التناسلية.



الفصل العاشر

التقانات الحيوية الجديدة في الإنتاج الحيواني

New biotechnologies in animal production

استخدم الانسان، عبر العصور أساليب متعددة لتحسين الأداء الإنتاجي للحيوانات الزراعية، واعتمد في تربية الحيوان على انتخاب أفضل حيوانات العرق الواحد والسماح لها بالتزاوج لتحسين الأداء الإنتاجي والتناسلي للقطعان، وتحكم بطرائق التربية، وإجراءات التغذية، وسبل الرعاية المختلفة للحصول على عروق حيوانية زراعية متميزة في انتاجها من الحليب، وأخرى ذات إمكانية أفضل للتوالد وتعدد المواليد، ومعدل النمو، ومقاومة أفضل للأمراض والإجهادات البيئية؛ ما ساعد في اسهامها بصورة أكبر في تغطية احتياجاته المتزايدة من البروتين الحيواني.

ان تزايد الفهم لبيولوجيا التناسل في الحيوانات الزراعية، والأساس الوراثي للكثير من صفاتها الإنتاجية، واستخدام التأثير التضامني لطرائق تربية الحيوان القديمة والتقانات الحيوية الجديدة مكنّ المربين من تبني عمليات تحسين وراثي طويلة الأمد، تؤثر في وظائف الحيوان، وتقلل من تكاليف الإنتاج، وتهتم برغبات المستهلك وفي مواصفات المنتجات الحيوانية، وفتح الباب لنقل الصفات الوراثية حتى بين الانواع الحيوانية، ما انعكس إيجاباً على الزراعة الحيوانية، وعلى ديمومتها، وعائداتها الاقتصادية.

وُجد ارتباط طبيعي بين التقانات الحيوية والتحسين الوراثي للحيوانات الزراعية، بل عدّ التحسين الوراثي بحد ذاته حقل من حقول التقانات الحيوية التي يقاس تأثيرها، وفقاً لنوعيتها بمقدار التقدم والزيادة الذي تحرزه في مكونات التحسين الوراثي: مثل دقة التنبؤ، وفترة الجيل، وشدة الانتخاب، والتباين الوراثي. وحُدّدت النوعية الأولى من التقانات الحيوية بتلك التي تؤثر في الكفاءة التناسلية لذكور الحيوانات الزراعية واناثها وتشمل: التلقيح الاصطناعي، والإباضة المتعددة، ونقل الأجنة (راجع الجزء العملي)، وجمع البويضات من الرحم بصورة غير جراحية أو من مبايض الحيوانات المذبوحة ova pick-up، وتحسينها، وإخصابها مخبرياً الانتاج أجنة خارج الرحم In Vitro embryo production، وتقسيم الأجنة أو استنساخها الانتاج أخوة أشقاء وقطعان نقية، وتجنيس السائل المنوي والأجنة sexing semen and embryos، والتنسيل أو الاستنساخ cloning، والتوالد الذاتي

selfing (السماح بانصهار بدائتين نوويتين للأب نفسه يحملان الصبغي X). ويمكن التأثير الرئيس لتلك التقانات في قدرتها على النقل السريع للعوامل الوراثية للحيوانات المتفوقة وتبادلها، حتى عبر المحيطات، والسماح في زيادة شدة الانتخاب، وتقصير فترة الجيل، وزيادة الكفاءة الإنتاجية، مثال زيادة معدل التوائم في أبقار اللحم من 3 إلى 20%، ومضاعفة إنتاج الحليب بنحو 2 إلى 3 مرات في عروق أبقار الحليب. ولكنها، مع مرور الزمن تقلل من التباين الوراثي بين الحيوانات، كما ان انتاج مضاد أحادي التنسيل يسمح بتحديد موعد الشبق، أو بتشخيص الحمل بصورة مبكرة، وله تأثير إيجابي في الكفاءة التناسلية والإنتاجية في الحيوانات الزراعية.

وتميزت المجموعة الثانية من التقانات الحيوية بقدرتها في تحديد المواقع الوراثية للصفات الاقتصادية أو الكمية detection of quantitative or economic trait loci للحيوانات المتفوقة باستخدام تقانات المورث المرشح أو الواسم الوراثي marker gene ، مايسمح بتقييم القيم التربوية للحيوانات ليس فقط على طابعها المظهري، بل أيضاً الفصل بين التأثيرات البيئية والوراثية، ومعرفة مدى التقارب الوراثي بين الأفراد، وبممارسة عمليات الانتخاب بغض النظر عن جنس الحيوان أو عمره، والزيادة في شدة الانتخاب ودقتها، وتبنى الآمال حالياً على تحديد مورثة البورولا المسؤولة عن ظاهرة تعدد التوائم في أغنام المرينو الأسترالية، وعزلها، ونقلها إلى عروق أخرى من الغنم، أو للأبقار لتوريث هذه الصفة وزيادة الكفاءة الإنتاجية في برامج الزراعة الحيوانية، وعلى الرغم من ان هذه المورثة يمكن ان تعبر تصالبيا إلى عروق أخرى من خلال التلقيح، ولكن نقلها جزيئيا سيكون أكثر أهمية، ويسرع في نقلها لطيف أوسع من انواع الحيوانات الزراعية، كما ان تحديد موقعها في الخارطة الوراثية لأغنام المرينو سيساعد العلماء في معرفة آلية عملها، على وجه الدقة، وبالتالي في استنساخها.

أما المجموعة الثالثة فتشمل تقانات الهندسة الوراثية genetic engineering التي يبني الأمل عليها الانتاج حيوانات محورة وراثيا genetic modified animals (GMOs) من خلال تعديل تراكيبها الوراثية وشكلها المظهري بوساطة التناقل الوراثي، ما يسمح بانتاج حيوانات متميزة بنوعية لحمها أو حليبها أو بانتاج حيوانات دوائية medicinal animals يتصف حليبها بغناه بانواع من البروتينات أو بافتقارها لسكر اللاكتوز، ما يفيد

في معالجة بعض الحالات المرضية في الانسان. كما تجري الان محاولات الانتاج اسماك مهندسة وراثياً transgenic fish تحمل مورثة مضادة للتجمد لتستطيع ان تعيش وتتمو في الأماكن الباردة أو الانتاج اسماك عقيمة ثلاثية أو رباعية الصيغة الصبغية تستفيد من طاقتها التي عادة تصرفها لأغراض تناسلية إلى مخزون يستفاد منه في زيادة معدلات النمو. على أية حال، ما تزال التقانات الحيوية حقلاً واعداً في برامج التربية والتحسين الوراثي في الزراعة الحيوانية.

وحاول المختصون في تربية الحيوان تطوير استراتيجيات لتحسين مواصفات اللحم الأحمر وزيادة قيمته الغذائية بما يتناسب وأذواق المستهلكين. فاستخدموا مصلاً مضاداً عديد التنسيل polyclonal antiserum تجاه الخلايا الدهنية في انواع مختلفة من الحيوانات الزراعية، إذ يتعرف كل ضد على محدد للمستضد الوراثي للمورثة المسؤولة عن تشكل الخلايا الدهنية فتمنع ترسب الدهون في الجسم، وتقلل من كميتها الكلية، وتزيد من وزن الجسم. ولكنها لم تحسن في مواصفات الذبيحة نظراً إلى أن الأضداد غير تخصصية بنسيج دهني محدد، ما أدى إلى انخفاض في نسبة تشكل الدهن المرافقة لانسجة أخرى مثل العضلات، والأحشاء، ودهن الظهر. فطور العلماء بديلاً عنها مصلاً مضاداً أحادي التنسيل monoclonal antiserum لاقى ترحيباً كبيراً بين صفوف مربى الخنازير نظراً لان حقن هذه الأمصال لمواليد الخنازير بعمر 2-5 أيام يقلل من نسبة الدهون المترسبة تحت الجلد بنحو 20% ويحسن بمواصفات اللحم دون ان يؤثر في الدهن المتشكل في منطقة العضلات. وتجرى محاولات حالياً للاستفادة من هذه التقنية للتحكم بتطور النسيج الدهني طول حياة الحيوان، كما تعقد آمال كبيرة الانتاج مضاد له الخصائص ذاتها ليفيد في تجنب ظاهرة السمنة أو تنشيطها عند الانسان. كما بدأ الاعتماد على هذه التقنية في تشخيص الأمراض الحيوانية، ومنعها، والتحكم بها، وحتى في مراقبة كفاءة العقاقير الدوائية المستخدمة في المعالجة. وتتوافر الان في الأسواق مضادات أحادية التنسيل خاصة بأمراض عديدة، مثل: الزحار، واللسان الأزرق، وفقر الدم المعدي للخيول، وفيروس اببيضاض الدم في البقر. وبالطبع ان استخدام هذا النوع من التقانات سيكون له أهميته الاقتصادية الكبيرة خاصة تجاه الحيوانات غالية الثمن.

كما استخدمت العديد من أساليب جديدة أخرى في الزراعة الحيوانية. فمثلاً، تبين ان حقن البقر الحلوب بهرمون النمو المأشوب recombinant growth hormone (rbGH) يزيد انتاج الحليب بنحو 2-6 كغ يوميا وفقا لعمر البقرة، ومرحلة الانتاج، والحالة الغذائية، وحجم جرعة rbGH، ونوعيته. كما وجد ان تأثيره في تركيب الحليب ومخزون الجسم يعتمد على طول فترة المعاملة ونوع العلف المقدم. وتكمن آلية تأثيره من خلال تنشيطه لإفراز عامل النمو المشابه للإنسولين (IGF-1) insulin growth factor-1 من الكبد أو من غدة الصرغ أو من كليهما، ما يزيد نشاط الخلايا الإفرازية في غدة الصرغ ويطلق فترة حياتها. كما انه يوجه عمليات الاستقلاب في العضلات وفي النسيج الدهني باتجاه زيادة تحرر الأحماض الدهنية وأكسدها، والإقلال من استخدام الجلوكوز كمصدر للطاقة، وعتأثيره في الأداء التناسلي قليلا مالم يحقن قبل التلقيح لانه يقلل من فرص الإخصاب بسبب عدم التوازن في الطاقة. ولم تتأثر عمليات تصنيع الحليب، وصحة المستهلكين جراء الارتفاع في الـ IGF-1 في الحليب الناتج. وتبين أيضا انه يزيد من معدلات النمو، وبناء الجسم، وتحسين كفاءة تحويل العلف إلى لحم في أبقار اللحم. ولكن من أهم النقاط التي مازالت تحتاج للتوضيح جراء استخدامه، مدى تأثيره المباشر أو غير المباشر في مظاهر حدوث التهاب الصرغ، وانخفاض معدلات الإخصاب، ومعدل التخلص من الصادات الحيوية antibiotics بواسطة الكبد، وإعادة تنشيط حالات الالتهاب الكامنة بواسطة مسببات المرضية. وتمكن العلماء من هندسة انواع من البكتريا الانتاج هرمون نمو مأشوب نوعي، وتجري محاولات لنقل المورثة المسؤولة عنها إلى الحيوانات الزراعية نفسها، وتكمن المخاوف في عدم ضبط آثاره أو التحكم به. كما تحظر القوانين في الاتحاد الأوروبي، وليس في الولايات المتحدة الأمريكية استخدامه تجاريا، لأسباب اقتصادية واجتماعية.

وشهد العقدان الماضيان تقدماً جوهرياً في معالجة أو منع إصابة الحيوانات بالأمراض الوراثية أو المكتسبة باستخدام العلاج بالمورثات gene therapy لتحسين الحالة الصحية للحيوانات الزراعية وزيادة أدائها الإنتاجي باستخدام الحمأة (الحمأة الغذائية adenovirus التي تحتوي على دنا، والحمأة المرتدة retrovirus حقيقة النواة التي تحتوي على رنا) أو بلازميد الدنا (مفاعل حيوي vectors، غير فيروسي) كنواقل للمورثات نظرا

لقدرتها على حمل مورثات غريبة، ومضاعفتها، وتوصيلها إلى داخل خلية العائل الجسمية أو التي تكون بحالة انقسام، والاندماج مع صبغياتها لإنتاج لقاحات مناعية تفيد في تحريض الجهاز المناعي لفترات طويلة الأمد في الحيوانات الزراعية ضد مرض أو وباء معين، مثل مرض نقص المناعة المكتسبة، أو لتوجيه وانتاج عوامل نمو في الخنازير تفيد بزيادة معدل النمو بنحو 10-20%، وزيادة معدل التحويل الغذائي بنحو 10-30%، وتخفيض نسبة الدهن بنحو 70%، وزيادة معدل ترسب البروتين (نمو العضلات) بنحو 60% أو انتاج هرمونات محررة، مثل الهرمون المحرر لهرمون النمو، أو عوامل منشطة للأعصاب، أو انزيمات تسهم في تحسين الكفاءة العلفية وزيادة الإنتاج، أو الاستفادة من هذه التقنية بنقل مورثات معينة إلى نوع محدد من خلايا العائل، خلايا العضلات الهيكلية الانتاج بروتينات بشكل لقاحات تفيد في الإقلال من أمراض التسمم، ومن ظاهرة الرفض المناعي، والتغلب على الأمراض السرطانية، والقلبية والالتهابية. وتجرى محاولات الان لتطويع هذه التقنية من خلال نقل مورثات المعالجة إلى النطاف لضمان انتقالها إلى الجيل الثاني، كما تبنى آمال لزيادة الفائدة الاقتصادية للحيوانات المنتجة للأغذية للبشرية، وسلامة الحالة الصحية للحيوانات الزراعية وللحياة البشرية.

وتجرى الان عمليات حقن مصغر للدنا microinjection بوساطة إبرة مجهرية دقيقة في داخل الخلايا الجذعية الجنينية blastomeres أو الخلية الجسمية الانتاج حيوانات محورة وراثيا لأغراض انتاجية أو طبية. وعلى الرغم من أهمية هذه التقنية، ما يزال استخدامها بشكل تطبيقي في الحيوانات الزراعية واعداء، ويقتصر على انتاج خنازير محورة وراثيا تتصف بمعدلات نمو أعلى، أو بمواصفات ذبيحة أفضل، أو بمقاومة أفضل للأمراض. وتعد الآمال الانتاج أغانم دوائية تتصف مثلا، بقدرتها على انتاج الانسولين البشري أو عامل مانع التخثر رقم 9 في حليبها ليستفيد منه الناس المرضى، أو لتوالد أفراد من المعز المحورة وراثيا تنتج في حليبها منشط لمولد البلزمين النسيجي الذي له أهميته التطبيقية في تسريع التئام الجروح وفي معالجة حالات الانسداد الإكليلي بالخشارات الدموية. وسمحت تقنية الاستنساخ (التنسيل) cloning في الحصول على أعداد كبيرة من التوائم المتطابقة وراثيا من أجنة في مرحلة التوتية، ما يسرع في نشر العوامل الوراثية للأباء المتفوقة انتاجيا وبالتالي تفعيل برامج التحسين الوراثي بصورة أكبر، وتزويد من كفاءة

البحث العلمي من خلال الإقلال في عدد الحيوانات في تجارب الأمراض، والتغذية، والتناسل. كما كان لمعرفة تقانة التنسيل الجسمي somatic cloning، نقل نواة الخلية الجسمية للفرد البالغ إلى سيتوبلاسم بويضة مفرغة من مادتها الوراثية (النعجة دوللي) أثر أكبر في الكسب الوراثي وزيادة كفاءة برامج التحسين الوراثي بنحو 20% مقارنة مع استخدام تقانة الاستنساخ نظرا إلى امكانية الحصول على أجيال متعاقبة من الانسال المنحدرة من حيوانات حية أو ميتة، متميزة بقدرتها الإنتاجية، هذا بالإضافة إلى دورها الكبير في إعادة تكاثر الحيوانات المهددة بالانقراض والحفاظ على التنوع الحيوي. على أية حال، مازالت التقانة الأخيرة تحتاج لمزيد من البحث لفهم آليات إعادة البرمجة الوراثية الصحيحة، وتعد آمال كبيرة عليها الانتاج أبقار أو أغنام محورة وراثيا تكون ذات اهتمامات طبية حيوية أو غذائية تتصف بمعايير السلامة الصحية والأمن الوراثي. كما ان النجاح في هذه التقانات يتطلب التغلب على الحواجز الاجتماعية والقلق الشعبي، والأخذ بالاعتبار أخلاقيات الرفق بالحيوان.

كما تستخدم الان تقانة الخصي المناعي immunocastration للتحكم بالإخصاب في الانسان والحيوان، وبالسلوك التناسلي أو العدواني للحيوانات الزراعية، بديلاً عن الطريقة التقليدية التي تتضمن إزالة الخصى أو تهشيم الحبال المنوية في الذكور وإزالة المبايض في الإناث. وتعتمد تقانة الخصي المناعي على استخدام ببتيديات كمولدات أضداد تجاه الهرمونات الموجهة للغدد التناسلية أو الهرمونات التناسلية نفسها، بما يكفل تراجع في وزن المناسل، وتعطيل وظيفتها في انتاج النطاف أو تطور البويضات وإفراز الهرمونات التناسلية، وغياب الدورة التناسلية، وانخفاض في النشاط والسلوك التناسلي لفترة من الزمن، أو انتاج أضداد تتفاعل مع مولدات الضد الموجودة على سطح النطاف والبويضات فتمنع حدوث الإخصاب الحمل أو تمنع انغراس الأجنة وتطورها. ويرافق ذلك زيادة بمعدل النمو، والوزن، ويضمن مواصفات أفضل في الذبيحة دون ان يرافقه ذلك إجهاد للحيوان، وخفض في كفاءته، وفي خصائص الذبيحة، وتتصف بانها عملية قابلة للارتداد، على العكس ما هو الحال في الخصي التقليدي. وتجرى الآن محاولات لتطوير العمل في هذه التقانة من خلال فهم أفضل للعوامل التي تتحكم بالاستجابة المناعية وتأثيرات حوامل مولدات الأضداد، كما تبنى آمال الانتاج دنا

مأشوب حامل لمورثة محددة تنتج وبصورة مستمرة بروتين مضاد لهرمون تناسلي معين يخدم أغراضاً انتاجية وتناسلية في الزراعة الحيوانية.

ما يزال الانتخاب المسبق لجنس المولود sex preselection الهدف الرئيس للمهتمين في صناعة الألبان أو اللحوم في الزراعة الحيوانية لزيادة معدل الاستجابة لبرامج الانتخاب، وتخفيض تكاليف اختبار النسل لطلائق التلقيح المتميزة، والانتاج مواليد متفوقة بمواصفاتها الوراثية، ما يزيد الإنتاج ويحقق رغبة المربين ومتطلبات السوق. وساعدت التقانات الحديثة خلال السنوات الأخيرة في التحديد المسبق لجنس المولود، إما بتحديد النطاف الملقحة وانتخابها بالاعتماد على طريقة التجنيس المناعي immunological sexing من خلال إمرار السائل المنوي في أعمدة مناعية تحمل أضداداً خاصة بالنطاف Y أو النطاف X، ومن ثم تجنيس السائل المنوي، أو بعزل النطاف Y أو X الحية باستخدام مقياس تدفق النطاف عالي السرعة High-speed Flow Cytometric Sorting of X and Y Sperm and اعتماداً على كمية الدنا التي تحملها النطاف وإشعاعها لصبغة تلوين الدنا عند عبورها لحزمة ضوء ليزيرية، فعند عبور النطاف الواحدة مخطم حزمة الإضاءة، يصدر منها إشعاع يتناسب وكمية الدنا فتلقطه أداة الضوء الحساسة المرتبطة بدورها مباشرة بحاسوب يأمر بفتح بوابة تتناسب ونوع النطاف، وتجمعها في عمود خاص بها، أما النطاف الميتة فتلون بصبغة أخرى لا تسمح بإرسال إشعاع، وبالتالي تمر عبر بوابة ثالثة لتتجمع في عمود آخر مستقل. ويجدر الذكر ان النطاف X تحمل دنا أكثر بنحو 2.8-7.5% من النطاف Y، حسب النوع الحيواني.

ساعدت هذه التقانات في تغيير النسبة الجنسية من 50:50% إلى 58-71% (الطريقة الأولى) و 85-90% (الطريقة الثانية) في قطعان البقر، ولكن من صعوبات تطبيقاتها: قلة عدد النطاف المجنسة في وحدة الزمن (6مليون/ساعة)، وانخفاض معدلات الإخصاب بنحو 12-25% مقارنة بطريقة التلقيح بسائل منوي غير مجنس بسبب انخفاض عدد النطاف المستخدمة في التلقيح مالم تودع في مكان الإخصاب، وغلاء ثمن قشة السائل المنوي المجنس. كما تستخدم الآن طريقة الانتخاب المسبق لجنس المولود من خلال تحديد جنس الجنين قبل نقله sexing of preimplantation embryos من خلال سحب إحدى الخلايا الجينية وتحديد الصبغي Y. ولكنها توافقت، رغم أهميتها بانخفاض معدلات الحمل

بنحو 5% ، وانخفاض معدلات نمو الأجنة نتيجة لنقصان عدد الخلايا الجنينية، وتعرض بعض الأجنة لحالات التهاب عند نزع أغشيتها. وتبنى آمال حالياً للتغلب على مثل هذه الصعوبات، وزيادة فعالية هذه التقانة، وتحديد واسمات وراثية في الأجنة المجنسة تكون ذات علاقة بالأداء الإنتاجي، كما تبذل الجهود لتسريع عمليات تجنيس النطاف الانتاج كميات كبيرة من السائل المنوي المجنس تفعل برامج التلقيح الاصطناعي.

وتستخدم الان الانزيمات المحللة للألياف fibrolytic enzymes في تغذية المجترات لتحسين الاستفادة من المواد العلفية، وزيادة معدلات النمو اليومي (7-24%)، وكفاءة التحويل العلفي (6-21%) في أبقار اللحم، وزيادة انتاج الحليب اليومي بنحو 1-2 كغ في البقر الحلوب وذلك من خلال تأثيرها المباشر على الأعلاف قبل استهلاكها، أو من خلال تآزر نشاطها مع الانزيمات الداخلية في زيادة عمليات الهضم في الكرش و/ أو بقائها نشطة وفعالة في الجزء السفلي من القناة الهضمية وفقا لنوع الانزيمات المضافة، ومستوى وطريقة إضافتها. وتتوافر الان في الأسواق التجارية خلائط لانماط متعددة من المنتجات الانزيمية المشنقة من البكتريا أو الفطور، ولكن تبقى معرفة آلية عملها معقدة وما زالت تحتاج لمزيد من البحث والمناقشة لمعرفة على وجه الدقة أفضل انواع الانزيمات ومستوى تأثيرها بما يتناسب والمواد العلفية المقدمة للحيوانات. كما تعقد آمال حالياً على استخدام تقانة الدنا المشنوب من خلال نقل مورثات خاصة لأفضل انواع الانزيمات البكتيرية والفطرية المحللة للألياف إلى عائل متميز في قدرته الانتاج أحياء دقيقة على مستوى صناعي تزيد في حجم المنتجات الانزيمية وفعاليتها، كما ان التوصل لآلية تساعد في تشفير مورثات معينة الانتاج انزيمات في النباتات العلفية مثل الكانولا، اللفت الزيتي أو البطاطا يمكن ان تكون وسيلة فعالة لتخفيض تكاليف انتاج الانزيمات وزيادة جدواها الاقتصادية واستعمالها على مستوى تجاري.

وينظر العلماء حالياً لتغيير بكتريا الأمعاء في الحيوانات المجترة وخلق نظم حيوية طبيعية أكثر فعالية في الاستفادة من ألياف النباتات العلفية وتحويلها إلى منتجات غذائية للإنسان. كما تعقد الآمال للاستفادة من المخمرات الحيوية لتصنيع منتجات معقدة مثل: الانزيمات، والفيتامينات، والصادات الحيوية تكون ذات أهمية في المجالات الزراعية،

والصناعية، والطبية أو الانتاج وقود حيوي من روث الحيوانات وفضلات المزارع بما ينعكس إيجاباً على الصحة الحيوانية والبشرية، وسلامة البيئة.

بناءً على مذكر أعلاه، ورغم التقدم الكبير في استخدام أساليب جديدة في الزراعة الحيوانية وانعكاساتها الكبيرة على مواجهة وتلبية احتياجات السكان الغذائية المتزايدة، مازالت تُبذل جهود بحثية كبيرة الانتاج المزيد من الوسائل والتقانات التي تبنى عليها الآمال في زيادة الإنتاج الحيواني وانتاج أغذية آمنة وسليمة صحياً وبيئياً، وعلى المجتمع ان يوفر ما يلزم لنقل تلك الأساليب والأفكار إلى تطبيقات عملية تنعكس إيجاباً على الأداء الإنتاجي للحيوانات الزراعية من جهة، وعلى الحياة البشرية من جهة أخرى.



المصطلحات العلمية

المصطلح باللغة العربية	المرادف باللغة الانكليزية
A	
اضطراب في الشبق	Abnormality of estrus
إجهاض	Abortion
نخامية غدية	Adenohypophysis
حماة غدية	Adenovirus
هرمون موجه قشرة الكظر	Adrenocorticotrophic-Hormone (ACTH)
غشاء سقائي (النتويس، بولي)	Allantois membrane
بروتين ألفا الجنيني	Alpha- fetoprotein
غشاء سلوي (أمنيوني، مائي)	Amnionic membrane
هرمون مثبط لقنوات مولر	Anti-mullerian hormone
طور الصعود	Anaphase
بروتين ناقل أو حامل للاندروجينات	Androgen binding protein
توالد ذكري	Androgenesis
سكون تناسلي	Anestrus
توالد انثوي	Angiogenesis
منطقة الوطاء الأمامية	Anterior Hypothalamic Area
صادات حيوية	Antibiotics
تجويف	Antrum
عصبون (نواة) قوسي	Arcuate Nucleus
جريب رتقي	Atretic follicles
إخصاب شاذ	Atypical fertilization
توقف انتاج النطاف	Azoospermia
B	
خلايا عملاقة ثنائية النواة	Binuclate gaint cells
تجويف الكيس الأرومي	Blastocoele
كيس أرومي	Blastocyst
خلية جذعية (أرومية)	Blastomer
C	
استعداد النطاف (استكمال نضج النطاف)	Capacitation

Caruncles	لُحَيَمَات
Cascade enzymes	انزيمات شلالية
Chiasmata	تصالب صبغي
Chorionic membrane	غشاء مشيمائي (كوريوني، وعائي)
Cleavage	إنشطار خلوي
Cloning	تنسيل (استنساخ)
Coelomic epithelium	ظهاري جوفي
Congenital malformations	تشوهات خلقية "فطرية"
Continuous estrus	شبق مستمر
Contraceptives	موانع الحمل
Corona radiate	إكليل متشعع
Corpus albicans	جسم أبيض
Corpus hemorrhagic	جسم نزفي
Corpus luteum	جسم أصفر
Cortical granules	حببيات قشرية
Corticoids	القشرانيات
Corticotropine Releasing Hormone(CRH)	هرمون محرر للهرمون الموجه لقشرة الكظر
Cotyledonary placenta	مشيمة فلقية
Cotyledones	فِلَقَات (لُحَيَمَات)
Cryptorchidism	انحباس الخصية
Cumulus oophorus	ركمة مبيضية
Cystic follicle	جريب متكيس
D	
Days open	فترة اللاحمل
Defeminize	إزالة الأنوثة
Descending factor	عامل تنشيط نمو رابط الخصية
Diakinesis	مرحلة التباعد الصبغي
Dictyate stage	فترة راحة الببضة عن الانقسام
Diestrus	طور الراحة
Differentiation of germ layers	تمايز الطبقات الانتاشية

Diffuse placenta	مشيمة انتشارية
Diplotene stage	مرحلة التضاعف الصبغي
Discodal placenta	مشيمة قرصية
Dorsal Medial Nucleus	النواة الظهرية الانسية
Dystocia	عسر الولادة
E	
Ectoderm	أديم ظاهر (ورقة جنينية خارجية)
Efferent neurons	عصبونات صادرة أو حركية
Ejaculatory disturbances	اضطراب في القذف
Embryo	جنين (غير متميز حسب النوع)
Embryo hatching	انبثاق الجنين
Embryogenesis	تطور الجنين
Endoderm	أديم باطن (ورقة جنينية داخلية)
Endometrial proliferation	تكاثر خلايا بطانة الرحم
Endothelialchorial placenta	مشيمة ذات نمط بطاني كوريوني
Enzootic ataxia	الهزع المستوطن
Enzyme Linked Immune Sorbent Assay (ELISA)	مقايضة مناعية انزيمية
Epididymitis	التهاب البربخ
Epithelialchorial placenta	مشيمة ذات نمط ظهاري كوريوني
Estrus (heat)	الشبق
Estrus Cycle	دورة الشبق
Exocytosis	طرح خلوي خارجي (التقاط، تسرب)
F	
Fetal mummification	تحنط (تعفن) الجنين
Fetal placenta	مشيمة الجنين
Fetus	جنين (حُميل) متميز حسب النوع
Follicle - stimulating hormone (FSH)	هرمون منمي للجريبات المبيضية
Follicular wave	موجة الجريبات المبيضية
Folliculogenesis	تكون الجريبات
Fraternal twins	توائم غير متطابقة

Freemartin	انثى عقيمة تلد توأمية لذكر
Frenulum	لُجيم
G	
Gap junctions	روابط فجوية
Gene therapy	علاج بالمورثات
Genetic markers	واسمات وراثية
Genetic modified animals (GMOs)	حيوانات محورة (معدلة) وراثياً
Genital ridge	عرف (حافة) تناسلية
Genital tubercle	حذبة تناسلية
Germinal disc	القرص الانتاشي (الجنيني)
Gestation	الحمل
Glucocorticoids	قشراليات سكرية
Gonadotropine releasing hormone	الهرمون المحرر لموجهات القند (المناسل)
Granulose cells	خلايا حبيبية
Grass tetany	تكزز رعوي
Gubernaculum	رباط الخصية
Gynogenesis	توالد انثوي
H	
Hematochorial placenta	مشيمة ذات نمط دموي كوريوني
Hematoendothelial placenta	مشيمة ذات نمط دموي البطاني
Hematoma	قيلة دموية
Hemotroph	تغذية دموية
High-speed Flow Cytometric Sorting of X and Y Sperm	مقياس عالي السرعة لتدفق النطاف وتجنيسها
Histotroph	تغذية نسيجية
Hyperplasia	فرط النسج
Hypertrophy	تضخم خلوي
Hypothalamus	الوطاء (تحت المهاد)
I	
Identical twins	توائم متطابقة
Immunocassration	الخصي المناعي
Immunological sexing	التجنيس المناعي

Implantation	انغراس الجنين
In Vitro embryo production	انتاج الأجنة خارج الرحم (في الزجاج)
Induced ovulation	إباضة محرضة
Inferior Hypophyseal Arteries	الشرايين السفلية للنخامية
Infertility	فشل الإخصاب
Inhibitory neurons	عصبونات مثبطة
insulin growth factor-1 (IGF-1)	عامل النمو 1 المشابه للإنسولين
Interneurons	عصبونات بينية (متوسطة)
Intromission	إبلاج
Involution	تاوب أو ترميم
Isthmus	البرزخ
K	
Ketosis	التخلون
L	
Lack of Libido	فقد الرغبة الجنسية
Leptotene stage	مرحلة تشكل الخيوط الرفيعة للصبغيات
Libido (Sexual receptivity)	الرغبة الجنسية
Long day breeds	عروق النهار الطويل
Luteal cysts	تكيس لوتيني
Luteal phase	الطور اللوتيني (الجسم الأصفر)
Luteinizing hormone (LH)	هرمون اللوتنة
Luteolysis	تحلل الجسم الأصفر
Luteotropine	منمي للجسم الأصفر
M	
Mare	الفرس
Maternal recognition of pregnancy	تمييز الأم للحمل
Medial Eminence	البارزة الانسية
Menstruation	حيض
Mesoderm	أدمة متوسطة (وريقة جنينية وسطى)
Mesonephros or Mesonephric kidneys	الكلى المؤسطة
Metanephric kidneys	الكلى التالية أو النهائية

Metaphase	الطور التالي
Metestrus	ما بعد الشبق
Microcotyledonary placenta	مشيمة قلبية
Mineral corticoids	قشرانيات معدنية
Monoclonal antiserum	مصل مضاد أحادي التنسيل
Monotocus	أحادية المواليد
Morula	تويئة
Mucometra	التهابات الرحم المخاطية
Mullerian ducts	قنوات موللر
N	
Neonatal mortality	موت وليدي
Nephrones	كليونات (وحدات كلوية)
Neuroendocrine control	تحكم عصبي هرموني
Neuroendocrine reaction	تفاعل عصبي هرموني
Neuroendocrine reflex	منعكس عصبي هرموني
Neuroendocrinology	علم دراسة العلاقة العصبية الهرمونية
Neurohormones	هرمونات غدد ذات منشأ عصبي
Neurohypophysis	نخامية عصبية
Neurotransmitters	نواقل عصبية
Neutrophils	العدلات
Nymphomania	هوس جنسي
O	
Oogenesis	تكون البويضات
Oogonia	أمهات البويضات
Ootid	بويضة ناضجة
Optical Chiasm	تصالب بصري
Orchitis	التهاب الخصية
Ovarian cyst	تكيس مبيضي
Ovarian dysfunction	فشل وظيفي للمبيض
Ovarian hypoplasia	ضمور مبيضي
Ovine trophoblastic protein 1	بروتين الطبقة المغذية رقم 1 في الغنم

Ovulation	الإباضة
Oxytocin	الأوكسيتوسين (هرمون دفع الحليب)
P	
Pachytene phase	مرحلة تتخن الصبغيات
Paracrine Glands	غدد الصم ذات التأثير المحلي
Paraventricular Nuclei	عصبونات مجاورة للبطين المتوسط
Parietal vaginal tunic	غلالة غمدية جدارية
Parthenogenesis	توالد بكري
Parturition	الولادة عند البقر
Pelvic ligaments	أربطة حوضية
Per- vetilline space	حيز محيط بالبحر
Placenta	مشيمة
Placental Immunity	مناعة المشيمة
Placentome	نقطة مشيمية
Polyclonal antiserum	مصل مضاد عديد التنسيل
Polyspermy	تعدد التلقيح (الإخصاب)
Polytocous	متعددة المواليد
Posterior Hypothalamic Area	المنطقة الخلفية للوطاء
Prenatal mortality	موت قبل الولادة
Preoptic area	منطقة ما قبل البصرية
Preovulatory surge	ذروة ما قبل الإباضة
Primary germ cells	خلايا أصلية أولية
Primary oocytes	بويضات أولية
Primary sex cords	حبال جنسية أولية
primary spermatocytes	خلايا منوية أولية
Privileged pathway	الممر الموصى
Proestrus	ما قبل الشبق
Pronephros or Pronephric kidneys	الكلية السلفية أو الطليعية
Pronuclei formation	تشكل البداء النووية
Proteolysis	تحلل البروتين

Pubic symphysis	الارتفاق العاني
Pyometra	التهابات الرحم القيحية
Pyrexia	حمى أو سخونة مرضية
R	
Radio immune Assay(RIA)	مقايضة مناعية إشعاعية
Rathke"s pouch or pocket	جيب راتكي
Recombinant growth hormone (rbGH)	هرمون النمو المأشوب
Refractory	مقاوم للمعالجة
Reproductive cyclicity	الدورة التناسلية
Retrovirus	الحمأة المرتدة
S	
Scrotal fascia	لفافة الصفن
Seasonal breeds	عروق فصلية
Seasonal polyestrus animals	حيوانات فصلية متعددة الشبق
Secondary oocyte	بويضة ثانوية
Secondary spermatocytes	حيوانات منوية ثانوية
Segmental aplasia of Wolffian ducts	عدم تنسج قنوات وولف
Selfing	توالد ذاتي
Seminiferous tubules	انبيبات منوية
Sensory or afferent neurons	عصبونات واردة أو حسية
Sertoli - sertoli interaction	تفاعل خلايا سيرتولي
sex preselection	الاصطفاء المسبق للجنس
Sexing embryos	تجنيس الأجنة
Sexing semen	تجنيس السائل المنوي
Sexual differentiation	تمايز جنسي
short day breeds	عروق قصيرة النهار
Sialomucine	مخاطين قليل اللزوجة
Silent estrus	شبق صامت
Simple neural reflex	منعكس عصبي بسيط
Somatic cloning	تنسيل أو استنساخ جسمي
Somatostatin	هرمون مثبط لهرمون النمو

Species specific receptors	مستقبلات نوعية متخصصة
Sperm agglutination	تآثر النطاف
Sperm- ovum fusion	انصهار النطفة والبيضة
Spermatids	نطيفات
Spermatocele	قيلة منوية
Spermatocytogenesis	مرحلة الانقسام الخلوي من تكون النطاف
Spermatogenesis	تكون النطاف
Spermatogenic wave	موجة منوية
Spermatogonia	أمهات النطاف (المنسلات)
Spermatozoa	النطاف
Spermiation	التنطيف
Spermiogenesis	مرحلة تمايز النطاف
Sphenoid Bone	العظم الوتدي
Splitting embryos	تقسيم الأجنة
Stenosis "Phimosis"	انسداد أو تضيق القلفة
Sulfomucin	مخاطين عالي اللزوجة
Super Fetation	الحمل المضاعف
Superior Hypophysis Arteries	الشرايين العلوية للنخامية
Superovulation	إباضة متعددة
Suprachiasmatic Nucleus	نواة الوطاء فوق التصالب
Supraoptic Nuclei	نوى فوق البصري
Surge center	المركز الذروي في منطقة الوطاء
Swamp cooler	مبرد متغذق
Synapse	مشبك عصبي
Syndesmochorial placenta	مشيمة ذات نمط رباطي- كوريوني
Syngamy	اتحاد البداءتين النوويتين (الأمشاج)
T	
Telecrine Glands	عدد صم بعيدة التأثير
Telophase	الطور الانتهائي
Tertiary follicle	الجريب الثلاثي

Testicular blood barrier	حاجز الدم في الخصية
Testicular degeneration	تنكس خُصوي
Testicular descending	هجرة الخصية
Testicular Hypoplasia	ضمور الخصية
Testicular pampiniform plexus	الضفيرة الوعائية للخصية
Testis determining factor(TDF)	العامل المحدد للخصية
The acrosomal reaction	تفاعل الجسيم الطرفي (الأكروزومي)
The follicular phase	الطور الجريبي
Theca externa	الطوق الخارجي
Theca interna	الطوق الداخلي
Thyroid-stimulating Hormone (TSH)	الهرمون المنشط للدرقية
Thyrotropine-Releasing Hormone (TRH)	الهرمون المحرر الموجه للدرقية
Tight junctions	روابط محكمة
Tissue derivatives	مشتقات نسيجية
Tonic center	المركز القاعدي في الوطاء
Totipotency	قدرة خلية على التمايز والتطور لكائن
Transgenic fish	اسماك مهندسة وراثياً
Trophoblast	الطبقة المغذية
U	
Urogenital sinus	الجيب البولي التناسلي
Urogenital system	الجهاز البولي التناسلي
Uterine plug	سدادة الرحم
uterotubal junction	ارتباط رحمي بوقي
V	
Vasopressin أو Ant diuretic Hormone	هرمون فاسوبرسين أو المضاد للتبول
Vector	مفاعل حيوي غير فيروسي
Ventral Medial Nucleus	نواة الوطاء البطنية الانسية
Vesiculation	تكوين حويصلات
Vestibular folds	طيات دهليزية
Vetilline block	مانع محي

Vetilline membrane	غشاء محي
Visceral vaginal tunic	غلالة غمدية حشوية
W	
Wolffian duct	قنوات وولف
Y	
Yolk sac	الكيس المحي
Z	
Zona pellucid	المنطقة الشفافة (الزونا)
Zonary placenta	مشيمة نطاقية
Zygote	بيضة مخصبة



المراجع العلمية

- عبد الحميد زكريا وسليمان سلهب. 1991. فيزيولوجيا التناسل والتلقيح، منشورات جامعة دمشق، دمشق، سورية، عدد الصفحات: 240.
- عبد الوهاب زايد، و هـ. ج. هيوز، و أ. بورسيدو، و ف. نيكولاس. 2006. معجم مصطلحات التقنية الحيوية في مجال الأغذية والزراعة. منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، الطبعة الأولى، مطبوعات جامعة الإمارات العربية المتحدة. عدد الصفحات: 434.
- Albright, J.L. and C.W. Arave. 1997. The Behaviour of Cattle. CAB International, Wellingford, UK. ISBN 0-85199-196-3.
- Catchpole, H.R. 1991. Hormonal Mecahnisms in pregnancy and parturition, In: Reproduction in Domestic Animals, 4th Edition. P. T. Copps, eds., Academic Press., San Diego. ISBN 0-12-196575-9.
- Clarke, L.J. and B.A. Henry. 1999. Leptin and Reproduction. Reviews of Reproduction. 4:48-55.
- Cole. H.H. and P.T. Cupps. 1977. Reproduction in Domestic Animals. 3rd Edition. Academic Press Inc., New York, USA. ISBN 0-12179252-8.
- Committee on a National Strategy for Biotechnology in Agriculture Board on Agriculture. National Research Council. 1987. Agricultural biotechnology: Strategies for national competitiveness. National Academic Press, Washington. D.C. UAS.
- Cupps, P.T. 1991. Reproduction in Domestic Animals, 4th Edition. Academic Press, San Diego, UAS, ISBN 0-12-196575-9.

- Dubois, P. 1993. The Hypothalamus-Pituitary Axis: Embryological morphological and functional aspects. In: *Reproduction in Mammals and Man*. Thibault, C., Paris. France, ISBN 2-7298-9345-7.
- Flood, P.E. 1991. The Development of the conceptus and its relationship to the uterus. In: *Reproduction in Domestic Animals*, 4th Edition. P. T. Copps, eds., Academic Press., San Diego.USA, ISBN 0-12-196575-9.
- Foster, D.L. and S. Nagatani. 1999. Physiological Perspectives of Leptin as a Regulator of Reproduction: Role in Timing Puberty, *Biol. Reprod.* 60:205-212.
- Ginther, O.J. 1992. *Reproductive Biology of the Mare*. 2nd Edition. Equiservices, Cross Plains, WI. USA. ISBN 91-075595.
- Hafez, E.S.E. 1980. *Reproduction in Farm Animals*. 4th Edition. Lee and Febiger. Philadelphia, USA. ISBN 0-8121-0697-0.
- Head, H.H. 1992. Heife rperformance standards: Rearing systems, growth rates and lactation. In: *Large Herd Dairy Management*. Vanhorn and Wiilcox, eds. American Dairy Science Association. Champaign, Illinois. USA, ISBN 0-9634491-0-9.
- Herman, H.A. 1987. *The Artificial Insemination and Embryo Transfer of Dairy and Beef Cattle*. 7th Edition. The Interstate Printers and Publishers, Inc. Danville, Illinois, USA. ISBN 0-8143-2629-4.
- Hess, R.A. 1999. Spermatogenesis Overview, In: *Encyclopedia of Reproduction*, Vol 4 p 539-545. Knobil, E, and J.D. Neill (eds.) Academic Press. San Diego. USA, ISBN 0-12-227024-x.

- Jemeson, J.L. 2010. Harrison's Endocrinology. McGaw-Hill Comp. Inc., Chicago, USA. ISBN 978-0-07-174147-7.
- Kinder, J.E., M.S. Roberson, M.W. Wolfe and T.T. Stampf. 1994. Management factors affecting puberty in the heifer. In: Factors Affecting Calf Crop. M.J. Fields and R. sands, eds. CRC Press, Inc ISBN 0-8493-8754-x.
- Knobil, E. and J.D. Neill. 1998. The Encyclopedia of Reproduction. Vol 1-4. Academic Press, San Diego. ISBN 0-12-227020-7.
- Maclean N. 1994. Animal with Novel Genes. Cambridge University Press. Cambridge, New York, USA, ISBN: 9780521432566.
- McGee, E.A. and A.J.W. Hsueh. 2000. Initial and Cyclic Recruitment of Ovarian Follicles. Endocrine Reviews. 21(2):200-214.
- Renaville R. and A. Burny. 2002. Biotechnology in Animal Husbandry, 1st Edition, Klower Academic Publisher, New York. USA.
- Pursley, J.R., M.R. Kosorok and M.C. Wiltbank. 1997. Reproductive Management of Lactating Dairy Cows Using Synchronization of Ovulation. J Dairy Sci. 80: 301-306.
- Schoenwolf, G., S. Bleyl and Ph. Brauer. 2008. Larsen's Human Embryology Philippa Francis, ISBN: 9781437720020.
- Selver, R. and H.F. Feder. 1977. Hormones and Reproductive Behavior. Scientific American, W.H. Freeman and company, San Francisco, USA. ISBN 0-7167-1094-3.

- Senger P.L., 2003. Pathways to Pregnancy and parturition (2nd Edition). Current Conception Inc. Pulliman, WA 99163-5607.
- Spencer,T.E. 1998. Pregnancy and Maternal Recognition. In: Encycyclopedoa of Reproduction. Vol 3, p 1006-1015. Knobil, E. and J.D. Neill, eds. Academic Press. San Diego. ISBN 0-12-227023-1.
- Thibault, C., M.C. Levassuer and R.H.F Huntr. 1993. Reproduction in man and mammals. Ellipses, Paris. ISBN 2-7298-9354-7.
- Tibary,A. and A. Anouassi. 1997. Theriogenology in Camelidae. United Arab Emirates. Ministry of Culture and Information. Publication authorization No. 3849/1/16. ISBN 9981-801-32-1.
- Yanagimachi, R. 1996. Mammalian Fertilization. In Physiology of Reproduction, 2nd Edition. Vol. 1 p189-318. E. Knobil and J.D. Neill, Eds. Raven Press, Lt., New York. ISBN 0-7817-0086-8.

المدقق العلمي:

- الأستاذ الدكتور أسامة العوا
- الأستاذ الدكتور عبد الحميد زكريا
- الأستاذ الدكتور ابراهيم مهرة

المدقق اللغوي

- الأستاذ الدكتور علي الكردي

