

مرفولوژی حشرات
گروه گیاهپزشکی-دانشگاه تهران

بنام خدا

آناتومی دستگاه تناسلی در حشرات Anatomy of reproductive systems

وحید حسینی نوه

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

دستگاه تولید مثل حشرات ماده (female reproductive system):

وظایف:

- تولید تخم، تشکیل زرده و کوریون، دریافت و ذخیره اسپرم، هماهنگ ساختن رخدادهایی که منجر به لقاح و تخمگذاری می گردند.

- شامل:

- یک جفت تخمدان (ovary) که از هر یک

- یک مجرای جانبی (lateral oviduct):

- لوله هایی با دیواره نازک، لایه سلول پوششی داخلی روی basal lamina و یک غلاف خارجی ماهیچه

- در وسط در هم ادغام می شوند (در Ephem. جدا از همد) و

- تشکیل مجرای مشترک یا عمومی (common oviduct) یا median oviduct

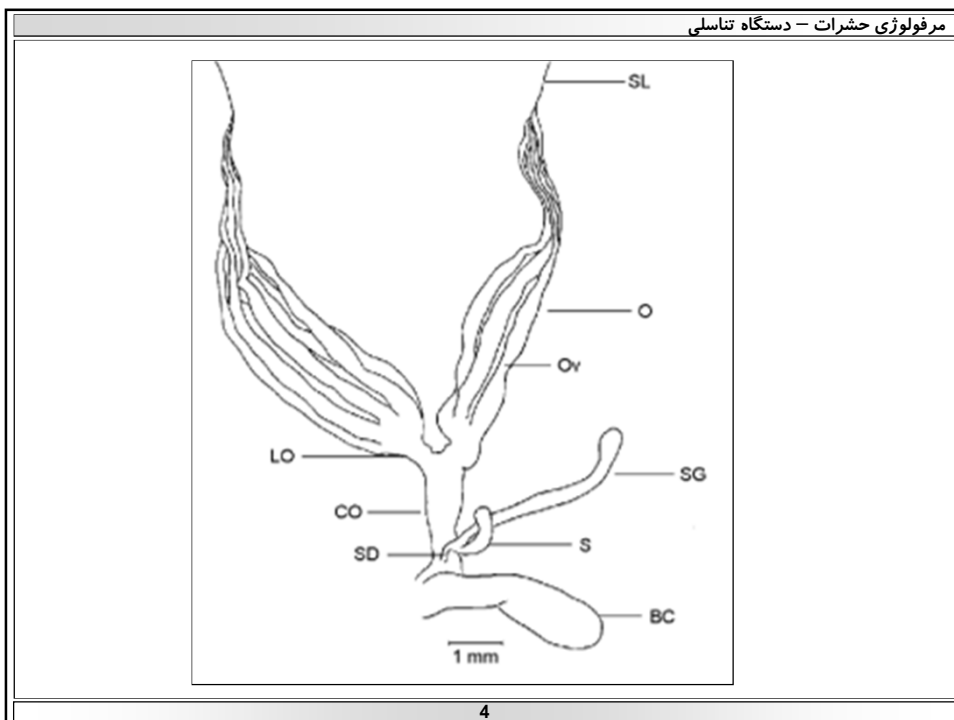
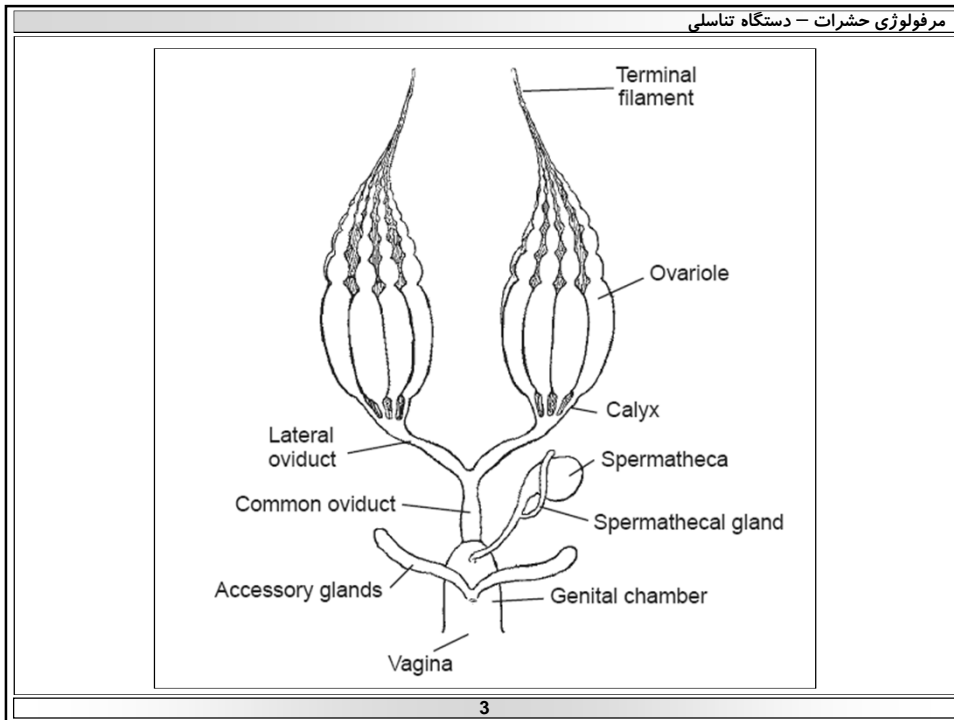
- دارای کوتیکول، ماهیچه ای تر از مجرای جانبی

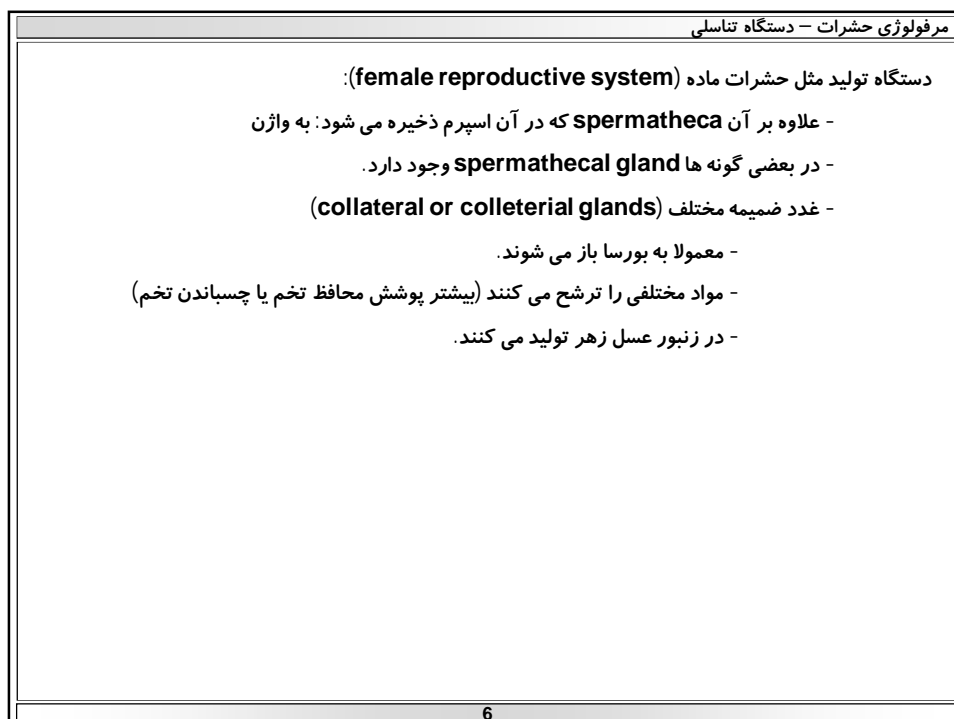
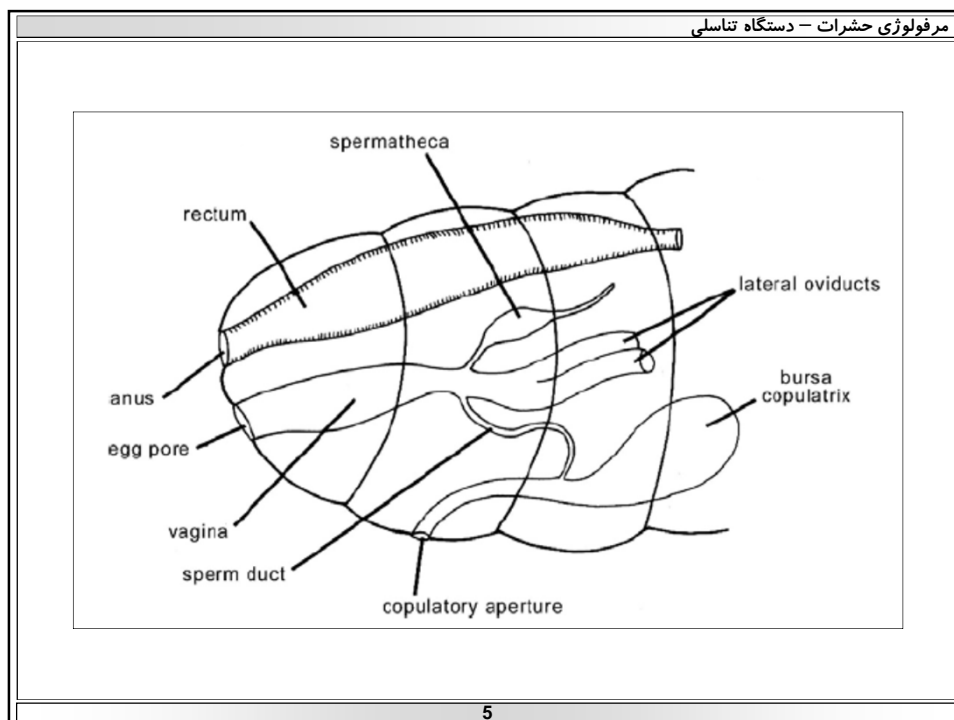
- مجرای عمومی به یک ساختار کیسه مانند بنام vagina ختم می شود.

- در بعضی گونه ها: bursa copulatrix به واژن باز می شود که در آن spermatophore و/یا

seminal fluid در طول جفتگیری گذاشته می شود.

- در بالپولکداران bursa جدا از مجرا و از طریق یک دریچه به بیرون باز می شود.





دستگاه تولید مثل حشرات ماده (female reproductive system):

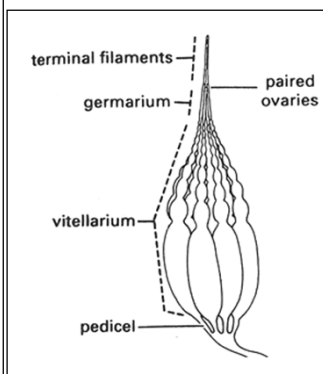
تخمدانها:

- نسبت به لوله گوارش: **dorsolateral**
- هر یک شامل تعدادی **ovariole** لوله ای شکل پوشیده با غلافی از بافت همبند دارای تراکتول و ماهیچه
- تعداد اواریولها در هر تخمدان در گونه ها متفاوت
- در **apterygotes** : یک اواریول در هر تخمدان
- در شته های زنده زا و بعضی از سوسکها : تنها یک اواریول در هر تخمدان
- در ملکه های موربانه ها : تا بیش از 2000 اواریول در هر تخمدان
- در بیشتر حشرات 4 تا 10 در هر اواریول

دستگاه تولید مثل حشرات ماده (female reproductive system):

هر **ovariole** :

- شامل: **terminal filament, germarium, vitellarium and pedicel**
- فیلامنتهای انتهایی در هم ادغام شده و به دیواره پشتی بدن یا دیافراگم پشتی متصل می شوند که توسط آنها تخمدان در حفره شکمی معلق می ماند.
- در ژرماریوم، اووگونی ها (**oogonia**) که تبدیل به اووسیت ها و سلولهای غذایی می شوند.
- اووسیت بالغ می شود و وارد **vitellarium** می شود.
- ویتلوژنز در ناحیه ویتلاریوم
- اواریولها معمولا به ناحیه کالیکس **calyx** منتهی می شوند.



دستگاه تولید مثل حشرات ماده (female reproductive system):

دو نوع اصلی اوواریول وجود دارد:

- **Meroistic**: دارای سلولهای پرستار

- **Polytrophic**: هر اووسیت همراه با سلولهای پرستار در فولیکول خودش

Most of the Holometabola, some Coleoptera (Adephaga), Anuplora, Dermaptera, Psocoptera, Mallophaga

- **Acrotrophic or Telotrophic**: سلولهای پرستار در انتهای اوواریول در ناحیه ژرماریوم

ارتباط با رشته های سیتوپلاسمی از سلولهای پرستار

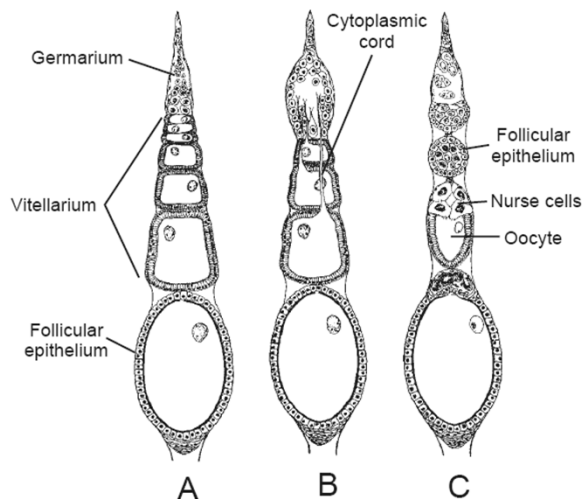
Hemiptera and Polyphaga

- **Panoistic**: بدون سلولهای پرستار

- در حشرات ابتدایی تر

Odonata, Plecoptera, Dictyoptera, Isoptera

Neopanoistic: Protura, Thysanoptera, Mecoptera, and Siphonaptera



The three major types of insect ovarioles. A. The panoistic ovariole, where nourishment for the oocyte comes only from the follicular epithelium. B. The telotrophic meroistic ovariole, with a cytoplasmic cord that connects the nurse cells that remain in the germarium with the descending oocyte. C. The polytrophic meroistic ovariole with the nurse cells contained within the follicle. From Schwalm (1988). Reprinted with permission.

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- بیشتر مطالعات روی *Drosophila* انجام شده است (polytrophic). (17 تا 20 اوواریول)

- اووسیت درون یک سیست 16 سلولی متصل به هم نمو پیدا می کند که توسط یک لایه سلول مزودرمی بنام سلولهای فولیکولی احاطه می شود = مجموعاً egg chamber یا فولیکول گفته می شود.

11

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- ژرماریوم به چهار ناحیه مجزا (morphologically and functionally) تقسیم می شود:

- حاوی 7 تا 12 سیست 16 سلولی در حال نمو است.

- در طول اوواریول 6 تا 7 محفظه تخم (egg chamber) دیده می شود.

- با رشد اووسیتها ماهیچه های غلاف اپیتلیوم منقبض می گردد و محفظه تخم را به سمت عقب می راند.

12

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

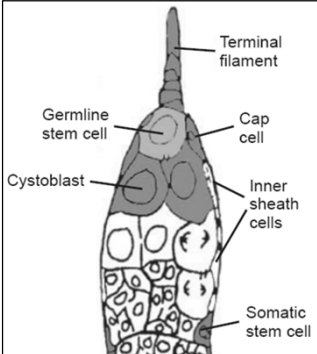
- در ناحیه جلوی اوواریول درست زیر فیلامنت انتهایی: آغاز رشد اووسیت

- در این ناحیه ژرماریوم حاوی: **germline stem cell** در ناحیه ویژه بنام **stem cell niche**

- محیطی که نمو سلولهای بنیادین را تنظیم، تحریک و حمایت می کند.

- فعالیت نیچ به حضور سلولهای بنیادین نیز بستگی دارد (در نبود آنها نیچ تحلیل می رود)

- در این نیچ سلولهای بنیادین توسط 3 نوع سلول احاطه میشوند:



1. terminal filament cells (6 cells)
2. cap cells (2 or 3 cells)
3. inner sheath cells

- 1 و 2 منبع مولکولهای سیگنال مهم و برای بقاء **GSCs** بسیار حیاتی هستند

13

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

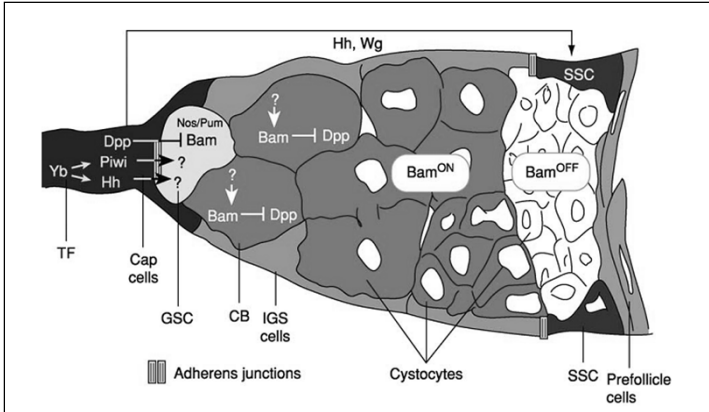
رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- سلولهای بنیادین (**stem cells**) تخمدان

1- **GSCs = germline stem cells**: 2 یا 3 سلول مجاور سلولهای سوماتیک **cap**

2- **SSCs = somatic follicle stem cells**: 2 یا 3 سلول در سطح ژرماریوم در مرز بین نواحی **2A/2B**

با تقسیمهای متوالی سلولهای فولیکولی اطراف سیست را تشکیل می دهند.

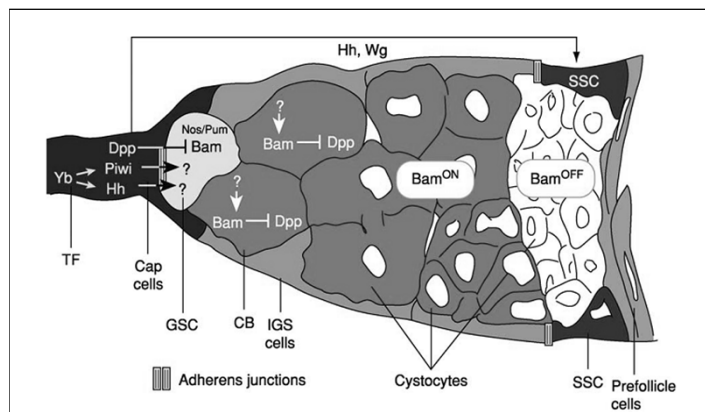


14

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- در طی نمو آخرین مرحله لاروی و ابتدای شفیرگی مزدورم سوماتیک تمایز می یابد و تخمدان به اوواریول تمایز می یابد.
- پس از تشکیل TF و سلولهای cap: سلولهای GSC از PGCهای جلویی تشکیل می شوند.
- Adherens junctions بین سلولهای Cap و GSCهای تازه تشکیل شده ایجاد می شوند و در واقع تماس نزدیک بین آنها را باعث می شوند.

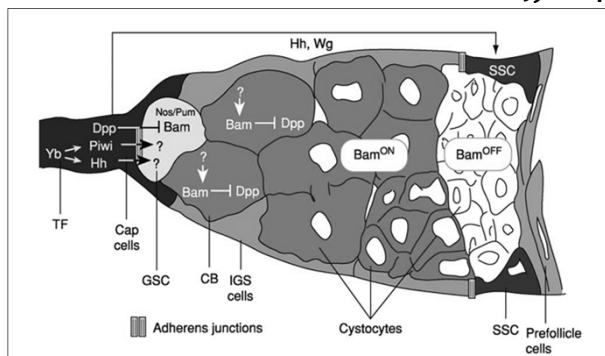


15

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- ژنهای مختلفی در ارتباط سلولها در نیچ سلولهای بنیادین دخیل هستند:
- 1- *decapentaplegic (dpp)*:
- Dpp توسط سلولهای سوماتیک (cap cells) ترشح می شود و توسط GSCها دریافت می گردد.
- تقسیم سلولهای GSC را تحریک می کند و تمایز سلولهای دختری را کاهش می دهد.
- در واقع GSCها را در نیچ نگه می دارد و بیان *bam* (bag of marbles) را مانع می شود.
- *bam* فاکتوری است که تقسیم سلولی سیست و تمایز آنرا باعث می شود.
- هدف اصلی Dpp فاکتور Bam است.



16

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- ژنهای مختلفی در ارتباط سلولها در نیچ سلولهای بنیادین دخیل هستند:

1 - decapentaplegic (dpp):

- با تقسیم هر **GSC** یکی از آنها چسبیده به **cap cells** باقی می ماند و سلول دیگر (سیتوبلاست **CB**) از نیچ فرار می کند و بیان **Bam** آغاز می گردد.

Bam - برای تقسیم سیتوبلاست لازم است و با 4 تقسیم سیست 16 سلولی شکل می گیرد و سپس بیان **Bam** متوقف می گردد.

17

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- ژنهای مختلفی در ارتباط سلولها در نیچ سلولهای بنیادین دخیل هستند:

2 - Pumilio و Nanos: RNA

- توسط سلولهای **GSCs** و مانع از تمایز آنها می شوند و نیاز هستند.

18

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- ژنهای مختلفی در ارتباط سلولها در نیچ سلولهای بنیادین دخیل هستند:

3 - Hedgehog and Wingless (Hh و Wg)

- توسط سلولهای **cap** و **TF**

- تنها فاکتورهای شناخته شده که برای نگهداری **SSC**ها لازم هستند.

- **Hh** بر ماندگاری **GSCs** نیز تاثیر دارد.

19

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- ژنهای مختلفی در ارتباط سلولها در نیچ سلولهای بنیادین دخیل هستند:

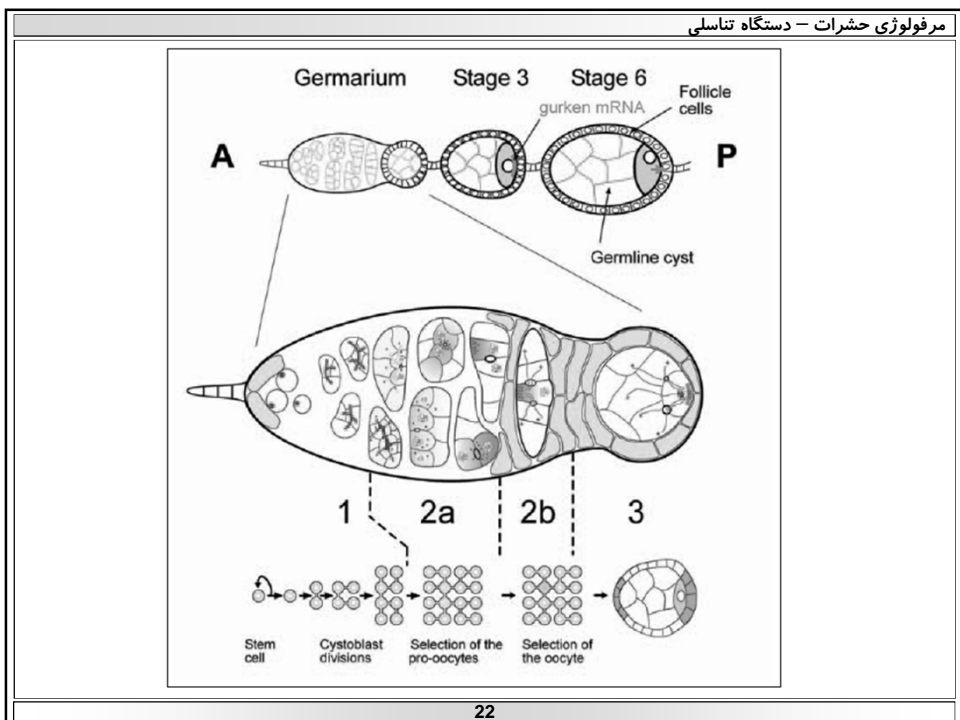
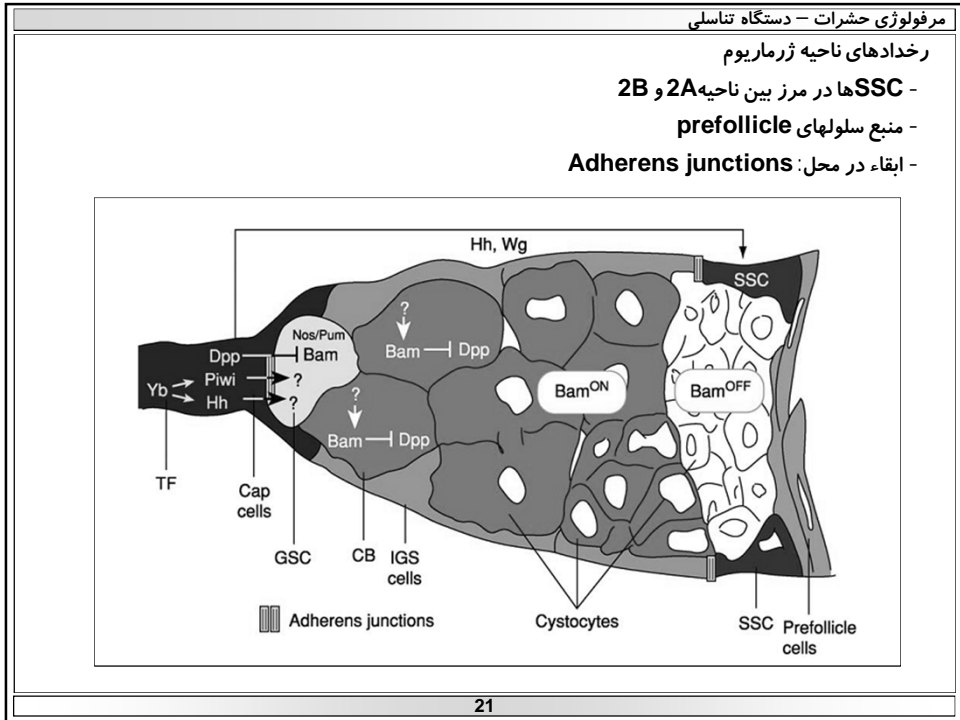
4 - Piwi and Yb

- توسط سلولهای **cap** و **TF**

- **piwi** بر ماندگاری **GSCs** تاثیر دارد.

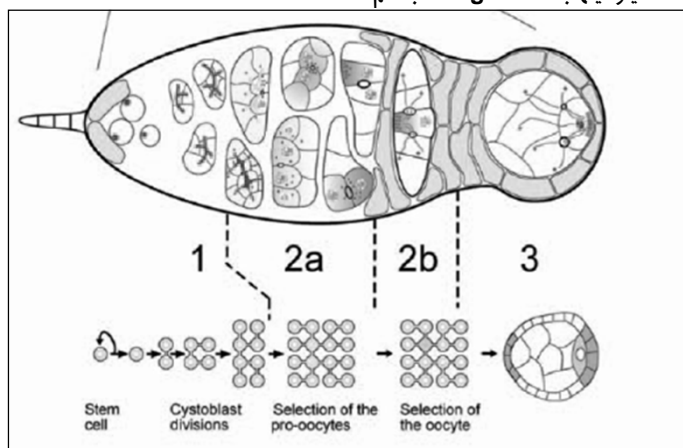
- **Yb** تنظیم کننده مثبت بیان **hh** و **piwi** است.

20



- ژرماریوم به 4 ناحیه بر اساس نمو سیست تقسیم می شود:

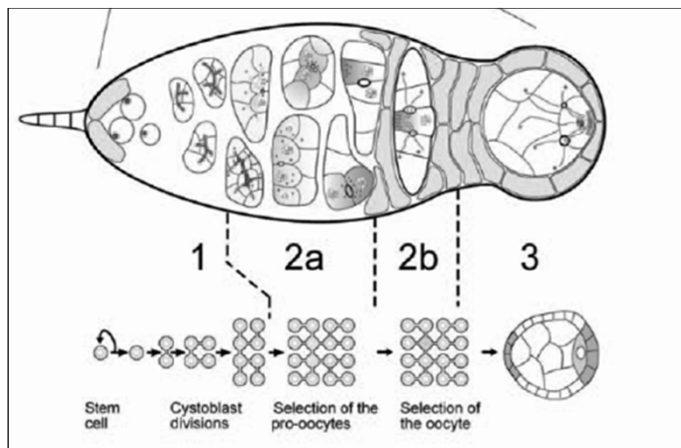
- ناحیه 1: حاوی 2 یا 3 GSC، سیتوبلاستها و سیستهای متصل به هم، 2، 4 یا 8 سلولی
 - آغاز اووژنز در این ناحیه: تقسیم GSC به یک سیتوبلاست و GSC جدید
 - سیتوبلاست آنگاه چندتقسیم میتوزی با سیتو کینز ناقص و ایجاد سیست
 - سیتوسیتها با ring canal به هم متصلند.



23

- ژرماریوم به 4 ناحیه بر اساس نمو سیست تقسیم می شود:

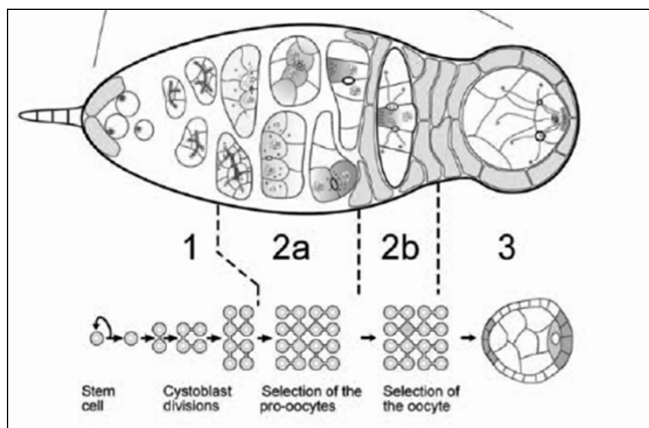
- ناحیه 2a: تشکیل سیست 16 سلولی
 در این مرحله همه سلولهای سیست شبیه به نظر می رسند.
 ناحیه 2b: یک سلول از 16 سلول به اووسیت تمایز می یابد.
 سیست به شکل یک دیسک تک لایه که کل ژرماریوم را در بر میگیرد، تغییر شکل می دهد.
 سلولهای سوماتیکی فولیکولی به اطراف سیست حرکت می کنند.



24

- ژرماریوم به 4 ناحیه بر اساس نمو سیست تقسیم می شود:

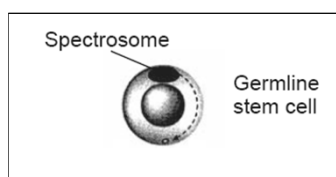
ناحیه 3 (یا stage 1a): سیست به شکل کروی: اووسیت در قطب عقبی سیست: ترک سیست به ویتلاریوم



3 روز طول می کشد تا سیتوبلاست به سیست 16 سلولی کامل تبدیل شود
7 روز طول می کشد تا سیتوبلاست به ناحیه یک برسد.

رخدادهای ناحیه ژرماریوم

- سیتوپلاسم **GSC** دارای اندامکی سیتوپلاسمی بنام **spectrosome**



- اسپکتروروم از پروتئینهای سیتواسکلتی: α - and β - spectrin and ankyrin

- با تقسیمات میتوزی: اسپکتروروم در سلولهای دختری منشعب شده: **fusome**

- فیوزوم: مسئول لنگر شدن دوک تقسیم میتوزی در تقسیم سلولی: سیتوپلاسم غنی از **spectrin**

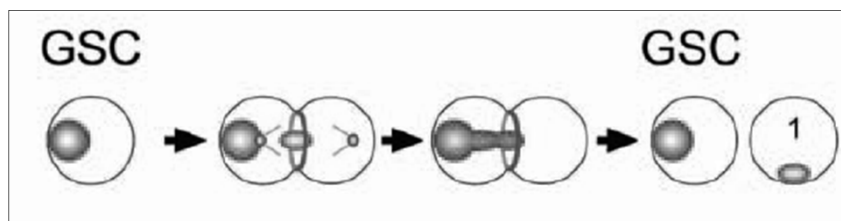
- وقتی سلول ژرم لاین بطور نامتقارن تقسیم میشود:

- نزدیکترین سلول به سلولهای فیلامنت انتهایی و **cap**: **stem cell** باقی می ماند.

- سلول دیگر نزدیک به سلولهای غلاف داخلی: تبدیل به **cystoblast**

Table 1 Fusome proteins

Protein	Function	Mutant phenotype	Reference
α -Spectrin	Membrane skeleton	No fusome	de Cuevas <i>et al.</i> (1997)
β -Spectrin	Membrane skeleton	No fusome	Lin <i>et al.</i> (1994)
Ankyrin	Scaffold or linker protein	n.d.	de Cuevas <i>et al.</i> (1997)
Actin	Cytoskeleton structure, diverse	n.d.	Hime <i>et al.</i> (1996), Kai and Spradling (2003)
Bag of marbles	Novel	Reticulum disrupted	McKearin and Ohlstein (1995)
Cyclin A	CDK component	Cell lethal	Eberhart <i>et al.</i> (1996)
Dynein	Motor	Disoriented mitoses	McGrail and Hays (1997)
Encore	Cullin-binding protein	>16 cystocytes	Ohlmeyer and Schüpbach (2003)
Hu-Li Tai Shao	Adducin related, cytoskeleton	No fusome	Lin <i>et al.</i> (1994)
KLP61	Kinesin-like motor	Disoriented mitoses	Wilson (1999)
Lis-1	Lissencephaly ortholog	<16 cystocytes	Liu <i>et al.</i> (1999)
Orbit	Microtubule binding protein, CLASP ortholog	Poor cyst formation, GSC loss	Mathe <i>et al.</i> (2003)
Par-1	Microtubule binding protein	No oocyte	Cox <i>et al.</i> (2001a), Huynh <i>et al.</i> (2001b)
Spectraplakin	Cytoskeletal linker protein	No oocyte	Roper and Brown (2004)
Ter94	ER assembly, vesicle fusion	Cell lethal	Leon and McKearin (1999)



- اسپکتروزوم در یک انتهای سلول به یک قطب دوک میتوزی متصل و محکم میشود.
- اسپکتروزوم تقسیم را در جهت محور جلو-عقب هدایت می کند.
- فیوزوم جدید درون کانال حلقوی (ring gland) موقت تشکیل می گردد.
- اسپکتروزوم طویل می شود و با فیوزوم ادغام میشود.
- یک سوم اسپکتروزوم/فیوزوم به سیتوبلاست به ارث می رسد.
- دوسوم اسپکتروزوم/فیوزوم به GSC جدید به ارث می رسد.
- مشاهده میگردد که تقسیم نامتقارن است.

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

Division

Clustering

در سیتوبلاست:

- در طی اولین تقسیم ناقص:

- اسپکتروزوم/فیوزوم به سانتروزوم یک قطب سلول (به دوک میتوزی) محکم میشود.
- فیوزوم در کانال حلقوی تشکیل می شود.
- اسپکتروزوم و فیوزوم جدید با هم ادغام می شوند (جهت مشخص نیست).

29

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

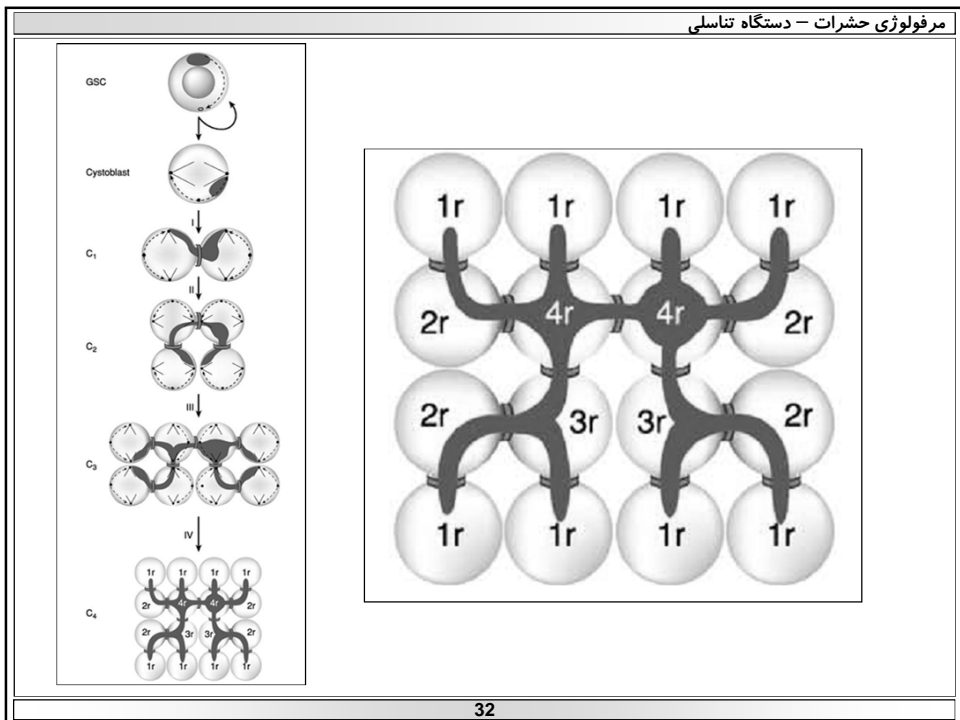
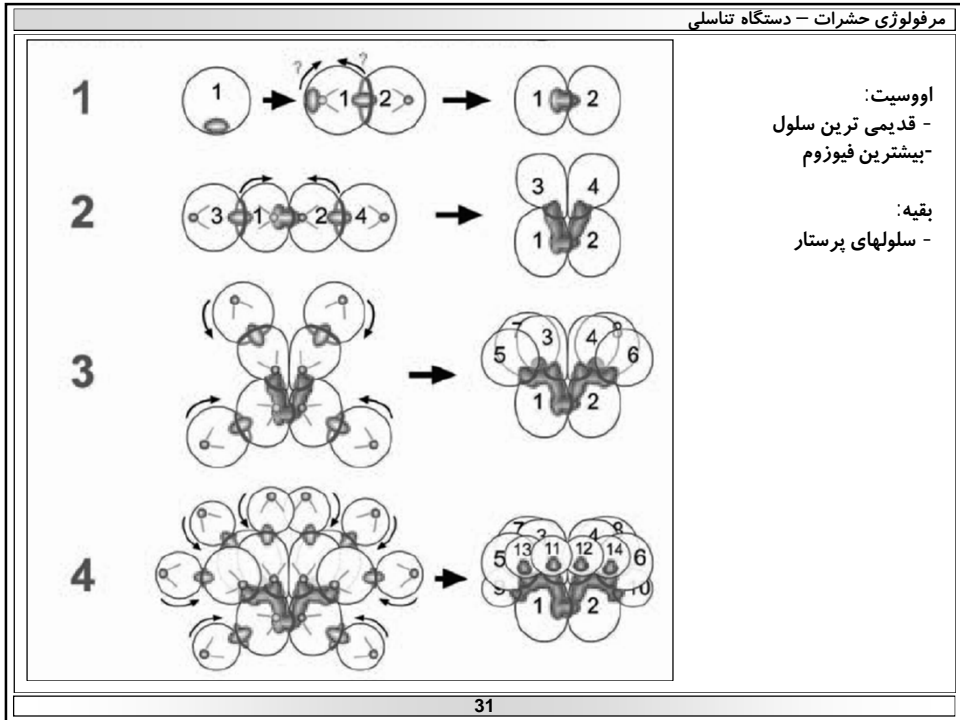
2

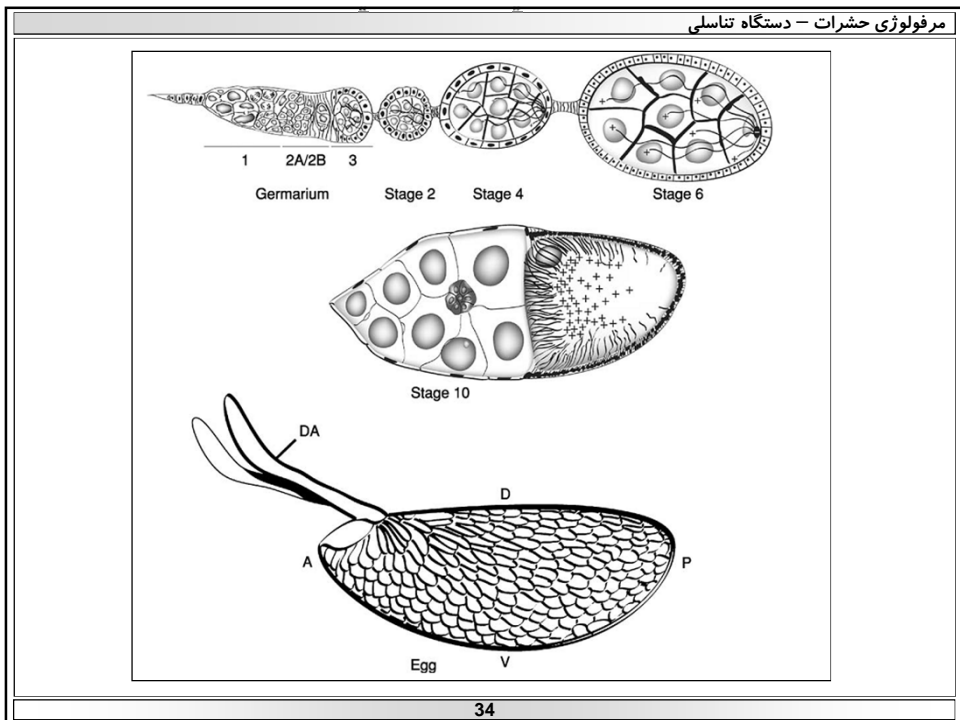
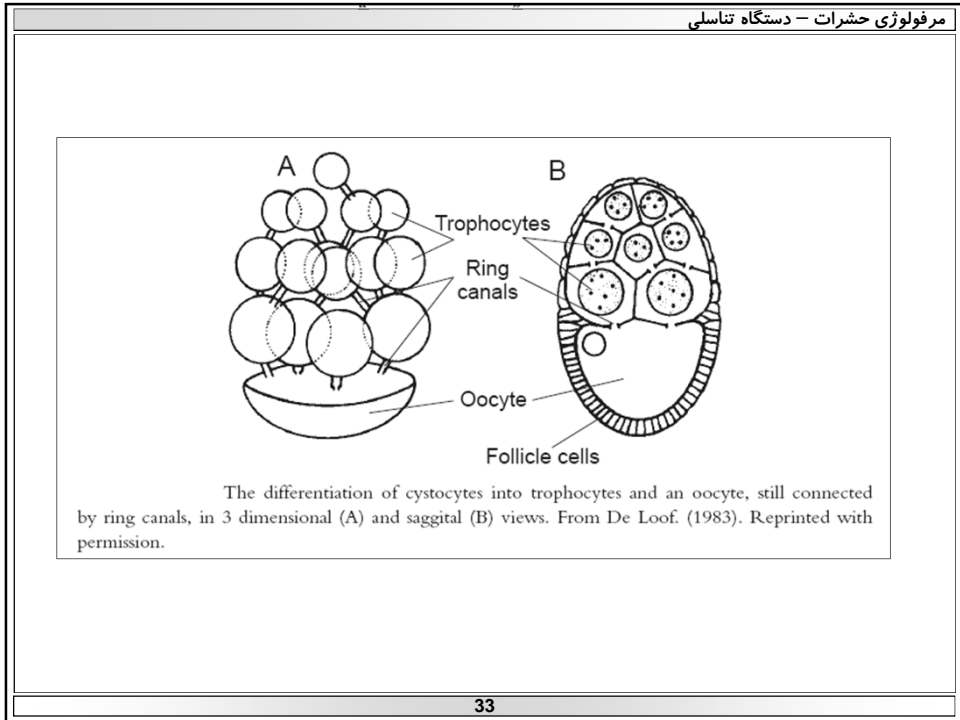
در سیتوبلاست:

- در طی تقسیم های بعدی همین مسیر دنبال می شود:

- 1- در یک قطب دوک میتوزی، فیوزوم قرار دارد.
- 2- فیوزوم جدید درون هر کانال حلقوی تولید می شود.
- 3- کانالهای حلقوی به سمت فیوزوم مرکزی حرکت می کنند (ادغام با فیوزوم مرکزی).

30





مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

- ناحیه 1 (region 1): سلولهای فعال میتوزی
 - ناحیه 2 (region 2): تغییر شکل سیست 16 سلولی و مشخص شدن اووسیت، کپسوله شدن سیست توسط سلولهای فولیکولی
 - ناحیه 3 (region 3): سیست کروی
 تشکیل stalk بین سیستهای مجاور از سلولهای فولیکولی و منجر به جوانه زدن stage 1 egg chamber از ژرماریوم

35

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

- اووژنز در طی 14 مرحله (stage) کامل می شود: مرحله 1: newly formed egg chamber
 مرحله 14: mature egg: آماده برای تلقیح و گذاشته شدن

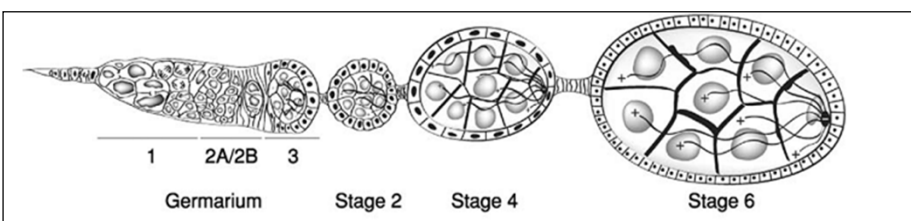
- با مشخص شدن وضعیت اووسیت
 - DNA متراکم شده (karyosome) = پروفاز 1 تا پایان اووژنز
 - در همین زمان سلولهای پرستار = endoreplicate در سلولهای نزدیک به اووسیت به 2048C (11 بار تقسیم)
 - الگو برداری در سلولهای پرستار شدید = انتقال mRNAها و پروتئینها به اووسیت

36

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

- پروتئینها در واقع در ناحیه 2A در چند سلول به مقدار زیاد تولید می‌شوند و در ناحیه 2B از طریق شبکه MT به اووسیت حرکت می‌کنند و تجمع پیدا می‌کنند.
- حرکت و تجمع آنها (mRNA and proteins) بطور پیوسته تا مرحله 7 ادامه دارد.
این چهار نوع پروتئین (برای تمایز اووسیت لازم هستند):

The oocyte-localized proteins: (1) Oo18 RNA binding protein (Orb)
(2) Bicaudal-D (Bic-D),
(3) Egalitarian (Egl),
(4) Par-1

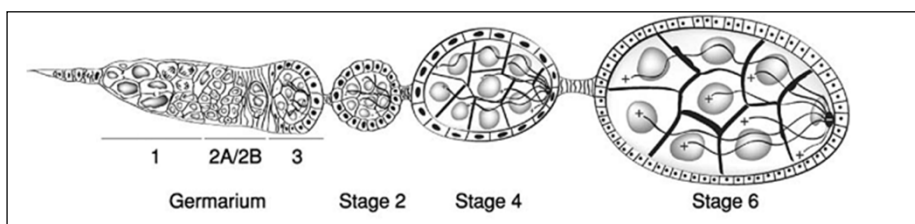


- تا این زمان سانتروزومهای سلولهای پرستار از طریق فیوزوم در اووسیت متمرکز می‌شوند.
- بین ناحیه 2B و 3 مجموعه سانتروزوم همراه با چهار پروتئین از جلو اووسیت به محلی بین هسته اووسیت و انتهای عقبی سلولهای فولیکولی جایجا می‌شوند.
- این رخداد قطبی شدن اولین مشخصه قطبیت دورن خود اووسیت است.
- بدون این قطبی شدن، اووسیت سرنوشتی همچون سلولهای پرستار خواهد داشت.

37

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

- در طی مرحله 1 تا 6: مرکز سازماندهی میکروتوبول (MTOC) در قسمت عقبی اووسیت وجود دارد.
- یعنی تا قبل از شروع مرحله 7 و بازسازماندهی سیتواسکلتون:
- یک شبکه واحد میکروتوبولی (MT) شکل می‌گیرد: از MTOC و از طریق کانالهای حلقوی به هر سلول پرستار
- فیوزوم در سازمان یافتن MT بسیار ضروری است.

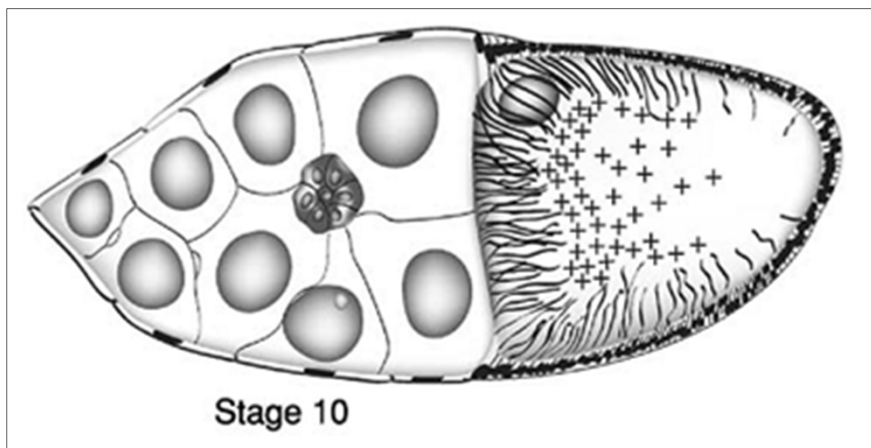


- بیشترین انتهای منفی MTها در اووسیت قرار می‌گیرد.
- تا زمان بازسازی سیتواسکلتون در مراحل 6 و 7: mRNAها و پروتئینها به انتهای منفی منتقل می‌شوند (اووسیت).

38

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

- بعد از بازسازی سیتواسکلتون (بعد از مرحله 7): **MTOC** محو می‌شود.
- شبکه **MT** در قسمت جلویی اووسیت نسبت به قسمت عقبی تراکم بیشتری پیدا می‌کند.
- انتهای منفی **MT**ها به سمت جلو و جوانب و انتهای مثبت به سمت مرکز اووسیت (مرحله 10)
- این سازمان یافتگی سیتواسکلتی برای تعیین محل نمودن عقبی، جلویی و پشتی شکمی ضروری است.



39

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

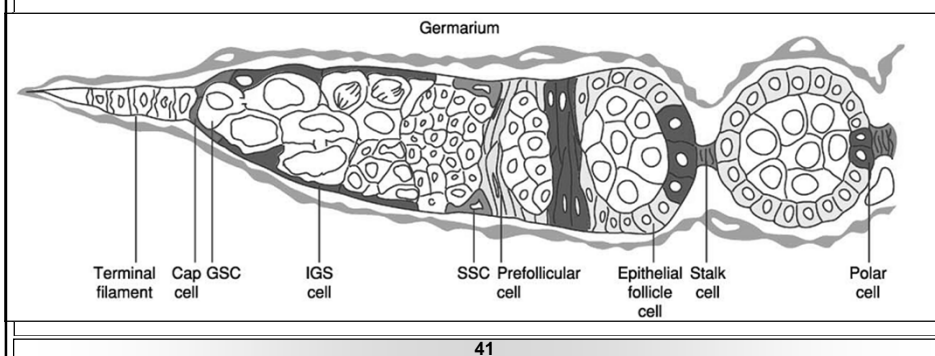
- میوز در اووسیت
- میوز باید فقط در اووسیت اتفاق افتد (**no nurse cell**).
 - اووسیت ناحیه 3 در مرحله دیپلوتن پروفاز میوز یک قرار دارد.
 - دیگر سلولها (15 سلول پرستار) = **endoreplication**
 - دلیل: وجود پروتئینهای **Bic-D**, **Egl** و **Orb** در اووسیت منجر به تشکیل **synaptonemal complex** می‌شوند.
 - اولین مرحله در تقسیم میوز تشکیل **SC** است.
 - در مراحل بعدی نمو اووسیت، در مرحله متافاز یک باقی می‌ماند و با فعال شدن تخم از این حالت خارج می‌شود.

40

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

سلولهای فولیکول

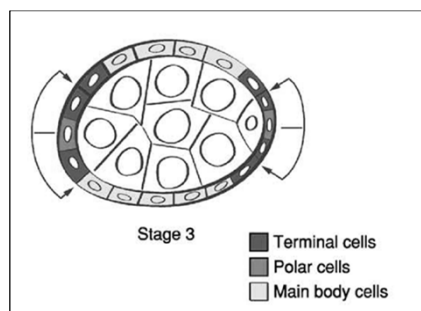
- در ناحیه 2B: سلولهای پیش فولیکولی به سمت داخل تقسیم می‌شوند و سیست 16 سلولی را در بر می‌گیرند.
- سلولهای فولیکولی بین سیستی (intercyst) که از سلولهای فولیکولی مجزا می‌شوند، پیش سازهای سلولهای قطبی و سلولهای ساقه هستند (قرمز) و در ناحیه 3 تقسیمشان متوقف می‌شود.
- سلولهای بین سیستی به هم متصل شده: تشکیل ساقه
- ساقه متصل به سلولهای قطبی
- سلولهای پیش فولیکولی تقسیم می‌شوند و به یک لایه 80 سلولی: سلولهای فولیکولی پوششی (epithelial) مکعبی
- به این شکل stage 1 egg chamber تشکیل می‌گردد.



مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

سلولهای فولیکول

- در مرحله 3، سه جمعیت سلولهای فولیکولی



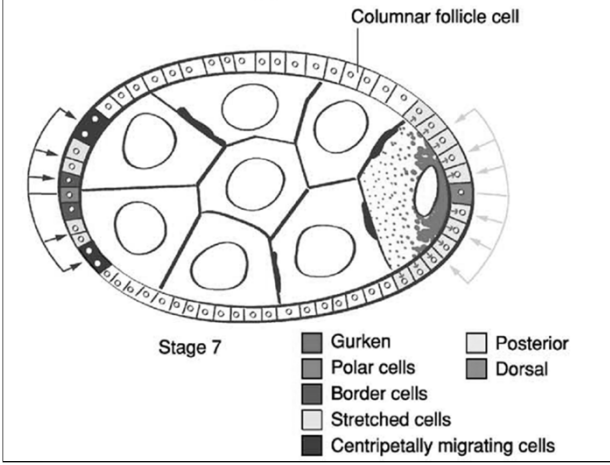
- در مرحله 6 تعداد سلولهای فولیکولی به 1000 می‌رسد.
- تا مرحله 6 سلولهای فولیکولی هم اندازه و هم شکل هستند.
- در مرحله 7 و 8 میتوز سلولهای فولیکولی متوقف شده و سلولها همانند داخلی را شروع می‌کنند و پلی‌پلویدی می‌شوند.
- در مرحله 7 و 8 سلولهای فولیکولی شروع به جابجا شدن می‌کنند.

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

سلولهای فولیکول

- در مراحل 7 و 8:

- مهاجرت سلولهای فولیکولی جلویی به سمت عقب به سمت اووسیت
- جلویی ترین سلولها: سلولهای قطبی و سلولهای مرزی (**border**) هستند
- وقتی به قسمت جلویی اووسیت رسیدند حرکتشان متوقف می شود.
- بعدا **border cells** منفذ میکروبیلی را ایجاد می کنند.



Stage 7

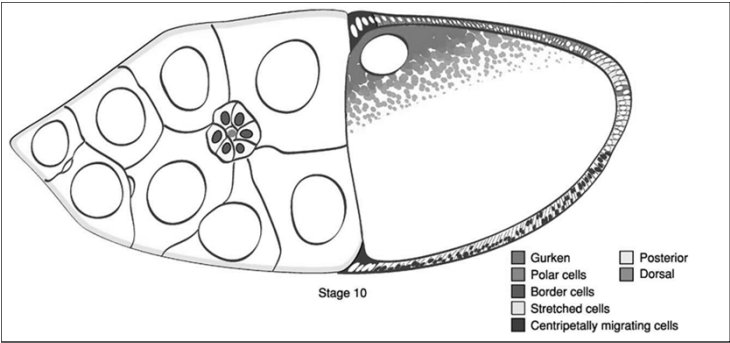
43

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

سلولهای فولیکول

- در مراحل 7 و 8:

- مهاجرت سلولهای فولیکولی جلویی به سمت عقب به سمت اووسیت
- جلویی ترین سلولها: سلولهای قطبی و سلولهای مرزی (**border**) هستند
- وقتی به قسمت جلویی اووسیت رسیدند حرکتشان متوقف می شود.
- بعدا **border cells** منفذ میکروبیلی را ایجاد می کنند.



Stage 10

44

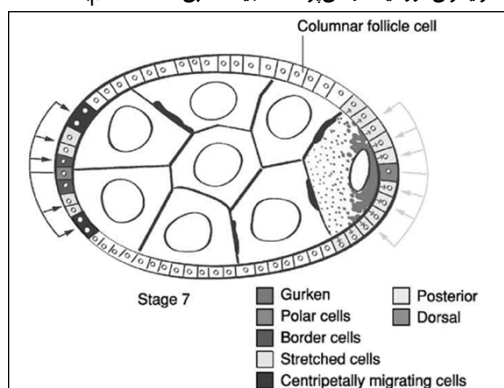
مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

سلولهای فولیکول

- در مراحل 7 و 8:

- جلویی ترین سلولهای بعدی: تشکیل لایه نازکی از سلولهای فلس مانند یا کشیده (squamous or stretched cells)

- سلولهای فلس مانند تا آخرین مراحل اووژنز با سلولهای پرستار می‌مانند.
- سلولهای فولیکولی که در قسمت عقبی این سلولها قرار دارند (centripetally migrating cells) به سمت عقب سلولهای پرستار جابجا می‌شوند. این سلولها بعداً قسمت جلویی غشای ویتلین و کوریون را ترشح می‌کنند.
- در طی همین مرحله هسته اووسیت به گوشه پشتی جلویی اووسیت جابجا می‌شود.
- با آغاز مرحله 10 بیشتر سلولها فولیکولی اووسیت را می‌پوشانند (نیمه عقبی محفظه تخم)



45

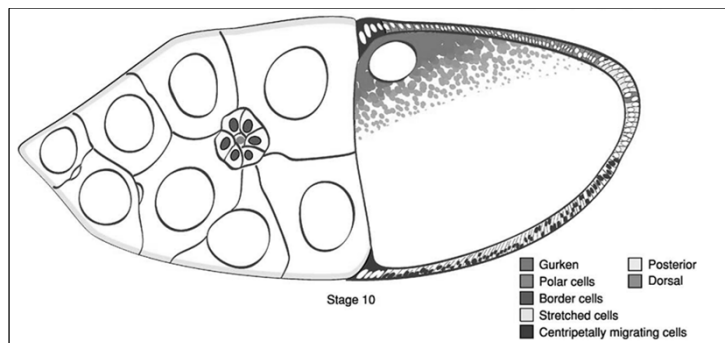
مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی

سلولهای فولیکول

- در مراحل 7 و 8:

- جلویی ترین سلولهای بعدی: تشکیل لایه نازکی از سلولهای فلس مانند یا کشیده (squamous or stretched cells)

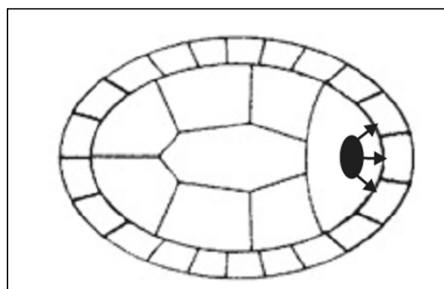
- سلولهای فلس مانند تا آخرین مراحل اووژنز با سلولهای پرستار می‌مانند.
- سلولهای فولیکولی که در قسمت عقبی این سلولها قرار دارند (centripetally migrating cells) به سمت عقب سلولهای پرستار جابجا می‌شوند. این سلولها بعداً قسمت جلویی غشای ویتلین و کوریون را ترشح می‌کنند.
- در طی همین مرحله هسته اووسیت به گوشه پشتی جلویی اووسیت جابجا می‌شود.
- با آغاز مرحله 10 بیشتر سلولها فولیکولی اووسیت را می‌پوشانند (نیمه عقبی محفظه تخم)



46

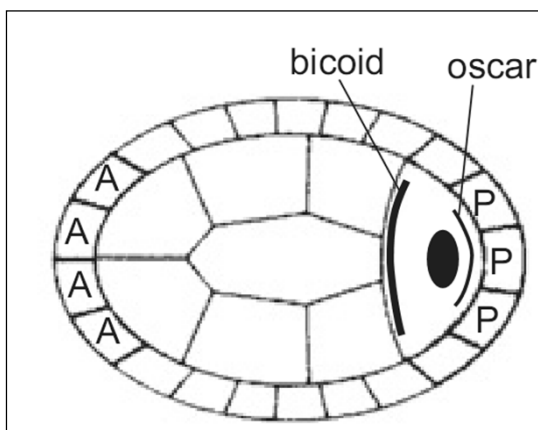
قطبیت اووسیت

- استقرار mRNAهای مادری: *oskar (osk)*, *and nanos (nos)*, *gurken (grk)*, *bicoid (bcd)*.
- در ناحیه پیرامونی تخم در طی اووژنز در بنانه‌اندن محورها جنینی بسیار مهم است.
- این mRNAها در سلولهای پرستار ساخته می‌شوند و به اووسیت منتقل می‌شوند.
- در اووسیت در ناحیه پیرامونی قرار می‌گیرند.
- قطبیت جلو-عقب (A-P) سیست و اووسیت در ژرماریوم مشخص می‌شود.
- اووسیت در قسمت عقب سیست قرار می‌گیرد.
- پروتئین **Gurken** سلولهای فولیکولی عقبی را القاء می‌کند که ماهیت عقبی داشته باشند.
- سلولهای فولیکولی در پاسخ باعث استقرار پروتئینهای **Oskar** و **Nanos** در قسمت عقبی اووسیت می‌شوند.



The **gurken** signal is localized by the nucleus and received by posterior follicle cells. The **gurken** binds to the receptor protein and specifies fate of follicle cells as posterior.

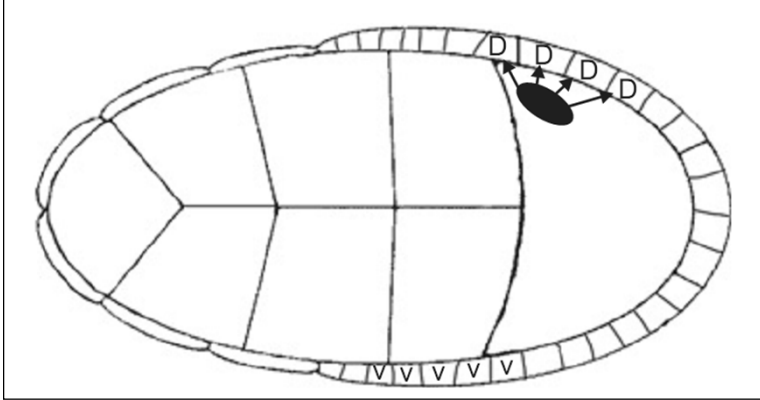
47



Posterior follicle cells send a signal back to the oocyte, repolarizing the cytoskeletal framework. This localizes **oskar** and **bicoid** mRNAs at either end. These events complete anterior (A)-posterior (P) development.

48

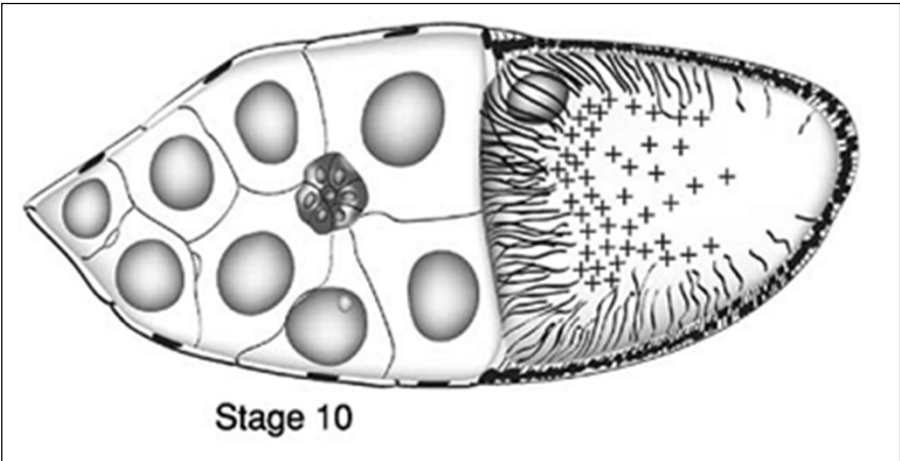
مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی



Cytoskeletal repolarization causes the oocyte nucleus to move to the dorsal anterior cytoplasm. The gurken signal from the nucleus causes the follicle cells there to express the *kekkon* gene that establishes their dorsal (D) identity. The ventral cells, not receiving gurken, express the *pipe* gene that establishes their ventral (V) identity.

49

مرفولوژی حشرات - دستگاه تناسلی



Stage 10

50

دستگاه تولید مثل حشرات نر (male reproductive system):

وظیفه:

- تولید، ذخیره و نهایتاً تحویل اسپرم به ماده
- در بعضی حالات تولید و انتقال موادی که قدرت پذیرش و فکوندیتی ماده را تنظیم میکند.
- در بعضی حالات انتقال مواد مغذی برای اووسیت ها

ساختمان:

- یک جفت بیضه (testes) مفرد: testis (در بالپولکداران بصورت یک اندام)

- یک جفت vasa deferentia

- Seminal vesicle

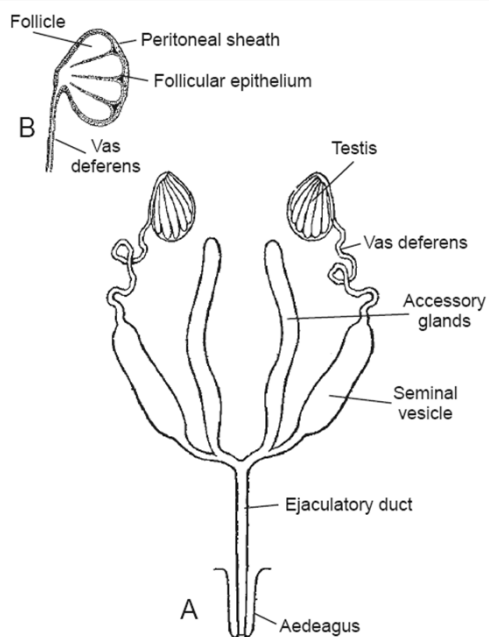
- Median ejaculatory duct

- منشأ اکتودرمی، دارای کوتیکول، بافت ماهیچه ای قوی

- غدد ضمیمه

- مزودرمی یا اکتودرمی

51



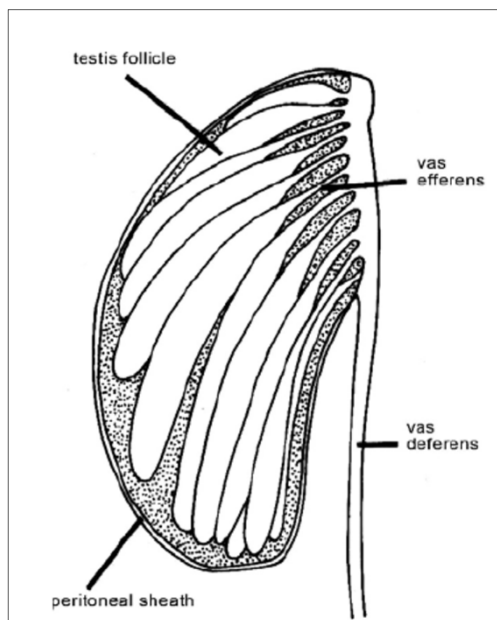
52

دستگاه تولید مثل حشرات نر (male reproductive system):

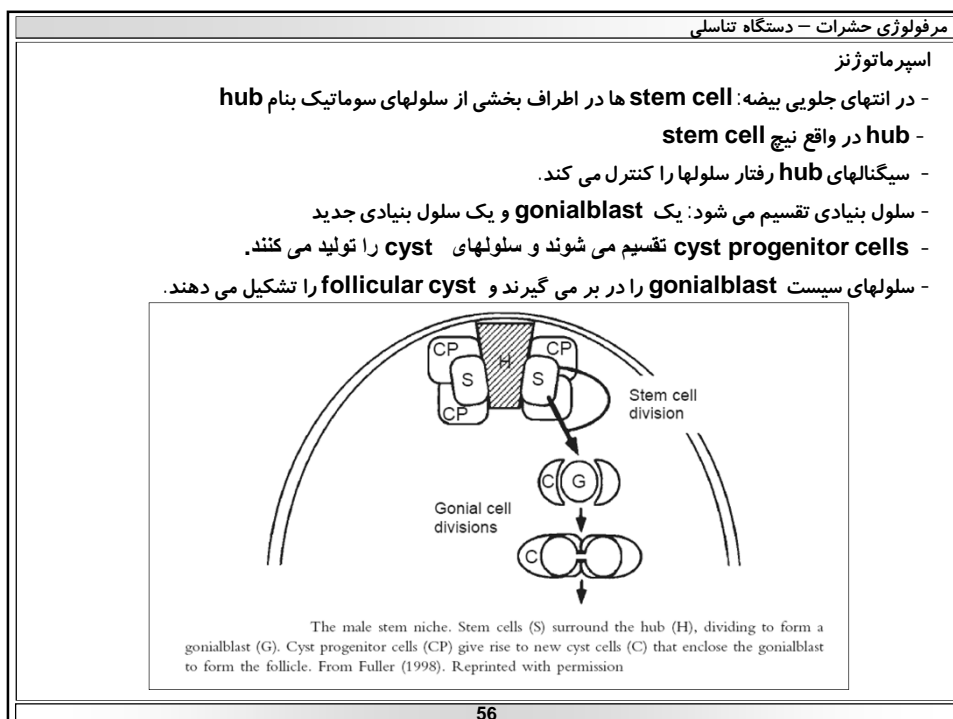
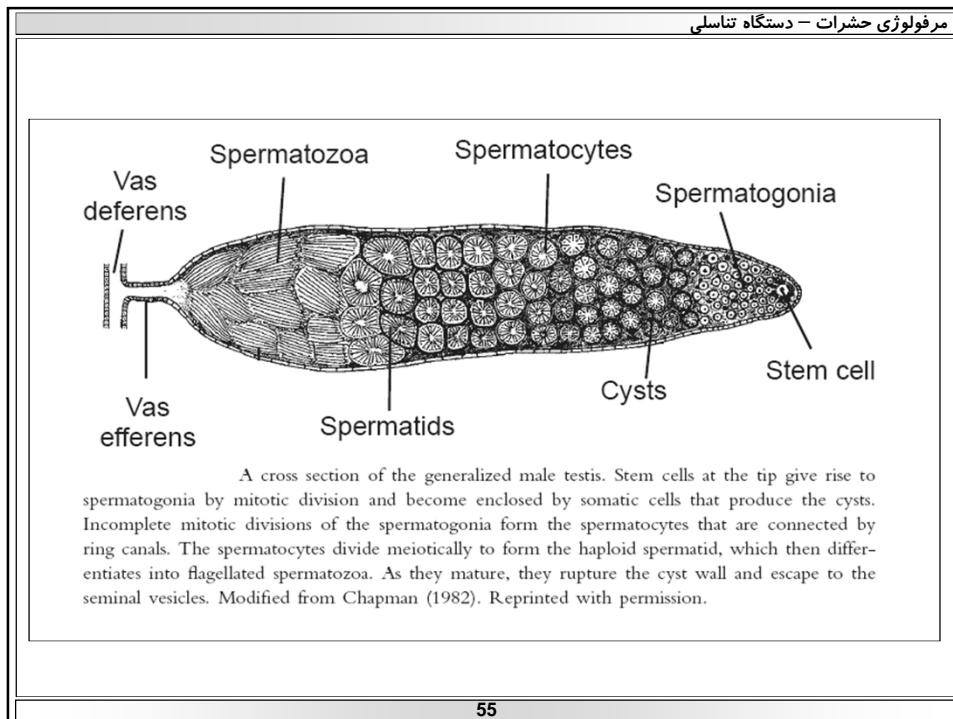
بیضه ها:

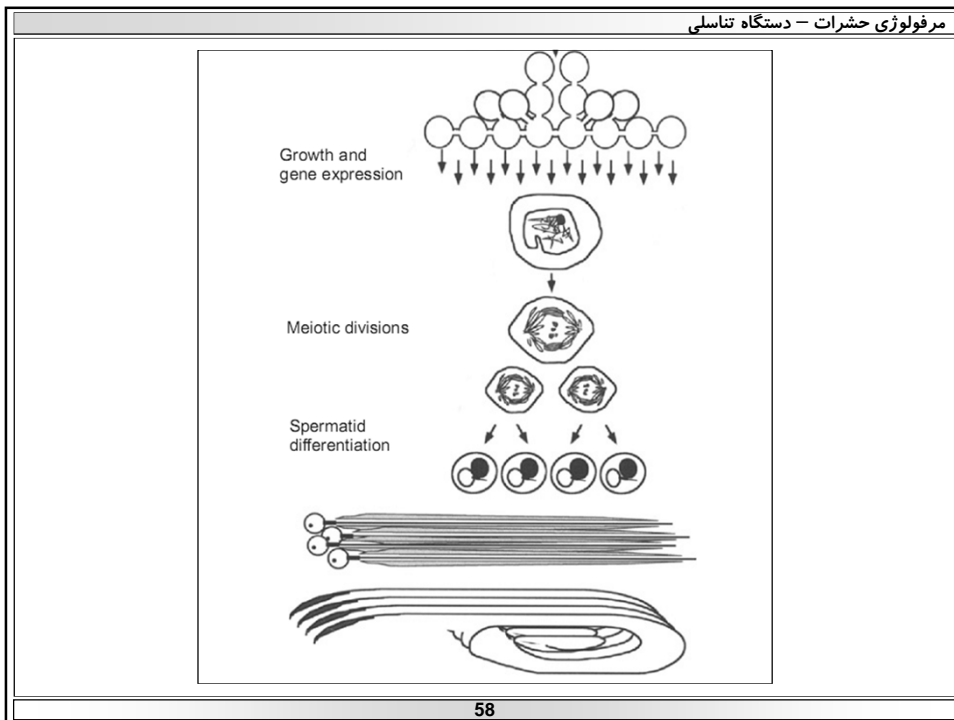
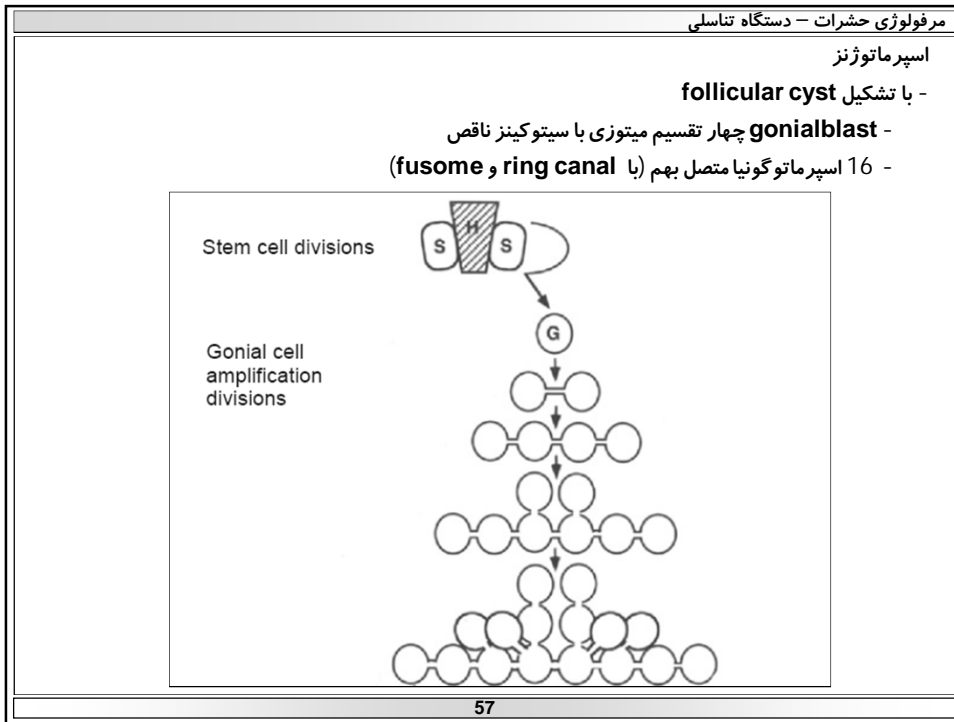
- در بالا یا پایین لوله گوارش
- از تعدادی فولیکولهای لوله ای شکل (tubular follicles) که توسط غلاف همبند به هم متصلند.
- دیواره فولیکول لایه از سلولهای پوششی روی basal lamina
- چندین ناحیه نموی در فولیکولها:
- 1- ناحیه انتهایی: ژرماریوم که اسپرماتوگونی ها از سلولهای ژرم تشکیل می شوند.
- 2- ناحیه رشدی: اسپرماتوگونی ها در لایه ای از سلولهای سوماتیک قرار می گیرند: تشکیل cyst
- 3- ناحیه بلوغ: اسپرماتوسیت ها تبدیل به چهار اسپرماتید می شوند.
- 4- ناحیه قاعده ای یا ناحیه تغییر شکل: اسپرماتیدها به اسپرماتوزوآهای تاژک دار تبدیل می شوند.
- در این زمان دیواره cyst تخریب می شود.
- اما اسپرمها هنوز داخل یک بسته بنام spermatodesm توسط کلاهک ژلاتینی که انتهای جلویی را می پوشاند در کنار هم می مانند.
- زمان ورود اسپرم به vas deferens این کلاهک از دست می رود و یا ممکن است تا زمان انتقال اسپرم به ماده باقی بماند.

53



54

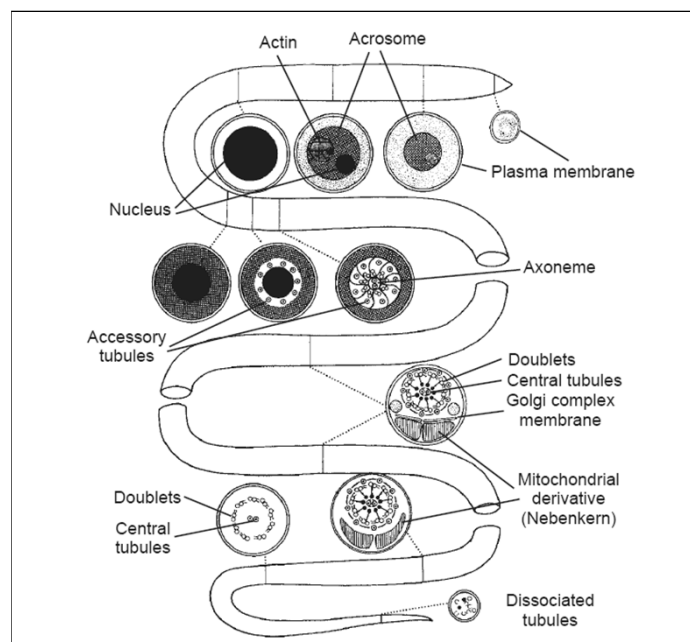




اسپرماتوژنز

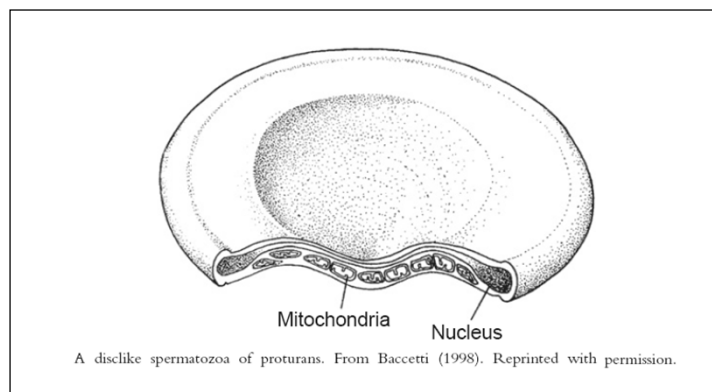
- با تشکیل follicular cyst

- با تشکیل سیست 16 سلولی
- تقسیم میوز اسپرماتوگونی ها: تولید اسپرماتوسیت اولیه: افزایش حجم تا 25 برابر
- از تقسیم میوزی: اسپرماتیدهای هاپلوئید
- **spermiogenesis**: تمایز اسپرماتیدها به اسپرماتوزوآ
- تمایز شامل:
 - رشد و توسعه میکروتوبولها
 - طویل شدن **flagellum**
 - تغلیظ **DNA** که همراه با تغییر شکل هسته
 - تشکیل ساختارهای تغییر شکل یافته ای بنام **Nebenken** از میتوکندریها
 - رشد مجموعه آکروزومی (**acrosomal complex**) در جلوی اسپرم
- به عنوان اسکلت گلیکوپروتئینی: همراه با آنزیمهای آکروزین و هیالورونیداز
- پس از تمایز: سیست طویل شده و اسپرماتوزوآها بدخل **vas efferen**ها آزاد می شوند.
- اسپرماتوزوآها به سمت **seminal vesicle** حرکت کرده و تا جفتگیری همانجا می مانند



اسپرماتوزوآ

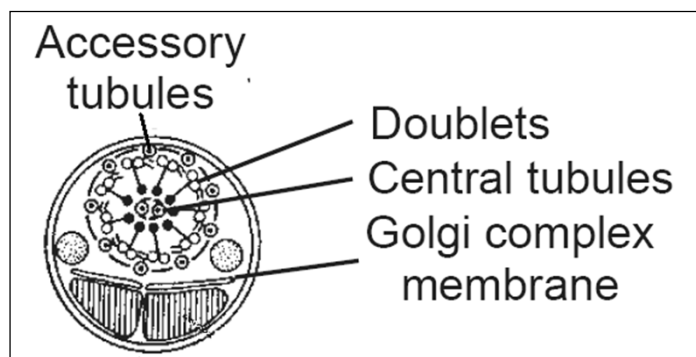
- شبیه به مهره داران
- دارای ناحیه **head** و فلاژلوم بلند برای حرکت
- تنها سلولی است در حشرات که دارای تاژک است.
- در **Protura** اسپرم بشقابی شکل است.



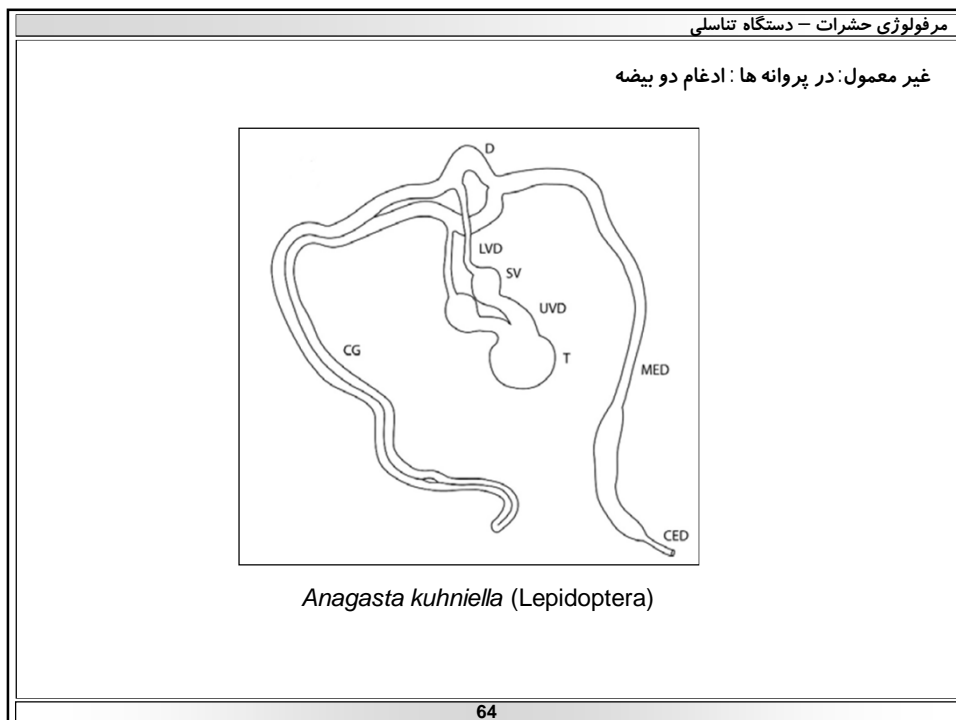
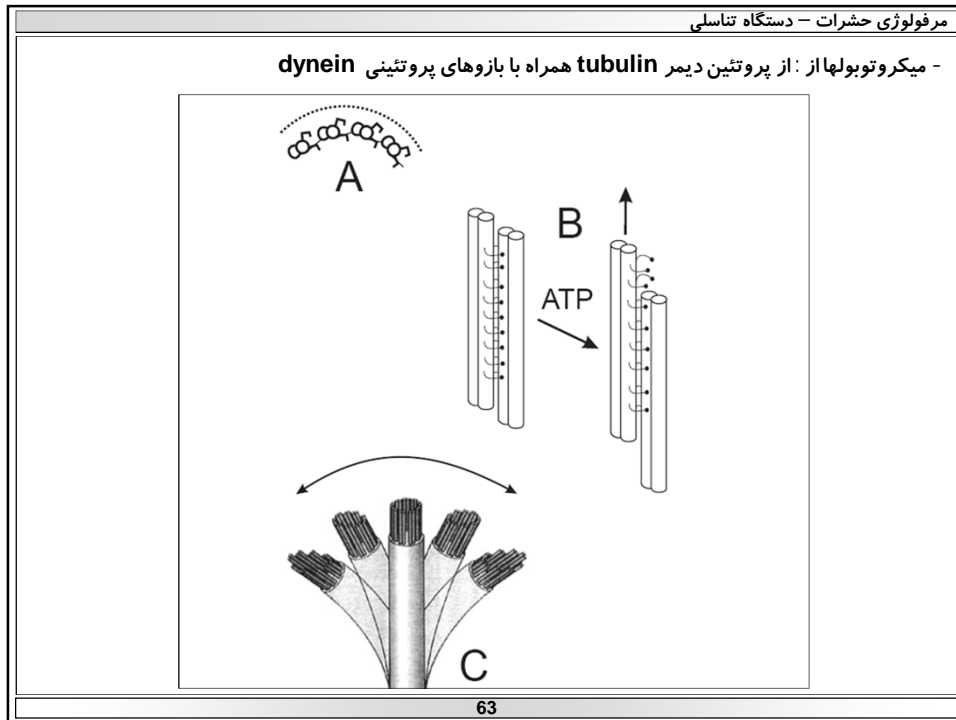
61

اسپرماتوزوآ

- **Acrosome** در ناحیه سر از مجموعه گلژی شکل میگیرد (طی تمایز)
 - آنزیم آکروزین: شبه تریپسین که غشای تخمک را در هنگام لقاح حل می کند.
 - قسمت حرکتی تاژک: **axoneme**: از میکروتوبولها
 - در بیشتر حشرات تاژک: **9+9+2** (در دیگر جانوران **9+2**)
- (nine outer accessory tubules+ nine doublets+ two central tubules)



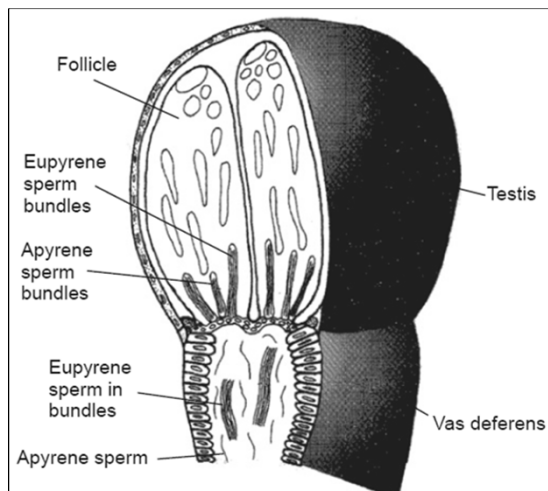
62



غیر معمول: در پروانه ها دو نوع اسپرم وجود دارد:

1- Eupyrene (هسته دار): تخمک ها را بارور می کند (تمایز در مرحله لاروی)

2- Apyrene (بدون هسته و فاقد اطلاعات ژنتیکی): کمک در حرکت اسپرمهای هسته دار از بیضه ها به seminal vesicle و مجرای تولیدمثلی ماده، تدارک تغذیه اسپرمهای هسته دار: کوچکتر و متحرکتر



65

پایان

66