

فهرست

فصل ۱	سلول‌های خونی و ایمنی بدن	۱
فصل ۲	دستگاه عصبی	۲۶
فصل ۳	حواس	۷۱
فصل ۴	هورمون‌ها و دستگاه درون ریز	۱۰۳
فصل ۵:	ماده‌ی ژنتیک	۱۳۷
فصل ۶	کروموزوم‌ها و میتوز	۱۵۶
فصل ۷	میوز و تولیدمثل جنسی	۱۸۶
فصل ۸	ژنتیک	۲۱۰
فصل ۹	تولیدمثل گیاهان	۲۶۰
فصل ۱۰	رشد و نمو در گیاهان	۳۱۳
فصل ۱۱	تولیدمثل و رشد و نمو جانوران	۳۴۱



فصل ۹

تولیدمثل گیاهان

بقای گونه‌ها وابسته به تولیدمثل افراد آن است. از فصل قبل به خاطر دارید که موجودات زنده تولیدمثل جنسی و تولیدمثل غیرجنسی دارند. **بسیاری از گیاهان به هر دو روش جنسی و غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند**

گیاهان از تغییر جلبک‌های سبز پرسلولی به وجود آمده‌اند

میلیون‌ها سال قبل، **گیاهان از تغییر جلبک‌های سبز پرسلولی که در اقیانوس‌ها زندگی می‌کردند**، به وجود آمدند و در طول زمان با زندگی در خشکی سازگار شدند. گیاهان می‌توانند آب را جذب و حفظ کنند، این ویژگی امکان زندگی را در خشکی برای آن‌ها فراهم کرده‌است. **اکنون بزرگ‌ترین جاندار** روی زمین درختی به نام **سکویا** است. ارتفاع بعضی از این درختان به بیش از صد متر و قطر تنه‌ی آن‌ها به بیش از هفت متر می‌رسد.

اکثر گیاهان ریشه دارند و با استفاده از آن آب را از زمین می‌گیرند. آوندهای چوبی گیاهان، آب و مواد معدنی را از ریشه به دورترین بخش‌های گیاه نسبت به خاک، حمل می‌کنند. این گیاهان را که آوند دارند، گیاهان آوندی می‌نامند. سرخس‌ها، بازدانگان و نهان‌دانگان جزء گیاهان آوندی هستند. خزه‌گیان گروه دیگری از گیاهان هستند که برخلاف گروه‌هایی که از آن‌ها نام برده شد، آوند ندارند، به همین دلیل به این گروه، گیاهان بدون آوند گفته می‌شود.

خزه‌ها گیاهان بدون آوند کوچک هستند و پیکر ساده‌ای دارند. این گیاهان مواد غذایی و آب را از سلولی به سلول دیگر منتقل می‌کنند. **خزه‌گیان فاقد ریشه، ساقه و برگ واقعی‌اند و بافت‌های آوندی ندارند**. نوع دیگری از گروه‌بندی گیاهان براساس تولید دانه است. از این نظر گیاهان به دو گروه بی‌دانه و دانه‌دار تفکیک می‌شوند. بر این اساس خزه‌گیان و سرخس‌ها در گروه گیاهان بی‌دانه و بازدانگان و نهان‌دانگان در گروه گیاهان دانه‌دار قرار می‌گیرند.

تولید دانه که حاصل تولیدمثل جنسی در گیاهان دانه‌دار است، یکی از سازگاری‌های مهم این گیاهان است که به حفظ، بقا و پراکنش آن‌ها در خشکی کمک می‌کند.

گیاهان بدون دانه نیز تولیدمثل جنسی دارند. گامت نر در این گیاهان تازک‌دار و متحرک است و به همین علت برای انجام تولیدمثل جنسی به آب سطحی نیاز دارند.



مثال	رده‌بندی			بدون آوند	گیاهان
	خزه‌ها (بدون دانه)				
خزه				آونددار	
سرخس	سرخس‌ها		بدون دانه		
سرو، کاج	مخروط‌داران	بازدانگان	دانه‌دار		
گندم، ذرت	تک‌لپه‌ای‌ها	نهان‌دانگان			
لوبیا، گل سرخ	دولپه‌ای‌ها				



۱. **بزرگ‌ترین جاندار** روی زمین، درختی به نام **سکویا** است. و مسن‌ترین درخت شناخته شده، نوعی کاج است. بزرگ‌ترین جانور وال گوزپشت است.
۲. **بسیاری** از گیاهان به **هر دو روش جنسی و غیرجنسی** تولیدمثل می‌کنند (مانند خزه‌ها و چمن‌ها و بنفشه افریقای و بید و ارکید، سیب زمینی ...). ولی برخی فقط تولیدمثل غیرجنسی دارند (مانند گیاهان تریپلوئید) و برخی فقط تولیدمثل جنسی دارند. در بیش‌تر گیاهان تولیدمثل غیرجنسی (رویشی) سریع‌تر از تولیدمثل جنسی است. چنین وضعی در خزه‌ها و بسیاری از گیاهان مانند چمن‌ها مشاهده می‌شود.
۳. **گیاهان از تغییر جلبک‌های سبز پرسلولی** که در اقیانوس‌ها زندگی می‌کردند، بوجود آمده‌اند. برخی جلبک‌های سبز تک‌سلولی‌اند (مانند کلامیدوموناس) و برخی پرسلولی هستند (مانند کاهوی دریایی، اسپروژیر، ولوکس)

تولیدمثل غیرجنسی

بیش‌تر گیاهان می‌توانند به روش غیرجنسی تولیدمثل کنند. افراد حاصل از این نوع تولیدمثل از نظر ژنتیکی همانند گیاه والد خود هستند. انواع مختلفی از تولیدمثل غیرجنسی در گیاهان وجود دارد. **در تولیدمثل غیرجنسی بخش‌های رویشی گیاه، مانند ساقه‌ها، ریشه‌ها و برگ‌ها نقش دارند.** تولیدمثل گیاهان از طریق بخش‌های رویشی گیاه، **تولیدمثل رویشی نام دارد.**

ساقه‌های تغییرشکل‌یافته که در تولیدمثل رویشی نقش دارند.



غده

ساقه‌ی زیرزمینی و گوشتی
مانند: سیب‌زمینی



ریزوم

ساقه‌ی زیرزمینی
و افقی
مانند: زنبق،
سرخس



پیاز

ساقه‌ای بسیار کوتاه با برگ‌های
ضخیم و گوشتی، مخصوص
تک‌لپه‌ای‌ها
مانند: لاله، نرگس، پیاز خوراکی



ساقه‌ی رونده

افقی، بر سطح خاک
مانند: توت‌فرنگی



۱. ساقه‌های رونده، پیازها، ریزوم‌ها و غده‌ها انواعی از ساقه‌های تغییرشکل یافته‌اند که برای تولید مثل رویشی تخصص پیدا کرده‌اند که گیاه با استفاده از آن‌ها تولیدمثل رویشی را انجام می‌دهد.
۲. در بیش‌تر گیاهان تولیدمثل رویشی (غیرجنسی) سریع‌تر از تولیدمثل جنسی است. یک گیاه در زیستگاه مناسب خود از طریق تولیدمثل رویشی به سرعت پراکنده می‌شود و تعداد فراوانی از افراد جدید به وجود می‌آورد؛ چنین وضعی در **خزه‌ها و بسیاری از گیاهان مانند چمن‌ها** به فراوانی مشاهده می‌شود.
۳. بسیاری از گیاهان به **هر دو روش جنسی و غیرجنسی** تولیدمثل می‌کنند به طور مثال خزه و سرخس و چمن و بنفشه‌ی افریقایی و بید و ارکید و زنبق و سیب زمینی و نرگس و ... **این گیاهان بدون تولید گامت و هاگ و بدون گرده‌افشانی می‌توانند تولیدمثل کنند** ولی **برخی** گیاهان فقط تولیدمثل جنسی و **برخی** گیاهان فقط تولیدمثل غیرجنسی (مانند گیاهان تریپلوئید) دارند.
۴. برگ‌های کلانکوتنه گوشتی و به رنگ سبز آبی با حاشیه‌ی ارغوانی است کناره‌های برگ‌های این گیاه دنداندار است تکثیر آن اغلب با استفاده از قطعه‌های برگ یا ساقه انجام می‌شود در طول حاشیه‌ی برگ‌ها، جوانه‌های کوچکی تمایز می‌یابند؛ این جوانه‌ها در واقع گیاهچه‌هایی کوچک و ریشه دارند هنگامی که یک گیاهچه روی زمین می‌افتد با رشد خود، گیاه جدیدی به وجود می‌آورد در واقع این جوانه‌ها بخش‌هایی هستند که گیاه آن‌ها را برای انجام تولیدمثل رویشی ایجاد می‌کند. این گیاه دارای ریشه‌ی هوایی است.
۵. **بسیاری** از گیاهان زراعی نظیر غلات، حبوبات، سبزی‌ها و پنبه از طریق دانه تکثیر می‌شوند. تکثیر بسیاری از گیاهان به وسیله‌ی بخش‌های رویشی گیاه نیز انجام می‌گیرد.
۶. می‌توانیم **گیاهان را با استفاده از بخش‌هایی که برای تولیدمثل رویشی تخصص نیافته‌اند نیز تکثیر کنیم**. مثلاً از قطعه‌های ساقه‌ی برگ بیدی و برگ‌های بنفشه‌ی افریقایی برای تکثیر این گیاهان استفاده می‌شود.
۷. روش دیگر تکثیر رویشی گیاهان که در درختان انجام می‌گیرد، پیوند زدن است. در این روش جوانه‌ای را از درختی که دارای ویژگی‌های مطلوب و مورد نظر است، به درخت دیگر پیوند می‌زنند. مدتی بعد از رشد جوانه، شاخه‌ای به وجود می‌آید که دارای ویژگی‌های درخت مطلوب است.
۸. روش دیگری که برای تکثیر رویشی گیاهان به کار می‌رود فنّ کشت بافت است. در این فنّ، قطعاتی از گیاه (مانند ارکیدها، گیاهان گلدانی و درختان میوه) روی **محیط کشت سسترون (بی میکروب)** کشت داده می‌شود. از رشد این قطعات سرانجام گیاهچه‌های جدیدی حاصل می‌شود.



گیاهچه
ریشه هوایی

کلامیدوموناس:

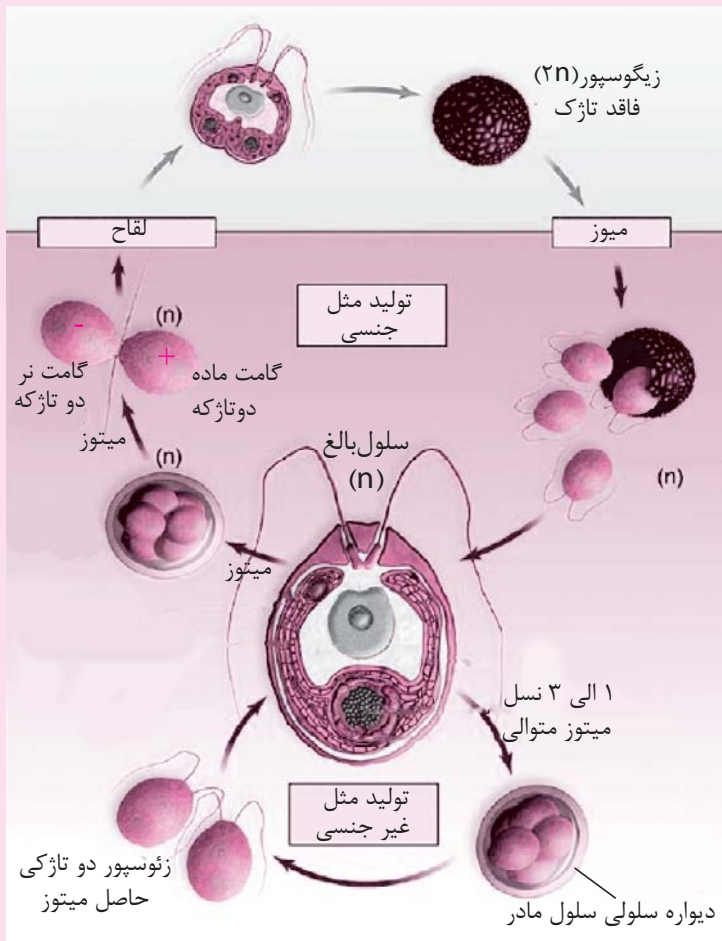
جلبک سبز تک‌سلولی دو تاژکه و هاپلوئید است. کلامیدوموناس می‌تواند کلنی‌هایی از انواع مختلفی سلول تولید کنند هر چند به تنوع سلول‌های آغازیان پرسلولی نمی‌رسند.

تولیدمثل غیرجنسی: در شرایط مساعد تولیدمثل غیرجنسی دارد کلامیدوموناس بالغ هاپلوئید است و با تقسیم میتوز زئوسپور دو تاژکه هاپلوئید ایجاد می‌کند که در اثر آن مجموعه‌ای از ۲ تا ۸ سلول هاپلوئید جدید (از یک نوع) به وجود می‌آیند. زئوسپورها نخست



درون دیواره‌ی سلول مادر می‌مانند و پس از رسیدن، دیواره را پاره می‌کنند و آزاد می‌شوند. هر زئوسپور رشد می‌کند (نه میتوز) و به یک کلامیدوموناس بالغ تبدیل می‌شوند.

تولیدمثل جنسی: در شرایط نامساعد تولیدمثل جنسی دارد. کلامیدوموناس بالغ در شرایط نامساعد با تقسیم میتوز تولید گامت‌های دو تاژکه می‌کند. از لقاح گامت‌های متنوع (مثبت و منفی)، ساختاری مقاوم به نام زیگوسپور به وجود می‌آید. زیگوسپور ساختار مقاومی است که درون آن یک عدد زیگوت دیپلوئید وجود دارد و شرایط نامساعد را تحمل می‌کند. هرگاه شرایط مساعد شد، زیگوت درون زیگوسپور با تقسیم میوز سلول‌های هاپلوئید دو تاژکه ایجاد می‌کند از تقسیم هر زیگوت ۴ سلول هاپلوئید دو تاژکه از دو نوع ایجاد می‌شود اگر کراس کرده باشد ۴ سلول از ۴ نوع ایجاد می‌شود. عدد کروموزومی و ژنوتیپ زیگوت با سلول‌های حاصل از آن متفاوت است.



تولیدمثل کامیدوموناس، این جاندار تولیدمثل جنسی و غیرجنسی انجام می‌دهد.

زیگوت آن‌ها تتراد تشکیل می‌شود و کراس (تبادل قطعه بین کروموزوم‌های همتا) و جدا شدن کروموزوم همتا (قانون اول مندل) رخ می‌دهد. یعنی زیگوت آن بدون نیاز به پیدایش الل جدید می‌تواند نوترکیبی ایجاد کند.

۱. در چرخه‌ی کلامیدوموناس، سلول بالغ و زئوسپور و تمام گامت‌ها هاپلوئید و دو تاژکه هستند. ولی زیگوسپور تنها سلول، دیپلوئید و فاقد تاژک است. کلامیدوموناس اسپورانژ ندارد.

۲. در چرخه‌ی کلامیدوموناس هم زئوسپور و هم گامت دو تاژکه و حاصل میتوز هستند. ولی در شرایط متفاوتی به وجود می‌آیند. در چرخه‌ی کلامیدوموناس همه‌ی سلول‌های تاژک‌دار، هاپلوئیدند البته برخی حاصل میوز برخی حاصل میتوز هستند.

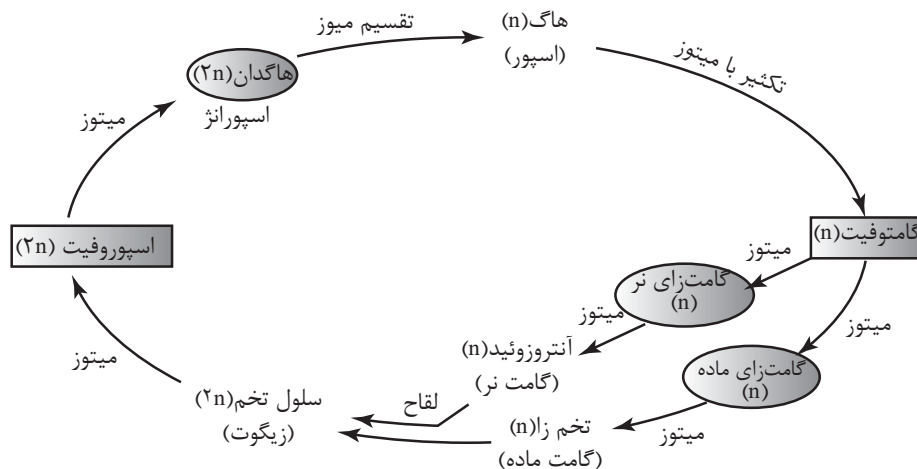
۳. زیگوت در کلامیدوموناس و اسپیروژیر و قارچ‌ها تقسیم میوز انجام می‌دهد یعنی ژنوتیپ و عدد کروموزومی زیگوت با سلول‌های حاصل از آن متفاوت و از تقسیم زیگوت سلول‌های هاپلوئید متنوع ایجاد می‌شود. ضمن تقسیم



تناوب نسل:



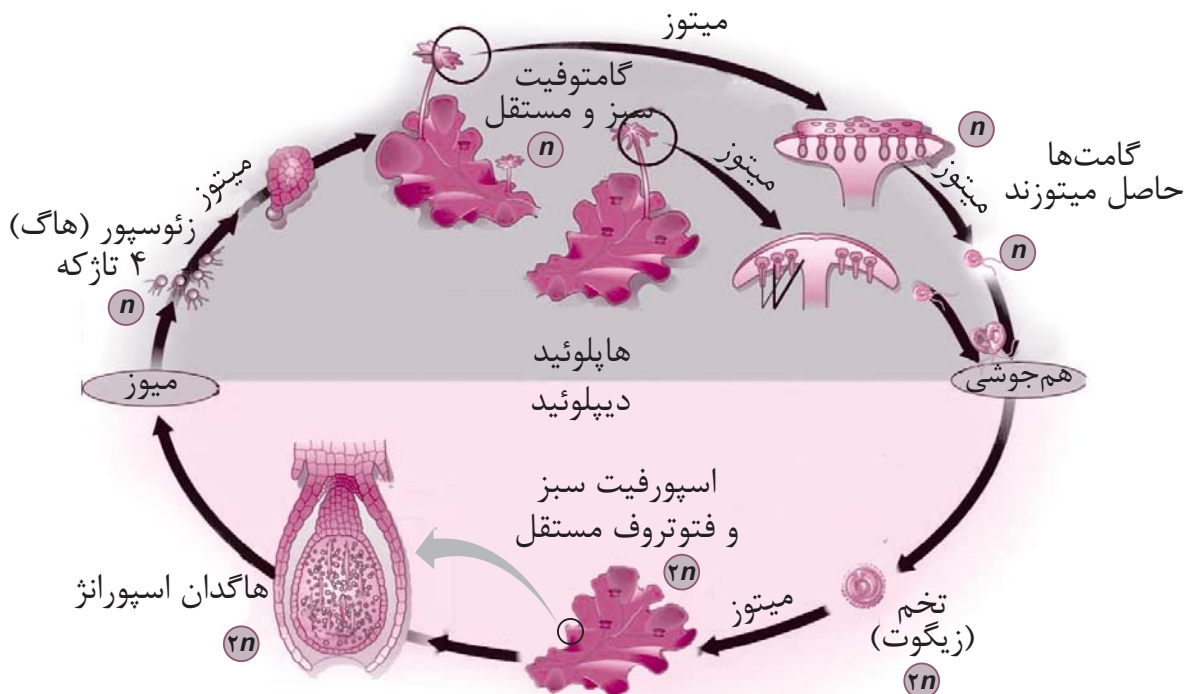
۴. تکرار نسل گامتوفیت و اسپوروفیت را به دنبال هم تناوب نسل می‌گویند.
۵. **جانداران زیر تناوب نسل دارند:** ۱ - گیاهان ۲ - معمولاً جلبک‌های قرمز ۳ - جلبک‌های قهوه‌ای (مانند کلپ) ۴ - بعضی از جلبک‌های سبز (مانند کاهوی دریایی)
۶. توجه کنید که کلامیدوموناس و اسپیروژیر و ولوکس جلبک سبز هستند ولی تناوب نسل ندارند. جانوران و قارچ‌ها هم تناوب نسل ندارند.
۷. در چرخه‌ی تناوب نسل ساختار پرسلولی که هاگ (اسپور) تولید می‌کند را مرحله‌ی اسپوروفیت می‌گویند و ساختار پرسلولی که گامت تولید می‌کند را مرحله‌ی گامتوفیت می‌گویند. در مرحله‌ی اسپوروفیت ($2n$)، گیاه تولید هاگ‌دان (اسپورانژ) می‌کند. در داخل هر هاگ‌دان ($2n$) سلول‌های مادر هاگ وجود دارند که با **تقسیم میوز**، تولید هاگ (اسپور) می‌کنند. این اسپورها که هاپلوئید هستند، با تقسیم میتوز تکثیر می‌یابند و تولید گامتوفیت (n) می‌کنند. گامتوفیت‌ها تولید اندام‌هایی هاپلوئید گامت‌زای نر و ماده، همانند آنتریدی و آرکگن، می‌کنند که **آنتریدی با تقسیم میتوز گامت نر (آنتروزیوئید) را ایجاد می‌کند** و آرکگن با تقسیم میتوز تولید گامت ماده (تخم‌زا) می‌کند. گامت نر و ماده، پس از انجام عمل لقاح سلول تخم (زیگوت) را ایجاد می‌کنند. سلول تخم با تقسیم میتوز تکثیر می‌یابد و ایجاد اسپوروفیت جوان می‌کند و از رشد تخم مرحله‌ی اسپوروفیتی شروع می‌شود. در چرخه‌ی تناوب نسل سلول‌های هاپلوئید می‌توانند حاصل میتوز یا میوز باشند.
۸. **فرق هاگ (اسپور) با گامت در گیاهان چیست؟**
- ۱ - در گیاهان، هاگ حاصل مستقیم میوز است، ولی گامت حاصل مستقیم میتوز است. ۲ - عدد کروموزومی گامت با سلول‌های مولدش یکسان است ولی عدد کروموزومی هاگ با سلول‌های مولدش متفاوت است. ۳ - هاگ قدرت تکثیر (تقسیم میتوز) دارد، ولی گامت قدرت تقسیم میتوز را ندارد. ۴ - هاگ قدرت لقاح ندارد، ولی گامت قدرت لقاح دارد. ۵ - هاگ حاصل مرحله اسپوروفیتی است ولی گامت حامل مرحله گامتوفیتی است. ۶ - گامت نر در خز و سرخس تاژک‌دارد ولی در گیاهان هاگ تاژک ندارد.
۹. توجه کنید که عدد کروموزومی هاگ با گامت هر گیاهی با هم یکسان است.





کاهوی دریایی:

جلبک سبز پر سلولی است. تناوب نسل دارد. در چرخه‌ی آن دو ساختار پر سلولی مجزا به نام اسپوروفیت ($2n$) و گامتوفیت (n) دیده می‌شود. اسپوروفیت بالغ سبز و فتوسنتزکننده است، که مولد اسپورانژ (هاگدان) دیپلوئید است درون اسپورانژ سلول‌های دیپلوئید با تقسیم میوز تولید زئوسپور چهار تاژکه هاپلوئید می‌کنند. هر زئوسپور پس از رهاشدن از اسپورانژ با میتوز تولید گامتوفیت سبز فتوسنتزکننده می‌کند. گامتوفیت با تقسیم میتوز تولید گامت نر و ماده ۲ تاژکه می‌کند و از هم‌جوشی گامت‌ها در آب زیگوت ایجاد می‌شود تولید اسپوروفیت سبز می‌کند. **در کاهوی دریایی بر خلاف گیاهان تشکیل زیگوت خارج از بخش گامتوفیت است و زیگوت خارج از بخش گامتوفیت رشد خود را آغاز می‌کند**

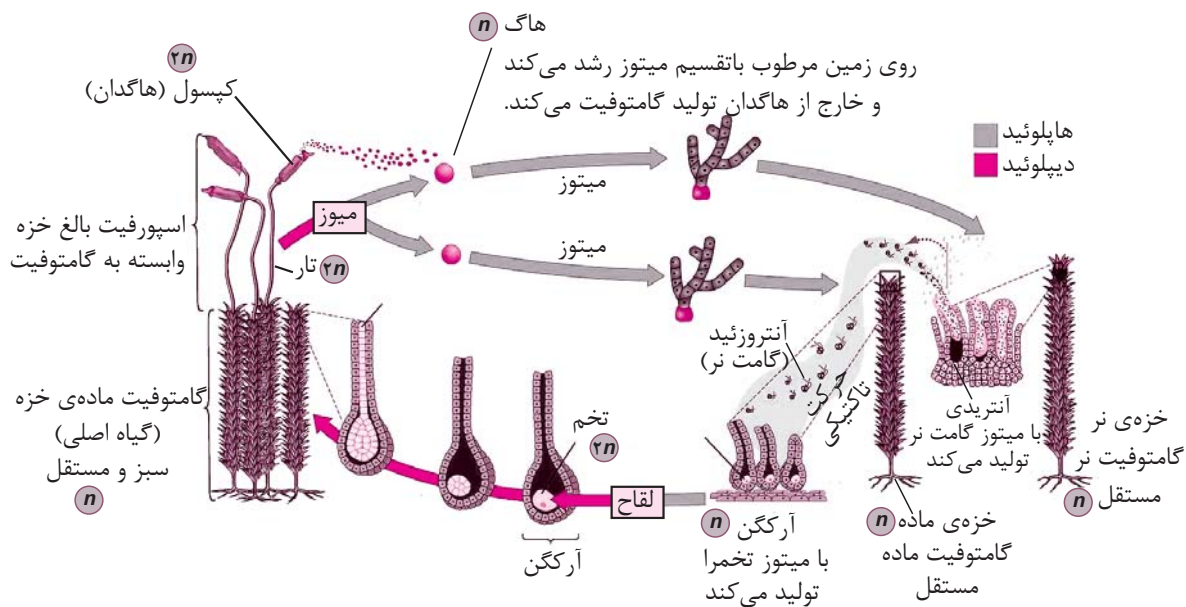


۱. در کاهوی دریایی زئوسپور برخلاف گامت ۴ تاژکه و حاصل میوز است و توانایی میتوز را دارد. ولی توانایی لقاح را ندارد. ولی گامت ۲ تاژکه و حاصل میتوز است ولی توانایی میتوز را ندارد ولی توانایی هم‌جوشی را دارد.
۲. در کاهوی دریایی اسپوروفیت و گامتوفیت سبز و فتوسنتزکننده است و هیچ رابطه‌ی غذایی با هم ندارند و مستقل از هم زندگی می‌کنند. هم اسپوروفیت و هم گامتوفیت میتوکندری و کلروپلاست دارند درون تیلاکوئیدهای کلروپلاست از تجزیه‌ی آب اکسیژن تولید می‌شود و درون بستره‌ی کلروپلاست، دی‌اکسید کربن در چرخه‌ی کالوین توسط آنزیم روبیسکو به قند تبدیل می‌شود (یعنی دی‌اکسید کربن تثبیت می‌شود) و انرژی خود را از نور خورشید می‌گیرند. کمبود دی‌اکسید کربن باعث کاهش فعالیت متابولیسمی هم اسپوروفیت و هم گامتوفیت می‌شود.
۳. **جلبک‌ها برخلاف گیاهان جنین یا رویان تشکیل نمی‌دهند** و ساختارهای تولیدمثلی پرسلولی مثل آنتریدی و آرگن در گیاهان به‌وجود نمی‌آورند. جلبک‌ها آوند چوب و آبکش ندارند.

۴. مقایسه‌ی کلامیدوموناس و کاهوی دریایی:

الف) در کلامیدوموناس همانند کاهوی دریایی همه‌ی گامت‌ها (نر و ماده) تاژک‌دار و حاصل میتوز هستند.
 ب) در کلامیدوموناس زئوسپور دوتاژک‌ه و حاصل میتوز است ولی در کاهوی دریایی زئوسپور ۴ تاژک‌ه و حاصل میوز است.
 ج) در کلامیدوموناس زیگوت با تقسیم میوز تولید سلول‌های هاپلوئید دوتاژک‌ه می‌کند یعنی عدد کروموزومی زیگوت با عدد کروموزومی سلول‌های حاصل از آن متفاوت است و زیگوت در هنگام تقسیم تشکیل تتراد می‌دهد. در تقسیم زیگوت کلامیدوموناس، کراسینگ‌آور (تبادل قطعه بین کروموزوم‌های همتا)، جدا شدن کروموزوم‌های همتا (قانون اول مندل)، وقوع نوترکیبی بدون نیاز به پیدایش الل‌های جدید ممکن است. ولی در کاهوی دریایی زیگوت تقسیم میتوز انجام می‌دهد. یعنی عدد کروموزومی زیگوت با سلول‌های حاصل از آن یکسان است و زیگوت آن، تتراد، کراسینگ‌آور و جدا شدن کروموزوم همتا ندارد.
 ه) در کلامیدوموناس سلول‌های فتوسنتز‌کننده فقط هاپلوئید هستند ولی در کاهوی دریایی سلول‌های فتوسنتز‌کننده هم هاپلوئید و هم دیپلوئید هستند.
 و) در کلامیدوموناس و کاهوی دریایی همه‌ی سلول‌های تاژک‌دار هاپلوئیدند. می‌توانند حاصل میوز یا میتوز باشند.

چرخه‌ی زندگی خزها (گیاهان بدون آوند)



۱. خزها، گیاهان ابتدایی و بدون آوند هستند. خزها سانتیریول دارند. تولیدمثل غیرجنسی آن‌ها سریع‌تر از تولیدمثل جنسی است

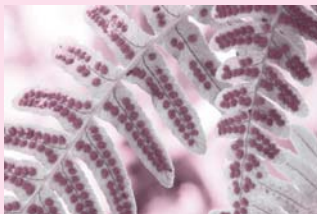
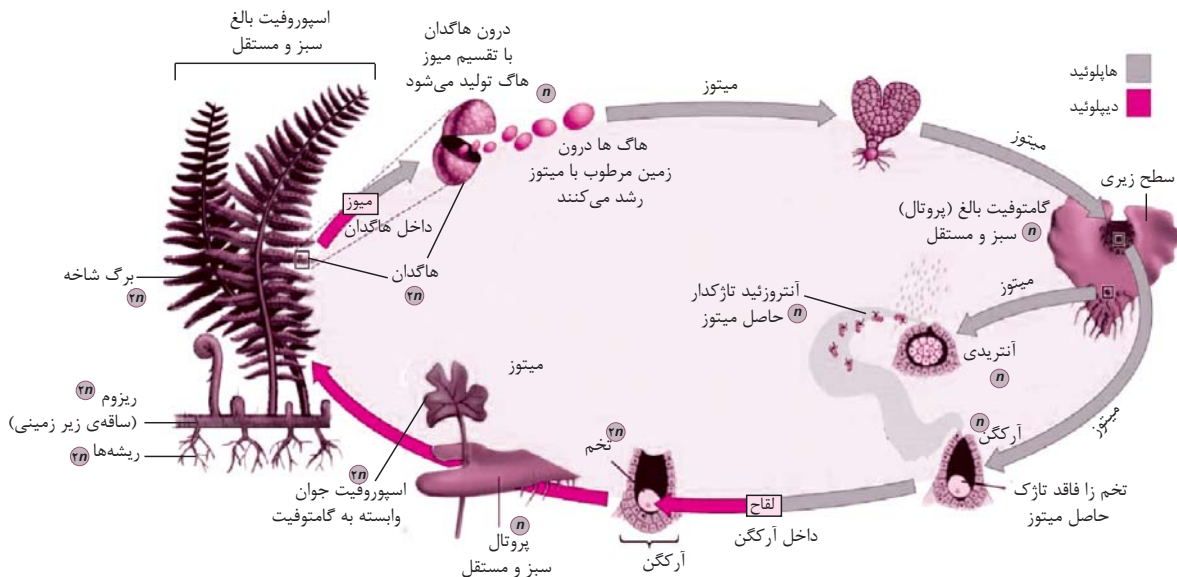
۲. خزها گیاهان کوچکی و دارای پیکر ساده‌ای هستند. فاقد ریشه، ساقه، برگ و بافت آوندی هستند. خزها فاقد تار کشنده، فاقد نوار کاسپاری، فاقد روزنه‌ی آبی و هوایی، فاقد دایره‌ی محیطیه و فشار ریشه‌ای هستند. فاقد سلول‌های لیگنین‌دار هستند. این گیاهان مواد غذایی و آب را از راه انتشار و اسمز از سلولی به سلول دیگر منتقل می‌کنند و بیش‌تر در محل‌های مرطوب زندگی می‌کنند.



۳. گامتوفیت خزّه همان گیاه اصلی است که شامل محور ساقه مانند (n) و ضمائم برگ مانند (n) و ضمائم ریشه مانند (n) و آنترییدی در گامتوفیت نر و آرگن در گامتوفیت ماده است که تمام اجزاء هاپلوئیدند.
 ۴. گامتوفیت خزّه‌ها (گیاهان بدون آوندی) سبز و فتوسنتزکننده است و بزرگ تر و مستقل از اسپوروفیت است.
 ۵. خزّه گیان دو نوع گامتوفیت نر و ماده دارند که در رأس گامتوفیت نر چند ساختار پرسلولی هاپلوئید به نام **آنترییدی** و در رأس گامتوفیت ماده **چند ساختار پرسلولی هاپلوئید به نام آرگن** ایجاد می شود.
 ۶. آنترییدی ساختار پرسلولی هاپلوئید است که با تقسیم میتوز ایجاد چندین عدد آنترزوئید دو تاژک (از یک نوع) می کند و آرگن با تقسیم میتوز ایجاد تخمزا (گامت ماده) می کند. تخمزا فاقد تاژک است.
 ۷. بعد از رسیدن آنترییدی دهانه‌ی آن باز می شود و آنترزوئیدهای دو تاژک آزاد می شوند و دارای سانتیریول می باشد که در آب شنا می کنند (جنیش فعال از نوع تاکتیکی القائی است) و با تخمزا در داخل آرگن لقاح می دهند.
 ۸. از لقاح آنترزوئید و تخمزا در داخل آرگن سلول تخم تشکیل می شود و تخم در داخل آرگن در رأس گامتوفیت ماده رشد خود را آغاز می کند و از رویش تخم بخش اسپوروفیتی خزّه ایجاد می شود.
 ۹. اسپوروفیت خزّه شامل تار (2n) و بخش کپسول مانند به نام هاگدان که دیپلوئید است، می باشد. اسپوروفیت خزّه فتوسنتز نمی کند یعنی کلروپلاست ندارد و وابستگی کامل به گامتوفیت ماده دارد.
 - در اسپوروفیت خزّه، در داخل هاگدان (کپسول) سلول های مادر هاگ با تقسیم میوز سلول های هاگ هاپلوئیدی ایجاد می کنند. هاگها فاقد تاژک هستند و پس از رسیدن هاگها کپسول به علت خشکی هوا به صورت غیرفعال باز می شود و هاگها در اثر باد به اطراف پخش می شوند (جنیش غیرفعال) و از رویش هر هاگ روی زمین مرطوب گامتوفیت سبز رنگ ایجاد می شود.
- ۱۰. در خزّه‌ها (گیاهان بدون آوندی) تنها گیاهانی هستند که:**
۱۱. ۱ - اسپوروفیت بالغ خزّه فتوسنتز نمی کند. یعنی در خزّه سلول های دیپلوئید کلروپلاست، تیلاکوئید، گرانوم، چرخه‌ی کالوین، تثبیت دی اکسید کربن، $NADP^+$ ندارند. ۲ - اسپوروفیت بالغ به گامتوفیت پیوسته باقی می ماند. ۳ - اسپوروفیت کوچک تر از گامتوفیت است. ۴ - تراکئید ندارند. سلول های لیگنین دار (چوبی) ندارند. ۵ - گیاه اصلی هاپلوئید است پس گیاه اصلی آن کروموزوم همتا و جهش مضاعف شدن ندارند. ۶ - گیاه اصلی گامتوفیت است. ۷ - گیاه اصلی از رشد هاگ ایجاد می شود.
 ۱۲. در گیاهان ضمن تقسیم میوز هاگ تولید می شود (نه گامت) و تقسیم میوز و تشکیل تتراد و کراسینگ اور و جداشدن کروموزوم های همتا و قانون اول مندل درون هاگدان رخ می دهد (نه در داخل آنترییدی و آرگن). توجه کنید که آنترییدی و آرگن هاپلوئید هستند و درون هر کدام از آنها با میتوز فقط یک نوع گامت ایجاد می شود. درون آنترییدی و آرگن تقسیم میوز، تتراد، کراس، جدا شدن کروموزوم های همتا رخ نمی دهد. سلول های هاپلوئید درون هاگدان برخلاف سلول های درون آنترییدی متنوع اند یعنی درون هاگدان نوترکیبی بدون پیدایش الل جدید ممکن است.
- ۱۳. مقایسه‌ی خزّه و کاهوی دریایی:**
- ۱ - در خزّه سلول های حاصل از میوز (هاگ) فاقد تاژک هستند ولی در کاهوی دریایی سلول های حاصل از میوز تاژک دارند
 - ۲ - در خزّه سلول تخم رشد خود را در بخش گامتوفیت آغاز می کند ولی در کاهوی دریایی رشد تخم خارج از بخش گامتوفیت است. ۳ - در خزّه سلول های فتوسنتزکننده فقط هاپلوئیدند و سلول دیپلوئید فتوسنتزکننده یافت نمی شود ولی در کاهوی دریایی سلول های فتوسنتزکننده می توانند هاپلوئید یا دیپلوئید باشند. ۴ - در خزّه گامت ماده تاژک ندارد ولی در کاهوی دریایی همه‌ی گامتها تاژک دارند. ۵ - در خزّه از رشد تخم سلول فتوسنتزکننده ایجاد نمی شود ولی در کاهوی دریایی از رشد تخم سلول های فتوسنتزکننده ایجاد می شود. ۶ - در خزّه سلول تاژکدار فقط حاصل میتوز است ولی در کاهوی دریایی می تواند حاصل میتوز یا میوز باشد.

نهان‌زادان آوندی (مانند سرخس):

از گیاهان ابتدایی است، سانتیریول دارد، اسپوروفیت گیاهان آوندی بزرگ‌تر از گامتوفیت آن‌هاست. سرخس‌ها رشد پسین ندارند.



هاگینه‌های پشت برگ‌های سرخس

۱. این گیاهان بافت آوندی چوب و آبکش دارند و آوند چوبی آن‌ها از نوع تراکئید که سلول‌های آن باریک با انتهای مخروطی است. سلول‌های تراکئید مرده و فاقد هسته‌اند تراکئید علاوه‌بر انتقال شیره‌ی خام **در استحکام** سرخس هم نقش دارد. سرخس‌ها عناصر آوندی ندارند. مانند خزه‌گیان بیش‌تر در مناطق مرطوب و سایه‌دار گسترش دارند، زیرا تولیدمثل جنسی آن‌ها فقط در حضور آب انجام می‌گیرد و سانتیریول دارند. سرخس همانند خزه تولیدمثل غیرجنسی دارد.

۲. گیاه اصلی سرخس اسپوروفیت و دیپلوئید است که شامل:

۱. ریشه‌ها (2n). ۲. ساقه زیرزمینی (ریزوم) دیپلوئید است توانایی فتوسنتز ندارد. ۳. برگ شاخه‌ها (2n). ۴. هاگ‌دان (2n) است که هر دسته از هاگ‌دان‌ها یک هاگینه را تشکیل می‌دهد. اسپوروفیت بعضی از سرخس‌ها به بزرگی یک درخت است. ریشه و ریزوم فتوسنتز نمی‌کند. فتوسنتز در برگ شاخه‌ها است. برگ شاخه‌ی سرخس توانایی تولید گامت را ندارد.
۳. اسپوروفیت بالغ سرخس سبز رنگ است و زندگی مستقل دارد. هاگینه‌ها در سطح پشتی برگ شاخه‌ها قرار دارند و در داخل هاگ‌دان سلول‌های مادر هاگ با تقسیم میوز تولید هاگ (اسپور) هاپلوئید می‌کنند.
۴. پس از پاره‌شدن هاگ‌دان‌ها، هاگ‌ها رها شده و هاگ‌ها روی زمین مرطوب با تقسیم میوز رشد می‌کنند و گامتوفیت سبز رنگ کوچک به نام **پروتال** ایجاد می‌کنند که زندگی مستقل دارد.
۵. **گامتوفیت سرخس را پروتال می‌گویند** که صفحه قلبی شکل سبز رنگی است که اندازه‌ی آن کم‌تر از یک سانتی‌متر است. پروتال بافت هاپلوئید فتوسنتزکننده است و هیچ وابستگی به اسپوروفیت ندارد و از تقسیم میوز هاگ تولید می‌شود. و در سطح زیرین پروتال با تقسیم میوز ابتدا آنتریدی و سپس آرگنن به وجود می‌آیند. پروتال سرخس میوز، تتراد، کراسینگ‌اور، جدا شدن کروموزوم هم‌تا ندارد.



۶. آرگن بافت هاپلوئید یعنی جزء بخش گامتوفیت است، که با تقسیم میتوز (نه با میوز) ایجاد تخم‌زا (گامت ماده) می‌کند و درون آنتریدی با تقسیم میتوز (نه با میوز) آنتروزوئید تاژک‌دار ایجاد می‌شود که آنتروزوئید در آب شنا می‌کند (جنیش فعال، القایی، تاکتیکی است) و با تخم‌زا در داخل آرگن لقاح می‌دهد و داخل آرگن تخم دیپلوئید تشکیل می‌شود.
۷. زیگوت در بخش گامتوفیت رشد خود را آغاز می‌کند.
۸. از رویش تخم در داخل آرگن، اسپوروفیت جوان ایجاد می‌شود که اسپوروفیت جوان در ابتدا وابسته به گامتوفیت (پروتال) است ولی بعد از بالغ شدن زندگی مستقل پیدا می‌کند.
۹. نهان‌زادان آوندی (سرخس) تنها گیاهانی هستند که یک نوع گامتوفیت دارند و گامتوفیت‌شان هم توانایی تولید آنتریدی و هم آرگن را دارد. یعنی هم گامت نر و هم گامت ماده تولید می‌کنند
۱۰. نهان‌زادان آوندی (سرخس) تنها گیاهانی هستند که هم اسپوروفیت و هم گامتوفیت توانایی فتوسنتز دارد. گامتوفیت سرخس هیچ وابستگی به اسپوروفیت ندارد ولی اسپوروفیت جوان آن در مراحل ابتدایی وابسته به گامتوفیت (پروتال) است ولی اسپوروفیت بالغ مستقل از گامتوفیت است.
۱۱. در سرخس و کاهوی دریایی هم اسپوروفیت و هم گامتوفیت سبز رنگ و فتوسنتز کننده است. البته در کاهوی دریایی اسپوروفیت و گامتوفیت هیچ وابستگی غذایی به هم ندارند. ولی در سرخس اسپوروفیت جوان وابسته به گامتوفیت است.
۱۲. اسپوروفیت بالغ خزه و سرخس در داشتن هاگ‌دان با هم مشترک هستند. در خز، تار ایجاد هاگ‌دان می‌کند ولی در سرخس هاگ‌دان توسط برگ شاخه ایجاد می‌شود. بنابراین تار خز همتای برگ شاخه سرخس است.
۱۳. در خز و سرخس و کاهوی دریایی برخلاف گیاهان پیشرفته (بازدانگان و نهان‌دانگان) از رشد هاگ گامتوفیت سبز ایجاد می‌شود: گامتوفیت این‌ها هیچ وابستگی به اسپوروفیت ندارد. و سلول‌های فتوسنتز کننده کلروپلاست‌دار دارند. یعنی گامتوفیت خز و سرخس و کاهوی دریایی می‌تواند اکسیژن تولید کند و در چرخه کالوین با آنزیم روبیسکو می‌توانند، دی اکسید کربن را به قند تبدیل کنند.
۱۴. مقایسه‌ی خز و سرخس:
- ۱ - در خز سلول‌های فتوسنتز کننده فقط هاپلوئیدند ولی در سرخس سلول‌های فتوسنتز کننده هاپلوئید یا دیپلوئید هستند. ۲ - خز ریشه، ساقه، برگ ندارد آوند ندارد یعنی سلول‌های لیگنین‌دار ندارد. ولی در سرخس تراکئید وجود دارد که به استحکام گیاه کمک می‌کند. ۳ - خز دو نوع گامتوفیت دارد ولی سرخس یک نوع گامتوفیت دارد. ۴ - در خز اسپوروفیت بالغ وابسته به گامتوفیت است ولی در سرخس اسپوروفیت بالغ مستقل از گامتوفیت است.
۱۵. هر گیاه سانتیریول‌دار (خزه و سرخس) قطعاً ابتدایی است. ۱ - قطعاً گامتوفیت سبز و مستقل دارد و گامتوفیت هیچ وابستگی به اسپوروفیت ندارد. قطعاً رشد پسین ندارند، رویان واجد لپه ندارند، تخمک و کیسه‌ی گرده و لوله‌ی گرده ندارد عناصر آوندی و لقاح مضاعف ندارند. ۲ - می‌تواند فاقد آوند باشد و اسپوروفیت فتوسنتز کننده نداشته‌باشد (خزه) و یا می‌تواند آوندی باشد. (سرخس)

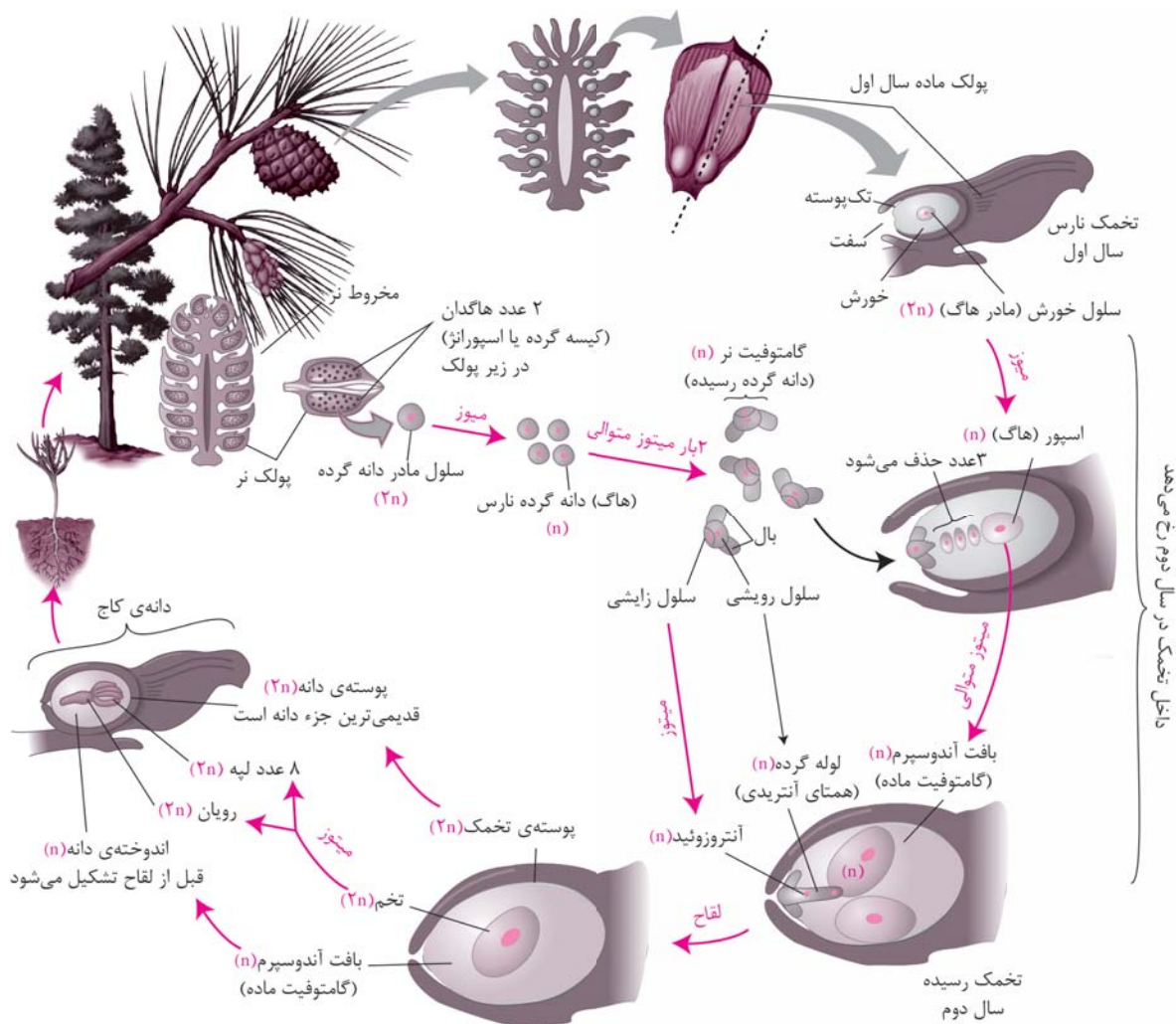
نوع گیاه	مثال	سانتیریول و گامت نر تاژک‌دار	آب سطحی برای لقاح	گامتوفیت	محل رشد هاگ و تولید گامتوفیت	دانه
ابتدایی (بدون دانه)	بدون آوند: خز آوندی: سرخس	دارند	نیاز دارند	بزرگ و سبز مستقل	روی زمین مرطوب خارج از هاگ‌دان	ندارند
پیشرفته (دانه‌دار)	بازدانگان و نهان‌دانگان	ندارند	نیاز ندارند	بسیار کوچک و وابسته به اسپوروفیت	داخل هاگ‌دان در بخش اسپوروفیتی	دارند

بخش‌های تولیدمثلی بازدانگان در مخروط‌ها ایجاد می‌شود:

گیاهان دانه‌دار موفق‌ترین گیاهان برای زندگی در خشکی هستند. سهمی از این موفقیت مربوط به بخش‌های تخصص یافته‌ای است که به منظور نمو دانه در این گیاهان به وجود می‌آید. این بخش‌ها در بازدانگان مخروط نام دارند. **مخروط‌ها اجتماعی از برگ‌های تغییرشکل‌یافته‌ای هستند که پولک نامیده می‌شوند. در بسیاری از بازدانگان مخروط‌های نر و ماده روی یک گیاه ساخته می‌شوند.**



۱. بازدانگان گیاهان دانه‌دار و پیشرفته هستند. سانتیوپول ندارند. چند ساله چوبی هستند. رشد پسین (قطری) دارند. تراکئید دارند ولی عناصر آوندی ندارند. آرگن دارند ولی آنتریدی ندارند. گل‌دار نیستند.



طریقه تولیدگامت نر در دانه گرده :

۱ - کیسه‌های گرده (هاگ‌دان) زیر پولک‌های مخروط نر قرار دارند. مخروط‌های نر از ماده کوچک‌ترند و در شاخه‌های بالایی قرار دارند. ۲ - درون کیسه‌های گرده سلول‌های مادر دانه گرده با تقسیم میوز ۴ - عدد دانه گرده نارس (هاگ) ایجاد می‌کنند ۳ - هر دانه گرده نارس در داخل کیسه گرده به طور پی در پی دو مرحله تقسیم میوز (۳ بار میوز و عبور از ۹ نقطه‌ی واریسی) انجام می‌دهد و



دانه گرده رسیده (گامتوفیت نر) را تولید می‌کند که بعداً اطراف آن‌ها را پوسته‌های سختی فرا می‌گیرد.



۱. اجزای دانه گرده رسیده (گامتوفیت نر) کاج شامل:

- ۱- دو عدد پوسته ۲ - دو عدد بال که از فاصله گرفتن پوسته‌های خارجی و داخلی دانه گرده ایجاد می‌شود. ۳ - چهار عدد سلول هاپلوئید (دو عدد پروتالی، یک عدد رویشی و یک عدد زایشی)، سلول رویشی، بعد از گرده‌افشانی از رشد آن (نه میتوز) لوله گرده ایجاد می‌شود. و دیگری سلول زایشی است که بعد از گرده‌افشانی خارج از کیسه‌ی گرده در داخل لوله گرده با تقسیم میتوز دوگامت نر (از یک نوع) ایجاد می‌کند. گامت‌ها فاقد تاژک و سانتیریول هستند و حاصل مستقیم میتوز هستند.
۲. در کاج تولید گامتوفیت نر داخل هاگ‌دان یعنی در بخش اسپوروفیتی است ولی تولید آنترزوئید خارج از هاگ‌دان بعد از گرده‌افشانی در داخل لوله‌ی گرده است. دقت کنید که دانه گرده نارس همان هاگ نر است که حاصل مستقیم میوز است و تک‌سلولی است و عدد کروموزومی آن با سلول مولدش متفاوت است. ولی دانه گرده رسیده همان گامتوفیت نر است که حاصل مستقیم تقسیم میتوز است و ۴ سلولی است.
۳. سلول رویشی و زایشی هاپلوئید هستند و جزء گامتوفیت نر محسوب می‌شوند. توانایی انجام فتوسنتز را ندارند. در یک دانه گرده رسیده ژنوتیپ سلول رویشی و زایشی یکسان است. چون حاصل تقسیم میتوز هستند.
۴. توجه کنید که تمام سلول‌های مولد هاگ در یک پولک ژنوتیپ یکسان دارند ولی دانه‌های گرده نارس (هاگ) واقع در یک کیسه گرده لزوماً ژنوتیپ یکسان ندارند چون حاصل تقسیم میوز هستند. توجه کنید که تمام سلول‌های یک دانه‌ی گرده رسیده ژنوتیپ یکسان دارند.
۵. در گیاهان دانه‌دار (پیشرفته) رشد هاگ و تولید گامتوفیت در بخش اسپوروفیتی و درون هاگ‌دان است ولی در گیاهان ابتدایی (خزه و سرخس) رشد هاگ و رشد گامتوفیت در خارج از هاگ‌دان در روی زمین مرطوب است.

مثال ۱: مخروط نر کاج $AaBB$ و مخروط ماده $AABb$ است. کدام یک به ترتیب ژنوتیپ هسته زایشی و کدام هسته رویشی در یک دانه گرده است؟

(۱) Ab و Ab (۲) AB و aB (۳) aB و aB (۴) aB و AB

جواب: گزینه ۳، چون ژنوتیپ سلول رویشی و زایشی در یک دانه گرده با هم یکسان است.

مثال ۲: کاج $2n=40$ است هر دانه گرده نارس و هر دانه گرده رسیده آن چند کروموزوم دارد؟

جواب: دانه گرده نارس $n=20$ کروموزوم دارد و هر دانه‌ی گرده رسیده دارای ۴ سلول هاپلوئید است یعنی ۸۰ کروموزوم دارد.

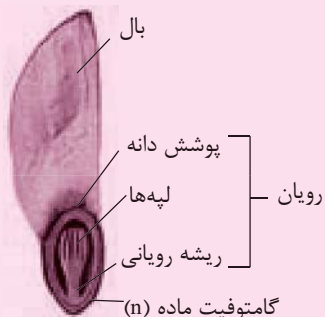
طریقه‌ی به وجود آمدن تخم‌زا درون تخمک

هر پولک ماده کاج دو عدد تخمک (هاگ‌دان ماده) دارد که ۱- تخمک‌ها در سطح بالایی پولک‌های مخروط ماده تشکیل می‌شوند. ۲- هر تخمک نارس سال اول شامل یک عدد پوسته $2n$ و پارانشیم خورش $2n$ و منفذی بنام سفت است. ۳- در دومین سال تشکیل تخمک‌ها، یکی از سلول‌های پارانشیم خورش درون تخمک (هاگ‌دان) با تقسیم میوز چهار سلول ایجاد می‌کند که سه عدد حذف شده و یک عدد سلول بزرگ‌تر باقی می‌ماند و تولید هاگ می‌کند. ۴- سلول باقی‌مانده در داخل تخمک با تقسیم میتوز متوالی بافتی هاپلوئید به نام آندوسپرم (گامتوفیت ماده) را ایجاد می‌کند ۵- روی این بافت چند عدد ساختار هاپلوئید به نام آرگن ایجاد می‌شود. ۶- در هر آرگن با تقسیم میتوز یک سلول تخم‌زا به وجود می‌آید.



۱. اجزای تخمک نارس کاج: یک عدد پوسته $(2n)$ + بافت خورش $(2n)$ + منفذ سفت
۲. اجزای تخمک رسیده کاج: یک عدد پوسته $(2n)$ + بافت خورش $(2n)$ + منفذ سفت + اندوسپرم که همان گامتوفیت ماده است که روی این بافت چند عدد آرگن (n) و درون هر آرگن یک عدد تخم‌زا (n) وجود دارد.
۳. اندوسپرم: اندوسپرم همان گامتوفیت ماده کاج است که بافت هاپلوئید پر سلولی است که درون تخمک (هاگ‌دان ماده) از تقسیم میتوز هاگ ماده در سال دوم به وجود می‌آید. اندوسپرم همتای پروتال سرخس است که با تقسیم میتوز (نه میوز) تولید گامت می‌کند اندوسپرم بر خلاف پروتال سرخس فتوستنز انجام نمی‌دهد. و وابستگی کامل به اسپوروفیت دارد.
۴. هر پولک ماده دو عدد تخمک دارد که ژنوتیپ پوسته و تمام سلول‌های خورش داخل همه‌ی تخمک‌های مخروط با هم یکسان است ولی ژنوتیپ هاگ و اندوسپرم هر تخمک با تخمک دیگر لزوماً یکسان نیست.
۵. هنگام گرده‌افشانی دانه گرده رسیده (گامتوفیت نر) روی پولک ماده قرار می‌گیرد و از رشد سلول رویشی، لوله گرده ایجاد می‌شود و سلول زایشی درون لوله گرده با تقسیم میتوز دو عدد آنتروزوئید ایجاد می‌کند و گامت نر با سلول تخم‌زا در داخل آرگن لقاح انجام می‌دهد و ایجاد سلول تخم دیپلوئید می‌کند. گیاهان پیشرفته برخلاف گیاهان ابتدائی آنتریدی ندارند. لوله‌ی گرده‌ی آن‌ها همتای آنتریدی است.
۶. دانه کاج حاصل تغییر تخمک لقاح‌یافته (هاگ‌دان) است که شامل:

۱- یک عدد بال $(2n)$



- ۲- یک عدد پوسته $2n$: که همان پوسته تخمک است و باقی مانده اسپوروفیت قدیمی است و قدیمی‌ترین جزء دانه است. پوسته‌ی دانه قبل از لقاح در سال اول به وجود آمده است.
- ۳- اندوخته‌ی دانه: که همان اندوسپرم یا گامتوفیت ماده است که بافت هاپلوئید است که در سال دوم ولی قبل از لقاح به وجود آمده‌است و ژنوتیپ آن شبیه یکی از گامت ماده است.

- ۴- رویان: که دیپلوئید است و از رشد و نمو تخم تشکیل می‌شود. دانه‌ی بازدانگان دو یا بیش از دو لپه دارند. لپه همان برگ تغییرشکل‌یافته است. در یک دانه ژنوتیپ رویان و لپه قطعاً یکسان است چون منشاء مشترک دارند. نقش لپه انتقال اندوخته به رویان است. دانه‌ی کاج هشت عدد لپه دارد.
۷. در بازدانگان همانند نهان‌دانگان گامتوفیت وابستگی کامل به اسپوروفیت قدیمی دارد. در بازدانگان بر خلاف نهان‌دانگان، رویان (اسپوروفیت جوان) در مرحله‌ی رویانی در داخل دانه وابسته به گامتوفیت است چون اسپوروفیت نابالغ از اندوسپرم که هاپلوئید است تغذیه می‌کند. ولی اسپوروفیت جوان نهان‌دانگان مستقل از گامتوفیت است.
۸. گیاهی که بیش از دو لپه دارد قطعاً بازدانه است و دانه‌ی گرده‌ی آن چهار سلولی است، تخمک آن یک پوسته دارد و اندوخته دانه (ماده‌ی مغذی دانه) آن هاپلوئید است و قبل از لقاح به وجود می‌آید. گامتوفیت آن وابستگی کامل به اسپوروفیت دارد و گامتوفیت آن فتوستنز انجام نمی‌دهد. و اسپوروفیت جوان آن در مرحله‌ی رویانی در داخل دانه وابسته به گامتوفیت است. توجه کنید که دانه‌ی آن که دو عدد لپه دارد می‌تواند بازدانه یا نهان دانه باشد. تخمک یک پوسته‌ای برخلاف تخمک دو پوسته‌ای توانایی تولید آرگن دارد و با دانه‌ی گرده‌ی ۴ سلولی بارور می‌شود.

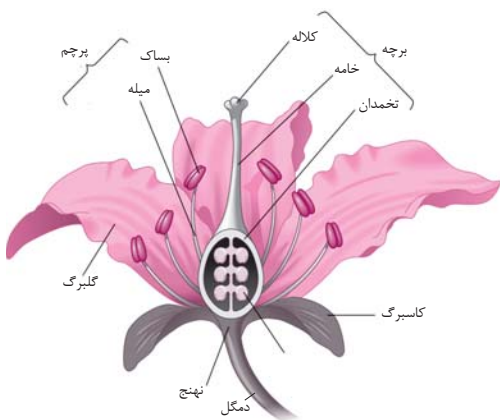


گیاهان دانه‌دار (بازدانگان و نهان‌دانگان) برخلاف گیاهان ابتدایی:

- ۱ - گامتوفیت بسیار کوچک دارند، به طوری که برای دیدن آن باید از میکروسکوپ استفاده کرد.
- ۲ - در گیاهان پیشرفته (بازدانگان و نهان‌دانگان) هاگ در بافت‌های اسپوروفیت (درون‌هاگ‌دان) باقی می‌مانند، و رشد خود را درون‌هاگ‌دان (در بخش اسپوروفیتی) آغاز می‌کند یعنی تبدیل هاگ به گامتوفیت‌های نر و ماده درون‌هاگ‌دان (در بخش اسپوروفیتی است) بنابراین گامتوفیت درون بخش اسپوروفیت به وجود می‌آید و وابستگی کامل به اسپوروفیت دارد. ولی در گیاهان ابتدایی هاگ خارج از هاگ‌دان روی زمین مرطوب یعنی خارج از بخش اسپوروفیت رشد خود را آغاز می‌کند. یعنی گامتوفیت خارج از بخش اسپوروفیت به وجود می‌آید و گامتوفیت هیچ وابستگی غذایی به اسپوروفیت ندارد.
- ۳ - در گیاهان دانه دار، گامتوفیت توانایی فتوسنتز ندارد و وابستگی کامل به اسپوروفیت دارد. یعنی سلول‌هاپلوئید فتوسنتزکننده ندارند. ولی در گیاهان ابتدایی دوره‌ی گامتوفیتی فتوسنتزکننده است و هیچ وابستگی غذایی به اسپوروفیت ندارد.
- ۴ - **در گیاهان دانه‌دار، گامتوفیت دارای تعداد کمی سلول است.** گامتوفیت نر گیاهان دانه‌دار به دانه‌ی گرده تمایز یافته است. گامتوفیت ماده نیز در تخمک که بخشی از اسپوروفیت است، تمایز می‌یابد. ولی گیاهان ابتدایی دانه‌ی گرده و لوله‌ی گرده و تخمک ندارند.
- ۵ - در گیاهان پیشرفته بعد از لقاح، تخمک (هاگ‌دان ماده) و محتویات آن به دانه تبدیل می‌شود. ولی گیاهان ابتدایی دانه و رویان واجد لپه ندارند.
- ۶ - در گیاهان دانه‌دار باد یا جانوران دانه‌های گرده را به بخش‌های حاوی تخمک می‌برند. انتقال دانه‌های گرده از بخش‌های نر یک گیاه به بخش‌های ماده گرده‌افشانی نام دارد. این گیاهان برای لقاح به آب سطحی نیاز ندارند. هنگامی که دانه‌ی گرده به بخش تولیدمثلی ماده‌ی سازگار یا مناسب می‌رسد، لوله‌ای از آن خارج می‌شود. این لوله که لوله‌ی گرده نام دارد، از دانه‌ی گرده به سمت تخمک رشد می‌کند و گامت‌های نر را که درون لوله‌ی گرده تولید شده‌اند، به سمت تخمک می‌برد. گیاهان ابتدایی گرده‌افشانی ندارند.
- ۷ - در گیاهان دانه‌دار، سانتیریول وجود ندارد و آنتروئید درون لوله‌ی گرده به وجود می‌آید گیاهان دانه دار آنتریدی ندارند. ولی در گیاهان ابتدایی سانتیریول دارند و آنتروئید درون آنتریدی به وجود می‌آید.
- ۸ - در گیاهان دانه‌دار رویان و لپه وجود دارد ولی گیاهان ابتدایی رویان واجد لپه ندارند، رشد پسین ندارند.
- ۹ - هر گیاهی که رشد پسین دارد، گامتوفیت سبز ندارد، هاگ درون بخش اسپوروفیت (کیسه‌ی گرده یا تخمک) رشد خود را آغاز می‌کند یعنی هر گیاهی که کیسه‌ی گرده، دانه‌ی گرده، لوله‌ی گرده، تخمک دارد قطعاً پیشرفته است و فاقد سانتیریول است. همه‌ی گیاهان پیشرفته دو نوع گامتوفیت دارند یعنی از رشد هر هاگ، گامتوفیت نر یا ماده به وجود می‌آید. برخی رشد پسین دارند (گیاهان چوبی) برخی ندارند. برخی آرکگن دارند (بازدانگان)، برخی آرکگن ندارند (نهان‌دانگان)
- ۱۰ - هر گیاهی که گامتوفیت سبز (خزه و سرخس) دارد، قطعاً ابتدایی و سانتیریول دارد، هاگ خارج از بخش اسپوروفیت رشد خود را آغاز می‌کند و تخم درون بخش گامتوفیت (آرکگن) آغاز می‌کند همه‌ی گیاهان ابتدایی آنتریدی و آرکگن دارند برخی یک نوع گامتوفیت (سرخس) و برخی دو نوع گامتوفیت دارند (خزه). هر گیاه سانتیریول دار (خزه و سرخس) قطعاً رویان واجد لپه ندارد، رشد پسین، تخمک، لوله‌ی گرده و دانه‌ی گرده ندارد.
- ۱۱ - در همه‌ی گیاهان آرکگن دار (خزه - سرخس - بازدانه) اسپوروفیت جوان وابسته به گامتوفیت است و می‌توانند فاقد سانتیریول باشند (بازدانه).
- ۱۲ - گیاهان ابتدایی می‌توانند فاقد سلول لیگنینی باشند (خزه) و یا می‌توانند سلول لیگنین‌دار داشته‌باشند (آوند چوبی سرخس)
- ۱۳ - گیاهان ابتدایی می‌توانند گامتوفیت دو جنسه داشته‌باشند (پروتال سرخس) و یا گامتوفیت تک‌جنسه داشته‌باشند. (گامتوفیت خزه)
- ۱۴ - در گیاهان برخلاف کاهوی دریایی رشد تخم در بخش‌های داخل گیاه صورت می‌گیرد درحالی‌که در کاهوی دریایی رشد تخم روی زمین صورت می‌گیرد.
- ۱۵ - هر گیاهی که فاقد آرکگن است قطعاً نهان‌دانه است و دارای دانه‌ی گرده‌ی ۲ سلولی و تخمک دو پوسته‌ای است.



بخش‌های تولیدمثلی نهان‌دانگان درون گل‌ها ایجاد می‌شود



ساختار کلی یک گل

گامتوفیت‌های نهان‌دانگان در گل‌ها تمایز می‌یابند. بخش‌های مختلف گل کامل روی چهار حلقه‌ی هم مرکز قرار دارند. این چهار حلقه از طریق بخشی به نام نهنج به دمگل متصل‌اند.

۱ - حلقه اول: در خارجی‌ترین حلقه‌ی گل یک یا چند کاسبرگ قرار دارد. کاسبرگ‌ها وظیفه‌ی حفاظت از غنچه‌های گل را برعهده دارند.

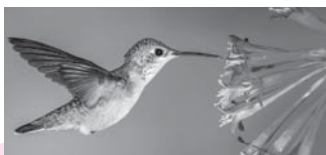
۲ - دومین حلقه‌ی گل شامل گلبرگ‌هاست. نقش گلبرگ‌ها، خصوصاً گلبرگ‌های رنگین جلب جانوران گرده‌افشان است.

۳ - سومین حلقه‌ی گل حاوی پرچم‌هاست که دانه‌های گرده را به وجود می‌آورند. هر پرچم معمولاً از یک میله‌ی رشته‌مانند و بساک تشکیل شده‌است. بساک در بالای میله‌ی پرچم قرار دارد و در آن کیسه‌های گرده ایجاد می‌شوند.

۴ - در چهارمین حلقه که داخلی‌ترین حلقه‌ی گل است، مادگی قرار دارد. مادگی از یک یا چند برچه ساخته شده‌است. هر برچه شامل کلاله، خامه و تخمدان است، تخمدان بخش متورم انتهایی برچه است. معمولاً از تخمدان پایه‌ای به نام خامه رشد می‌کند. انتهای خامه معمولاً متورم و چسبناک است و کلاله نام دارد.



۱. گلی که هر چهار حلقه را دارد گل کامل و گلی که فاقد یک یا چند تا از این حلقه‌هاست، گل ناکامل نامیده می‌شود. گلی که حلقه‌های پرچم و مادگی را دارد گل دوجنسی و گلی که فقط یکی از این حلقه‌ها را دارد، گل یک جنسی نامیده می‌شود.
۲. گیاه لاله عباسی و نخود فرنگی گل کامل هستند و همه‌ی گل‌های کامل دو جنسی‌اند.



گل‌ها و گرده‌افشان‌ها



۱. بسیاری از گل‌ها، گلبرگ‌هایی با رنگ‌های درخشان، شهد، بوهای قوی و شکل‌هایی جذاب برای جانوران گرده‌افشان، نظیر حشره‌ها، پرندگان و خفاش‌ها دارند و آن‌ها را به سمت خود می‌کشند.
۲. گل‌ها منبع غذایی جانوران گرده‌افشان هستند؛ مثلاً زنبورها شیره‌ی گل را می‌خورند و از گرده‌ها برای تغذیه‌ی نوزادان خود استفاده می‌کنند (دانه‌های گرده منبع غنی پروتئین برای زنبورها هستند) زنبورها با این عمل دانه‌های گرده را از یک گل به گل دیگر منتقل می‌کنند. زنبورها معمولاً گرده‌افشانی گل‌های آبی، یا زرد را انجام می‌دهند.
۳. زنبورها ابتدا گل‌ها را با استفاده از بوی آن‌ها (گیرنده شیمیایی) و سپس از طریق رنگ و شکل (گیرنده نوری) شناسایی می‌کنند.
۴. حشره‌هایی که در شب تغذیه می‌کنند به سمت گل‌های سفید رنگ و دارای رایحه‌ی قوی می‌روند.

گرده‌افشانی با کمک جانوران



گرده‌افشانی با کمک باد

- رنگ سفید این گل‌ها یافتن آن‌ها را در نور بسیار کم شب آسان می‌کند.
۵. **انواع مگس‌ها** گرده‌های گل‌هایی را که بویی شبیه بوی گوشت گندیده دارند، می‌افشانند
 ۶. پرنندگان نیز به گرده‌افشانی کمک می‌کنند. **مرغ شه‌خوار** نمونه‌ای از این پرنندگان است.
 ۷. **خفاش گل‌های سفیدی** را که در شب باز می‌شوند گرده‌افشانی می‌کند.
 ۸. گرده‌افشانی بسیاری از گل‌ها، مانند انواع چمن و بلوط را باد انجام می‌دهد. گل‌هایی که گرده‌افشانی آن‌ها را باد انجام می‌دهد، معمولاً کوچک و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره هستند.
 ۹. چمن و بلوط و بید گل ناکامل هستند و با باد گرده‌افشانی می‌کنند برای همین پرچم و دانه‌های گرده فراوانی دارند. و معمولاً این نوع گل‌ها فاقد حلقه اول و دوم گل هستند.

نهان‌دانگان:

- ۱ - **تک لپه‌ای:** گندم، ذرت، برنج، نخل، پیاز، نرگس، لاله جو دوسر (یولاف)
- ۲ - **دو لپه‌ای:** تیره پروانه‌واران (نخود، لوبیا، عدس، بادام زمینی، یونجه، شبدر، باقلا) کلم (براسیکا او لراسه)



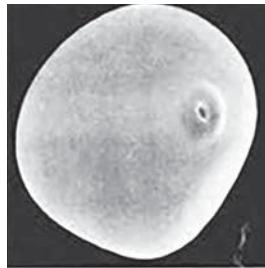
۱. نهان‌دانگان گیاهان پیشرفته و گل‌دار هستند سانتریول ندارند. آنتریدی و آرگن ندارند. گامت نر آن‌ها تاژک ندارد. اندوخته دانه بعد از لقاح تشکیل می‌شود. دو نوع آوند چوبی دارند. یعنی هم تراکتید و هم عناصر آوندی دارند. عناصر آوندی از تراکتیدها گشادترند و در پایانه خود دارای منافذ بزرگی هستند.

طریقه تولیدگامت نر در دانه گرده:

- ۱ - درنهان‌دانگان هر پرچم دارای یک میله (۲n) و بساک (۲n) است. ۲ - در هر بساک، ۴ عدد کیسه گرده (هاگ‌دان ۲n) وجود دارد. ۳ - درون هر هاگ‌دان یک لایه‌ی مغذی وجود دارد. (جمعاً ۴ لایه‌ی مغذی در هر بساک) ۴ - هر سلول مادر هاگ در داخل کیسه گرده با تقسیم میوز ۴ عدد دانه گرده نارس (هاگ نر) ایجاد می‌کند که هاپلوئیدند. ۵ - هر دانه گرده نارس در داخل کیسه گرده باقی می‌ماند و یک عدد میتوز انجام می‌دهد و دانه گرده رسیده (گامتوفیت نر) را ایجاد می‌کند.



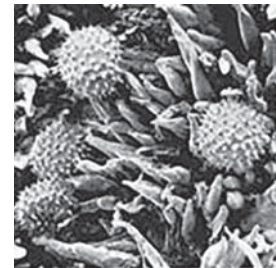
دانه‌ی گرده‌ی گیاهی از تیره‌ی شاه‌پسند



دانه‌ی گرده‌ی ذرت



دانه‌ی گرده‌ی گیاهی از تیره‌ی آفتابگردان



دانه گرده‌ی پنبه که روی کلاله قرار دارد