



## بررسی ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و مراحل تکوین اندام‌زایشی ماده در گیاه کوکب کوهی (*Rudbeckia hirta* L.)

احمد مجد<sup>۱</sup>، مینو مهاجر\*<sup>۱</sup> و پریسا جنوبی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه زیست شناسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

E-mail: minoomohajer91@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۱

### چکیده

اگرچه همه گیاهان گلدار در مراحل مشابه ریخت زایی در اندام‌های رویشی و برخی مراحل در اندام‌های زایشی مشترک هستند، اما در میان گونه‌ها و حتی درون افراد یک گونه هم امکان پاسخ‌های ناهمگن از لحاظ شرایط گل وجود دارد که، در نتیجه ی فعال‌سازی یا سرکوب بیان ژن است. شناخت مراحل نمو گل راهی مناسب برای فهم تمایز سلولی و مکانیسم‌های ژنتیکی لازم برای اندام زایی و ریخت زایی در گیاهان است. کوکب کوهی *Rudbeckia hirta* L. گونه‌ای زینتی و علفی است که، به خانواده مرکبان تعلق دارد. هدف از این پژوهش مطالعه ساختار تشریحی و بررسی برخی از مراحل تکوین گل در این گیاه است. به منظور بررسی تشریحی از بخش‌های مشخصی از ریشه، ساقه، برگ، دم‌برگ نمونه‌برداری انجام شد و در فیکساتور الکل-گلیسرین نگهداری شدند. پس از برش‌گیری و رنگ‌آمیزی به روش مضاعف کارمن زاجی و آبی متیل، نمونه‌های با میکروسکوپ نوری بررسی شدند. به منظور بررسی تکوین گل از غنچه‌های کوکب کوهی در مراحل مختلف تکوین نمونه‌برداری شد و در FAA تثبیت صورت گرفت. پس از برش‌گیری، نمونه‌ها با همتاکسیلین-اُتوزین رنگ‌آمیزی شده و با میکروسکوپ نوری بررسی شدند.

بررسی‌ها نشان داد که، ساختار نخستین و پسین ریشه، ساقه، دم‌برگ، برگ و مریستم راس ساقه، شباهت کلی با ساختار سایر اعضای خانواده مرکبان دارد. نتایج نشان دهنده تغییر ابعاد مریستم و افزایش رنگ‌پذیری آن در هنگام تحویل مریستم رویشی ساقه به مریستم‌زایشی است. شکل‌گیری پریموردیوم‌های گلچه‌ای از حاشیه به سوی مرکز می‌باشد. در مراحل تکوینی پیشرفته‌تر، مریستم هر گلچه از حاشیه به مرکز شروع به سهم بندی جدید کرده و اجزای هر گلچه را به وجود می‌آورد. در بررسی اندام‌زایشی ماده مشخص شد که، مادگی دارای دو برچه، تمکن مرکزی و یک تخمک واژگون دارای یک پوسته می‌باشد. بررسی تخمک و ایجاد کیسه رویانی الگویی عمومی و مشابه سایر گیاهان نهاندانه دو لپه از جمله دیگر گیاهان این تیره را نشان داد.

**کلیدواژه‌ها:** تیره مرکبان، کوکب کوهی، تکوین، اندام‌های رویشی، گلچه لوله‌ای، تخمک

## مقدمه

موضوع تکوین گل همچون یک راز است. هر گل با توده‌ی کوچکی از سلول‌های تمایز نیافته آغاز شده، اما سرانجام به ساختاری پیچیده تبدیل می‌شود که در آن اندام‌های متفاوت در موقعیت‌های مشخص و دقیقی قرار می‌گیرند [۱۸]. مطالعه‌ی مراحل مختلف تکوین اندام‌های رویشی و زایشی در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه واقع شده است، زیرا توسعه دانش زیست‌شناسی تکوینی و مطالعه چگونگی و مراحل تکوین اندام‌های تولید مثلی، برای حفظ گیاهان، ضروری است [۵].

کوکب کوهی با نام علمی *Rudbeckia hirta* گونه‌ای از خانواده مرکبان (Asteraceae) است. این گیاه علفی، پایا، دوساله یا چند ساله است. کوکب کوهی گیاهی بومی ایالات متحده شرقی و مرکزی است، که در نواحی مختلف ایران نیز پراکندگی دارد [۱۱ و ۱۳]. جنس *Rudbeckia* در حدود ۲۵ گونه دارد که گونه *Rudbeckia hirta* به علت دائمی بودن، دوره گلدهی طولانی و داشتن گل‌های زیبا یکی از جذابترین گونه‌های گیاهی خانواده آستراسه است و از ارزش بالایی در فضای سبز برخوردار است [۶ و ۱۳]. این گیاه بین ۳۰ سانتی متر تا حدود یک متر ارتفاع دارد. دارای ریشه راست، ساقه راست (ساده یا منشعب) و خاردار، برگ‌های تخم مرغی و یا بیضی شکل با طول ۲۰-۸ سانتی متر و خاردار، دمبرگ کشیده، براکته‌های باریک، تعداد گلبرگ‌های حدوداً ۱۴ عدد با اندازه ۴-۲ سانتی متر، اندازه سرگل ۱/۵ سانتی متر، نهنج مخروطی شکل و فندقه ۱/۸ تا ۲ میلی متر است. گل آذین این گیاه کلاپرک است [۱۳]. چون قسمت میانی این گیاه به رنگ قهوه‌ای تیره مایل

به ارغوانی است، به همین دلیل به آن سوسن چشم سیاه هم گفته می‌شود [۲]. با بررسی‌های انجام شده بر روی اسانس بخش‌های هوایی کوکب کوهی ترکیبات مهمی چون Germacrene D با خاصیت دفع حشرات و کاربرد دفاعی، Caryophyllene با خاصیت ضد التهابی و Carvacrol با خاصیت بی‌حس‌کنندگی بر روی گیرنده‌های درد و ضد میکروبی در این گیاه یافت شده است [۱۱]. همچنین با وجود ترکیبات فلاونوئیدی، اسیدهای فنولیک و آنتوسیانین‌ها این گیاه دارای اثرات درمانی قابل توجه می‌باشد و توانایی در کاهش سرعت رشد برخی سلول‌های سرطانی و کاربرد گسترده در صنایع دارویی و پزشکی دارد [۱۲]. کوکب کوهی یکی از محبوب‌ترین گیاهان در نزد باغبانان نیز می‌باشد زیرا نیاز به نگهداری چندانی ندارد. این گیاه از نظر فیزیولوژیکی با نور کامل آفتاب، رطوبت کمی خشک و آبیاری کم همراه با خاک حاصلخیز با زهکشی خوب قادر به رشد است. همچنین این گیاه، توانایی تحمل گرما و خشکسالی را دارد [۲۱].

به علت ارزش دارویی، ترکیبات شیمیایی با ارزش در اسانس و استفاده وسیع زینتی از گیاه کوکب کوهی این گونه به منظور مطالعات تکوینی در پژوهش حاضر انتخاب شد. با توجه به مطالعات مرجع‌شناسی انجام شده، پژوهش حاضر اولین گزارش در مورد ساختار تشریحی و بررسی مراحل تکوینی اندام ماده گونه *Rudbeckia hirta* می‌باشد. هدف از انجام این بررسی، مطالعه ساختار تشریحی ریشه، ساقه، برگ، دمبرگ و تجزیه و تحلیل مریستم راس ساقه و مراحل تکوین اندام زایشی ماده است.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تشریحی اندام‌های گیاه، در آبان ماه ۱۳۹۳ نمونه‌های گیاهی مورد نظر از بخش‌های ریشه (جوان و مسن)، ساقه (جوان و مسن)، برگ، دم‌برگ و گلبرگ از گلدان‌های خریداری شده از شهرداری تهران که در محل گلخانه‌ای نگهداری شدند، جمع‌آوری شدند. میزان دما در صبح این روز ۲۰ C و میزان رطوبت ۳۴٪ بود. نمونه‌ها بلافاصله در فیکساتور مناسب (مخلوط الکل و گلیسرین به نسبت ۱:۱) نگهداری شدند و سپس برش‌های نازک دستی از آنها گرفته شد. برش‌های تهیه شده پس از عبور از آب ژاول، اسید استیک و آب مقطر به صورت مضاعف با متیلن بلو-کارمن زاجی رنگ‌آمیزی شدند و با میکروسکوپ نوری (مدل ZEISS) بررسی و عکسبرداری از آنها انجام شد.

به منظور بررسی تکوینی گل، نمونه‌ها در مراحل مختلف نمو جمع‌آوری شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده در محلول فیکساتور FAA (شامل اتانول ۹۶ درصد، فرمالدئید و اسید استیک به نسبت ۱،۲،۱۷) قرار داده شدند. بهترین مدت زمان قرارگیری نمونه‌ها در فیکساتور پس از چندین بار آزمون و خطا ۲۴ ساعت بدست آمد. پس از آن به منظور از بین بردن اثرات تثبیت‌کننده به همین مدت نمونه‌ها در زیر آب جاری قرار گرفتند و آماده‌سازی نمونه شامل آبگیری با درصدهای رو به افزایش اتانول، شفاف‌سازی و جایگزینی اتانول با تولوئن/گزیلن رو به افزایش، پارافین دهی، قالب‌گیری، آرایش بلوک پارافینی و سوار کردن بلوک انجام شد. سپس برش‌گیری با میکروتوم دستی، برش‌هایی به ضخامت ۸-۱۲ میکرون با چسب هاپت بر روی لام چسبانده شدند و پس از

آن با هماتوکسیلین-ائوزین رنگ‌آمیزی صورت گرفت. از نمونه‌های تهیه شده با میکروسکوپ نوری (مدل LABORLUX K) با درجات مختلف ابژکتیو عکسبرداری انجام شد.

## نتایج

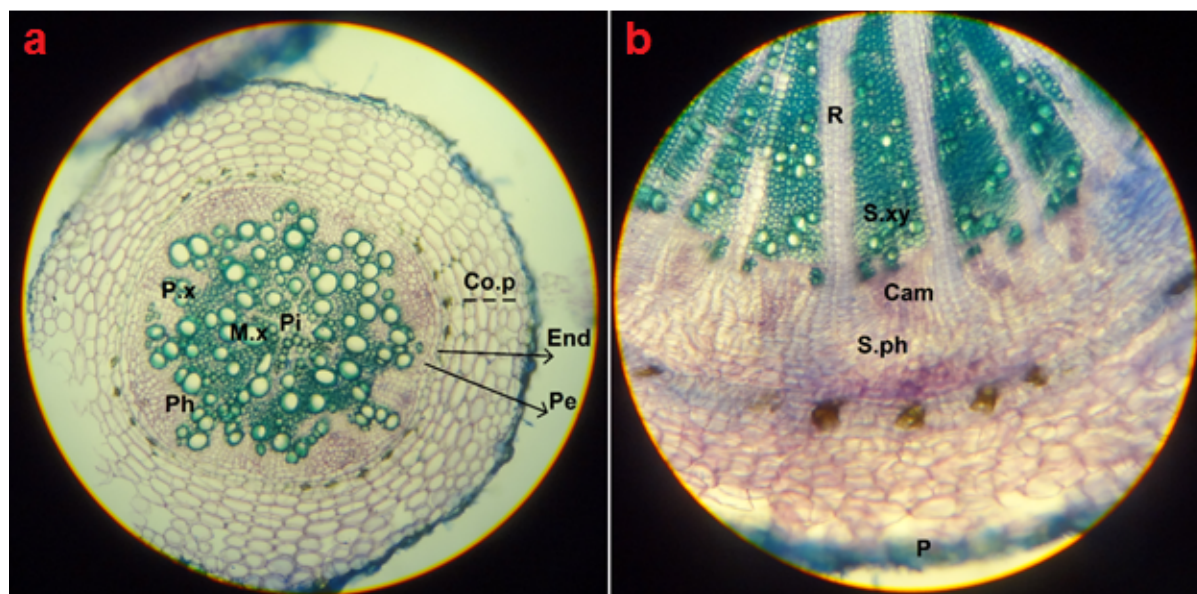
نتایج بدست آمده در زمینه بررسی ساختار اندام رویشی به شرح زیر است:

## بررسی ساختار تشریحی ریشه

ریشه نخستین و پسین در گیاه کوکب کوهی در برش عرضی، مدور بود (تصویر ۱a و ۱b). در ساختار نخستین ریشه در خارجی‌ترین بخش اپیدرم (E) واقع شده است که، از یک لایه از سلول‌هایی با دیواره نازک، فشرده و بدون فضای بین سلولی تشکیل شده است. اپیدرم محل تولید تارهای کشنده در ریشه است. در زیر اپیدرم پارانشیم پوست (Co.p) قرار گرفته است که متشکل از سلول‌هایی کروی و بیضی شکل با دیواره نازک و همگن است. در بین سلول‌های این بخش فضای بین سلولی مشاهده می‌شود. درونی‌ترین لایه‌ی پوست اندودرم (End) نام دارد که ردیفی از سلول‌های مشخص، فشرده و به شکل مکعب مستطیلی تشکیل شده است. لایه‌ی آندودرم مرز بین پوست و استوانه‌ی آوندی را مشخص می‌کند. منطقه‌ی بعدی در مشاهدات میکروسکوپی ریشه، دایره محیطیه (Pe) است که خارجی‌ترین لایه استوانه‌ی آوندی است. دایره محیطیه از یک لایه سلول پارانشیمی و تخصص نیافته (دارای تمایز یافتگی اندک) تشکیل شده است. در استوانه‌ی آوندی آوندهای چوب (Xy) و آبکش (Ph) به صورت متناوب قابل رویت هستند. در چوب،

که در حد فاصل آوند خوب و آبکش واقع شده است به سمت خارج آبکش پسین (S.ph) و به سمت داخل خوب پسین (S.xy) را می‌سازد. منطقه خوب پسین تا مرکز ریشه ادامه می‌یابد. قسمتی از پارانشیم مغز در بین دسته‌های آوندی نفوذ می‌کند و اشعه آوندی (R) را می‌سازد. همچنین پریدرم (P) جایگزین بافت محافظ اولیه اپیدرم می‌شود (تصویر ۱b).

آوندهای چوبی متازایلیم (M.x) به سمت مرکز و پروتوزایلیم (P.x) به سوی پیرامون قرار گرفته اند. در نتیجه خوب ماهیت برون گرا (Exarch) داشته و نمو خوب مرکز رو (Centripetal) است. در ریشه‌های جوان این گیاه مغز (Pi) در داخلی‌ترین بخش واقع شده است و ماهیت پکتوسلولزی دارد (تصویر ۱a). با رفتن ریشه به ساختار پسین، لایه کامبیوم (Cam)



تصویر ۱- (a) - ساختار نخستین ریشه، پارانشیم پوست (Co.p)، اندودرم (End)، دایره محیطیه (Pe)، بافت آبکش (Ph)، پروتوزایلیم (P.x)، متازایلیم (M.x)، مغز (Pi) ابژکتیف  $\times 10$ . (b) - ساختار پسین ریشه، پریدرم (Pe)، آبکش پسین (S.ph)، کامبیوم (Cam)، خوب پسین (S.x)، اشعه آوندی (R) ابژکتیف  $\times 40$ .

یک تا دو لایه بافت کلانشیمی قرار دارد که هیپودرم (Hy) نامیده می‌شود. منطقه‌ی بعدی پارانشیم پوست (Co.p) است که بین اپیدرم و استوانه مرکزی قرار دارد و از چند ردیف سلول‌های کروی شکل تشکیل شده است. از ویژگی‌های این گیاه وجود مجاری ترشچی (R.C) در بین سلول‌های پارانشیم پوست است. همچنین پوست ریشه از پوست ساقه ضخیم‌تر است. درونی‌ترین لایه پوست آندودرم (End) است، اگرچه که در مقایسه با اندودرم ریشه چندان مشخص نیست. استوانه مرکزی شامل بافت‌های آبکش (Ph) دو طرفه و بافت چوبی (Xy) در

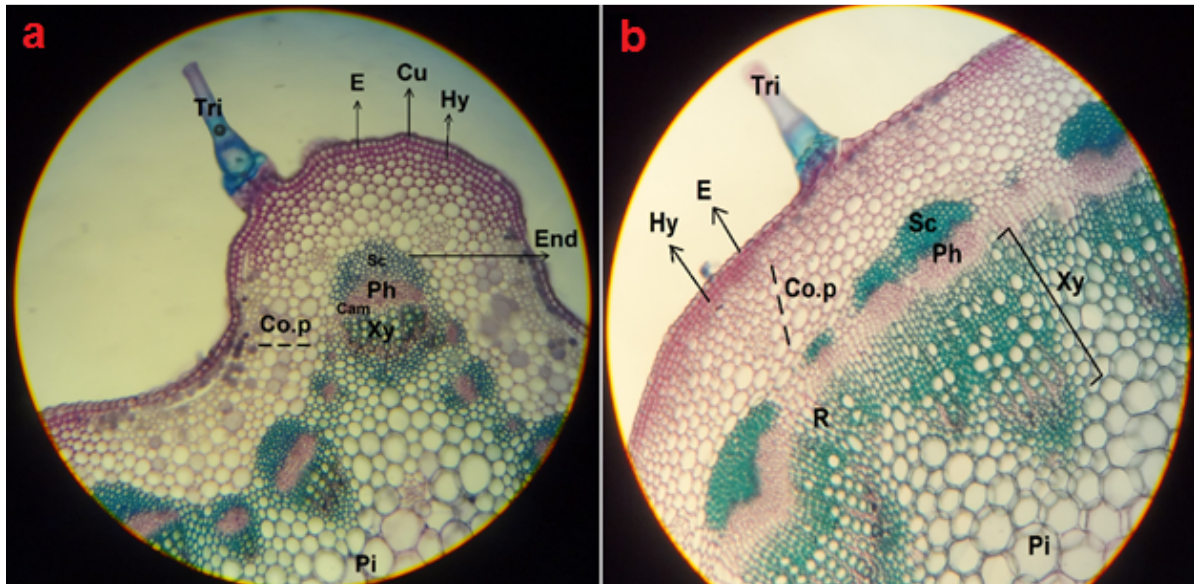
#### بررسی ساختار تشریحی ساقه:

ساقه کوکب کوهی در مرحله نخستین و پسین با یکدیگر متفاوت است. در ساختار نخستین، ساقه ستاره‌ای شکل با فرورفتگی و برآمدگی است، در حالیکه ساقه پسین کاملاً مدور است (تصویر ۲a و ۲b).

در مشاهدات میکروسکوپی برش عرضی ساقه مشخص شد که، بیرونی‌ترین بخش را سلول‌های مکعبی شکل اپیدرم (E) تشکیل می‌دهد که با لایه‌ای از کوتیکول (Cu) پوشیده شده است. همچنین تعداد زیادی کرک‌های چند سلولی (Tri) در این لایه دیده می‌شود. در زیر اپیدرم

یکی از تفاوت‌های عمده‌ی ساقه نخستین و پسین کوکب کوهی این است که، در ساقه نخستین استوانه مرکزی حالت یکپارچه ندارد و هر نوار به منزله یک دسته آوندی است اما، در ساختار پسین همه‌ی دستجات آوندی بر روی یک دایره قرار گرفته است. در استوانه آوندی دسته‌های آوندی (Va.b)، اشعه مغزی (Ray) و مغز (Pi) دیده می‌شود. اشعه آوندی از سلول بنیادی کامبیوم به وجود می‌آید. همچنین بافت چوبی (Xy) در ساقه پسین بزرگ‌تر و کشیده‌تر است (تصویر ۲b).

داخل است که در حد فاصل این دو منطقه، ناحیه مربوط به کامبیوم (Cam) مشاهده می‌شود. بر روی بافت آبکشی کلاهک اسکرانشیمی (Sc) قرار دارد، که نقش آن استحکام بخشیدن به گیاه است. رشد چوب در ساقه این گیاه به صورت گریز از مرکز (Centrifuge) بوده و پروتوزایلم (P.x) با اندازه کوچکتر در نوک دسته آوندی و به سمت مرکز قرار دارد در حالیکه متازایلم (M.x) با اندازه بزرگ‌تر به سمت آبکش قرار دارد. از این رو تشکیل چوب، از نوع درون‌گرا (Endarch) می‌باشد. در قسمت میانی ساقه نیز مغز (Pi) واقع شده است (تصویر ۲a).



تصویر ۲\_ (a) ساختار نخستین ساقه، کرک (Tri)، اپیدرم (E)، کوتیکول (Cu)، هیودرم (Hy)، پارانشیم پوست (Co.p)، اندودرم (End)، کلاهک اسکرانشیمی (Sc)، بافت آبکش (Ph)، کامبیوم (Cam)، بافت چوب (Xy)، مغز (Pi). (b) ساختار پسین ساقه، کرک (Tri)، اپیدرم (E)، هیودرم (Hy)، پارانشیم پوست (Co.p)، کلاهک اسکرانشیمی (Sc)، بافت آبکش (Ph)، بافت چوب (Xy)، اشعه آوندی (R)، مغز (Pi) ابزکتیف ۴۰x.

### بررسی ساختار تشریحی برگ و دم‌برگ

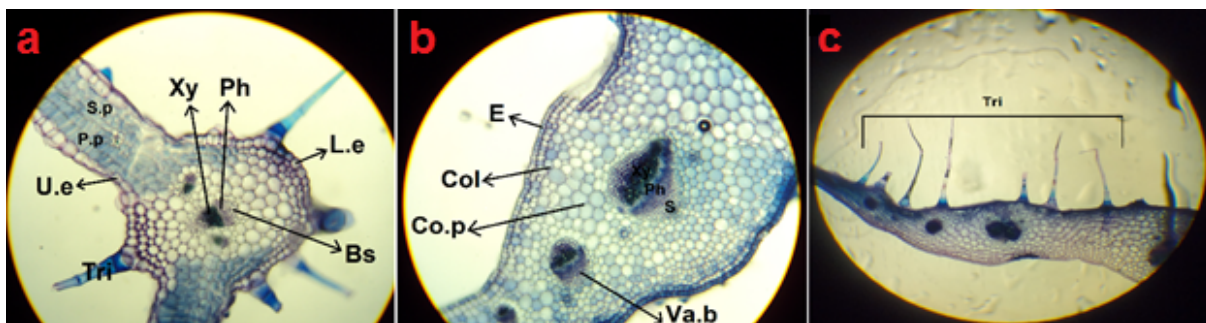
سلول‌های کرکی تشکیل شده است. اپیدرم خود شامل دو بخش زیرین (L.e) و زیرین (U.e) می‌باشد، که بافت مزوفیل را در بر گرفته است. همچنین در سطح اپیدرم کرک‌های بزرگ چند سلولی (Tri) قابل مشاهده‌اند. ب) مزوفیل که در سطح زیرین شامل دو ردیف سلول‌های کشیده و باریک است که از درازا بر سطح برگ عمودند و پارانشیم نردبانی (P.p) نام دارند

مشاهدات میکروسکوپی ساختار برگ نشان داد که ساختمان برگ از دو بخش پهنک و دم‌برگ تشکیل شده است. پهنک بخش فعال برگ است و حاوی کلروپلاست فراوان است. در برش عرضی پهنک سه نوع بافت اصلی مشاهده می‌شود: الف) اپیدرم که معمولاً از سلول‌های اپیدرمی، سلول‌های روزنه‌ای و

## دمبرگ

شکل ظاهری دمبرگ در گیاه کوبک کوهی هلالی شکل است که در قسمت میانی ضخیم و در قسمت‌های انتهایی باریک می‌باشد. در ساختار تشریحی دمبرگ از خارج به داخل ابتدا اپیدرم (E) مشاهده می‌شود (تصویر ۳b). بر روی سطح اپیدرم تعداد زیادی کرک‌های چند سلولی بزرگ (Tri) وجود دارند (تصویر ۳c). در ادامه و در زیر اپیدرم چند ردیف سلول‌های کلانشیمی (Col)، بافت زمینه‌ای پارانشیم پوست (Co.p) با چند ردیف سلول، مجاری ترش‌چی (R.C) در بافت زمینه‌ای و دسته‌های آوندی (Va.b) مشاهده می‌شوند. هر بافت اسکرانشیمی (S) احاطه کننده بافت آبکشی (Ph) است و بر روی آن قرار دارد. در دمبرگ کوبک کوهی دسته‌های آوندی اصلی در وسط و کناره‌های برگ وجود دارد و دسته‌های فرعی در بین این‌ها قرار گرفته است (۳b).

و نشان دهنده‌ی سازگاری این گیاه با اقلیم‌های گرم است. این بافت در سطح فوقانی به منظور افزایش کارایی فتوسنتز اختصاص یافته است، چون در محلی قرار دارد که حداکثر نور را دریافت می‌کند. در زیر پارانشیم نردبانی، پارانشیم حفره‌ای یا اسفنجی (S.p) وجود دارد که، تا اپیدرم زیرین مشاهده می‌شود. سلول‌های پارانشیم اسفنجی نامنظم هستند و اتصال آنها به یکدیگر سست بوده و حفره‌هایی در بین آنها وجود دارد. در واقع حجم عمده برگ توسط این پارانشیم پر شده است. ج رگبرگ‌ها یا دسته‌ها آوندی، بخشی دیگر در پهنک هستند، که شامل رگبرگ‌های اصلی و فرعی می‌باشند. رگبرگ اصلی، غالباً در سطح پهنک برجسته است. در رگبرگ‌های بزرگ آوندهای چوبی (XY)، آوندهای آبکشی (Ph) و سلول‌های پارانشیمی بی‌رنگ غلاف آوندی (Bs) وجود دارند. دسته‌های آبکشی به سمت خارج و دسته‌های چوبی به سمت داخل قرار گرفته‌اند. در رگبرگ‌های کوچک تعداد آوندها کمتر می‌باشد (۳a).

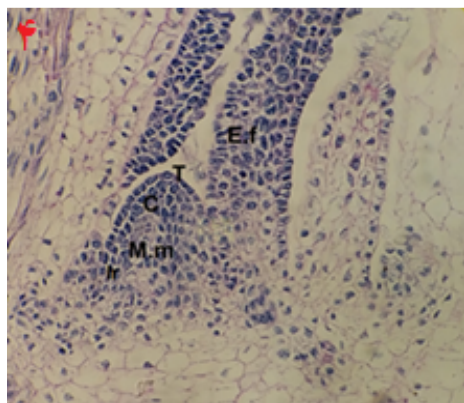


تصویر ۳- (a) برش عرضی از پهنک برگ کوبک کوهی، کرک (Tri)، اپیدرم فوقانی (U.e)، اپیدرم تحتانی (L.e)، پارانشیم حفره‌ای (S.p)، پارانشیم نردبانی (P.p)، غلاف آوندی (Bs)، آوند چوب (Xy)، آوند آبکش (Ph). (b) اپیدرم (E)، سلول‌های کلانشیمی (Col)، پارانشیم پوست (Co.p)، دسته‌های آوندی (Va.b)، بافت اسکرانشیمی (S)، بافت آبکش (Ph)، بافت چوب (Xy). (c) تعداد زیادی کرک‌های بزرگ چند سلولی اپژکتیف  $\times 10$ .

کوهی از نوع، محلدب یا گنبدی می‌باشد و نواحی زیر در آن قابل تشخیص است:

## مریستم رأس ساقه

مریستم نخستین ساقه که در تشکیل برگ‌ها و ساختمان نخستین ساقه نقش دارد در گیاه کوبک



تصویر ۴- برش طولی مرستم راس ساقه، تونیکا (T)، کورپوس (C)، مرستم مغز (M.m)، حلقه بنیادی (Ir)، طرح اولیه برگی (E.f) ابژکتیف ۴۰x.

### تکوین اندام ماده

به منظور بررسی ساختار زایشی مراحل تکوینی اندام ماده از همهی مراحل رشد گل مورد نظر از کوچک به بزرگ نمونه آماده سازی شد.

در مشاهده برش گل آذین در گل‌های کوچک کوهی دو مدل گلچه‌های زبان‌ای و لوله‌ای روئیت شدند که گل آذین از نوع کپه بوده و به ترتیب نمای کلی دو مرستم هاگزا (S.p) و نهنجی (R.m) قابل مشاهده می‌شوند. نهنج حالت صفحه‌ای (دیسک مانند) و مسطح است. پریموردیوم‌های گلچه‌ای (F.p) که حاصل تسهیم بخش مرستم هاگزای به سهم گلچه‌ها است و بخش حجیم میانی مرستم گل آذینی که مرستم نهنجی است دیده می‌شود. مرستم هاگزای و پریموردیوم‌های گلچه‌ای وصل از آن از سایر بخش‌ها رنگ‌پذیری شدیدتری دارند که این نشان از فعالیت بیوسنتزی و سرعت تقسیمات سلولی از این قسمت است (تصویر ۵).

با رشد بیشتر گیاه، شکل‌گیری پریموردیوم‌های گلچه‌ای از حاشیه به سوی مرکز قابل مشاهده است. در

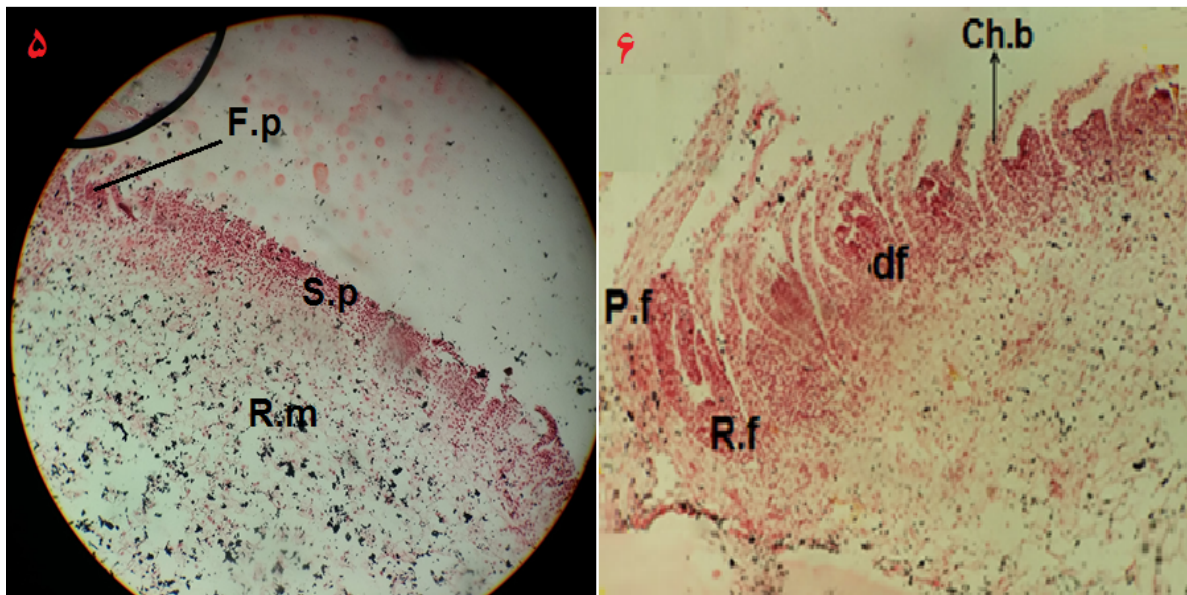
ناحیه انتهایی که به نام (Apical Zone) معروف است و شامل لایه خارجی تونیکا (T) با سلول‌های مکعبی شکل می‌باشد که، توده سلولی داخلی کورپوس (C) را در بر می‌گیرد. لایه‌ی تونیکا، می‌تواند یک یا دو لایه باشد که در گیاه مورد آزمایش ما یک لایه مشاهده شد. در این قسمت تقسیمات حالت شعاعی (آنتی کلینالی) دارند. دو ناحیه در تونیکا مشاهده می‌شود. یکی ناحیه انتهایی مرکزی است که یک یا چند سلول بنیادی دارد که بزرگتر، هسته درشت‌تر و واکوئل بیشتری از بقیه سلول‌های تونیکا دارند رنگ آنها روشن‌تر است و ناحیه دوم که در جوانب راس قرار دارد، سلول‌هایی کوچکتر و تیره‌تر دارند.

سلول‌های کورپوس درشت‌تر، به شکل تقریباً چندوجهی و با فضای سلولی بیشتر مشخص می‌باشند. تقسیمات در کورپوس مماسی (پری کلینال) می‌باشد. در زیر منطقه کورپوس سلول‌های مرستم مغز (M.m) که ترتیب منظمی ندارند و دارای تقسیمات افقی و عمودی هستند، مشاهده می‌شوند. این سلول‌ها کم حجم هستند و با تقسیمات خود مغز ساقه را به وجود می‌آورند. رنگ‌پذیری کم این سلول‌ها به علت فعالیت کم میتوزی در آنها می‌باشد.

منطقه بعدی مرستم حاشیه‌ای یا جانبی است که، تقسیمات میتوزی فعالی داشته و در زیر ناحیه انتهایی یک منطقه‌ی فعال به نام حلقه بنیادی (Ir) را ایجاد کرده است. این سلول‌ها ریز با هسته نسبتاً درشت هستند و قدرت تقسیم خیلی بالایی دارند. این ناحیه با تقسیمات خود مولد برگ می‌باشد. پس از ایجاد طرح‌های اولیه برگی (E.f)، با طویل شدن بخش قاعده‌ای سهم‌های برگی تشکیل می‌شود (تصویر ۶).

لوله‌ای مشاهده می‌شود (تصویر ۶).  
در ادامه روند تکوین برای هر گل لوله‌ای  
بخش‌هایی شامل پریموردیوم‌های پرچمی (St.p)،  
گلبرگی (Pe.p) و برچه‌ای (C.p) مشاهده می‌شود  
(تصویر ۷).

حاشیه کپه، گل‌های زبانه‌ای (Rf) در حال تمایز یافتن  
از گل‌های لوله‌ای (df) هستند. گلچه‌های زبانه‌ای از  
گلچه‌های لوله‌ای بزرگ‌تر هستند. در انتهای کپه  
پریموردیوم‌های برگی (P.f) وجود دارند. همچنین  
وجود براکته‌های پوشالی (Ch.b) در بین هر گل



تصویر ۵ و ۶-۵- برش طولی از کپه گل جوان، مریستم هاگزا (S.p)، مریستم نهنجی (R.m) و پریموردیوم گلچه‌ای (F.p). شکل‌گیری  
پریموردیوم‌های گلچه‌ای و تمایز گلچه‌های زبانه‌ای از لوله‌ای، گلچه زبانه‌ای (Rf)، گلچه لوله‌ای (df)، پریموردیوم‌های برگی (P.f) و برکته‌های  
پوشالی (Ch.b) ابژکتیف  $\times 10$ .

مجموعه‌ای از یاخته‌های کوچکی تشکیل شده که با  
یک لایه اپیدرمی پوشیده شده است. این توده در  
مراحل اولیه، همه‌ی یاخته‌های آن یکنواخت است و  
تمایز پیدا نکرده است (تصویر ۸).  
توده پریموردیوم تخمکی به تدریج رشد کرده و  
در حفره تخمدان (Ov.p) افزایش حجم پیدا می‌کند  
(تصویر ۹).

پریموردیوم تخمک، خمیدگی خود را به تدریج  
شروع کرده و با ادامه‌ی نمو آن سلول‌های خورش  
(Nu) شروع به تکثیر می‌کنند (تصویر ۱۰). بند یا  
فونیکول (F) به عنوان پایه باریکی که برجستگی

بعد از تشکیل پریموردیوم پرچمی، توده مریستمی  
مرکزی برای تشکیل مادگی اختصاص می‌یابد. با  
شکفتگی تدریجی گل، شاهد رشد سریع گلچه‌های  
زبانه‌ای و لوله‌ای بودیم که، این رشد با ایجاد  
گلبرگ‌ها (Pe)، بساک پرچم‌ها (An)، تخمدان (Ov)  
و پریموردیوم تخمکی (Op) درون آن دیده شد. در  
این گونه، برچه‌ها (Ca) دو عدد و پیوسته می‌باشد. با  
رشد مادگی قبل از اتمام تکوین پرچم، پریموردیوم  
تخمکی به صورت توده‌های کوچک دیده می‌شود که  
پریموردیوم تخمکی در فضای برچه با توجه به حضور  
برچه قابل رؤیت است. پریموردیوم تخمکی از یک

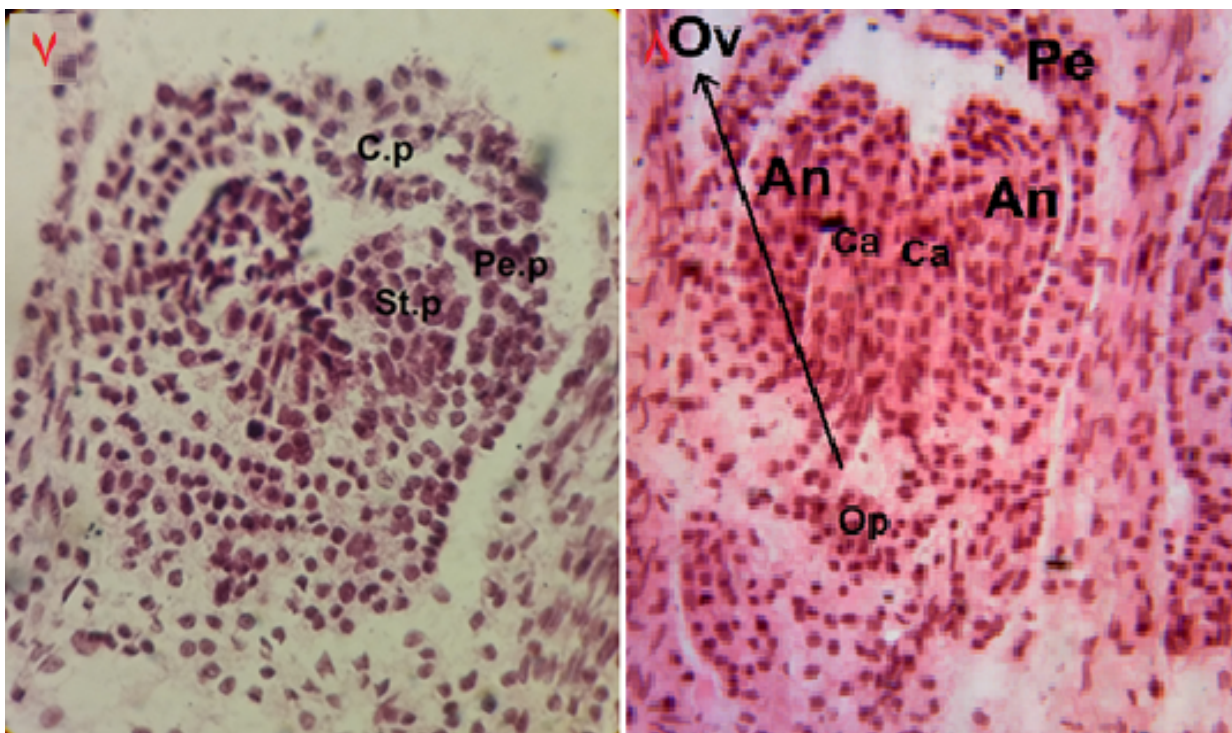


سرعت می‌گیرد و تخمک خمیده‌تر شده و مادر مگاسپور (Mmc) با حجم زیاد، هسته درشت، متراکم و حجیم از سایر یاخته‌های خورش قابل تمایز می‌شود. یاخته مادر مگاسپور رشد کرده و برای تقسیمات میوزی آماده می‌شود. همچنین محل اتصال بند به دیواره تخمدان برجستگی کوچکی قابل مشاهده است که جفت (P) نام دارد (تصویر ۱۴).

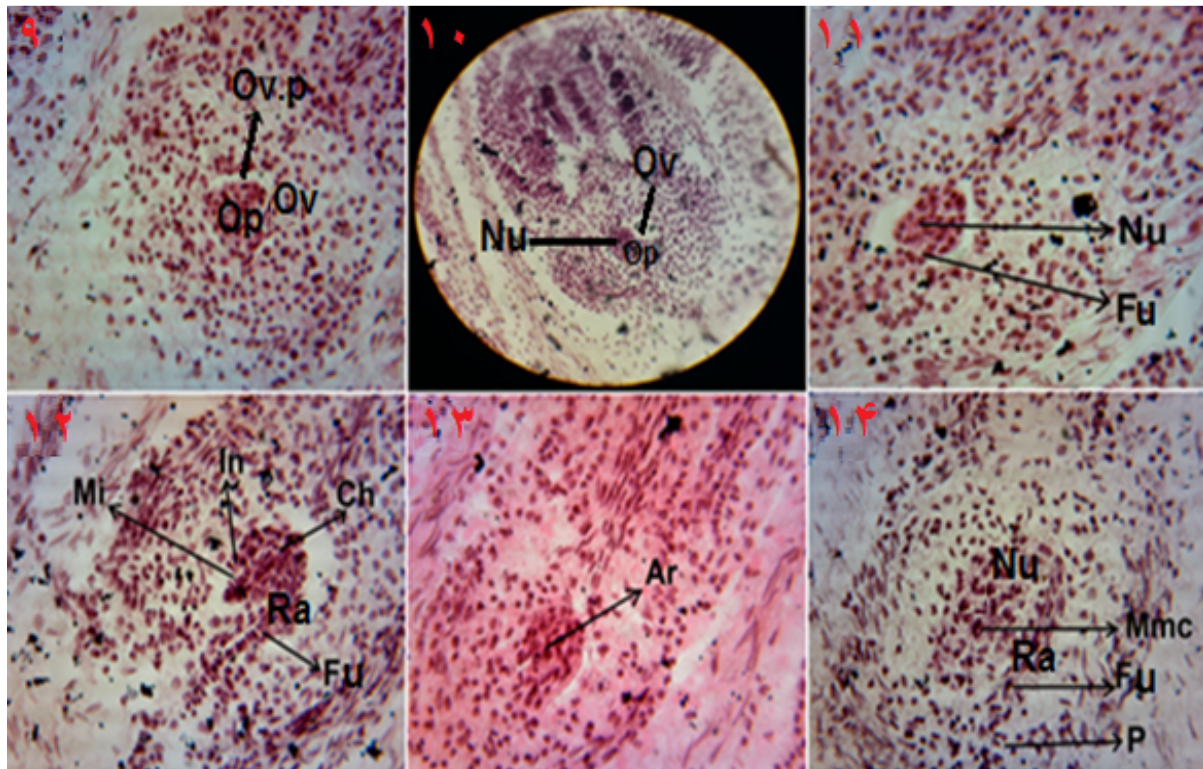
مادر مگاسپور با گذراندن یک تقسیم میوز مگاسپورها را تشکیل می‌دهد که سه عدد از آنها از بین رفته و یک سلول باقی مانده با انجام سه میتوز و رشد، سرانجام گامتوفیت ماده یا کیسه رویانی (E.S) را به وجود می‌آورد (تصویر ۱۵).

تخمک بر روی آن قرار می‌گیرد ایجاد می‌شود (تصویر ۱۱). پوسته تخمک (In) در ابتدا رشد محدودی دارد، اما انتهای آزاد پوسته هنگام رشد، در قطب سفتی تخمک ایجاد مجرای باریک میکروپیلی (سفتی) (Mi) با کمی انحنای داسی شکل را نشان می‌دهد. از دیواره‌ی تخمدان دسته‌های آوندی وارد بند شده و در نقطه‌ای به نام شالاز یا بُن (Ch) منشعب می‌شوند (تصویر ۱۲).

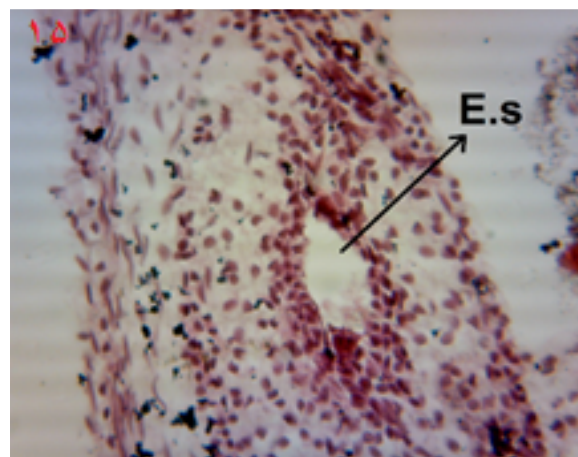
در ادامه مراحل تکوینی یکی از سلول‌های بافت خورش (Nu) به سلولی به نام آرکتوسپور (Ar) تمایز می‌یابد که این یاخته مستقیماً به سلول مادر مگاسپور تمایز می‌یابد (تصویر ۱۳). رشد پوسته تخمک



شکل ۷ و ۸ - ادامه تکوین گل لوله‌ای و ایجاد بخش‌های مختلف. (۷) پریموردیوم پرچی (St.p)، پریموردیوم گلبرگی (Pe.p) و پریموردیوم برچه‌ای (C.p). (۸) گلبرگ (Pe)، بساک (An)، برچه (Ca)، تخمدان (Ov) و تخمک (Op) ایزکتیف ۴۰x.



تصویر ۹ تا ۱۴- (۹) رشد توده تخمکی در حفره تخمدان، پریموردیوم تخمکی ابژکتیف  $\times 100$ . (۱۰) - آغاز خمیدگی پریموردیوم تخمک ابژکتیف  $\times 40$ . (۱۱) - توده‌ای از سلول‌های خورش بر روی بند. (۱۲) - ایجاد پوسته تخمک و شکل‌گیری منفذ سفت. (۱۳) - ایجاد سلول آرکتوسپور از تمایز یکی از سلولی بافت خورش. (۱۴) - تمایز سلول مادر مگاسپور از سلول آرکتوسپوری. ابژکتیف  $\times 100$ .  
پریموردیوم تخمکی (Op)، تخمدان (Ov)، حفره تخمدان (Ov.p)، بافت خورش (Nu)، بند یا فولیکول (F)، پوسته تخمک (In)، سفت (Mi)، بن (Ch)، آرکتوسپور (Ar)، مادر مگاسپور (Mmc)، جفت (P).



شکل ۱۵- شکل‌گیری کیسه رویانی، کیسه رویانی (E.s) ابژکتیف  $\times 100$ .

## بحث

ریشه اصلی که در امتداد ساقه قرار دارد دارای ریشه‌های فرعی است که از دایره محیطیه منشأ می‌گیرد [۱۰].

در گیاه کوکب کوهی سیستم ریشه‌ای مانند سایر گیاهان خانواده آستراسه از نوع راست بوده و علاوه بر

وجود کامبیوم در بین دسته‌های چوب و آبکش به چشم می‌خورد که به سمت داخل آوندهای چوبی و به سمت بیرون آوندهای آبکشی را می‌سازد. همچنین در ساقه رشد آبکش به سمت مرکز ولی رشد چوب به صورت گریز از مرکز (Centrifuge) می‌باشد در نتیجه تشکیل چوب از نوع درون گرا (Endarch) می‌باشد. اگرچه کامبیوم در گیاهان دو لپه همیشه به صورت حلقه‌ای از سلول‌های مریستمی است اما همواره در استوانه آوندی حلقه‌ای کامل از چوب و آبکش را به وجود نمی‌آورد. در کوبک کوهی نیز کامبیوم فقط در ناحیه دسته‌های آوند چوبی و آبکشی ایجاد این دو بافت هادی را می‌کند بنابراین در این گیاه حلقه‌های چوب و آبکش به وسیله پرتوهای مغزی قطع می‌شود [۹].

با برش عرضی برگ کوبک کوهی در قسمت اپیدرم پهنک در سطح فوقانی و تحتانی تعداد زیادی کرک‌های ساده چند سلولی (غیرغده‌ای) متعددی مشاهده شد که مشابه کرک‌های گیاه *Mikania lanuginosa* از خانواده Asteraceae بود [۱۵].

پارانشیم مزوفیلی از زیر اپیدرم شروع شده و در سطح زیرین شامل شامل دو ردیف از سلول‌های پارانشیم نرده‌ای و در سطح زیرین از نوع پارانشیم اسفنجی است. پارانشیم اسفنجی یا حفره‌ای در زیر پارانشیم نرده‌ای تا بشره زیرین را پرمی‌کند. پارانشیم نرده‌ای در سطح زیرین وجود ندارد، بدین ترتیب نوع ساختار تشریحی برگ از نوع پشتی - شکمی (dorsiventral) می‌باشد که این وضعیت مشابه با وضعیت برگ در دولپه‌ای‌ها است [۳]. در ناحیه رگبرگ‌ها دستجات آوندی چوب و آبکش با سلول‌های پارانشیم قرار گرفته است که تشکیل غلاف استحکامی را می‌دهند. سه رگبرگ اصلی نسبتاً موازی در پهنک

بررسی ساختار ریشه گیاه کوبک کوهی نشان داد که، دسته‌های چوب و بافت آبکش در ساختار اولیه ریشه جدا از هم و به طور متناوب قرار گرفته‌اند. آوندهای چوب ستاره‌ای شکل هستند و قطب مولد چوب در خارج از حاشیه مغز قرار دارد و در نتیجه چوب ماهیت برون‌زا (Exarch) داشته و نمو چوب مرکز رو (Centripetal) است. به طور کلی بخش مهمی از ریشه از بافت‌های چوبی تشکیل شده است. در ساختار پسین ریشه نیز علاوه بر چوب پسین، مغز ریشه نیز به سرعت چوبی می‌شود و با نفوذ در بین دسته‌های آوندی اشعه آوندی را می‌سازد. همچنین در ساختار ریشه سلول‌های فشرده شده چوب پنبه‌ای به رنگ تیره دیده شد که این لایه با آبی متیل رنگ گرفته است. یکی از ویژگی‌های چوب پنبه فراوانی فنل پروپان‌ها می‌باشد و این ترکیبات از راه استری شدن به تار و پود لیپیدی می‌پیوندند. این نتیجه مطابق با وضعیت ریشه در سایر دولپه‌ای‌ها است [۱۶].

ساقه کوبک کوهی از نوع هوایی است و در امتداد ریشه‌ی گیاه بوده، دارای برگ‌هایی همانند گیاه کنار (*Ziziphus spina-christi*) به شکل متناوب است [۱۴].

در برش عرضی ساقه اپیدرم متشکل از لایه‌ای از سلول‌های مکعب تا مکعب مستطیلی می‌باشد. همچنین سلول‌های پارانشیم پوستی با دیواره‌ی نازک در زیر آن حاکی از وجود ساختاری مشابه دولپه‌ای‌ها است. یکی از ویژگی‌های ساقه کوبک کوهی وجود مجاری ترشحی در پارانشیم پوست آن می‌باشد. همچنین وجود آبکش دو طرفه به رساندن مواد آلی حاصل از فرآیند فتوسنتز به تمام بخش‌های گیاه کمک زیادی می‌کند [۱].

بالایی برای گرده افشانی توسط حشرات سازمان یافته است. در گل آذین کلاپرک ناجور جنس جهت رشد گلها مرکز رو است و گل‌های واقع در خارج کلاپرک مسن‌تر هستند، بنابراین گلچه‌های زبان‌های که در پیرامون کپه قرار گرفته اند مسن‌تر از گلچه‌های لوله‌ای هستند. نتایج در این زمینه با گزارش‌های مجد-شریف در سال ۱۳۸۹ در رابطه با بررسی گل آذین گیاه مارگریت، نتایج بقایی فر و همکاران در سال ۱۳۹۳ گل آفتابگردان و تنکابنی و مجد ۱۳۹۱ بر روی گیاه خار مریم مطابقت دارد [۸].

در مراحل تکوین پیشرفته‌تر مریستم هر گلچه زبانه‌ای در حاشیه گل آذین شروع به سهم‌بندی جدید می‌کند و اجزای هر گلچه را ایجاد می‌کند. گلچه‌های لوله‌ای به سه حالت نر- ماده، گل ماده و عقیم دیده شد، در حالیکه گل‌های زبانه‌ای تنها به دو شکل ماده و عقیم مشاهده شدند [۷].

تخمندان در گل کوکب کوهی از نوع زیرین است که تنها یک تخمک واژگون با تمکن مرکزی در آن وجود دارد. این مدل تخمدان در گزارش‌های اکثر پژوهش‌ها در ارتباط با گیاهان خانواده آستراسه از جمله نتایج مجد-امجد بر روی گل بومادران و مجد-شریف گل مارگریت و مجد-بقایی فر گل آفتابگردان و مجد-چهرگانی گل آهار و مجد و رضانزاد گل جعفری مطابقت دارد. در این گونه برچه‌ها دو عدد و پیوسته است. تخمدان با رشد و پیشرفت خود توده‌ای از سلول‌ها به نام سلول‌های خورش را تشکیل می‌دهد. بنیان‌گذاری پوشش تخمک در زمانی آغاز می‌شود که تخمک حدود ۹۰ درجه چرخش حاصل کرده است. با تمایز یکی از سلول‌های خورش در زیر لایه اپیدرمی تخمک یک سلول آرکتوسپوری به وجود می‌آید که نهایتاً با پیشرفت رشد و تکوین تخمک،

وجود دارند که مشابه وضعیت رگبرگ‌ها در گیاه (*Mikania glomerata*) از خانواده Asteraceae است [۱۹].

دمبرگ در کوکب کوهی حالت هلالی و محدب داشته و در زیر اپیدرم آن رشته‌ای از سلول‌های کلانشیم وجود دارد. در دستجات آوندی بر روی بخش خارجی آبکش ردیف‌هایی از سلول‌های اسکلرانشیمی مشاهده می‌شود که این ساختارها با گزارشات پیرامون دمبرگ گیاه (*Gymnanthemum amygdalinum*) از خانواده Asteraceae هم‌سویی دارد. از ویژگی‌های دمبرگ این گیاه وجود مجاری ترش‌چی همانند ساقه در بخش پارانشیم پوست آن است [۲۰].

رشد طولی ساقه در نهاندانگان توسط مریستم راسی آنها صورت می‌گیرد که دارای بخش‌های متفاوتی می‌باشد. از مجموع فعالیت‌های این بخش، رشد طولی ساقه و پیدایش اندام‌هایی نظیر شاخه‌ها، برگ‌ها و گل‌ها در گیاه ایجاد می‌شوند. تونیکا و کورپوس در تبدیل مریستم رویشی به زایشی نقش دارند و حلقه‌ی بنیادی با سلول‌های ریز و فشرده توانایی تکثیر زیادی در مراکز زایشی برگ‌ها دارد. مغز ساقه نیز از مریستم مغز به وجود می‌آید [۱۰].

مریستم راس ساقه کوکب کوهی گنبدی شکل بوده و دارای لایه‌ای از تونیکا، کورپوس، طرح اولیه برگی و حلقه‌ی بنیادی است. در بخش میانی نیز سلول‌های مریستم مغزی مشاهده می‌شوند که مطابق با بررسی‌های انجام شده توسط Harkess در سال ۱۹۹۳ بر روی همین ساختار در همین گونه می‌باشد [۱۷].

نتایج مشاهدات بر روی گل آذین کوکب کوهی نشان داد که گل آذین از نوع کپه‌ای (کلاپرک) ناجور جنس می‌باشد. این نوع گل آذین به میزان

(مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۷، شماره ۴. [۶] حجتی، مریم. اعتمادی، نعمت‌الله. بانی‌نسب، بهرام. ۱۳۸۹. اثر پاکلوبوترازول و سایکوسل بر رشد رویشی و گلدهی کوبک کوهی، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۲، ص ۱۲۷-۱۲۲.

[۷] رضانزاد، فرخنده و مجد، احمد. ۱۳۹۱. تکوین گل‌آذین، گل و گرده در گل جعفری (*Asteraceae*): (*Tajetes patula*), ویژگی‌های ساختاری گل در ارتباط با گرده افشانی، زیست‌شناسی گیاهی، سال چهارم، شماره دوازدهم، ص ۵۱-۶۶.

[۸] شریف شوشتری، مریم و مجد، احمد. ۱۳۸۹. بررسی تکوین گل‌آذین در گیاه زیتنی مارگریت (*Chrysanthemum maximum Ramond*) به عنوان الگویی از گل‌آذین‌های کپه‌ای در تیره مرکبان، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۳، شماره ۱.

[۹] قهرمان، احمد. ۱۳۸۵. گیاه‌شناسی پایه، چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه تهران.

[۱۰] مجد، احمد و قائمی، مهین. ۱۳۸۴. بررسی ساختار تشریحی و تکوینی گل داوودی (*Chrysanthemum morifolium L.*) و آلرژی‌زایی آن. فیزیولوژی محیطی گیاهی (پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، دوره ۷، شماره ۲۸، ص ۶۸-۷۴).

[۱۱] مظلومی فر، علی. کاشانکی، روح‌الله. ۱۳۸۷. جداسازی و آنالیز کیفی و کمی ترکیبات موجود در اسانس گیاه *Rudbeckia hirta* به روش کروماتوگرافی گازی، طیف‌سنجی جرمی (GC-

مستقیماً به سلول مادر مگاسپور تمایز پیدا می‌کند. مادر مگاسپور به وجود آورنده گامتوفیت ماده می‌باشد. در آغاز تشکیل کیسه رویانی، تخمک کاملاً واژگون شده است که این مشاهدات با نتایج چهرگانی در سال ۱۳۸۹ در رابطه با گیاه *Inula aucheriana* یکسان است [۴].

## منابع:

[۱] جعفری، سایه. شریف‌نیا، فریبا. پیوندی، مریم. نیکنام، فاطمه. ۱۳۹۰. بررسی ساختار تشریحی اندام‌های رویشی گیاه عناب *Zizyphus jujuba* فصلنامه علمی پژوهشی زیست‌شناسی تکوینی، سال سوم، شماره ۱۰.

[۲] جعفری مرنای، سایه. چلبیان، فیروزه. شریف‌نیا، فریبا. رضوی پور، رویا. ۱۳۸۸. بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره‌های اتانولی، متانولی و آبی دو جنس از خانواده *Asteraceae*, *Aster tartaricus* و *Rudbeckia hirta L.* بر برخی از باکتری‌ها و قارچ‌ها، فصلنامه دانش میکروبی‌شناسی - سال دوم، شماره ۵، ص ۲۶-۱۹.

[۳] چلبیان، فیروزه. ۱۳۸۶. ریخت‌شناسی و تشریح گیاهی. انتشارات آبیژ.

[۴] چهرگانی‌راد، عبدالکریم. حاجی‌صادقیان، سمیه و محسن‌زاده، فریبا. ۱۳۸۹. مطالعه مراحل تکوین دانه‌گرده و تخمک در *Inula aucheriana DC.* زیست‌شناسی گیاهی، سال دوم، شماره ششم، ص ۱۵-۲۸.

[۵] چهرگانی، عبدالکریم. محسن‌زاده، فریبا. غفوری، سارا. ۱۳۹۳. مراحل تکوین دانه‌گرده و تخمک در *Anthemis odontostephana Boiss. Cv.* *Odontostephana*، مجله پژوهش‌های گیاهی

- [16] Fahn, A. 1987, Plant anatomy. 4<sup>th</sup> Ed. Pergamon, Oxford Press.
- [17] Harkess, R and Lyons, R. E. 1993. Anatomical Changes in *Rudbeckia hirta* L. during Transition to Flowering, J. AMER. SOC. HORT. SCI. 118(6):835-839.
- [18] Meyerowitz, E. T. Smyth, D. R. and Bowman, J. L. 1989. Abnormal flowers and pattern formation in floral development. Development 106: 209-217.
- [19] Milan, P. Hissae, A and Appezzato, B. 2006. Comparative Leaf Morphology and Anatomy of Three Asteraceae Species, Vol. 49, n. 1 : pp. 135-144.
- [20] Rocio Duarte, M and Gonçalves Silva, A. 2013. Anatomical characters of the medicinal leaf and stem of *Gymnanthemum amygdalinum* (Delile) Sch.Bip. ex Walp. (Asteraceae)
- [21] Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, vol. 49, n. 4, oct./dec.
- [22] Taylor. (1994), Taylor's guide to Shade Gardening, houghyon Mifflin company.
- (GC/MS)، همایش ملی یافته‌های نوین شیمی در صنعت و پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی.
- [۱۲] نوشاونی، ندا. عبادی، مصطفی. سعیدی سار، سکینه. ۱۳۹۲. اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم و سولفات منیزیم بر جدا کشت‌های کوکب کوهی *Rudbeckia hirta* L. در شرایط کشت بافت، همایش ملی گیاهان دارویی.
- [13] Abrams, L and Ferris, R. (1923), An illustrated flora of the Pacific States: Washington, Oregon, and California.
- [14] Amina Sirag, S. Gebauer, J. Hammer, K. Buerkert, A. 2008. "Ziziphusspinachristi (L. ) Willd. : a multipurpose fruit tree," Genet Resour Crop Evol,
- [15] Amorina, M. Josiane, P. De Paulab, Rosi Z. da Silvab, Paulo V. Faragob, Jane M. Budelb, (2014). Pharmacobotanical study of the leaf and stem of *Mikania lanuginosa* for its quality control, Rev Bras Farmacogn, 531-537.

