فصلنامه (علمی – پژوهشی)

زیست شناسی تکوینی

سال نهم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۶

بررسی تکوینی اندام‌های رویشی و زایشی شاهدانه (*Cannabis sativa* L.)

احمد مجد[۱]، زهرا روستائی*[۲]، طاهر نژاد ستاری[۲]، صدیقه اربابیان[۱]

[۱] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* Email: zahraroustaee@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۹

چکیده

گیاه شاهدانه با نام علمی *Cannabis sativa* L. از تیره‌ی Cannabaceae یکی از مهمترین گیاهان نهاندانه دو لپه‌ای است و به دلیل داشتن پتانسیل تولید فرآورده‌ها، محصولات دارویی و صنعتی در برخی از کشورها از لحاظ اقتصادی بسیار با ارزش می‌باشد. این گیاه گسترش جهانی داشته و در بسیاری از مناطق ایران، گونه‌های با ارزش اندمیک دارد. بررسی اندام‌های رویشی شامل ریشه، ساقه، برگ و دمبرگ با تثبیت نمونه‌ها در محلول اتانول و گلیسیرین و تهیه‌ی برش دستی و رنگ‌آمیزی مضاعف آبی متیل-کارمن زاجی انجام شد. بررسی ساختار مریستم رویشی راس ریشه و راس ساقه و همچنین گل‌های نر و ماده با استفاده از تثبیت نمونه‌ها در تثبیت کننده FAA و برش‌گیری با دستگاه میکروتوم و مشاهده با میکروسکوپ نوری انجام و از نمونه‌های مناسب، عکس تهیه شد. در برخی از نمونه‌ها، رنگ‌آمیزی توسط هماتوکسیلین- ائوزین انجام شد. ساختار اولیه و ثانویه ریشه، ساختار اولیه و ثانویه ساقه، دمبرگ، برگ، گل آذین، گره، مریستم رأس ریشه و ساقه، تشابه به دو لپه‌ای‌ها را نشان دادند. در مورد گل‌های نر و ماده‌ی گیاه شاهدانه، همانند دیگر گل‌های بازدانگان نیز وضعیت به همین صورت است.بر اساس یافته‌های تشریحی، شباهت صفات بین این گیاهان و دیگر بازدانگان را مشاهده کردیم.

کلیدواژه‌ها: اندام‌های رویشی، اندام‌های زایشی، شاهدانه، مراحل نموی.

مقدمه

گیاه شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) متعلق به تیره‌ی Cannabiaceae می‌باشد. گیاهان این خانواده به واسطه‌ی داشتن تنوع متابولیت‌های ثانویه، بسیار با ارزش هستند. این گیاه یکی از بهترین منابع فیبر طبیعی است [۲]. از گیاه شاهدانه تا کنون بیش از ۶۱ ماده‌ی شیمیایی به دست آمده که همه کانابینوئید نامیده می‌شوند. اصلی‌ترین ماده‌ی کانابینوئید، ترکیب دارویی دلتا ۹ یا ترا هیدروکانابینول[۱] (۲۰۰۹) می‌باشد [۲].

[1] THC

از سال ۱۹٦۰ از شاهدانه به ماده مخدر استفاده می‌شد تا اینکه ویلیام سیر و همکارانش برای اولین بار ارزش درمانی شاهدانه را به صورت علمی ارزیابی کردند و استفاده بالینی از شاهدانه در درمان بسیاری از بیماری‌ها شروع شد [١٤]. در دهه‌های بعدی از شاهدانه، ماری جوانا، حشیش و روغن‌های مختلف استخراج شده و مورد مصرف قرار می‌گرفت [١٦]. روغن شاهدانه از جمله محصولات تجاری بیش از ۳۰ کشور جهان از جمله کانادا، ژاپن و اتحادیه اروپا می‌باشد. روغن شاهدانه به علت ارزش غذایی بالایی که دارد در محصولات غذایی نیز به کار می‌رود [٦]. همچنین به منظور ترمیم و مرطوب ماندن پوست، عصاره‌ی این گیاه در انواع صابون، شامپو و لوسیون‌های مختلف کاربرد دارد [٤].

شاهدانه گیاهی دو پایه، علفی، یک ساله به ارتفاع یک تا سه متر و دارای ارقام و فرم‌های مختلف با بوی مطبوع و قوی است. این گیاه برگ‌هایی متقابل در طول ساقه دارد ولی هرچه به انتهای ساقه نزدیک شویم، برگ‌ها وضعیت منفرد پیدا می‌کنند. منشا اولیه‌ی این گیاه در نقاط مرکزی آسیا بوده ولی امروزه به علت توسعه‌ای که از نظر پراکندگی پیدا کرده، در غالب نواحی گرم و معتدل، کشت و پرورش می‌یابد [۵].

جنس *Cannabis* درایران یک گونه دارد که به صورت زراعی جهت استفاده از دانه آن کاشته می‌شود. گل‌آذین نر محوری، خوشه است و گل‌آذین ماده مخروطی، سنبله‌ای یا در محور برگه‌های برگی قرار گرفته است. گل‌های نر دارای پنج کاسبرگ، گلبرگ‌نما، هستند. پرچم‌ها پنج عدد، متصل به گلبرگ‌ها و میله‌های پرچم نخی شکل است. گل‌های ماده بدون دمگل هستند وگلپوش غشایی دارند. مادگی بدون پایک و تخمک منفرد و واژگون دارد. میوه فندقی فشرده یاتخت است که در داخل گلپوش دایمی قرار گرفته است [۱۱].

توجه به دانش زیست‌شناسی تکوینی و بررسی مراحل نموی اندام های تولید مثلی برای حفظ گیاهان، به ویژه گیاهانی که از نظر اقتصادی از ارزش بالایی برخوردارند، اهمیت به سزایی دارد [۸]. در پژوهش حاضر ویژگی‌های تشریحی- تکوینی اندام‌های رویشی شامل ریشه، ساقه، برگ، دمبرگ، مریستم‌های راس ریشه و راس ساقه ویژگی‌های گل نر شامل تکوین بساک، میکروسپوروژنزو تشکیل دانه‌های گرده انجام شد. اطلاعات به دست آمده می‌تواند به شناسایی ویژگی‌های رده‌بندی دقیق‌تر گیاه و پی بردن به روابط تکاملی در خانواده *Canabaceae* کمک کند.

مواد و روش‌ها

بذر شاهدانه در سال ۱۳۹۳ از مرکز پاکان بذر اصفهان تهیه شد و پس از استریل کردن بذرها و بررسی جوانه زنی آن‌ها، در خاک با ۸۰٪ ماسه و ۲۰ ٪ رسی کاشته شدند و مرحله‌ی رویشی گیاه از روز چهارم شروع شد و بعد از دو ماه گل‌دهی؛ برخی از بذرها دارای گل نر و برخی دیگر گل ماده بودند. برای بررسی ریشه، ساقه، برگ و دمبرگ نمونه ها به مدت یک هفته در محلول اتانول و گلیسیرین با نسبت ۵۰:۵۰ قرار گرفت، سپس برش دستی و رنگ‌آمیزی مضاعف آبی متیل-کارمن زاجی به ترتیب به مدت ۳ دقیقه و ۱ دقیقه انجام شد. برای بررسی ساختار تشریحی مریستم رویشی راس ساقه، نمونه‌ها در تثبیت کننده FAA (۲ میلی‌لیتر فرمالدئید ۳۷٪، ۱۷ میلی لیتر اتانول ۹٦٪ و ۱ میلی‌لیتر اسید استیک خالص) به مدت ۲٤ ساعت قرار گرفتند. پس از شستشوی نمونه‌ها با آب جاری به مدت ۸ ساعت،

آب گیری با درصدهای افزایشی اتانول و شفاف سازی در تولوئن انجام شد. نمونه‌ها در پارافین مذاب قالب گیری شدند و از آن‌ها با دستگاه میکروتوم Leisa مدل RM2255 برش‌هایی با ضخامت ۸ میکرون تهیه شد. پس از پارافین زدایی، رنگ‌آمیزی برش‌ها با هماتوکسیلین- ائوزین و در انتها، مشاهده‌ی برش‌ها و تهیه‌ی عکس از نمونه‌های مناسب با فتومیکروسکوپ مدل Olympus انجام شد [۷].

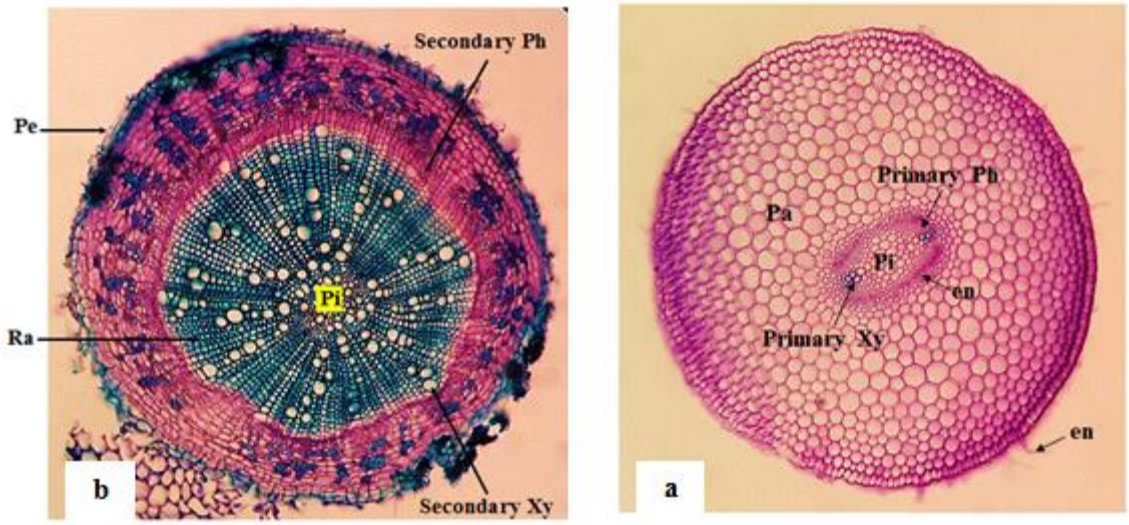
نتایج

بررسی ساختار تشریحی ریشه

در ساختار نخستین ریشه (تصویر۱-a) در خارجی‌ترین لایه‌ی پوست، ریشه دیده می‌شود که محل تشکیل تارهای کشنده در ریشه است. در استوانه آوندی خارجی‌ترین لایه، دایره‌ی محیطیه است که از یک لایه سلول پارانشیمی و تخصص نیافته (دارای تمایز یافتگی اندک) تشکیل شده است. آوندهای چوب - آبکش به صورت متناوب قرار گرفته‌اند که در برش عرضی نمایی مشابه پره‌های چرخ را تداعی می‌سازند. از نظر تعداد دسته‌های آوندی، ریشه دارای دو دسته چوب و آبکش است که به شکل diarch مشاهده می‌شود. با رفتن ریشه به ساختار پسین (تصویر۱- b)، لایه کامبیوم که در حدفاصل آوند چوب و آبکش قرار دارد به سمت خارج آبکش پسین و به سمت داخل، چوب پسین را می سازد.

بررسی ساختار تشریحی ساقه

در تصویر a-۲، در مشاهده‌ی برش عرضی ساقه، مغز استوانه ای است که در مرکز ساقه قرار دارد و دور آن بافت آوندی تشکیل می‌شود. مغز، بافت یکنواخت‌تری دارد و پارانشیمی است، در ساقه آوندهای آبکشی در خارج و آوندهای چوبی در داخل واقع شده و به هم نزدیک هستند. تمایز آوندهای آبکشی ساقه مانند ریشه رو به مرکز است در حالی که رشد آوندهای چوبی در جهت گریز از مرکز است. دسته‌های آوندی به صورت دستجات منظم روی یک دایره مشاهده می‌شود.

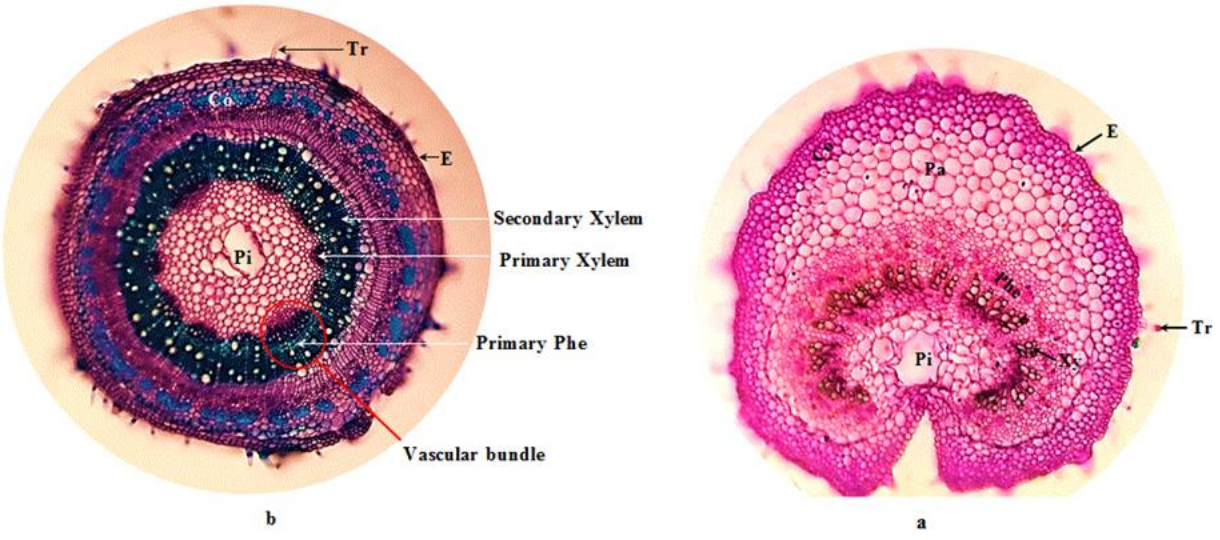


تصویر(۱)-a- ساختار نخستین ریشه، تار کشنده (h)، اپیدرم (E)، پارانشیم (Pa)، پارانشیم مغز (Pi)، بافت چوب (Primary Xy)، بافت آبکش (Primary Phe)، اندودرم (en) دیده می شود (ابژکتیو×10). تصویر (b)- ساختار پسین ریشه: پریدرم (Pe)، بافت آبکش (Secondary Phe)، بافت چوب پسین (Secondary Xy)، اشعه آوندی (Ra)، مغز (Pi) (ابژکتیو×10).

برش عرضی ساقه در ساختار پسین در خارجی‌ترین لایه سلول‌های اپیدرم حالت مکعبی دارند که، مشابه بسیاری از دو لپه‌ای‌ها است. در زیر اپیدرم چندین لایه سلول پارانشیمی مشاهده می شود. لایه‌ی بعدی سلول‌های پارانشیم پوست، در چند ردیف با دیواره‌ی نازک و قطر کم و بیش یکسان و چند وجهی هستند. در استوانه‌ی مرکزی دسته‌های آوندی، اشعه آوندی و مغز دیده می‌شوند. استوانه کامبیومی بین چوب و آبکش اولیه نمو می یابد و چوب ثانویه را به صورت رو به مرکز و آبکش ثانویه را به صورت گریز از مرکز می‌سازد. اشعه آوندی نسبتا وسیع است و سبب قطع شدن حلقه‌های چوب و آبکش می‌شود. در قسمت مرکزی هم سلول‌های پارانشیمی مغز دیده می‌شوند (تصویر b-۲).

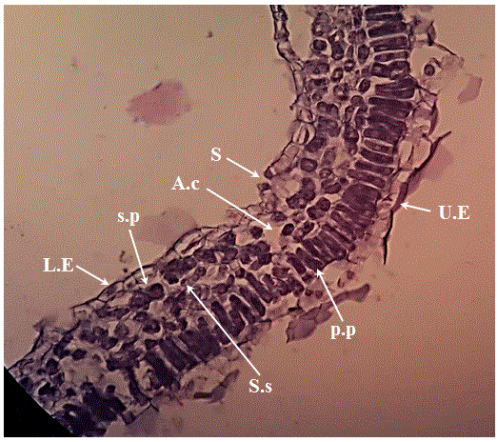
بررسی ساختار تشریحی برگ

برش عرضی پهنک برگ در منطقه رگبرگ اصلی به ترتیب بافت‌های اپیدرم، کلانشیم گوشه‌دار، پارانشیم مزوفیل و بافت های آوندی آبکش و چوب دیده می‌شوند اپیدرم لایه‌ای متشکل از یک ردیف سلول و دارای کرک است (تصویر ۳). اپیدرم در دو سطح زبرین و زیرین وجود دارد. اپیدرم دارای روزنه در جهت پارانشیم اسفنجی است. مزوفیل بافت پارانشیمی محدود شده با اپیدرم است و بافت‌های فتوسنتزی دارای کلروپلاست‌ها را شامل می‌شود. دو نوع بافت پارانشیم در مزوفیل پهنک به نام پارانشیم نردبانی شامل سلول‌های کشیده و پارانشیم اسفنجی شامل سلول‌های نامنظم و حفره‌دار دیده می‌شود. بافت نردبانی در سطح فوقانی برگ قرار گرفته است، چون در محلی قرارا دارد که حداکثر نور را دریافت می کند.

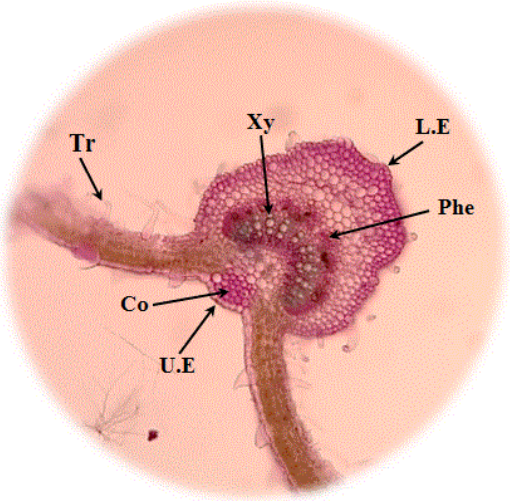


تصویر(۲)- a.. ساختار ساقه جوان در گیاه شاهدانه. رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبز متیل (ابژکتیو ۱۰ x). Tr : کرک .E: اپیدرم. Co: کلانشیم. Phe: بافت آوند آبکش. Xy: بافت آوند چوب. Pi: مغز. Pa: پارانشیم.

تصویر(۲)- b. ساختار پسین ساقه در گیاه شاهدانه رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبز متیل (ابژکتیو ۱۰ x). Tr: کرک. E : اپیدرم. SecondaryXy: چوب ثانویه. Primary Xy: چوب اولیه. Primary Phe: آبکش اولیه. bundle Vascular: دسته جات آوندی. بافت آوند چوب. Pi: مغز. Co: کورتکس.



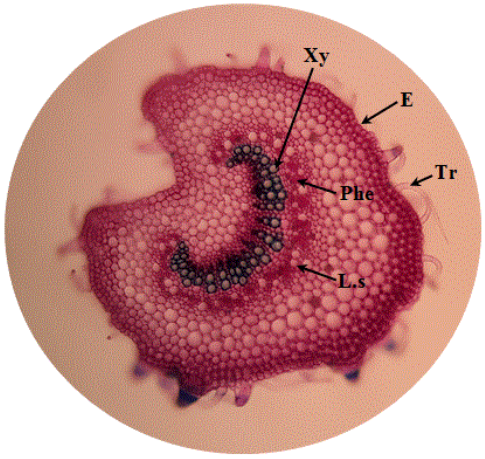
تصویر ۳ – برش طولی پهنک برگ گیاه شاهدانه. رنگ آمیزی با هماتوکسیلین–ائوزین (ابژکتیو ۱۰ x). pp: پارانشیم نردبانی. sp: پارانشیم اسفنجی. U.E: اپیدرم فوقانی. L.E: اپیدرم تحتانی . S: روزنه. A.c: حفره هوا. S.s: کیسه ترشحی.



تصویر(٤)–برش عرضی برگ گیاه شاهدانه . رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبز متیل (ابژکتیو ۱۰ x). Tr: کرک های اپیدرمی. Co: کلانشیم. Phe: بافت آوند آبکش. Xy: بافت آوند چوب. U.E: اپیدرم فوقانی. L.E: اپیدرم تحتانی.

بررسی ساختار تشریحی دمبرگ

برش عرضی دمبرگ جوان به شکل گوشه‌دار است و تشابه زیادی بین ساختار نخستین ساقه و دمبرگ مشاهده می‌شود. امتداد اپیدرم دمبرگ به ساقه می‌رسد و خارجی ترین لایه در برش است (تصویر ۵).



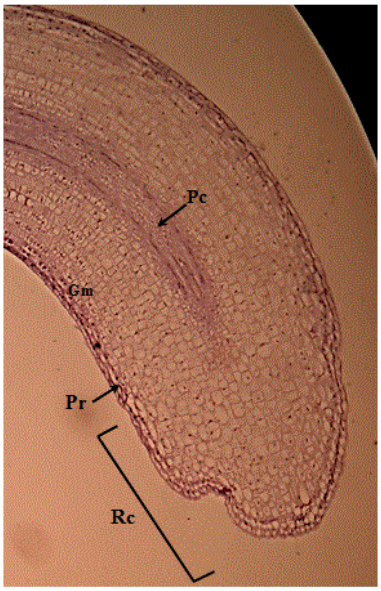
تصویر(۵)– برش عرضی دمبرگ گیاه شاهدانه. رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبز متیل (ابژکتیو ۱۰ x). Xy: بافت آوند چوب. Phe: بافت آوند آبکش. Tr: کرک های اپیدرمی. L.s: حفره ترشحی. E: اپیدرم.

ساختار تشریحی مریستم ریشه و مریستم رویشی در ساقه

مریستم، منطقه ای است که در آن تقسیم سلولی برای تشکیل سلول های جدیدی که به منظور زندگی گیاه لازم هستند ادامه پیدا می‌کند و در واقع محل منشا بافتی است. سلول‌هایی که در اثر فعالیت مریستم پدید آمده‌اند به اشکال مختلف تمایز می‌یابند و به بافت‌های اختصاصی تبدیل می‌شوند. مریستم رویشی ساقه در گیاه شاهدانه به شکل محدب در جوانه انتهایی و دارای راس نامتقارن است که ساختمان اولیه‌ی ساقه از آن شکل می‌گیرد.

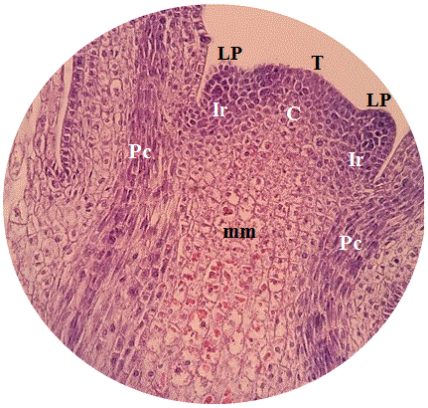
در مریستم ریشه در بررسی برش طولی راس ریشه گیاه در مراحل ابتدایی رویشی، که به وسیله‌ی برش‌گیری میکروتومی انجام شد، مریستم ریشه و بخش‌های مختلف آن بررسی شد. در فاصله‌ی معینی از مریستم انتهایی ریشه، بخش‌های کلاهک، بشره (اپیدرم)، پوست و استوانه مرکزی تشخیص داده می‌شوند.

کلاهک در نوک ریشه قرار دارد و حفظ کننده‌ی پرومریستم (پیش مریستم) است. این بخش باعث سهولت نفوذ ریشه به درون خاک می‌شود. کلاهک از یاخته‌های پارانشیم مانندی که عمرشان کوتاه است تشکیل شده است. این یاخته‌ها آرایش خاصی ندارند و منشا آن‌ها یاخته‌های بنیادی است. کلاهک، رشد ریشه به طرف زمین را کنترل می‌کند و کلاهک ریشه مرتبا رشد می‌کند. یاخته‌های بیرونی آن می‌میرند و از یکدیگر جدا می‌شوند و یاخته‌های جدید که از یاخته‌های بنیادی به وجود می‌آیند، پیوسته به آن اضافه می‌شوند، به همین دلیل کلاهک همیشه به وضع ثابتی باقی می‌ماند. در تصویر٦ بخش‌های مختلف مریستم ریشه شامل بخش آغازی استوانه مرکزی، بخش آغازی پوست و بخش آغازی کلاهک ریشه مشاهده می‌شود (تصویر ٦).



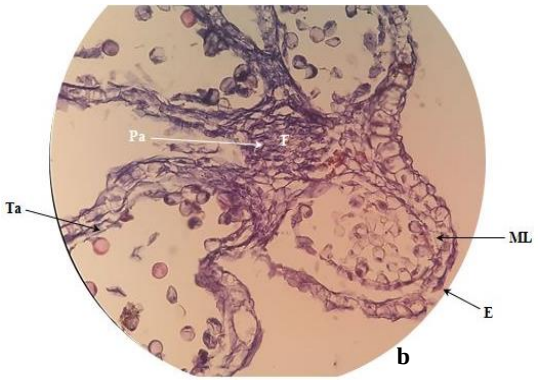
تصویر(٦)- برش طولی مریستم راس ریشه رنگ آمیزی با هماتوکسیلین-ائوزین (ابژکتیو ۱۰ x). RC: کلاهک ریشه. Pr: پروتودرم. Gm: مریستم زمینه. Pc: پروکامبیوم.

در مریستم ساقه در گیاهان مورد آزمایش نواحی زیر قابل شناسایی هستند (تصویر۷): تونیکا (T)، لایه خارجی یا لایه سلول‌های خارجی است که توده سلول داخلی کورپوس را در بر می‌گیرد و شامل ۱ تا ۲ لایه می باشد. تقسیمات در این لایه شعاعی (آنتی کلینال) است و با این تقسیمات سطح مریستم افزایش می‌یابد. در تونیکا دو ناحیه مشخص است ناحیه اول، ناحیه‌ی انتهایی مرکزی است که یک یا چند سلول بنیادی دارد که بزرگ‌تر، هسته درشت‌تر و واکوئل بیشتری از بقیه سلول های تونیکا دارند و بنابراین رنگ روشن‌تری هم دارند و ناحیه‌ی دوم که در جوانب راس قرار دارد سلول‌های کوچک‌تر و تیره‌تر دارد. کورپوس (C) منطقه‌ی سلول‌های داخلی زیر تونیکا را تشکیل می‌دهد. تقسیمات در این منطقه اغلب مماسی (پری کلینال) است و در نتیجه‌ی این تقسیمات حجم افزایش می‌یابد. رنگ‌پذیری کم این ناحیه به خوبی در شکل مشخص شده است که نشانگر فعالیت میتوزی کم در این ناحیه و گسترش دستگاه واکوئلی در آنها است. منطقه سوم، مریستم جانبی یا حاشیه‌ای است که تقسیمات میتوزی در آن‌ها فعال است. در زیر ناحیه‌ی انتهایی و پهلوهای مریستم یک منطقه فعال به نام حلقه نهادی یا بنیادی (Ir) وجود دارد. حلقه‌ای از سلول‌های ریزتر با هسته‌های درشت‌تر که نشانه‌ی مریستمی بودن زیاد آنها است. بنابراین رنگ‌پذیری بیشتری دارند. تقسیمات میتوزی سلول‌های ناحیه‌ی بنیادی به تدریج تمایز می‌یابند، برگ‌ها را در مراحل متفاوت تکوینی به‌وجود می‌آورند که پس از تشکیل طرح های اولیه‌ی برگی (LP) بخش قاعده‌ای آن‌ها طویل شده، سهم‌های برگی را به وجود می‌آورند. از رشد و نمو سهم‌های برگی میان گره‌ها و از مجموعه آن‌ها، ساقه (جز بافت مغز ساقه) تشکیل می‌شود. بافت مغز ساقه از تقسیمات سلول‌های مریستم مغزی تشکیل می‌شود (تصویر ۷).



تصویر(۷)- برش طولی مریستم رویشی ساقه. T: تونیکا. C: کورپوس، Ir: حلقه بنیادی، mm: مریستم مغز. Pc: طناب پروکامبیومی. LP: طرح اولیه ی برگی. رنگ آمیزی با هماتوکسیلین-ائوزین (ابژکتیو ۱۰ x).

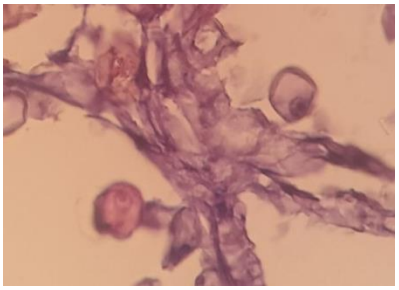
ریخت شناسی و تشریح اندام های زایشی نر



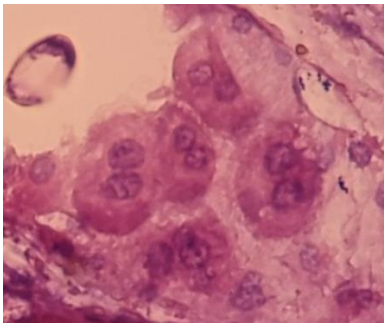
تصویر(۸)- a: برش عرضی بساک بالغ که سلول های تاپی (Ta)، پارانشیم (Pa)، اپیدرم (E)، دانه گرده (Pg)، کیسه گرده (Ps). ابژکتیو ۱۰ x. b: E: اپیدرم، ML: لایه مکانیکی، Ta: لایه تاپی، F: رابط، Pa: پارانشیم. ابژکتیو ۴۰ x. رنگ آمیزی با هماتوکسیلین- ائوزین.

تکوین بساک و میکروسپورزایی

نافه در گل‌های نر این گیاه از نوع مونوسیمتریک[1] بوده و پرچم‌ها به شکل نابرابر تکوین یافته‌اند. به ترتیب لایه‌های اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه تاپی و دانه‌های گرده در مراحل تتراد، تک هسته‌ای و دو هسته‌ای مشاهده می‌شوند (تصاویر۸و۹و۱۰).

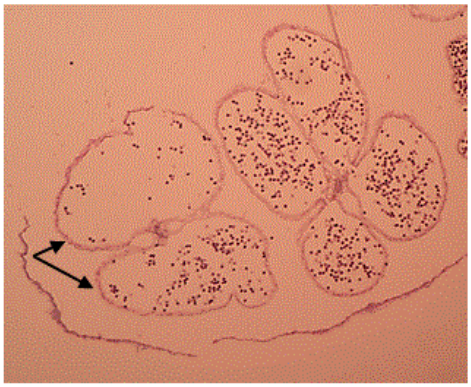


تصویر۹-دانه گرده تک هسته ای. (obj×20).



تصویر۱۰- تتراد در حال جدا شدن. (obj×40).

بساک‌ها از نوع درون گشا[2] هستند. بساک‌ها بعضی دارای دو خانه کیسه گرده (Ps) هستند (تصویر ۱۱).

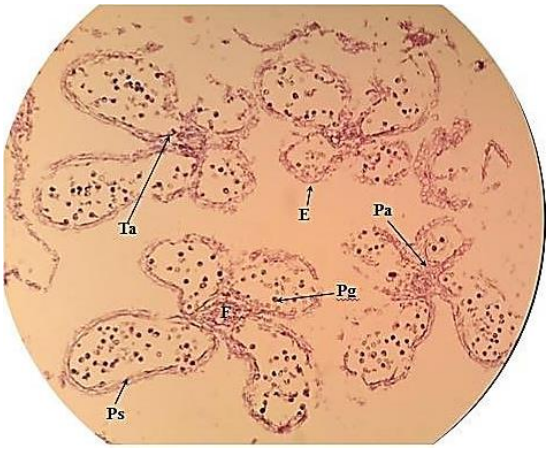


تصویر(۱۱)- بساک دارای دو کیسه گرده (سمت چپ تصویر)

[1] Monosymetric
[2] Intros

دور تا دور بساک‌های جوان را اپیدرم (Ep) می‌پوشاند. سلول‌های اپیدرمی متراکم و کشیده بود در زیر این لایه، لایه سلول‌های گذر (TI) با سلول‌های کم دوام دیده شدبه طور معمول طی بلوغ بساک، تمایز و تخصص یافتگی لایه‌های دیواره میکروسپورانژ، هم زمان با تشکیل گرده رخ می‌دهد. در بیشتر نهاندانگان دیواره میکروسپورانژ از اپیدرم، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه مغذی ساخته شده است.

داخلی‌ترین لایه دیواره بساک، لایه مغذی یا تاپتوم است. در شاهدانه سلول‌های لایه مغذی حاوی سیتوپلاسمبا رنگ پذیری بالا است که نشان دهنده ی فعالیت ترشحی زیاد آن‌ها به منظور بلوغ دانه‌های گرده است. از آنجایی که سلول‌های میکروسپور برای تغذیه به دیواره‌های بساک نزدیک شده‌اند به نظر می‌رسد که لایه‌ی تاپتوم (T) در این گیاه از نوع تاپتوم ترشحی است (تصویر ۱۲). در مرحله بلوغ بساک پاره شدن کیسه‌های گرده مشاهده می‌شود.



تصویر(۱۲)-. E: اپیدرم، Ta: لایه تاپی، F: میله، Pa: پارانشیم. Pg: دانه گرده. Ps: کیسه گرده. رنگ آمیزی با هماتوکسیلین-ائوزین (obj×10).

بحث

ریشه

بررسی صفات ریخت شناسی ریشه نشان می دهد که، ریشه گیاه شاهدانه (*Cannabis*) شبیه به اکثر درختان دولپه‌ای نهاندانه از نوع ریشه راست است، یعنی از نوع ریشه‌هایی است که از ریشه‌های نخستین از مریستم انتهای جنین و دایره محیطیه به بخش‌های بالغ ریشه منشا می‌گیرند [۱۰]. رشد ریشه جوان در خاک به صورت عمودی است. تارهای کشنده‌ی ظریف دارند و ریشه‌های جانبی فراوانی در آن‌ها مشاهده می‌شود. بنابراین سیستم ریشه‌ای در *Cannabis* از نوع سیستم ریشه‌ای گسترده است. مطالعه میکروسکوپی ساختار ریشه در گیاه شاهدانه به وسیله‌ی برش‌گیری دستی از ریشه گیاه انجام شد و در مشاهده ی برش دستی به ترتیب از خارج به داخل در ساختار نخستین ریشه ابتدا اپیدرم سپس پارانشیم پوستی، آندودرم، دایره محیطیه، آبکش (فلوئم)، چوب (زایلم) و مغز مشاهده شدند. شکل ریشه‌ی نخستین در برش عرضی، مدور بود. در ساختار نخستین ریشه در خارجی‌ترین بخش، اپیدرم واقع شده بود که متشکل از یک لایه از سلول‌هایی با دیواره‌ی نازک که به طور فشرده و بدون فضای بین سلولی آرایش یافته اند. سلول های منشا تارهای کشنده هم مشاهده شدند. در زیر اپیدرم، پارانشیم پوست (P) قرار گرفته که به طور همگن نمو کرده و در بین سلول‌های آن فضاهای بین سلولی مشاهده می‌شود. آندودرم (en) از سلول‌های بدون فضای بین سلولی تشکیل شده است. بعد از آندودرم، دایره‌ی محیطیه (Pc) قرار دارد، که استوانه‌ی مرکزی را احاطه کرده است. استوانه‌ی مرکزی در ساختار نخستین دارای دسته‌های آوندی چهار آغازه است و در آن چوب (Xy) و آبکش (Ph) به طور متناوب قرار گرفته‌اند. در چوب، آوندهای چوبی متازایلم (Mx) به طرف مرکز و پروتوزایلم (Px) به سوی پیرامون قرار گرفته است، بنابراین چوب

ماهیت برون‌گرا (exarch) داشته و نمو چوب مرکز رو (centripetal) بود. در ریشه‌های جوان، مغز (Pi) که در بخش میانی ریشه واقع شده است و می‌توان گفت که ماهیت پکتوسلولزی دارد.

نتیجه‌ی پژوهش‌های حاضر در مورد ریشه گیاه شاهدانه با گزارش‌های احمد مجد در سال ۱۳۹۰ در ارتباط با بررسی مراحل تکوینی بخش‌های رویشی و زایشی انگور شاهانی همسویی دارد [۹].

گیاه شاهدانه با گزارش‌های Clarke در سال ۲۰۰۲ در ارتباط با گونه‌ای از شاهدانه و فان (۱۹۸۹) در ارتباط با ریشه‌ی برخی از دو لپه‌ای‌های علفی مطابقت دارد.

در ساختار ثانوبه ریشه مشاهده می‌شود که بخش عمده از ساختار ریشه از بافت‌های آوند متازایلم تشکیل شده است و علاوه بر منطقه‌ی چوب، مغز ریشه هم به شدت چوبی می‌شوند که این وضعیت در عموم گیاهان نهاندانه چند ساله‌ی دو لپه‌ای مشاهده می‌شود [۱۰].

بررسی‌ها در این زمینه با نتایج مطالعات ریشه با اغلب ریشه‌های گیاهان دو لپه‌ای‌ها مطابقت دارد.

ساقه

در ساختار تشریحی ساقه، عوامل محیطی نظیر شدت نور و میزان رطوبت جوی می‌تواند بر روی شکل، اندازه و سایر ویژگی‌های این سلول‌ها تاثیرگذار باشد. وجود بافت نگهدارنده (کلانشیمی) می‌تواند برای پاسخ به شرایط دشوار محیطی و تغییرات دما در فصول متفاوت باشد [۱۳]. ساختار کلی ساقه در این گیاه با سایر گیاهان دو لپه‌ای مطابقت دارد.

دمبرگ

ساختار تشریحی دمبرگ با گزارش Clarke و همکاران که ساختار تشریحی دمبرگ را به عنوان شاخصی برای شناسایی گونه مختلف به کار گرفته بودند مطابقت داشت.حضور کوتیکول و کرک‌های متعدد بر روی لایه اپیدرم هم با گزارش‌های دیگر محققان در بررسی‌های ساختار برگ و دمبرگ در گیاه شاهدانه مطابقت دارد.در مشاهدات ما، دسته‌های آوندی دمبرگ‌ها از نوع دو جانبی بسته بوده که توسط سلول‌های پارانشیمی غلاف آوندی احاطه شده بودند [۱۲]. این مطلب با گزارش‌های جنوبی و همکاران در سال ۱۳۹۳ هم خوانی دارد [۳].از آن جایی که گزارش‌های بسیاری در ارتباط با نقش عوامل محیطی بر روی ساختار رویشی در گونه‌های مختلف گیاهی دیده شده، می‌توان احتمال داد با بررسی ساختار دمبرگ در دیگر گونه‌های گیاه شاهدانه می‌توان به نتایج جالب توجهی دست یافت. در بررسی بافت‌های دمبرگ، یک احتمال برای این تفاوت‌ها در نحوه تشکیل بافت استحکامی (بافت کلانشیم) به دلیل حفاظت از دمبرگ است.

بنابراین می‌توان گفت برای گونه *Cannabis sativa* L. هم نتایج بدست آمده تا حدودی با نتایج اکثر محققان در ارتباط با گیاهان نهاندانه دو لپه ای مطابقت دارد.

برگ

بررسی برگ‌های شاهدانه نشان داد که ساختمان برگ همانند سایر گیاهان دولپه‌ای است. برگ‌ها، کرک‌های فراوان دارند.

در برش طولی از برگ گیاه شاهدانه، وجود فضای بین سلولی در مزوفیل برگ، عامل دیگری در افزایش کارایی فتوسنتز و امکان تبادل گاز می باشد.

مریستم راس ریشه

در بررسی مریستم راس ریشه، همانند اکثر گیاهان دو لپه ای از نوک ریشه به بالا به ترتیب مناطق: کلاهک، پوست، استوانه مرکزی مشاهده شد. بر طبق نظریات بافت شناسی قدیمی از جمله نظریه لایه‌های بافت‌زای هانشتین، در مریستم راس ریشه لایه درماتوژن که منشا اپیدرم (بشره) است، لایه پریلم که منشا پوست و پلروم، استوانه مرکزی است در اینجا هم مشاهده می‌شود و تا حدی مناطق از هم قابل تشخیص هستند. همچنین کلاهک، مانند اکثر دولپه‌ای‌ها حالت پیوسته داشته و مستقل نیست.

مشاهدات ما در این زمینه با گزارش Perilli (۲۰۱۲) در ارتباط با اکثر مریستم‌های راس ریشه در دولپه‌ای‌ها مطابقت دارد [۱۵].

مریستم راس ساقه

مریستم انتهایی ساقه در شاهدانه مشابه اکثر دولپه‌ای ها است و از نوع مریستم‌های تیپ برآمده یا گنبدی شکل است و نواحی زیر در آن قابل تشخیص است:

ناحیه انتهایی (Apical zone)؛ شامل بیشتر از یک ردیف به احتمال دو تا سه ردیف تونیکا (T) و منطقه کورپوس (C) است. در اثر تقسیمات مماسی زیر تونیکا و شعاعی تونیکا محل تشکیل برگ جدید متورم می‌شود (I.F). ناحیه‌ی مریستم مغز (mm) که در زیر ناحیه انتهایی قرار دارد، دارای سلول‌های کم و بیش کشیده است. سیستم واکوئلی در این منطقه گسترش زیادی دارد که نشان دهنده‌ی این است که، این ناحیه تقریبا تخصصی است. رنگ‌پذیری کم، نشانگر فعالیت کم میتوزی این ناحیه است. با فعالیت این بخش، مغز ساقه ایجاد می‌شود.

بنیان‌های برگی از مرکز زایشی برگ‌ها در حلقه بنیادی فعالیت خود را آغاز می‌کنند. مریستم نخستین ساقه در تشکیل برگ‌ها در ساختمان نخستین ساقه نقش دارند و مسئول رشد طولی ساقه در اکثر گیاهان دو لپه‌ای می‌باشند [۱۰].

با توجه به نتایج بررسی اندام‌های رویشی و زایشی گیاه شاهدانه اهمیت بسیار زیاد این گیاه در صنایع داروسازی و صنعتی کشور، پیشنهاد می‌شود برای سایر گونه‌های شاهدانه هم بررسی ساختار تشریحی – تکوینی اندام‌های رویشی و زایشی انجام شود تا بتوان به یک نتیجه جامع در رابطه با این جنس و جنس رازک از خانواده Cannabaceae از دیدگاه تشریحی – تکوینی رسید و بتوان در آینده اطلاعات جامعی را برای تهیه ی اطلس گیاهان دو لپه‌ای نهاندانه ارائه داد

منابع

[۱]. باقری، م.، و منصوری. ح. ۱۳۹۳. تاثیر القای تتراپلوئیدی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و ساختاری گیاه شاهدانه (*Cannabis sativa* L.). مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال ششم، ش ۲۲، صفحات ۱۱۷-۱۲۶.

[۲]. تهرانی پور، م.، کهتر پور، م.، جواد موسوی، ب ز.، مهدوی شهری، ن. ۱۳۹۱. بررسی اثر عصاره آبی برگ گیاه شاهدانه (Cannabis sativa) بر دانسیته نورونی مناطق سه گانه هیپوکامپ اصلی در موش صحرایی نر. مجله دانشگاه علوم

پزشکی شهر کرد، دوره ١٤، ش ١، صفحات ٢٧-٢٠.

[٣]. جنوبی، پ.، مجد، ا.، مهرابیان، ص.، رشیدی، ف. ١٣٩٣. بررسی ساختارهای تشریحی اندام‌های رویشی و نمو اندام‌های زایشی گیاه انبه (Mangifera indica L.). مجله سلول و بافت، جلد٥، شماره ٤، صفحات ٤٢٧-٤١٧.

[٤]. ربیعی، ب. ١٣٧٧. بازگشت شاهدانه. انتشارات آشیانه کتاب.

[٥]. سیّد نصراله، ر. ١٣٩٣. بررسی تاثیر امواج الکترومغناطیس بر گیاه شاهدانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زیست‌شناسی گیاهی، دانشکده زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

[٦]. شاهوردی، ا.، قراچورلو، م.، حسینی، س.ا. ١٣٩٠. ارزیابی ویژگی‌های روغن استخراج شده از دانه شاهدانه. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال ٨، ش ٢، صفحات ٦٠-٥٢.

[٧]. شریف شوشتری، م.، مجد، ا. ١٣٨٩. بررسی تکوین گل‌آذین در گیاه زینتی مارگریت (*Chrysanthemum maximum Ramond*) به عنوان الگویی از گل آذین‌های کپه‌ای در تیره مرکبان. مجله زیست شناسی ایران، جلد ٢٣، شماره ١، صفحات ٦١-٤٧.

[٨]. مجد، ا.، ١٣٩١. زیست‌شناسی تکوینی در گیاهان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

[٩]. مجد، ا.، صفاری، پ.، جنوبی، پ.، مهرابیان، ص. ١٣٩٠. بررسی مراحل تکوینی بخش‌های رویشی و زایشی انگور شاهانی. فصلنامه علمی پژوهشی زیست‌شناسی تکوینی، سال سوم، شماره ١٠، صفحات ٦١-٥١.

[١٠]. مظفریان، و.، ١٣٩٣. رده بندی گیاهی کتاب دوم: دولپه‌ای‌ها. تهران: انتشارات امیر کبیر، صفحات: ٥٠-٤٩.

[١١]. نجف پور نوایی، م.، سفید کن، ف.، و میرزا، م. ١٣٨٦. معرفی گیاهان دارویی ضد سرطان ایران. چاپ اول، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، صفحات ٣٥-٣٤.

[12].Clarke C.R., Watson D.P., 2002, Botany of natural Cannabis medicines. The Haword Interactive Healing Press, 3-13.

[13].Dilcher, D. L., 1974, Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. Department of Plant Science, Indiana university, Botanical Review, 40(10): 1-157.

[14].Mahmoud A. E., Mohamed M. R., Waseem G., Ahmed G., Suman Ch. 2017, Phytochemistry of Cannabis sativa L. Part of the Progress in the Chemistry of Organic Natural Products book series POGRCHEM, volume 103, 1-36.

[15].Perilli S., Di Mambro R., Sabatini S., 2012, Growth and development of the root apical meristem. Current opinion in plant biology, 15(1): 17-21.

[16].Srivastava. A., Yadav VK. 2013, Microscopical and Chemical Study of *Cannabis sativa*. J Forensic Research, 5:1, 1-6.