

بررسی اثرات تنش خشکی بر ساختار تشریحی گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*)

احمد مجد^۱، پریسا جنوبی^۲، معصومه زینی پور^{۳*}

۱- استاد گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم

۲- استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم

۳- دانشجوی دکتری سلولی تکوینی گیاهی دانشگاه تربیت معلم (zeinipour@tmu.ac.ir)

چکیده

برای بررسی اثرات تنش خشکی بر ویژگیهای تشریحی در چهار رقم آفتابگردان (آذرگل، یوروفلور، آلستار و کتیل)، دو آزمایش جداگانه اجرا گردید. آزمایش اول بر اساس آبیاری مطلوب اجرا شد، در حالیکه آزمایش دوم در شرایط تنش کم آبی اجرا گردید.

نتایج بررسیهای سلول- بافت شناختی گیاهان شاهد و گیاهان تحت تنش شدید نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش پارانشیم پوستی، قطر دهانه آوندی، کلاهک اسکلارائشیمی روی آوند آبکش و افزایش تعداد ردیف آوندی و عناصر آوندی در ساقه می شود. در برگ گیاهان تحت تنش ضخامت پهنک، قطر دهانه آوندی کاهش می یابد. دربرش عرضی برگهای آذرگل و آلستار دیده شد که هر دو رقم دارای دو ردیف پارانشیم نردبانی متوالی هستند که تحت تنش خشکی به یک ردیف کاهش می یابد اما در برش عرضی برگ یوروفلور و کتیل یک ردیف پارانشیم نردبانی دیده شد که تحت تنش خشکی متراکم تر شده و فضای بین سلولی در آنها کاهش یافت. تنش خشکی باعث کاهش قطر دهانه آوندی، تعداد ردیف و تعداد عناصر آوندی در دمبرگ می شود. در گیاهان تحت تنش خشکی به غیر از یوروفلور تسریع نسبی تکوین رویان مشاهده شد.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، ساختار تشریحی، گیاه آفتابگردان

مقدمه

نیست [۱]. در کشور ما نیز به جز سواحل دریای خزر و قسمت های کوچکی از شمال غربی کشور بقیه مناطق جزء نقاط خشک و نیمه خشک محسوب می گردند و این در حالی است که مناطق خشک کشورمان نسبت به مناطق نیمه خشک آن، از وسعت بیشتری برخوردار است. بررسی اثرات تنش خشکی بر گیاهان از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است و با توجه به اینکه گیاهان غیر متحرک بوده، نمی توانند از تنش آبی مانند روشی که ارگانسیم های متحرک دارند، فرار کنند، سعی به سازگار شدن با شرایط نامساعد محیطی دارند. گیاه آفتابگردان یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که برای استفاده از دانه هایش کشت می شود و در میان گیاهان مهم روغنی از نظر سطح زیر

خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهمترین و رایج ترین تنش های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته است. حدود یک سوم اراضی جهان با کمبود بارندگی مواجهند و نیمی از این اراضی دارای بارندگی سالیانه کمتر از ۲۵۰ میلیمتر می باشند. به طور کلی مناطق خشک و نیمه خشک جهان وسعتی در حدود ۴۴/۷ میلیون کیلومتر مربع را شامل می شوند که حدود ۳۹ درصد از این مساحت جزء مناطق خشک محسوب شده و قسمت عمده آن برای زراعت مساعد

* عهده دار مکاتبات

گیری استفاده شد. در بررسی قطر دهانه آوندی در ساقه تعداد ۴ دسته آوند کامل در بخش مرکزی برش انتخاب و در هر دسته آوند ۵ قطر دهانه آوندی توسط گراتیکول اندازه گیری شد و از آنها میانگین گرفته شد و تغییرات مورد بررسی قرار گرفت. در مورد اندازه گیری قطر دهانه آوندی در دمبرگ دسته آوند مرکزی و دو دسته آوند کامل کناری مورد بررسی قرار گرفته و از هر کدام ۴ قطر دهانه آوندی اندازه گیری شد. در بررسی کلاهک اسکلرانشیمی موجود بر روی آوند آبکش نیز ۵ کلاهک اسکلرانشیمی انتخاب و با گراتیکول اندازه گیری شد و از این اندازه گیریها نیز میانگین گرفته شد. در مورد تعداد ردیف آوندی و عناصر آوندی نیز ابتدا ۴ دسته آوندی در مرکز برش انتخاب و در هر دسته نیز شمارش ردیفها و عناصر آوندی در مرکز انجام و از آنها میانگین گرفته شد. برای اندازه گیری قطر دهانه آوندی در برگ تنها ۴ قطر دهانه آوندی در دسته آوند مرکزی اندازه گیری شدند. نمونه های گل با تخمدان هایی در اندازه های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ میلی متری برای بررسی در تثبیت کننده FAA قرار گرفتند و برای برش گیری میکروتومی آماده شدند، به دلیل تکراری بودن برخی مراحل تنها تخمدانهای ۱ و ۱۰ میلیمتری مورد بررسی قرار گرفتند. پس از برش گیری و رنگ آمیزی با ائوزین و همتوکسیلین از نمونه های مناسب عکسبرداری شد. برای نشان دادن تمام مراحل دیده شده در عکسبرداری ساختار زایشی از تصاویر تمام ارقام استفاده شد.

نتایج

در بررسی ساختار تشریحی اندام رویشی گیاه آفتابگردان این نتایج بدست آمد:

در برش عرضی ساقه آفتابگردان دو قسمت پوست و استوانه مرکزی قابل تشخیص است. پوست^۱ از بخش های روپوست، میان پوست و درون پوست تشکیل شده است. روپوست^۲ دارای یک ردیف سلول های به هم فشرده و و منظم و فاقد فضای بین سلولی است و سطح سلول ها کوتینی شده، همچنین دارای روزنه و کرک می باشد.

کشت و میزان تولیدجهانی پس از گیاهانی چون سویا و پنبه و در ردیف گیاهانی چون کلزا و بادام زمینی قرار دارد [۲]. شناخت ویژگیهای مربوط به رشد و عملکرد این گیاه زراعی در رابطه با تنش خشکی می تواند در گسترش سطح کشت و افزایش عملکرد آن اثرات مهمی داشته باشد. با توجه به اینکه گیاهان به تنش ها در سطوح مولکولی، سلولی، آناتومی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پاسخ می دهند. مطالعات سیتوهیستولوژیکی می تواند راهگشای مناسبی برای مطالعات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی باشد.

مواد و روشها

این تحقیق با ۲ تیمار در رقم های آفتابگردان شامل: آذرگل، یوروفلور، آلتار، کتیل در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار برای هر آزمایش اجرا شد. آزمایش اول در شرایط آبیاری مطلوب (عادی) اجرا گردید و زمان آبیاری کلیه کرت ها بر اساس ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه بود. آزمایش دوم در شرایط تنش کم آبی اجرا گردید و زمان آبیاری کلیه کرت های آزمایشی بر اساس ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر انجام شد. میزان تبخیر با نصب تشتک تبخیر در مزرعه به طور روزانه اندازه گیری شد و آبیاری هر تیمار، پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر صورت گرفت. مبداء زمانی تبخیر از زمان اتمام آبیاری بود. همچنین زمان اعمال محدودیت در آبیاری دوهفته قبل از رفتن به مرحله زایشی در گیاهان مربوطه بود.

از قسمتهای مشخصی از ساقه (بخش میانی بین میانگره اول و دوم)، برگ (برگهای اول و دوم بالایی) و بخش میانی دمبرگ (دمبرگ برگهای اول و دوم) گیاهان شاهد و تحت تنش نمونه برداری شده و در فیکساتور الکل - گلیسرین که برای برشهای دستی نیاز است، نگهداری شدند و پس از برش گیری به روش رنگ آمیزی مضاعف با کارمن زاجی و آبی متیلن رنگ آمیزی شده و پس از بررسی با میکروسکوپ نوری زایس از نمونه های مناسب عکسبرداری شد. در اینجا برای جلوگیری از تکرار تصاویر تنها رقم کتیل نمایش داده شده است. در بررسی برخی ساختارها مانند قطر دهانه آوندی از گراتیکول برای اندازه

¹. Cortex

². Epiderm

۶ سلول پایه پوشیده شده است. در برش عرضی پوست شامل دو لایه، ۷ پوست زیرین و زیرین در دو طرف برگ است که از یک لایه سلولهای بهم فشرده تشکیل شده اند. میان برگ متشکل از بافت پارانشیم کلروفیلی نرده ای و پارانشیم کلروفیلی اسفنجی است، پارانشیم نرده ای ۱-۲ لایه است، سلول های آن منظم و کشیده هستند و فضاهای خالی نسبت به سلولهای پارانشیمی اسفنجی در بین آنها دیده می شود. سلول های پارانشیم اسفنجی لوب دار و دارای فضاهای خالی به صورت حفرات درشت در بین سلولها هستند (شکل ۳D). دسته های آوندی با غلاف آوندی که شامل سلول های پارانشیمی که کلروپلاست کمتری در مقایسه با سایر سلول های پارانشیمی میان برگ دارند، احاطه می شوند (شکل ۳C).

در گیاهان تحت تنش خشکی مشاهده شد که کاهش ضخامت کلی برگ و کاهش سیستم آوندی در ناحیه رگبرگ میانی و رگبرگهای فرعی به طوری که در بخش میانی یک دسته آوندی تمایز یافته وجود دارد. قطر دهانه آوندی و فاصله بین دسته جات غلاف آوندی کاهش یافته است (شکل ۳b). در نمونه های تحت تنش یوروفلور و کتیل یک لایه پارانشیم نردبانی به صورت متراکمتری قرار گرفته و دو لایه پارانشیم اسفنجی آن از حالت لوب دار خارج شده متراکمتر شده و فضای خالی بین آنها نسبت به آبیاری کمتر است (شکل ۳d). در نمونه های تحت تنش آلستار و آذرگل پارانشیم نردبانی از دو ردیف به یک ردیف کاهش یافته است و دو ردیف پارانشیم حفره ای متراکمتر شده اند. در هر ۴ رقم تحت تنش خشکی میزان کرکها افزایش نشان می دهد.

در بررسی ساختار اندام زایشی مشاهده شد که مادگی دو برچه، تک خانه با یک تخمک در هر تخمدان زیرین است. تخمک بالغ، واژگون، تک پوسته و با خورش نازک است (شکل ۴A). سلولهای اپیدرم داخلی پوسته در مراحل اولیه نمو تخمک به طور شعاعی طویل می شوند و سیتوپلاسم متراکمی را به دست آورده دارای هسته های مشخص شده و اندوتلیوم را ایجاد می کنند. در ژنوتیپهای مورد مطالعه سلولهای اندوتلیوم در مرحله تتراد مگاسپور و در طی نمو گامتوفیت ۱ یا ۲ هسته داشتند. این هسته ها تا مرحله گامتوفیت بالغ باقی می ماند (شکل ۴B). وقتی

میان پوست^۱ شامل ۷-۸ لایه کلانشیم مماسی در زیر اپیدرم و چند لایه پارانشیم پوستی پس از آن می باشد. همچنین در سراسر میان پوست کانال ترشحی پراکنده شده است. درون پوست^۲ یک لایه سلول های منظم بدون فاصله است که استوانه مرکزی را احاطه کرده و به خوبی قابل تشخیص نمی باشند (شکل ۱A).

در استوانه مرکزی با توجه به اینکه برداشت نمونه ها از بخش های جوان ساقه بود، سیستم آوندی متشکل از دسته های آوندی جداگانه ای است که روی یک حلقه قرار گرفته اند. در هر دسته آوندی از خارج به داخل منطقه آبکش، ناحیه پروکامبیومی و منطقه گزلیمی مشخص می باشند (شکل ۱B).

در گیاهان تنش خشکی نسبت به شاهد مشاهده شد که پارانشیم پوستی در هر چهار گیاه تحت تنش نسبت به شاهد کاهش یافته است. کاهش قابل ملاحظه سلولهای اسکلرانشیمی (کلاهک اسکلرانشیمی روی آبکشاها)، کاهش قطر دهانه آوندی، افزایش تعداد عناصر آوندی و افزایش ردیفهای آوندی مشاهده شد. یکی دیگر از تغییرات مشاهده شده میزان رنگ پذیری عناصر چوب می باشد که در گیاهان تحت تنش میزان رنگ پذیری بسیار شدیدتر از گیاهان شاهد است. در همه ارقام با اعمال تیمارتنش شدید میزان کرکها افزایش یافت (شکل ۱).

در بررسی برش عرضی دمبرگ به صورت هلالی شکل دیده می شود که دارای کرک بوده و در نمونه های تحت تنش شکل کلی برش عرضی دمبرگ تغییر کرده و قطر دمبرگ کاهش یافته است (شکل ۲A و ۲B). بافت مقاوم دمبرگ شامل ۶-۷ لایه کلانشیم مماسی است و در گیاهان تحت تنش به شکلی فشرده و نامنظم قرار گرفته اند (شکل ۲B و ۲C). در برش عرضی دمبرگ بافت آوندی به صورت هلال منقطع است. در گیاهان تحت تنش خشکی نسبت به گیاهان شاهد مشاهده شد که دسته جات آوندی کوچکتر گردیده و در مورد آوندهای چوبی قطر دهانه آوندی، تعداد عناصر آوندی و تعداد ردیفهای آوندی کاهش نشان میدهند (شکل ۲C و ۲D).

سطح برگ با کرک های دو سلولی، چند سلولی تک ردیفی، چند سلولی با دو سلول پایه و چند سلولی با ۴ تا

¹. Mesoderm

². Endoderm

شاهد در مرحله مادر مگاسپور و در گیاه تحت تنش در مرحله تتراد خطی است (شکل A و ۶a). در تخمدان ۱۰ میلی متری گیاه شاهد در مرحله اولیه رویان گویچه ای است و دارای چند سلول است در حالی که گیاه تحت تنش دارای رویان گویچه ای حجیم تری است (شکل B و ۶b).

در رقم آلتار تخمدان یک میلی متری در گیاه شاهد در مرحله مادر مگاسپور و گیاه تحت تنش در مرحله مگامتوفیت جوان است (شکل A و ۷a). در تخمدان ۱۰ میلی متری گیاه شاهد در مرحله رویان گویچه ای است و در حال رشد به سمت رویان قلبی شکل است در حالی که گیاه تحت تنش در مرحله رویان قلبی شکل است (شکل B و ۷b).

در رقم کتیل، تخمدان های یک میلی متری گیاه شاهد و تحت تنش هر دو در مرحله مادر مگاسپور قرار دارند (شکل A و ۸a). در مرحله ۱۰ میلی متری در گیاه شاهد رویان گویچه ای و در گیاه تحت تنش رویان قلبی شکل مشاهده می شود (شکل B و ۸b).

بحث و نتیجه گیری

همانطور که مشاهده شد با اعمال تنش خشکی تغییراتی در ساختار تشریحی چهار رقم صورت گرفت چرا که تنش کم آبی بر رشد گیاه در سطوح مختلف از سلول تا جامعه اثر می گذارد [۳ و ۴]، کیفیت و کمیت رشد گیاه به گسترش تقسیم سلولی و تمایز بستگی دارد و همه این حوادث بوسیله تنش کم آبی تحت تاثیر قرار می گیرد [۵ و ۶].

در تنش خشکی به دلیل کاهش فشار تورگر گسترش سلولی و رشد سلول کاهش می یابد. گسترش سلولی وابسته به تغییرات بیوفیزیکی مانند شل شدگی تنظیم شده در دیواره اولیه سلولها و بدنبال آن فشار هیدروستاتیک ملایمی است که توسط جذب آب و محلولها در سلولها ایجاد می شود [۷ و ۸]، به نظر می رسد کاهش منطقه پوست و استوانه مرکزی ساقه در همه ارقام مورد مطالعه آفتابگردان به همین دلیل می باشد.

کاهش قطر دهانه آوندی که حاصل افزایش شدت چوبی شدن است، نشان دهنده سازگاری گیاه با شرایط تنش و جلوگیری از هدر رفتن آب می باشد به این ترتیب

خورش تحلیل می رود اندوتلیوم در تماس مستقیم با گامتوفیت ماده قرار می گیرد و طول کامل آنرا می پوشاند. در تخمک هایی با خورش نازک سلول های جانبی غایبند و سلول مادر مگاسپور فقط در زیر اپیدرم خورش است. سلول مادر مگاسپور تقسیم میوز انجام داده و تتراد خطی را ایجاد می کند (شکل C و ۴). سه مگاسپور سفتی تحلیل می روند و یک مگاسپور شالازی به سمت مگامتوفیت پیش می رود. مگاسپور تقسیم میتوزی انجام داده و هسته ها در طرفین واکوئل مرکزی قرار می گیرند. با دو تقسیم میتوزی دیگر در هر سلول ۸ هسته تولید و همزمان کیسه رویانی بزرگتر و طولی تر شده و در اطراف هسته ها دیواره های سلولی تشکیل می گردند. نهایتاً یک گامتوفیت جوان با یک سلول تخمزا، یک سلول مرکزی با هسته ثانویه، دو سلول پاینی و دو سلول سینرژید گلابی شکل ایجاد می شود (شکل D و ۴).

به محض اینکه گامتوفیت شکل گرفت، سینرژیدها شروع به طویل شدن می کنند. در گامتوفیت بالغ جایی که سینرژیدها به ماکزیمم اندازه خود می رسند هسته ممکن است در ناحیه سفتی یا در انتهای شالازی سینرژیدها قرار گیرد. در گامتوفیت ماده جوان کم و بیش یک سلول تخمزا با سیتوپلاسم متراکم حضور دارد که ممکن است واکوئل داشته یا نداشته باشد. پس از باروری و آمیزش هسته های آنروزوئید با هسته ثانویه و هسته سلول تخمزا، رویان شروع به رشد می کند. پس از چند تقسیم میتوزی رویان شکل کروی می یابد که در انتهای سفتی آن پایه کوتاهی وجود دارد (شکل E و ۴). این پایه کوتاه در اصل بند است. رویان کروی شکل با انجام تقسیم های میتوزی بزرگتر می شود (شکل F و ۴) و انتهای شالازی شکل آن مسطح می گردد تا به مرحله قلبی شکل برسد (شکل G و ۴). بررسی ها بر روی گیاهان شاهد و تحت تنش نشان داد که در رقم یوروفلور تخمدان یک میلی متری در گیاه شاهد و تحت تنش در مرحله مادر مگاسپور است (شکل A و ۵a). در تخمدان ۱۰ میلی متری گیاه شاهد رویان در حال رفتن به سمت مرحله قلبی شکل است در حالی که در گیاه تحت تنش رویان گویچه ای دیده می شود (شکل B و ۵b).

در رقم آذر گل تخمدان یک میلی متری در گیاه

گزارش نمودند. همچنین در بررسی اثر تنش آبی در برخی ارقام *avocado (Persea americana)* مشاهده شد که پارانشیم نردبانی و ضخامت کل برگهای تحت تنش خشکی پائین تر از گیاهان شاهد است و کاهش ۳۵-۴۵ درصدی در فضای بین سلولی واضح و مشخص است [۲۰]. کاهش در ضخامت پهنک و در پارانشیم نردبانی و اسفنجی در گونه هایی از *Acacia auriculiformis* در تنش کم آبی توسط لیو (Liu) و همکاران [۲۲] گزارش شد. با اعمال تنش کم آبی کاهشی نیز در ضخامت مزوفیل و پارانشیم نردبانی برگهای ارقام مختلف زیتون مشاهده شد. تحت تنش شوری نیز کاهش ضخامت مزوفیل در برگهای زیتون گزارش شده است [۲۴، ۲۳ و ۲۵]. کاهش ضخامت کل پهنک در کلیه ارقام مورد مطالعه تحت تنش خشکی موید پاسخ گیاهان به شرایط تنش کم آبی می باشد.

افزایش اندازه و تعداد کرکها در گیاهان آفتابگردان تحت تنش بخصوص در برگها می تواند برای جلوگیری از تعرق بیشتر باشد. کرکها ممکن است بافتهای زیری را در برابر پرتوهای فرا بنفش حفاظت کنند [۲۶]، همچنین کرکها ممکن است با استفاده مناسب از نور یا تغلیظ شیره سلولی موجب افزایش جذب آب در برگها شوند [۲۷ و ۲۸]. افزایش تعداد کرکها در برگهای زیتون تحت شرایط خشکی نیز گزارش شده است [۲۵]. بنابراین افزایش کرکها در پاسخ گیاه به تنش خشکی برای تحمل بهتر این شرایط است

معمولا اندام های ماده پایداری بیشتری در برابر تنش های محیطی دارند که دلیل آن عدم امکان جایگزینی این اندامها و تخمکهای درون آنها با بخش های دیگر است و در واقع نوعی سازگاری گیاهان با شرایط محیطی است. در بررسی ارقام مشاهده شد که تنش خشکی موجب تسریع نسبی نمو گامتوفیتها و تکوین رویان می شود، مجد و همکاران [۱۲] نیز تسریع نسبی تکوین رویان ها را در گیاه کلزا تحت تنش خشکی گزارش نمودند. البته به نظر می رسد یوروفلور حساس به خشکی بوده و نمی تواند سریعتر مرحله تکوین رویان را بگذرانند، در نهایت مدت زمان بیشتری تحت تنش خشکی قرار می گیرد و به دلیل کاهش میزان آسیمیلاتها رشد رویان کاهش می یابد. نبی زاده و همکاران [۱۰] عنوان کردند که

با افزایش ضخامت دیواره عرضی آوندهای چوبی و کاهش قطر دهانه آوندها آب با سرعت بیشتری از آوندها عبور می کند. محققین دیگری که به بررسی اثرات تنش خشکی و شوری پرداخته اند نیز کاهش پارانشیم پوستی و کاهش قطر دهانه آوند (افزایش چوبی شدن) را گزارش کرده اند [۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲]. نتیجه اینکه گسترش ساختار پسین نوعی دفاع گیاه در برابر شرایط تنش و نامناسب محیط است. در گزارشات شهبازی و همکاران [۹] نیز تحت تنش میزان رنگ پذیری بخش های چوبی بسیار شدیدتر از گیاهان شاهد است، که می تواند ناشی از افزایش میزان پلیمریزاسیون واحدهای تشکیل دهنده چوب باشد.

در مورد دمبرگ کاهش قطر دهانه آوندی، تعداد عناصر آوندی و تعداد ردیف آوندی با گزارشات شهبازی و همکاران [۹] همخوانی دارد و این تغییرات نشانه کاهش قطر دمبرگ است. برگ یکی از ارگانهای پاسخ دهنده به شرایط محیطی است [۱۳] و در میان عوامل محیطی که ممکن است در ساختار برگ اثر گذار باشند بطور قطع تنش خشکی یکی از مهمترین آنهاست [۱۴]. آناتومی برگ در گیاهان تحت تنش تغییر می یابد که می تواند مربوط به کاهش هدایت روزنه ای باشد. در بررسی بر روی برگ گیاهان همه ارقام مورد آزمایش مشاهده شد که تنش خشکی موجب کاهش چشمگیری در ضخامت کل بخشهای بافت شناسی مزوفیل مانند ضخامت کل پهنک می شود. کاهش گسترش برگ مربوط به مکانیزمهای مختلفی نظیر کاهش نسبت تقسیم سلولی [۱۵]، سفت شدن دیواره سلولی [۸ و ۹] یا مربوط به کاهش فشار تورگر است [۱۷ و ۱۸]. کشسانی دیواره سلولی بطور نزدیکی با اندازه سلول در ارتباط است و ضریب مقاومت کشسانی با اندازه سلول افزایش می یابد بنابراین سلولهای کوچک می توانند در مقابل فشار تورگر منفی بهتر از سلولهای بزرگ مقاومت کنند این مسئله در نتایج این بررسی مشاهده شد که کاهش ضخامت مزوفیل در گیاهان تحت تنش مربوط به کاهش اندازه سلول است و کاهش اندازه سلول در شرایط تنش آبی ممکن است به عنوان مکانیسم سازگاری در نظر گرفته شود [۲۰، ۱۹ و ۲۱].

شهبازی و همکاران [۹] در گیاه آفتابگردان تحت تنش شوری مجد و همکاران [۱۲] در گیاه کلزا تحت تنش خشکی کاهش در ضخامت پهنک و در پارانشیم نردبانی را

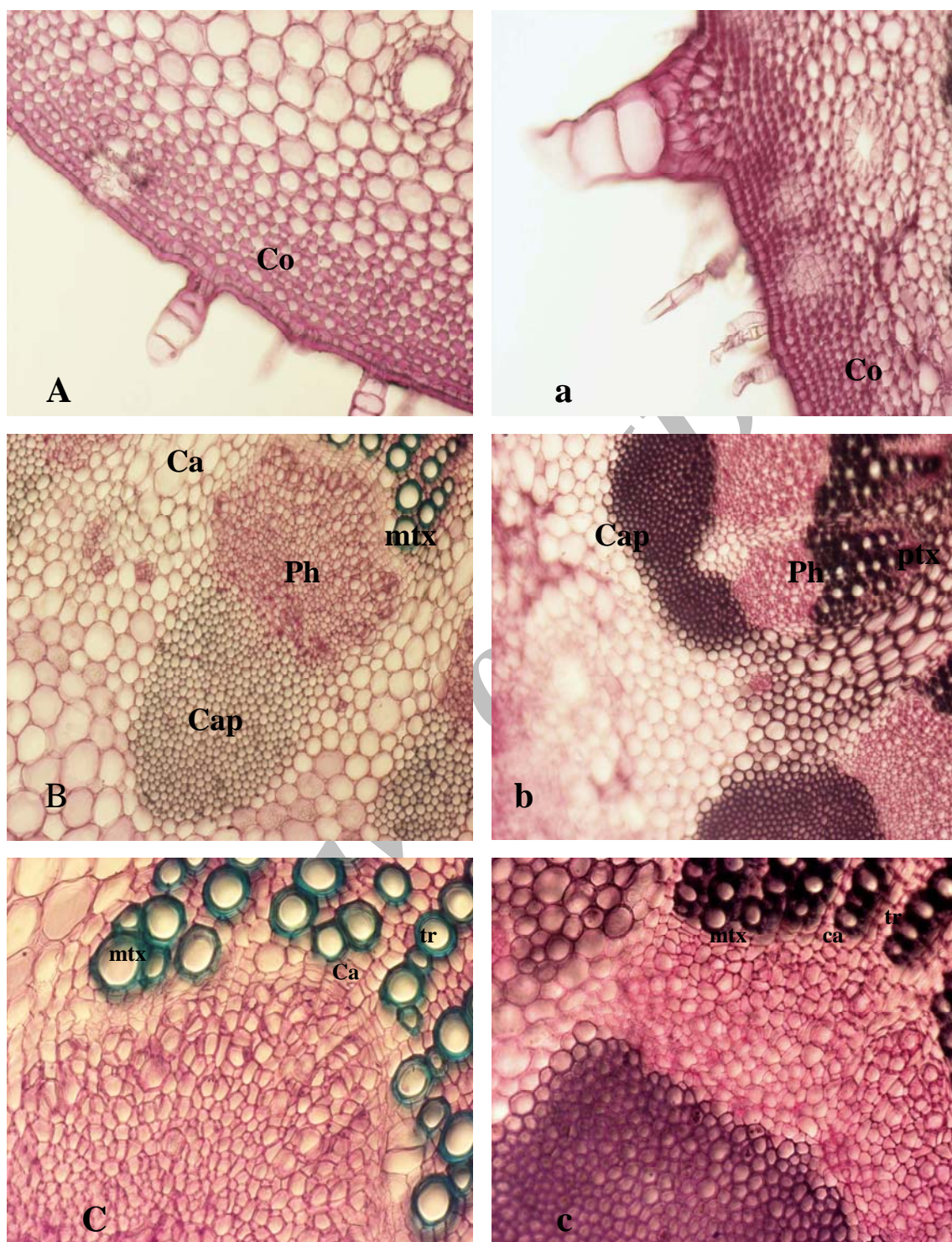
آوندی، کلاهدک اسکلرانشیمی روی آوند آبکش و پارانشیم پوستی است. در رقم دیررس آذرگل و در رقم زودرس آلتار کاهش بیشتری در این صفات مشاهده می شود و نشن می دهد که فشردگی بافتها و کاهش قطر دهانه آوندی از تبخیر بیشتر آب جلوگیری می کند و گیاه را باشرایط تنش سازگارتر می سازد. در گیاهان تحت تنش خشکی تسریع تکوین نمو رویان در رقم دیررس آذرگل دیده شد که به عنوان یک رقم مقاوم سعی دارد تا تنش تاثیر چندانی بر نمو رویان نگذارد، در حالیکه یوروفلور تحت تنش قرار گرفته و تاخیر در نمو رویان را نشان می دهد. در ارقام دیررس تکوین رویان آلتار سریعتر از کتیل صورت می گیرد به گونه ای که حتی در ابتدا رقم کتیل تحت تاثیر تنش خشکی تاخیری در رشد نشان می دهد و دیرتر از آلتار مرحله تکوین رویان را می گذراند.

تشکر و قدردانی

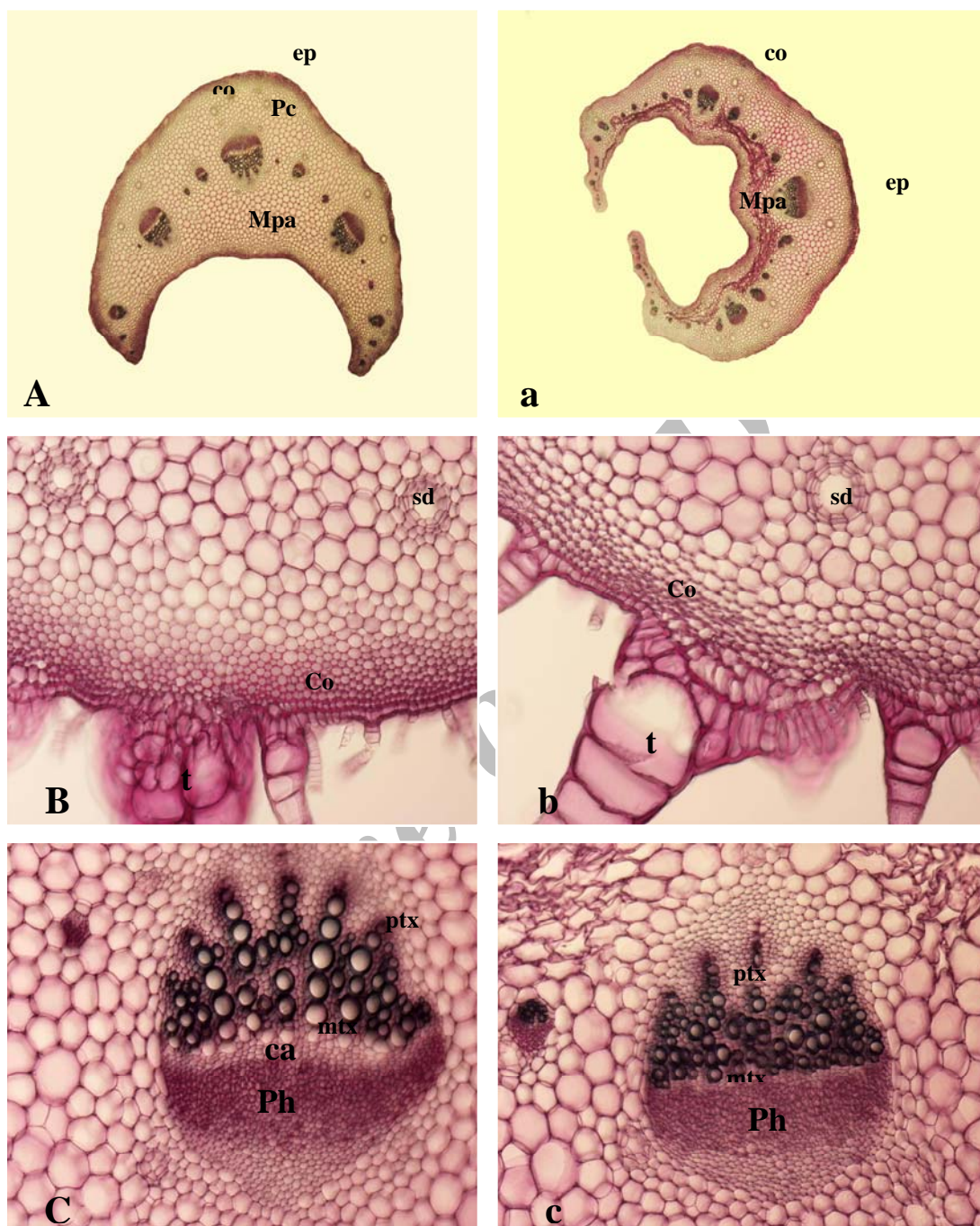
بدین وسیله از زحمات آقای دکتر دانشیان محقق بخش تحقیقات دانه های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تشکر و قدردانی می گردد.

کاهش رشد رویان در کلزا تحت شرایط تنش به دلیل کاهش تقسیمات و افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز است. همچنین اوبر (Ober) و همکاران [۲۹] با مطالعه گیاه ذرت در شرایط کم آبی کاهش تعداد سلولهای آندوسپرم در دانه های بالایی و میانی ذرت، کوچکتر ماندن آندوسپرم و به دنبال آن کاهش عملکرد را گزارش کردند. در رقم کتیل نیز در ابتدا در مرحله نمو گامتوفیت گیاه تحت تنش، تاخیری ایجاد شد اما بعد از رفتن به مرحله رویانی سریعتر این مرحله را طی کرد.

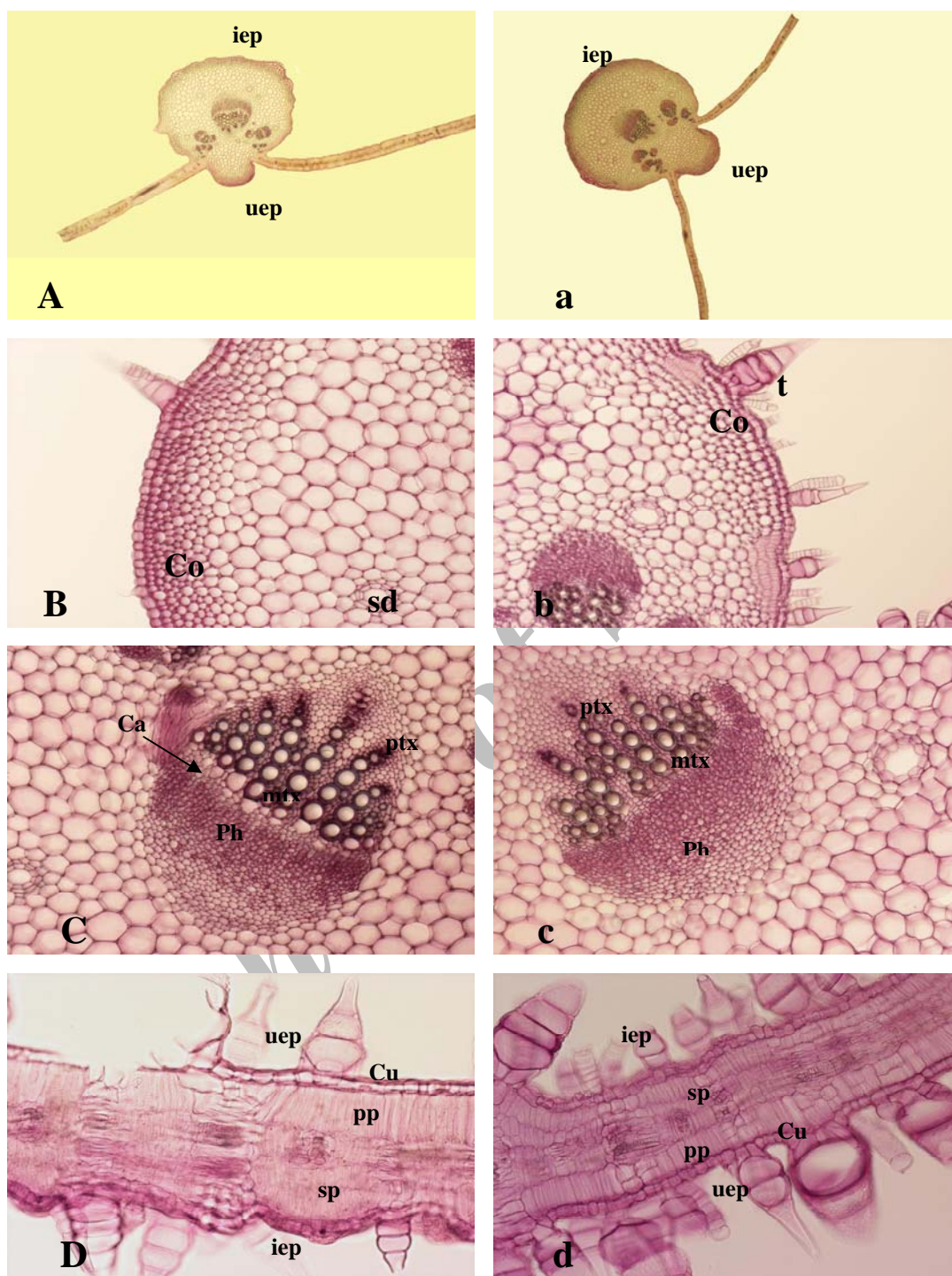
هنگامی که گیاهان در معرض شرایط تنش قرار می گیرند، شیوه های متفاوتی را انتخاب می کنند که هدف از آنها ایجاد شرایطی است که گیاه بتواند آن را تحمل کند و به حیات خود ادامه دهد. در بررسی چهار رقم آفتابگردان دو رقم آذرگل و یوروفلور به عنوان گیاهان دیر رس می باشند که مرحله نمو طولانی تری دارند البته یوروفلور کمی زودتر از آذرگل به مرحله زایشی می رود و دو رقم آلتار و کتیل به عنوان گیاهان زودرس هستند که مرحله نمو کوتاهتری دارند. در مطالعه تغییرات تشریحی رویشی هر چهار رقم تغییرات مشابهی نشان دادند البته میزان این تغییرات متفاوت بود که بیشترین تفاوت در ساقه و در مورد صفات قطر دهانه



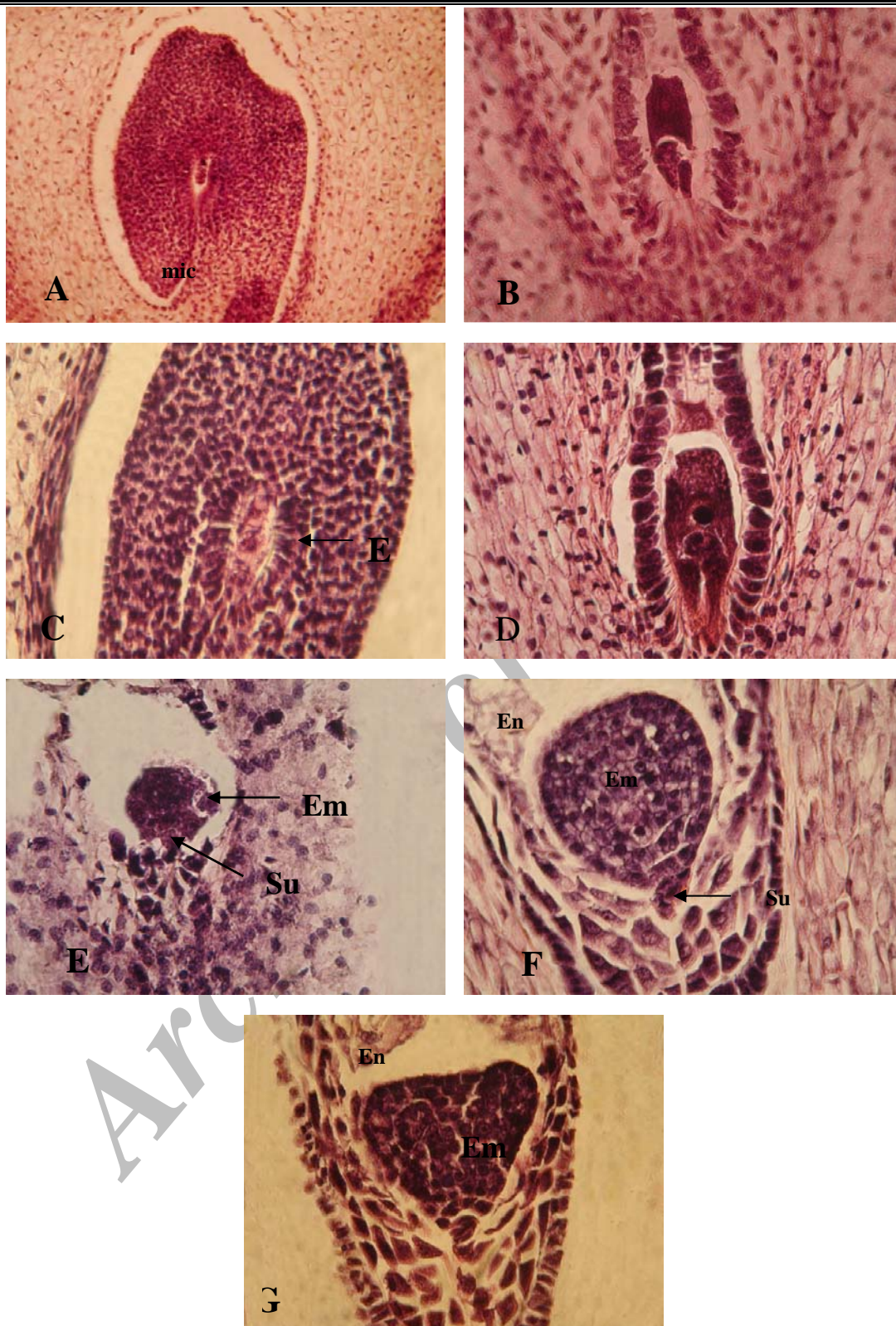
شکل ۱: ساقه کتیل، A، B و C گیاه شاهد، a، b و c گیاه تحت تنش، Co کلانشیم (کاهش کلانشیم در گیاه تحت تنش)، Cap کلاهک اسکلرانشیمی موجود بر روی آوند آبکش (در گیاه تحت تنش کاهش نشان میدهد)، Ph آوند آبکش، Ca کامبیوم، ptx پروتوگزیم، mtx متاگزیم (کاهش قطر دهانه آوندی در گیاه تحت تنش)، tr تراکید (a، A و B، b با بزرگنمایی 1600x و C و c با بزرگنمایی 2500x).



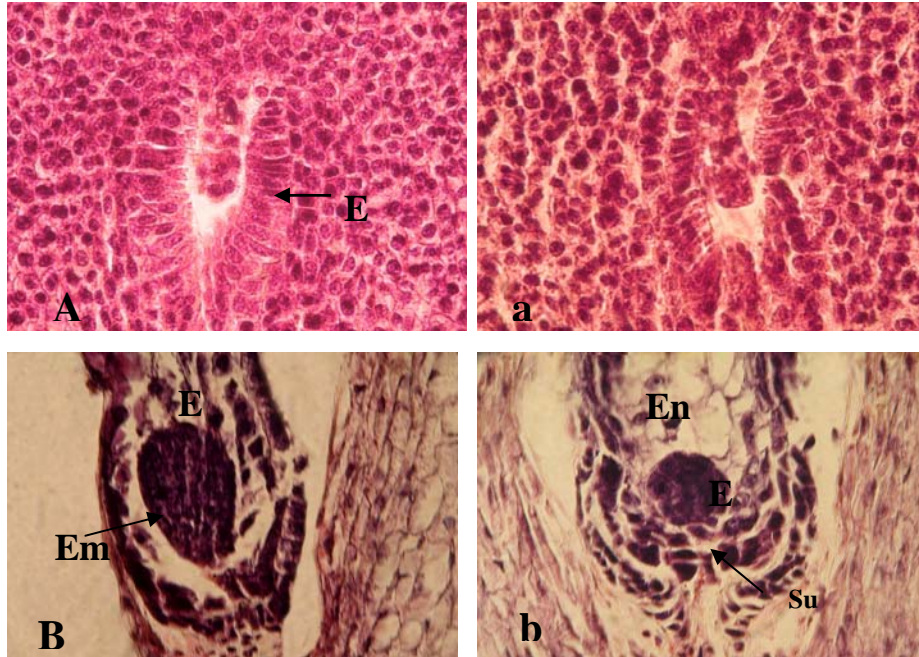
شکل ۲: دمبرگ کنترل، A و B و C گیاه شاهد، a و b و c گیاه تحت تنش، ep اپیدرم، pc پارانشیم پوستی، Pma پارانشیم مغز، Co کلانشیم (کاهش کلانشیم در گیاه تحت تنش)، t کرک، sd کانال ترشعی، Ph آوند آبکش، Ca کامبیوم، ptx پروتوگزلیم، mtx متاگزلیم (کاهش قطر دهانه آوندی در گیاه تحت تنش) (A و a بزرگنمایی 640x و B و b و c بزرگنمایی 1600x).



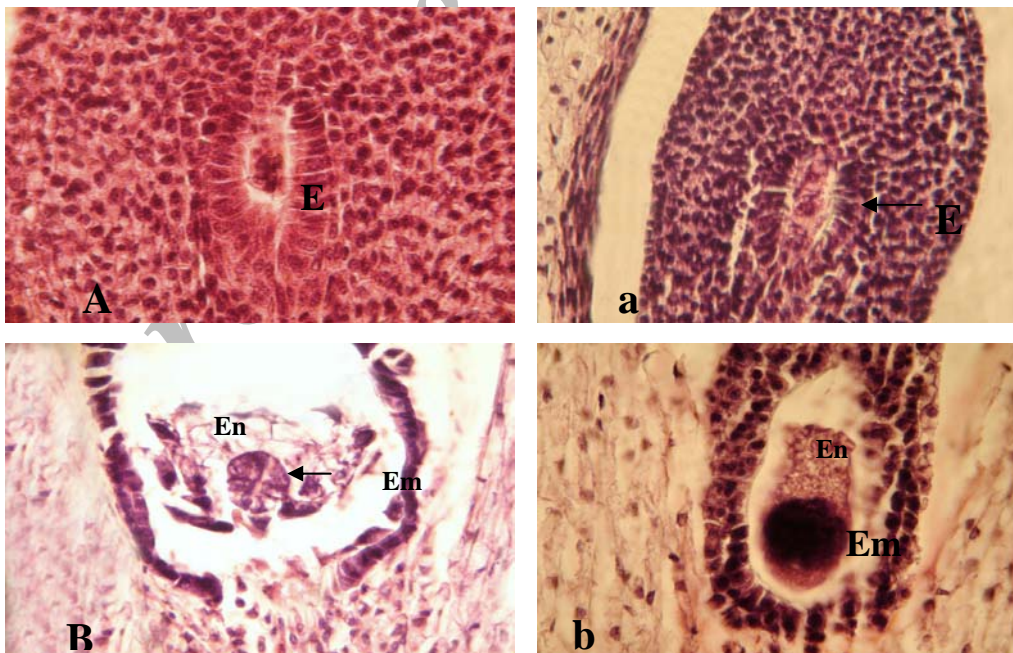
شکل ۳: برگ کتیل، A، B، C و D گیاه شاهد، a، b، c و d گیاه تحت تنش، Co کلانشیم، t کرک، sd کانال ترشچی، Ph آوند آبکش، Ca کامبیوم، ptx پروتوگزیم، mtx متاگزیم (کاهش سیستم آوندی در گیاه تحت تنش)، Cu کوتیکول، uep اپیدرم بالایی، iep اپیدرم پائینی، pp پارانشیم نردبانی، sp پارانشیم/سفنژی (تراکم پارانشیم اسفنژی در گیاه تحت تنش)، (A و a) و (B و b) و (C و c) و (D و d) به ترتیب بایزرگنمایی 2500x، 1600x، 640x.



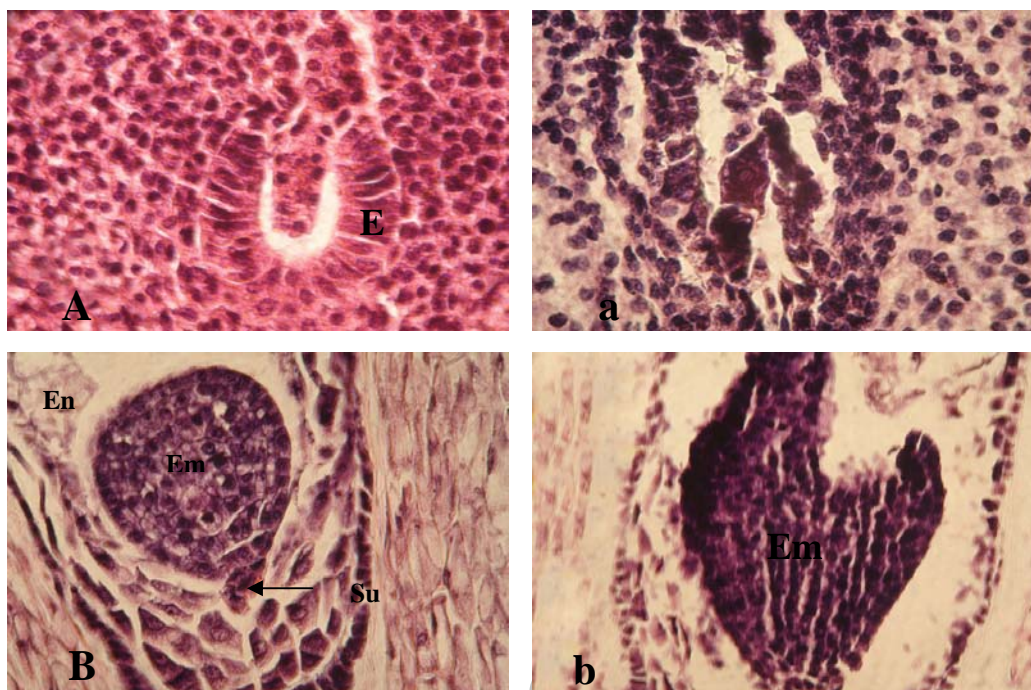
شکل ۴: تخمدان A تخمک بالغ (یوروفلور) و C تتراد خطی (آذرگل) ۱ میلی متری، B سلولهای اندوتلیوم (یوروفلور) ۴ میلیمتری، D گامتوفیت جوان (آلستار) و E رویان کروی اولیه (یوروفلور) ۶ میلی متری و F رویان کروی به سمت رویان قلبی شکل (آلستار) و G رویان قلبی شکل (کتیل) ۱۰ میلیمتری. mic سفت، E اندوتلیوم، Em رویان، En اندوسپرم، Su بند (A با بزرگنمایی 1600x و بقیه با بزرگنمایی 4600x).



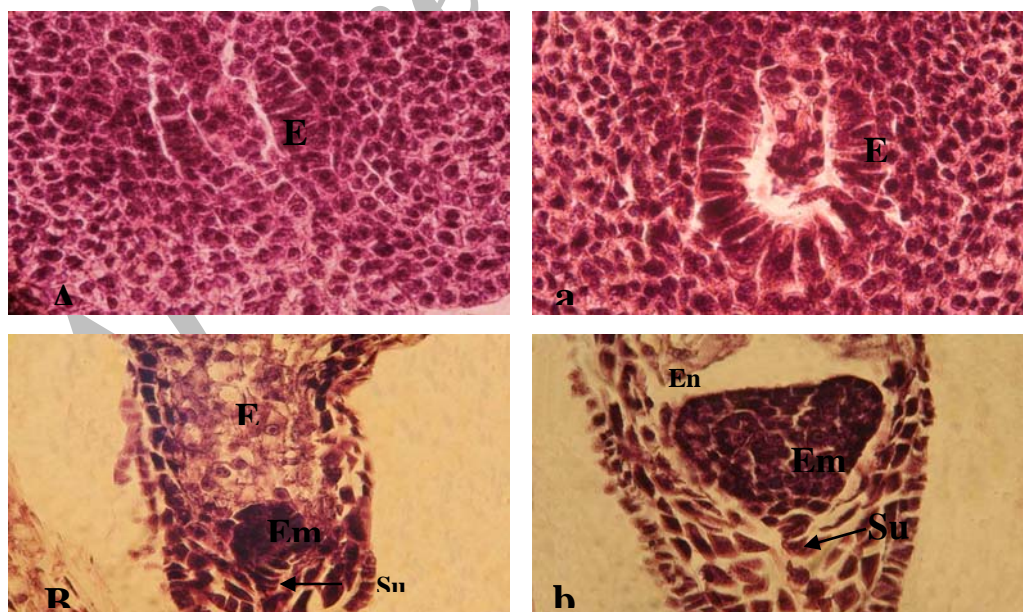
شکل ۵: تخمدان یوروفلور **A** (۱ میلی متری) و **B** گیاه شاهد (۱۰ میلی متری) و، **a** (۱ میلی متری) و **b** (۱۰ میلی متری) گیاه تحت تنش، **A** و **a** در مرحله مادر مگاسپور، **B** به سمت مرحله رویان قلبی شکل و **b** در مرحله رویان گویچه ای. **Em** رویان، **En** اندوسپرم، **Su** بند (با بزرگنمایی 460x).



شکل ۶: تخمدان آذرگل **A** (۱ میلی متری) و **B** (۱۰ میلی متری) گیاه شاهد و **A** مرحله مادر مگاسپور، **a** مرحله تتراد خطی، **a** (۱ میلی متری) و **b** (۱۰ میلی متری) گیاه تحت تنش، **b** تسریع نمو رویان در گیاه تحت تنش. **Em** رویان، **En** اندوسپرم (با بزرگنمایی 460x).



شکل ۷: تخمدان آلستار A (۱ میلی متری) و B (۱۰ میلی متری) گیاه شاهد، a (۱ میلی متری) و b (۱۰ میلی متری) گیاه تحت تنش. A، مرحله مادر مگاسپور، a، مرحله مگاکامتوفیت جوان (تسریع در نمو رویان)، b، تسریع نمو رویان در گیاه تحت تنش. Em، رویان، En، اندوسپرم، Su بند (با بزرگنمایی 4600x). بزرگنمایی 4600x.



شکل ۸: تخمدان کتیل A (۱ میلی متری) و B (۱۰ میلی متری) گیاه شاهد، a (۱ میلی متری) و b (۱۰ میلی متری) گیاه تحت تنش. A در مرحله مادر مگاسپور، a، تسریع در نمو رویان. Em، رویان، En، اندوسپرم، Su بند (با بزرگنمایی 460x).

منابع

- ۱۰- نبی زاده س; مجد ا; اثرات القای تنش خشکی ناشی از PEG بر جوانه زنی، رشد و نمو، تغییرات ساختار تشریحی - تکوینی و عملکرد دو رقم از گیاه کلزا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال؛ ۱۳۸۳.
- ۱۱- محمودزاده آخرت ه؛ مجد ا; اثر تنش شوری بر مراحل تکوینی و عملکرد مریستم های راسی در کلزا، پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات؛ ۱۳۸۴.
- ۱۲- مجد ا; جعفریه یزدی ا; فلاحیان ف; خاوری نژاد ر; برنارد ف; جاویدفر ف; بررسی اثرات تنش خشکی و آبسزیک اسید بیرونی بر تکوین گیاه کلزا، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی شماره ۶۲/۱؛ صفحه ۱-۵؛ زمستان ۱۳۸۵.
- 13- **Nevo E; Bolshakova M.A; Martyn G.I; Musatenko L.I; Sytnik K; Palieek T; Beharvan A;** Drought and light anatomical adaptive leaf strategies in three woody species caused by microclimatic selection at "Evolution canyon". *Israel J. Plant Sci* 48:33-46;2000.
- 14- **Nardini A; Salleo S;** Water stress-induced modifications of leaf hydraulic architecture in sunflower: Co-ordination with gas exchange. *J. Exp. Bot* 422:3093-3101;2005.
- 15- **Granier C; Turco O; Tardieu F;** Co - orination of cell division and tissue expansion in sunflower, tobacco and pea leaves: dependence or independence of both processes? *J. Plant Growth Regul* 19:45-54;2000.
- 16- **Mathewa M.A; Vanvolkenburgh E; Boyers J.S;** Acclimation of leaf growth to low water potentials in sunflower. *Plant Cell Environ* 7:199-206;1984.
- 17- **Bouchabke O; Tardieu F; Simonneau T;** Leaf growth and turgor in growing cell to maize (*Zea mays L.*) respond to evaporative demand under moderate irrigation but
- ۱- کوچکی ع; حسینی م; نصیری محلاتی م; رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی; انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد; چاپ دوم; ۱۳۷۲.
- 2- **De Rodriguez J; Philips D.B.S; Rodriguez-Garcia R; Angulo-sanchez J.L;** Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land Condition. P.139-142. In: J. Janick and A. whipkey (eds), Trends in new crops and new uses. ASHS press, Alexandria, VA; 2002.
- 3- **Blum A;** Sorghum physiology, in physiology and biotechnology integration for plant breeding; Eds Ht Nguyen 141-223;2004.
- 4- **Colom M.R; Vazzana C;** Drought stress effects on three cultivars of *Eragrostis curvula*: photosynthesis and water relations. *Plant Growth Regul* 34:195-202;2001.
- 5- **Cabuslay G.S; Ito O; Alejal A.A;** Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa L.*) to water deficit. *Plant Sci* 63:815-827; 2002.
- 6- **Correia M.J; Coelho D; David M.M;** Responses to seasonal drought in three cultivars of *Ceratonia siliqua* : leaf growth and water relation. *Tree Physiol* 21:645-653;2001.
- 7- **Cosgrove D.J;** Assembly and enlargement of the primary cell wall in plant. *Anna. Rev. Cell and Developmental Biol* 13:171-201;1997.
- 8- **Neumann P.M;** The role of cell wall adjustments in plant resistance to water deficits. *Crop Sci* 35:1258-1266;1995.
- ۹- شهبازی م؛ مجد ا; بررسی اثرات تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر ساختار ریختی تشریحی و برخی پدیده های فیزیولوژیکی ساقه و برگهای جوان گیاه آفتابگردان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم؛ ۱۳۷۱.

- oxidative damage. *Plant Sci* 170:596-605;2006.
- 24- **Bongi G; Loreto F;** Gas exchange properties of salt – stressed olive (*Olea europaea L.*) leaves. *Plant Physiol* 90:1408-1416;1989.
- 25- **Guerfel M; Baccouri O; Boujnah D; Chaibi W; Zarrouk M;** Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europea L.*) cultivars. *Sci.Hortic*, doi:10.1016/j.Sci.enta2008.08.006;2008.
- 26- **Karabourniotis G; Bornman J;** Penetration of UV-A , UV-B and blue light through the leaf trichome layers of two xeromorphic plants, olive and oak , measured by optical fiber microprobes. *Plant Physiol* 105:655-661;1999.
- 27- **Save R; Biel C; Herralde F;** Leaf pubescence. Water relations and chlorophyll fluorescence in two subspecies of *Lotus Creticus L.* *Plant Biol* 43:239-244; 2000.
- 28- **Grammatikopoulos G; Manetas Y;** Direct absorption of water by hairy leaves of *Phlomis fruticosa* and its contribution to drought avoidance. *Can.J.Bot* 72:1805-1811;1994.
- 29- **Ober E.S; Setter S; Tim L; James M.Y; Thompson J.F; Shapiro P.S;** Influence of water deficit on maize endosperm development. *Plant Physiol* 97:154-164;1991.
- not in water saturated soil. *Plant Cell Environ* 29:1137-1148;2006.
- 18- **Hsiao T.C; Frensch J; Rojas-Lara B.a;** The pressure- jump technique shows maize leaf growth to be enhanced by increase in turgor only when water status is not too high. *Plant Cell and Environment* 21:33-42;1998.
- 19- **Cutler J.M; Rains D.W; Loomis R.S;** The importance of cell size in the water relations of plants. *Plant Physiol* 40:255-260;1977.
- 20- **Chartzoulakis K; Patakas A ;Bosabalids A;** Changes in water relations, photosynthesis and leaf anatomy induced by intermittent drought in two olive cultivar. *Environ.Exp.Bot* 42:113-120;1999.
- 21- **Stedle E; Zimmermann U; Luttge U;** Effect of turgor pressure and cell size on the wall elasticity of plant cells. *Plant Physiol* 59:285-289;1977.
- 22- **Liu L.X; Xu S.M; Woo K.C;** Deficit irrigation effects on photosynthesis and the xanthophyll cycle in the tropical tree species *Acacia auriculiformis* in north Australia. *New Zealan .J.Botany* 42:949-957;2004.
- 23- **Bacelar E.A; Santos D.L; Moutinho-Pereira J.M; Goncalves B.C; Ferreira H.F; Correia C.M;** Immediate responses and adaptive strategies of three olive cultivars under contrasting water availability regime : Change on structure and chemical composition of foliage and