



بررسی تأثیر امواج الکترومغناطیس ناشی از تلفن همراه بر ویژگی‌های تشریحی اندام‌های رویشی شاهدانه

راضیه سادات سیدنصراله، صدیقه اربابیان*

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران ایران.

E-mail: arbabias@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۴

چکیده

محیط زیست ما در معرض امواج الکترومغناطیس زیادی از منابع مختلفی از جمله تلفن های همراه است. این امواج یکی از فاکتورهای تنش‌زای موثر بر گیاهان می‌باشد. شاهدانه با نام علمی *Cannabis sativa L.* گیاهی یکساله، دو پایه، علفی، ایستاده، کرک‌دار و متعلق به تیره‌ی *Cannabinaceae* است. این گونه‌ی گیاهی دارای خواص دارویی زیادی است. به منظور بررسی اثر امواج الکترومغناطیسی تلفن همراه بر تغییرات تشریحی گیاه شاهدانه، ظرف‌های پتری حاوی بذرهای خشکی که به مدت‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه در فاصله‌ی ۱۸ سانتی‌متری از دو تلفن همراه در اتاقکی که به روش Sharma و همکاران در سال ۲۰۰۹ طراحی شده بود، قرار گرفتند و در این مدت با هر دو تلفن تماس حاصل گردید. سپس به مدت ۱۲ ساعت بعد از این تیمارها بر همان بذرها در حالت مرطوب و آماده شده برای جوانه‌زنی تکرار شد. بررسی‌ها نشان داد، تعداد آوندهای چوب و آبکش در ساقه‌ی نمونه‌های تحت تیمار نسبت به شاهد افزایش داشته و در تیمار ۹۰ دقیقه پارانیشیم مغزی در حال تحلیل رفتن و تجزیه شدن است که این خود نشانه پیری زودرس گیاه است. در دم‌برگ نیز بررسی‌ها نتایج مشابهی را نشان داد. در ریشه و برگ نیز افزایش تعداد متازایلم‌ها در نمونه‌های تحت تیمار نسبت به شاهد مشاهده شد.

کلیدواژه‌ها: امواج تلفن همراه، تشریح، شاهدانه

مقدمه

و دارای طول موج ۱mm تا ۱ m هستند. استفاده از امواج مایکروویو در باند فرکانسی یک گیگا هرتز در تلفن‌های همراه و نیز رشد روز افزون کاربران این محصول انسان و سایر موجودات را در مواجهه هر چه بیشتر این امواج قرار داده است [۹]. وجود آب در پیکره همه گیاهان و سایر موجودات

امواج الکترومغناطیس مانند امواج دیگری چون امواج صوتی با خود انرژی حمل می‌کنند. این امواج بر خلاف امواج صوتی، از خلأ نیز می‌گذرند [۶]. امواج مایکروویو طیفی از امواج الکترومغناطیس هستند که محدوده فرکانسی آنها ۳۰۰MHz تا ۳۰۰GHz می‌باشد

دارند. [۵] در مورد شاهدانه به علت ترکیبات کانابینوئیدی که دارد، خواص دارویی بسیاری گزارش شده است که از آن جمله ساخت داروهای خوراکی از جمله *Dronabinol*(Marinal) و *Nabilone*(cesamet) برای درمان کم اشتهاپی در بیماری‌های نقص سیستم ایمنی و حالت تهوع ناشی از شیمی‌درمانی در ایالات متحده آمریکا و نیز داروی *sativex* در کانادا به صورت اسپری زیر زبانی برای درمان بیماری *Ms* را می‌توان نام برد [۳].

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از بذر اصلاح شده‌ی شاهدانه که از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شده بود، استفاده شد. پس از تهیه بذرها و همگن‌سازی آن‌ها، بذرهای شاهدانه به دو گروه شاهد و نمونه‌های تحت تیمار تقسیم شدند. تعداد ۴ بذر همگن شده در ۳ پلیت متفاوت قرار دادیم و سپس آن‌ها را در جعبه‌ای که مدل آزمایش شارما و همکاران [۱۵] ساخته شده بود، قرار دادیم. به طوری که از هر دو گوشی همراه در حالت تماس ۱۸ سانتی‌متر فاصله داشتند. پلیت اول به مدت ۳۰ دقیقه، پلیت دوم به مدت ۶۰ دقیقه و پلیت سوم ۹۰ دقیقه در معرض امواج تلفن همراه بودند. پس از ۱۲ ساعت بذرهای تیمار داده شده را ضد عفونی و آماده برای جوانه زنی کردیم و در هر پلیت مقدار ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر جهت جذب آب و جوانه‌زنی اضافه کردیم (درون هر پلیت کاغذ واتمن جهت جذب و نگهداری آب قرار دادیم). سپس دوباره به همان ترتیب قبل آن‌ها را در معرض امواج قرار دادیم. در این مدت بذرهای شاهد را مانند تمام شرایط بالا به جز تیمار امواج تلفن‌های همراه آماده کردیم (دمای اتاق $25 \pm$).

سبب جذب امواج می‌شود که خود امواج نیز سبب ایجاد رزونانس در مولکول‌های آب می‌شوند و با این فرایندهای زیستی سلول‌ها دست‌خوش تغییر می‌شوند [۶].

Rim A. Hussein و همکاران در سال ۲۰۱۴ اثر دو مارک تجاری مختلف تلفن همراه در وضعیت مکالمه و غیر مکالمه در فاصله‌های مختلف و زمان‌های مختلف بر سرعت جوانه‌زنی و رشد دانه رست‌های گیاه گندم را بررسی کردند و اثر منفی بر پارامترهای ذکر شده را اعلام داشتند [۱۲].

Sharma و همکاران در سال ۲۰۱۴ اثر امواج موبایل بر جوانه‌زنی، رشد دانه‌رست‌ها و تغییرات بیوشیمیایی در گیاه نخود فرنگی و شنبلله بررسی کردند و افزایش سرعت جوانه‌زنی، طول دانه‌رست‌ها و افزایش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدان پراکسیداز را گزارش کردند [۱۴].

شاهدانه در زمان قدیم به علت تشابهات، جزء خانواده‌های *Moraceae* و *Urticaceae* به حساب می‌آمد، امروزه شاهدانه از خانواده *Cannabaceae* می‌باشد. جنس *Cannabis* بر اساس نوشته‌ی لینه فقط دارای گونه‌ی *Cannabis sativa* بوده است [۲].

شاهدانه مصارف گوناگون دارد. بذرهای شاهدانه بهترین دانه‌های خوراک پرندگان زینتی مانند قناری است و از تنقلات خوراکی انسان نیز می‌باشد. در مناطق معتدل از الیاف شاهدانه در نساجی استفاده می‌شود و به همین منظور به طور فراوان کشت می‌گردد. در مناطق گرم الیاف ساقه کم شده و در عوض گیاه سرشار از مواد رزینی می‌شود که دارویی است و از آن استفاده نامعقول و نادرست به عنوان حشیش هم می‌شود. غده‌های سرشار از مواد رزینی گیاه در سطح برگ‌های جوان بخش گل‌دار گیاه قرار

روش تهیه اتاقک تیمار به روش Sharma et al., 2009 [۱۵]

ابتدا یک اتاقک شیشه‌ای به ابعاد $۱۷/۵ \times ۲۶ \times ۴۷/۵$ سانتی‌متر مربع طراحی شد. تمام دیواره‌های خارجی اتاقک با صفحات فلزی (آلومینیوم به ضخامت ۲mm) پوشیده شد، تا محیط آزمایش را از تداخل با امواج الکترومغناطیس خارجی جدا کند (شکل ۱ A و B).

برای اندازه‌گیری شدت میدان و میانگین شدت انرژی تولید شده توسط تلفن‌های همراه (که هر دو از یک مارک تبلیغاتی و یک مدل بودند تا میدان‌های ایجاد شده از هر دو طرف یکسان باشد)، از دستگاه اندازه‌گیری امواج الکترومغناطیس سه محوره مدل ۹۸۱۹۵ ساخت کشور تایوان استفاده شد. برای این کار ابتدا دستگاه را در حالتی که تلفن‌های همراه داخل اتاقک نبودند روشن کرده و میزان شدت میدان در این حالت را بررسی و ثبت کردیم (میانگین شدت میدان: $۷۱/۶ \text{ mV/m}$ و میانگین شدت انرژی: $۰/۰۳ \mu\text{w/cm}^2$). سپس تلفن‌های همراه را به صورت عمودی داخل اتاقک مدل شارما قرار دادیم. آنگاه با هر دو تلفن همراه تماس برقرار کرده و دستگاه اندازه‌گیری امواج الکترومغناطیس را روشن کرده و

میزان شدت میدان و سپس میانگین شدت انرژی تولید شده را ثبت نمودیم که به صورت یکنواخت میدانی با شدت $۲۰/۶۹۷ \text{ mV/m}$ و میانگین شدت انرژی $۱۰۰/۰۳ \mu\text{w/cm}^2$ را ایجاد کردند. (شکل شماره ۱ C.۱ و D).

پس از طی سه هفته، ساقه، ریشه، برگ و دمبرگ‌ها به قطعاتی تقسیم و به مدت دو هفته در یک حجم الکل ۹۶ درصد و یک حجم گلیسرین برای تهیه برش‌های دستی قرار داده شدند. پس از تهیه برش‌های عرضی از نمونه‌ها به ضخامت ۲۵ تا ۳۰ میکرون و شستشو با آب مقطر، برش‌ها به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در محلول آب ژاول ۵ درصد، و پس از دوبار شستشو با آب مقطر، به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در اسید استیک ۳ درصد قرار داده شدند تا شفاف‌سازی نمونه‌ها صورت گیرد و سپس مجدداً نمونه‌ها با آب مقطر شستشو شدند. برش‌های دستی با روش رنگ‌آمیزی مضاعف سبز متیل و کارمن زاجی رنگ‌آمیزی شدند. پس از مطالعه کامل نمونه‌ها و مقایسه نمونه‌های شاهد و تحت تیمار از تغییرات مهم ایجاد شده با فتومیکروسکوپ Nikon- ECLIPSE-E200 در بزرگنمایی‌های مختلف عکس‌برداری شد.



شکل ۱- A و B: اتاقک شارما، C و D: نحوه قرار دادن تلفن‌های همراه و دستگاه اندازه‌گیری امواج الکترومغناطیس درون اتاقک شارما، E: نحوه قرارگیری تلفن‌های همراه و بذرها در داخل اتاقک شارما.

نتایج

در برش عرضی ساقه مطابق شکل 2-A که به وسیله برش‌گیری دستی و مشاهدات میکروسکوپی بررسی شد، مشخص شد که در ساختمان ساقه از خارج به داخل به ترتیب این قسمت‌ها مشاهده می‌شوند: کرک (Trichome)، اپیدرم (epidermis)، کلانشیم (collenchyma)، کورتکس (cortex)، آبکش (فلوئم phloem)، گزیم (xylem) و مغز (Pith).

کرک‌های ساقه از نوع ترش‌چی می‌باشند. کرک‌ها به طور پراکنده بر روی لایه‌ای نازک به نام پوستک یا کوتیکول قرار دارند. کوتیکول لایه‌ای کوتینی است که از تبخیر ممانعت می‌کند و نوعی محافظ و نگهدارنده برای ساقه‌های سبز در برابر عوامل مخرب و بیماری‌زا محسوب می‌شود. لایه بعدی بشره (اپیدرم) است که از یک لایه یاخته‌های منظم با دیواره‌های پکتوسولوزی تشکیل شده‌اند. لایه‌زیرین، کلانشیم نام دارد، این سلول‌ها کوچک و دارای دیواره‌های ضخیم پکتوسولوزی هستند، در ساقه‌ی شاهدانه این سلول‌ها در گوشه‌های ساقه تعداد بیشتری دارند و تعداد آن‌ها به ۵ ردیف سلول می‌رسند و در سایر بخش‌ها در ۲ ردیف یا کمتر دیده می‌شوند. منطقه بعدی پارانشیم پوست یا پارانشیم کورتکس است که بین کلانشیم و آوند آبکش قرار دارد.

بافت منطقه پوست از نوع بافت پارانشیمی است که در این قسمت بلورهای اگزالات کلسیم در سلول‌های بافت پارانشیمی دیده می‌شوند. این بلورها از نوع دراس یا ستاره‌ای هستند. پروکامبیوم در مرحله تبدیل به کامبیوم آوندی است. در برش عرضی ساقه‌ی گیاه شاهدانه دسته‌های چوب و آبکش هنوز به طور کامل به شکل حلقه‌های پیوسته در نیامده‌اند. این وضعیت ویژه ساختار نخستین است. در بین چوب

آبکش سلول‌های پروکامبیومی که در حال تمایز به کامبیوم هستند، دیده می‌شوند. در آخر به بخش مغز (Pith) می‌رسیم که در مرکز پارانشیم ساقه قرار دارد و انشعابات آن به نام اشعه مغزی فواصل بین آوندها را پر می‌کند. مغز از بافت پارانشیم تشکیل شده است که عمر کوتاهی دارند، به سرعت تحلیل می‌روند و درون ساقه تهی می‌شود (شکل 2-A). مطابق آنچه در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در تیمار ۳۰ دقیقه، کاهش ضخامت کلانشیم و کمتر شدن بریدگی‌های اطراف ساقه نسبت به ساقه شاهد را مشاهده کردیم و در عوض آوندهای چوب و آبکش رشد بیشتری داشته است. بریدگی‌های اطراف ساقه در تیمار ۳۰ دقیقه و ۶۰ دقیقه کمتر به چشم می‌خورد و در عوض در تیمار ۹۰ و شاهد بیشتر است. در نمونه‌های تحت تیمار تعداد آوندهای چوب و آبکش نسبت به گیاه شاهد افزایش داشته و به دلیل تمایز سلول‌های پروکامبیومی به کامبیوم دسته‌های چوب و آبکش به طور کامل به شکل حلقه‌ای پیوسته در آمده‌اند که در تیمارهای ۳۰ و ۹۰ دقیقه نسبت به تیمار ۶۰ دقیقه تمایز یافته‌تر بوده‌اند (شکل 2, B C, D). حال آن‌که در گیاه شاهد به دلیل این‌که سلول‌های پروکامبیومی در حال تمایز به کامبیوم هستند، دسته‌های چوب و آبکش به طور کامل به شکل حلقه‌ای پیوسته در نیامده‌اند (شکل 2-A).

در تیمار ۹۰ دقیقه پارانشیم مغزی در حال تجزیه شدن و تحلیل رفتن است که این خود نشانه‌ی پیری زودرس گیاه می‌باشد. (شکل 2-D)

برگ: مشاهدات میکروسکوپی ساختار برگ نشان داد که نوع ساختار تشریحی برگ دارای تقارن پشتی شکمی می‌باشد، منطقه رگبرگ اصلی: این بخش دارای اپیدرم زیرین و زیرین است که بافت‌های پارانشیمی و هادی را در بر گرفته است.

به خصوص آوندهای چوبی نسبت به شاهد و تیمارهای ۳۰ و ۶۰ دقیقه تنگ‌تر شد، تعداد آن‌ها افزایش یافته است. که نشان دهنده‌ی افزایش تقسیم سلولی می‌باشد. همچنین همانند برش ساقه بافت پارانشیم مغزی تحلیل رفته است و میان تهی شده است (شکل D-۴).

ریشه: مشاهدات میکروسکوپی برش عرضی ریشه که به وسیله برش‌گیری دستی بررسی شد نشان داد که از خارج به داخل به ترتیب این قسمت‌ها مشاهده می‌شوند.

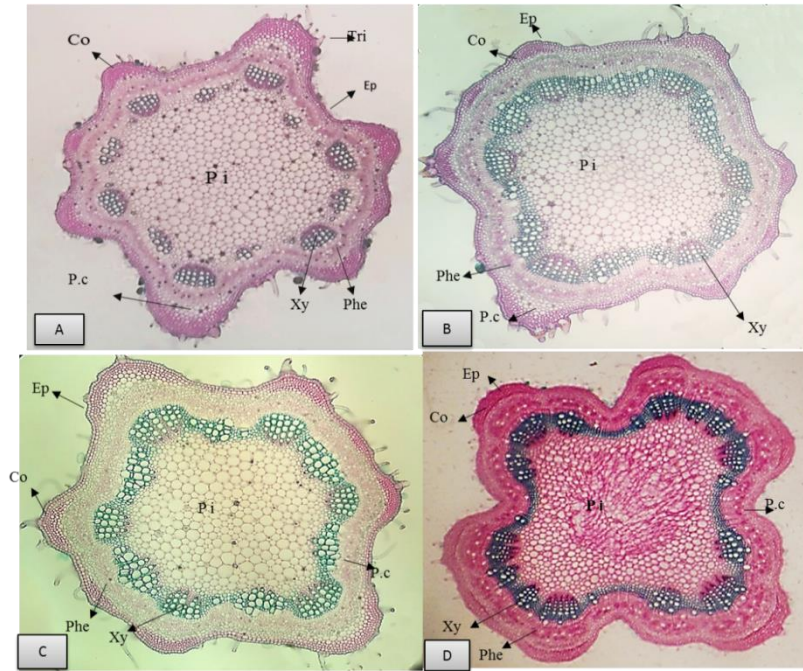
سلول‌های ریزودرمی: خارجی‌ترین بخش ریشه ریزودرم نامیده می‌شود. در اینجا بافت ضخیمی از چوب‌پنبه دیده می‌شود که بیرونی‌ترین بخش پوست را تشکیل می‌دهد. این بافت در اثر فعالیت فلورژن ساخته می‌شود. فلورژن به طرف داخل سلول‌های پارانشیم پوستی پسین و به طرف خارج سلول‌های چوب‌پنبه‌ای را می‌سازد. آندودرم: به دلیل رشد ثانویه زیاد ریشه که ناشی از فعالیت کامبیوم می‌باشد، آندودرم از بین رفته و دیده نمی‌شود (شکل A-۵). در تیمار ۹۰ دقیقه نسبت به شاهد تعداد آوندهای چوب افزایش یافته است و همچنین گسترش بافت آبکش و چوب‌پنبه را مشاهده کردیم. در تیمار ۶۰ دقیقه نیز افزایش تعداد آوندهای چوب مشاهده می‌شود. به طور کلی قطر ریشه در تمامی نمونه‌های تحت تیمار به غیر از تیمار ۳۰ دقیقه نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل B و C و D-۵).

در برگ‌های گیاهان تحت تیمار شاهد افزایش آوندهای چوب بودیم. تعداد آوندهای چوبی در رگبرگ اصلی تیمار ۳۰ و ۹۰ دقیقه افزایش یافته است (شکل B و D-۳)، همچنین تعداد کرک‌ها در تیمار ۹۰ دقیقه نسبت به شاهد افزایش داشته است (شکل D-۳).

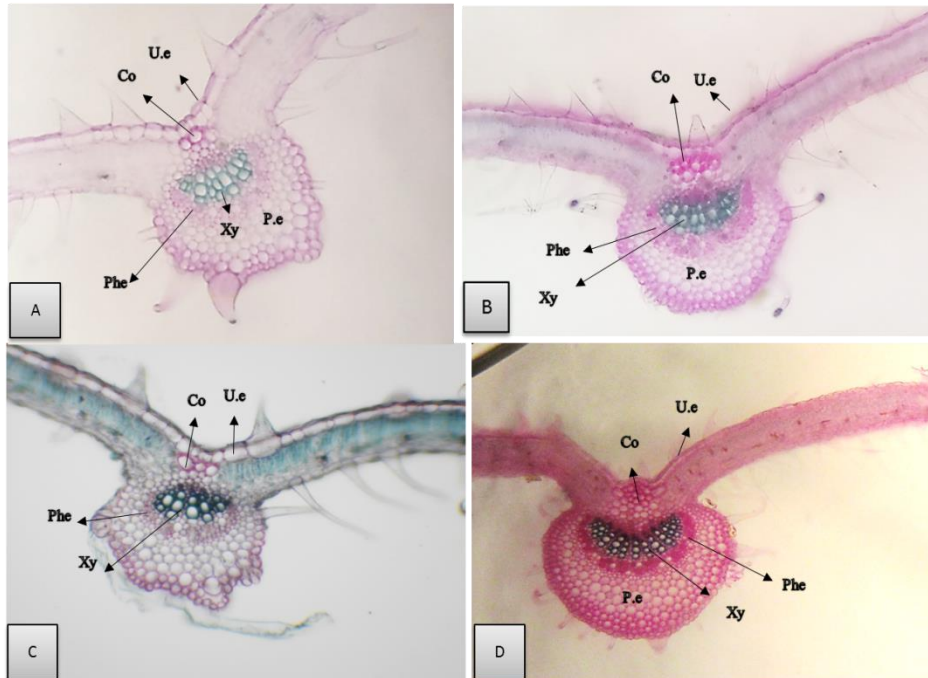
دمبرگ: در مشاهده میکروسکوپی دمبرگ مشاهده می‌شود که دمبرگ از خارج توسط یک ردیف سلول اپیدرمی احاطه شده است که سطح آن کوتینی شده است. زیر اپیدرم در سطوح پشتی و شکمی سلول‌های کلانشیمی مشاهده شدند. تعداد این سلول‌ها در مجاورت دسته‌های آوندی افزایش یافته است. زیر کلانشیم در ناحیه میان پوست، پارانشیم پوستی را می‌بینیم. آوندهای چوبی بهم نزدیک می‌باشند، بافت آبکش در خارج و بافت چوب به سمت درون قرار گرفته‌اند. در وسط نیز پارانشیم قرار دارد.

ساختار آوندی همانند ساختار آوندی برگ شامل آوند آبکش است که در پیرامون چوب قرار گرفته است. چند لایه کلانشیم گوشه‌دار نیز در قسمت پایینی دمبرگ در زیر اپیدرم تحتانی قرار دارد (شکل A-۴).

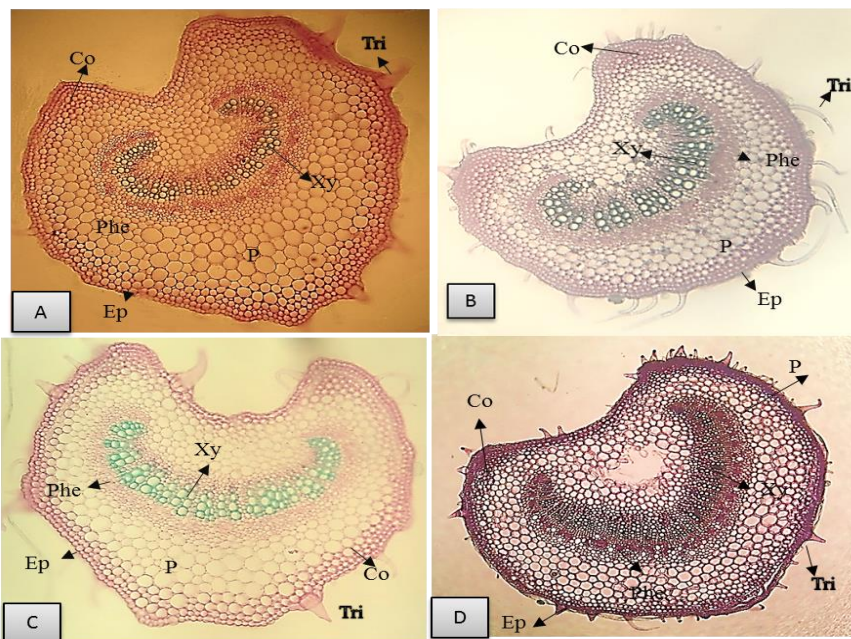
در برش عرضی از دمبرگ مشاهده شد که در تیمار ۳۰ دقیقه دهانه‌ی آوندها فراخ‌تر شده و تعداد کرک‌ها و کریستال‌های اگزالات کلسیم نسبت به شاهد افزایش یافته است (شکل B-۳). در تیمار ۶۰ دقیقه نیز دهانه‌ی آوندهای چوبی فراخ‌تر شده است (شکل C-۳). در تیمار ۹۰ دقیقه علی‌رغم این‌که دهانه‌ی آوندها



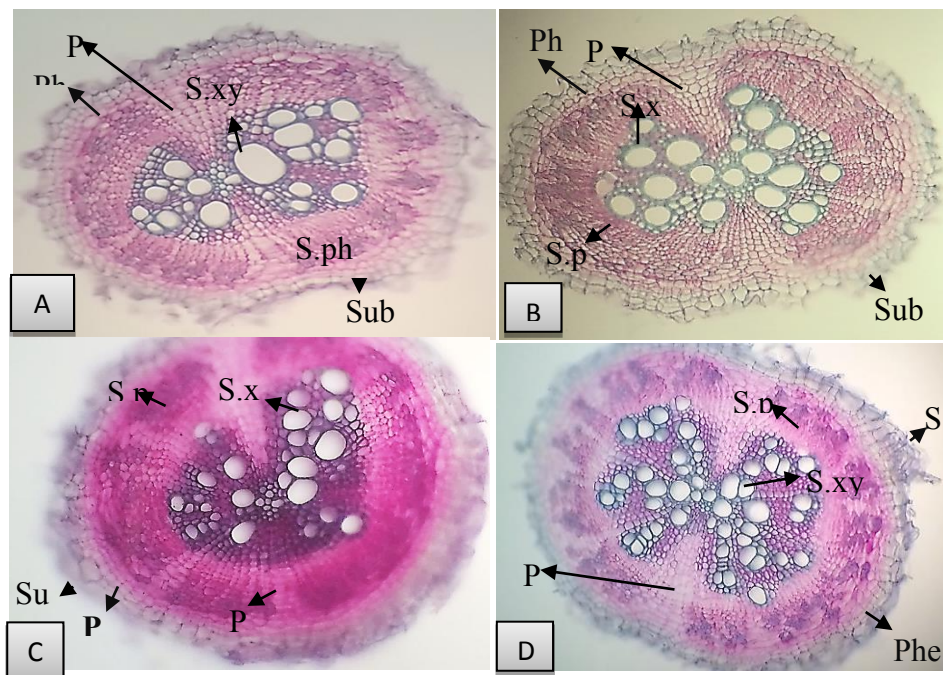
شکل ۲- مقطع عرضی ساقه در گیاه شاهدانه، رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبز متیل (ابزکتیو x۴)
 A: نمونه‌ی شاهد، B: نمونه‌ی تحت تیمار ۳۰ دقیقه، C: نمونه‌ی تحت تیمار ۶۰ دقیقه، D: نمونه‌ی تحت تیمار ۹۰ دقیقه.
 Tri: کرک‌های اپیدرمی، Ep: اپیدرم، Co: کلانشیم، P.c: پارانشیم پوست، Phe: آوند آبکش، Xy: آوند چوب، Pi: مغز.



شکل ۳- مقطع عرضی برگ در گیاه شاهدانه، رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبز متیل (ابزکتیو x۴)
 A: نمونه‌ی شاهد، B: نمونه‌ی تحت تیمار ۳۰ دقیقه، C: نمونه‌ی تحت تیمار ۶۰ دقیقه، D: نمونه‌ی تحت تیمار ۹۰ دقیقه.
 U.e: اپیدرم فوقانی، Co: کلانشیم، P.e: پارانشیم پوست، Phe: آوند آبکش، Xy: آوند چوب.



شکل ۴- مقطع عرضی دمبرگ در گیاه شاهدانه، رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبزمیتیل (ابزکتیو x۴)
 A: نمونه‌ی شاهد، B: نمونه‌ی تحت تیمار ۳۰، C: نمونه‌ی تحت تیمار ۶۰ دقیقه، D: نمونه‌ی تحت تیمار ۹۰ دقیقه.
 Tri: کرک‌های اپیدرمی، Ep: اپیدرم، Co: کلانشیم، P: پارانشیم، Phe: بافت آبکش، Xy: بافت چوب.



شکل ۵- مقطع عرضی ریشه در گیاه شاهدانه، رنگ آمیزی با کارمن زاجی و سبزمیتیل (ابزکتیو x۴)
 A: نمونه‌ی شاهد، B: نمونه‌ی تحت تیمار ۳۰، C: نمونه‌ی تحت تیمار ۶۰ دقیقه، D: نمونه‌ی تحت تیمار ۹۰ دقیقه.
 Sub: چوبینه، Phe: فلوزن، P: پارانشیم، S.xy: بافت چوب ثانویه، S.ph: بافت آبکش ثانویه.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به آن‌که امواج الکترومغناطیسی حامل انرژی هستند، بدیهی است که این انرژی می‌تواند روی موجودات زنده و از جمله گیاهان تأثیراتی را برجا گذارد. با توجه به این مطلب که طول موج، فرکانس و شدت امواج متفاوت است، بنابراین نوع امواج و مدت زمانی که گیاهان تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند، می‌تواند اثرات متفاوتی را بر گیاهان ایجاد کند. با توجه به این نکته نیز ضروری است که تفاوت در ژنوتیپ گیاهان نیز می‌تواند در نوع اثری که ایجاد می‌شود، موثر باشد [۶].

در این پژوهش برش عرضی ساقه و برگ افزایش وسعت آوندهای چوب و آبکش در نمونه‌های تحت تیمار نسبت به شاهد را نشان دادند، یافته‌های ما در این زمینه با مشاهدات و بررسی‌های محققینی چون Angel et al [۱۰]، Salehi et al [۱۳] Arbabian et al. [۱۱] و اربابیان-گلشن [۱] بر روی گیاهان گوجه‌فرنگی، کز، باقلا و خاکشیر تحت تیمار امواج مغناطیسی و الکترومغناطیسی تلفن همراه هم‌سو می‌باشد.

در دم‌برگ گیاه شاهدانه، نمونه‌های تحت تیمار افزایش بافت چوب و رنگ‌پذیری بیشتری را نسبت به نمونه‌ی شاهد نشان دادند، تعداد کرک‌ها در نمونه‌های تحت تیمار افزایش یافته است که احتمالاً پاسخی است جهت جلوگیری از نفوذ امواج به بافت‌های زیرین، مشاهدات ما در این زمینه با پژوهش‌های اربابیان-گلشن [۱] بر روی اثر امواج الکترومغناطیس تلفن همراه بر گیاه خاکشیر هم‌سو می‌باشد ولی با نتایج مجد و همکاران [۸]، اثر امواج الکترومغناطیس بر روی گیاه گزنه ناهم‌سو می‌باشد.

ساختار تشریحی ریشه در گیاهان مورد آزمایش با گزارش‌های فان [۴] در مورد ریشه دو لپه‌ای‌ها، گزارش‌های مجد و دیباه [۷] و هم‌چنین مجد-رستمی‌زاده [۸] در مورد گیاه گزنه هم‌سو می‌دارد. ما نیز در ساختار ریشه گیاه شاهدانه، لایه آندودرم که یکی از لایه‌های شاخص است و سلول‌های معبر را که ویژه تک‌لپه‌ای‌ها است را نیافتیم. قرار گرفتن دسته‌های آوندی بر روی یک حلقه نیز که از دیگر ویژگی‌های ساختار ریشه در دو لپه‌ای‌ها است در ریشه شاهدانه دیده شد. نمونه‌های تحت تیمار در مقایسه با نمونه‌ی شاهد تعداد دسته‌های آوندی به ویژه در تیمار ۹۰ دقیقه افزایش یافته، قطر دهانه‌ی متازیلیم‌ها کاهش یافته است، نتایج ما در این زمینه با مشاهدات Arbabian et al. [۱۱]، اربابیان-گلشن [۱] بر روی گیاهان تحت تیمار امواج الکترومغناطیس تلفن همراه باقلا و خاکشیر هم‌سو می‌باشد.

منابع

- [۱] اربابیان ص.؛ گلشن ن.؛ ۱۳۹۲؛ تأثیر امواج تلفن همراه بر جوانه‌زنی بذرها، تکوین دانه‌رست‌ها و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه خاکشیر (*Sysymbrium officinale* L.) پایان‌نامه کارشناسی ارشد؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- [۲] ایران نژاد ح.؛ پشتکوهی م.؛ پیری پ.؛ جوانمردی ز.؛ ۱۳۸۶؛ زراعت گیاهان دارویی و روغنی (شاهدانه، کتان روغنی و کرچک)؛ انتشارات آبیژ.
- [۳] جواد موسوی ب.؛ طهرانی‌پور م.؛ مرداد و شهریور ۱۳۹۰، بررسی اثر نورپروتکتیوی عصاره الکلی برگ گیاه شاهدانه (کانابیس ساتیوا) بر دژنراسیون آلفا موتونورون‌های نخاع پس از آسیب عصب سیاتیک در رت؛ مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی

- [۹] نوریان ع. م.؛ حسنی ف.؛ ۱۳۸۹؛ بررسی آلودگی صدا و ارتعاش؛ مجله سازمان حفاظت محیط زیست؛ صص: ۶-۱.
- [10] Angel D.; DeSouza A.; Garcia D.; Sueiro L.; Licea L.; Porras E., 2005; Pre-sowing magnetic treatment of tomato seeds effect on the growth and yield of plants cultivated late in the season. Spanish Journal of Agric Res; 3: 113-122.
- [11] Arbabian S.; Ramezani F.; Majd A., 2011; Investigation of the effect of cell phone waves on seed germination and seedling ontogeny in *Vicia faba*. Journal of Plant Science Researches; 5(2): 56-62.
- [12] Rim A. H.; Magda A.; 2014; El-Maghraby. Effect of Two Brands of Cell Phone on Germination Rate and Seedling of wheat (*Triticumaestivum*). Journal of Environment Pollution and Human Health; 2 (4):85-90.
- [13] Salehi M.; Majd A., 1999; Effect of some physical and chemical factors on the vegetative and reproductive growth and germination of soybean. M.Sc Thesis, Dep. Boil. Sci Faculty of sciences, Tarbiat moallem university Tehran; Iran; 24-31.
- [14] Sharma S.; Parihar L.; 2014; Effect of Mobile Phone Radiation on Nodule Formation in The Leguminous Plants. Curr World Environ; 9 (1): 5812.
- [15] Sharma V. P.; Singh H. P.; KohliR. K.; Batish D. R.; 2009; Mobile phone radiation inhibits *Vignaradiata* (mung bean) root growth by inducing oxidative stress. Sci. Total Environ.; 21: 5543-5547.
- شهید صدوقی یزد؛ دوره ۱۹؛ شماره ۳؛ صص: ۳۴۹-۳۳۹.
- [۴] فان ا.؛ ۱۳۹۱، آناتومی گیاهی؛ ترجمه جعفری. آ.؛ انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد؛ صص ۲۷۹-۲۸۹.
- [۵] قهرمان ا.؛ ۱۳۸۵؛ گیاه شناسی پایه؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۴۸ صفحه.
- [۶] مجد، ا.؛ اربابیان ص.؛ رضانی ویشکی ف.؛ ۱۳۹۱؛ بررسی اثر میدان های الکترومغناطیسی بر ویژگی های تشریحی- تکوینی و تغییرات آنزیم های ضدتنشی و متابولیت های ثانویه در گیاه مرزه؛ رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران علوم و تحقیقات تهران.
- [۷] مجد ا.؛ دیباه ه.، ۱۳۸۵؛ اثر اقلیمی (اکولوژیک) و برخی متابولیت های ثانویه گیاه گزنه ی دو پایه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- [۸] مجد ا.؛ رستمی زاده ا.؛ ۱۳۹۱؛ بررسی اثر میدان های الکترومغناطیسی بر جوانه زنی بذر ها، تکوین دانه رست ها و نقش ضد دیابتی گیاه گزنه (*Urtica Dioioca L.*). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

