

بررسی تاثیر تنش صوتی حاصل از حمل و نقل ریلی بر ساختار تشریحی ساقه گیاهان گل گندم (*Centaurea hyalolepis* Boiss.) و خار مریم (*Silybum marianum* L.)

مریم کلاهی^{۱*}، مهدی عباسپور^۱، غلامحسین فارسین^۲

^۱ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
^۲ اداره کل راه آهن جنوب؛ اهواز، ایران.

*Email:m.kolahi@scu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۰

چکیده

مطالعات فراوانی روی تنش های حاصل از عوامل محیطی مانند اشعه های مضر، عناصر سنگین، باران های اسیدی، شوری و ... بر روی گیاهان انجام گرفته است. اما تنش های ایجاد شده از امواج صوتی در گیاهان کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. تکنولوژی امواج صوتی شنیدنی اخیراً در مراحل مختلف رشد فیزیولوژیکی گیاهان بر روی جوانه زنی بذر، رشد کالوس ها، هورمون های تحریک کننده، مکانیسم فتوسنتز و رونویسی ژن های خاص به کار گرفته شده است. هدف این تحقیق بررسی تغییرات ساختار تشریحی ساقه گیاه گل گندم (*Centaurea hyalolepis* Boiss.) و خار مریم (*Silybum marianum* L.) تحت آلودگی صوتی راه آهن بود. بدین منظور برش های نمونه ی شاهد و تیمار از ناحیه ساقه به روش دستی تهیه گردید. برای رنگ آمیزی نمونه ها از روش رنگ آمیزی کارمن زاجی و آبی متیل استفاده شد. مشاهده برش ها با میکروسکوپ تحقیقاتی Olympus انجام گرفت و از نمونه ها عکس تهیه شد. بررسی های انجام شده بیانگر تغییرات قابل توجه آناتومیکی ساختار ساقه گیاه تیمار با شاهد بود. نتایج بدست آمده تغییرات قابل ملاحظه ای را در ساختار تشریحی ساقه دو گیاه در معرض آلودگی صوتی در مقایسه با گیاهان شاهد نشان داد به عنوان مثال، افزایش رنگ پذیری لایه های کامبیوم، افزایش ضخامت بافت اسکلرانسیم در ناحیه بافت چوب و افزایش تعداد لایه های کلانشیم در ناحیه هیپودرم دیده شد. همچنین امواج صوتی حاصل از حمل و نقل ریلی باعث افزایش ضخامت و تعداد لایه در بافت های استحکامی (اسکلرانسیم، کلانشیم) ساقه گیاه شدند. ساختار تشریحی گیاهان، تحت تاثیر امواج صوتی قرار گرفت و آلودگی صوتی ناشی از حمل و نقل ریلی بعنوان یک تنش محیطی می تواند بافت های گیاهان را متحمل تغییراتی می کند.

کلیدواژه ها: آلودگی صوتی، حمل و نقل ریلی، خار مریم (*Silybum marianum* L.)، ساختار تشریحی، ساقه، گل گندم (*Centaurea hyalolepis* Boiss.)

مقدمه

جنس *Centaurea* با دارا بودن حدود ۳۵۰ تا ۶۰۰ گونه‌ی گیاهی علفی خارمانند و گلدار در خانواده آستراسه قرار گرفته است [۱۹]. گیاه گل گندم گوگردی با نام علمی *Centaurea hyalolepis* Boiss. بسیار شبیه به *Centaurea iberica* می‌باشد با این تفاوت که دارای برگ‌های با تقسیمات کمتر و برگ‌های میانی و بالائی غیر منقسم (کامل) و دنداندار می‌باشد. خار مریم (*Silybum marianum* L.)، گیاهی یک تا دو ساله با ساقه‌ای ۱۲۵-۳۵ سانتی‌متری در تمام مناطق شمالی، غرب و جنوب ایران می‌روید. برگ‌های آن سبز تیره و به شکل پر با حاشیه‌های پوشیده از خار است و میوه آن فندقه می‌باشد. هر دو گیاه گل گندم و خار مریم عضوی از خانواده کاسنی (*Asteraceae*) می‌باشند. هر دو گیاه با دارا بودن ارزش داروئی و اقتصادی بصورت پوشش گیاهی در کنار جاده‌ها، جویبارها و مزارع در استان خوزستان رشد می‌کنند [۲۲]. خصوصیات و ویژگی‌های آناتومیکی بعضی از گونه‌های *Centaurea* تاکنون بررسی شده است [۲۰، ۲۸، ۱۸، ۲۶، ۵، ۴].

احداث راه‌آهن در هر منطقه زمینه‌های رشد و توسعه انسانی، اقتصادی و اجتماعی را فراهم می‌سازند. تقاضا برای احداث خط آهن در پی افزایش تقاضا برای حمل و نقل، بر روی پوشش گیاهی، تولیدات کشاورزی و جانوران مجاور راه آهن اثرات سوئی داشته است [۲۵، ۳]. سر و صدای حاصل از وسایل نقلیه بطور کلی سبب بروز تنش‌های فیزیولوژیکی در جانوران شده و موجب تحریک اعصاب، اضطراب، مشکلات روحی و روانی می‌شود اگرچه خطرات ناشی از آلودگی صوتی به سرعت محسوس نمی‌باشد [۱۰]. سر و صدا به معنای صدای

ناخواسته‌ای است که می‌تواند بر سلامتی و کارایی افراد تاثیر بگذارد. بررسی در کشورهای در حال توسعه نشان داد صوت و مشکلات ناشی از آن، منحصر به جوامع صنعتی نبوده و رشد سریعی در جوامع در حال توسعه داشته است [۲۱]. توسعه حمل و نقل ریلی بویژه استفاده از قطارهای سریع‌السیر تحت عنوان "حمل و نقل سبز" بلحاظ اقتصادی، ایمنی بالا و دارا بودن کمترین میزان آلاینده‌های هوا همواره مورد توجه کشورها قرار گرفته است. این صنعت حمل و نقل بواسطه نقشی که در توسعه و آبادانی شهرها دارد، منجر به سکونت جوامع بشری در اطراف خط‌آهن می‌شود. آلودگی صوتی ناشی از حرکت قطارها پیامد این همجواری می‌باشد که می‌تواند برای موجودات زنده این مناطق آزاردهنده باشد. در کشورهای پیشرفته دنیا، راهکارهایی برای کاهش میزان آلودگی صوتی حمل و نقل ریلی، به توصیه حامیان محیط‌زیست صورت گرفته است. از جمله این راهکارها می‌توان به احداث موانع صوتی در اطراف خط‌آهن مناطق شهری، تعمیر و نگهداری صحیح چرخ، محور و ریل اشاره کرد. در کشور ما به دنبال توسعه حمل و نقل ریلی علیرغم بکارگیری تمهیداتی برای به حداقل رساندن آلودگی صوتی این معضل نیاز به توجه بسیار و انجام پژوهش‌هایی در زمینه زیست محیطی دارد. صدا انرژی صوتی است که حاصل انتقال امواج صوتی توسط گازها، مایعات و جامدات می‌باشد. کمترین سطح فرکانسی در طیف صوتی زیرصوت نامیده می‌شود که محدوده فرکانسی پائینی دارد (۲۰ Hz)، همچنین بالاترین سطح فرکانسی دارای محدوده فرکانسی بالایی (۲۰ Khz) می‌باشد، این دو طیف صوتی به طور گسترده در حرفه پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. امواج فروصوت و

تأثیرات نامناسبی در زندگی انسان‌ها خواهد گذاشت. تحقیق حاضر در این راستا به بررسی تنش‌های حاصل از آلودگی صوتی می‌پردازد. در این پژوهش آلودگی صوتی حاصل از حمل و نقل ریلی به عنوان ایجاد کننده تنش در گیاهان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر آلودگی صوتی حاصل از حمل و نقل ریلی بر روی گیاهان، پس از بررسی اجمالی و پراکندگی بالای دو گونه گیاهی *C. hyalilepis* و *S. marianim* از ایستگاه بامدژ خط آهن اهواز - هفت تپه در فاصله ۴۰ کیلومتری اهواز جمع‌آوری شدند. میزان صوت حاصل از حمل و نقل ریلی در کنار خط آهن هنگام عبور قطار با سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت توسط دستگاه صوت سنج اندازه‌گیری شد. به مدت یک هفته در طی روز سنجش میزان صدای قطار انجام شد. ارزیابی صدا بر اساس استاندارد هوای آزاد مصوب شورای عالی محیط زیست ایران و سازمان صورت گرفت. برای اندازه‌گیری صدا از دستگاه آنالیزور دار کالیبره شده مدل CEL-450/490 کمپانی CACELLA استفاده گردید. میزان صوت در این محل حدود 120 dB بود. نمونه‌ی در معرض آلودگی صوتی از بین گیاهانی که کنار ریل قطار و نمونه‌ی محیط پاک از بین گیاهانی که در مکانی دورتر از ریل بودند جمع‌آوری شدند، منطقه‌ای که گیاه شاهد از آن تهیه شد در فاصله ۵۰۰ متری از خط آهن بود. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری با آب مقطر شستشو داده شدند و سپس به مدت یک هفته در محلول فیکساتور F.A.A (۲ میلی‌لیتر فرمالدهید ۳۷٪، ۱۷ میلی‌لیتر اتانول ۹۶٪ و ۱ میلی‌لیتر استیک اسید خالص) قرار گرفتند. برش‌گیری از ساقه به روش دستی و از فاصله ۱۰ Cm راس ساقه گیاهان

فراصوت می‌توانند با بافت‌های بیولوژیکی از طریق حرارت و فرایندهای مکانیکی تعامل داشته باشند [۲۴، ۲۳، ۳۳]. تکنولوژی امواج صوتی شنیدنی اخیراً در مراحل مختلف رشد فیزیولوژیکی گیاهان، جوانه‌زنی بذر، رشد کالوس‌ها، هورمون‌های تحریک‌کننده، مکانیسم فتوسنتز و رونویسی ژن‌های خاص به کار گرفته شده است. تحریک صدا می‌تواند گیاه را در مقابل آفت‌ها و سموم مقاوم کند [۳۷]. گیاهان توانایی تولید امواج صوتی در بافت‌ها را دارند به عنوان مثال گیاهان به طور خودبخودی امواج صوتی با فرکانس نسبتاً پایین ۱۲۰-۵۰ HZ را تولید می‌کنند. گیاهان می‌توانند فرکانس‌های خاص صداهای خارجی را دریافت کنند [۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳]. امواج صوتی توانایی ایجاد تغییرات در چرخه سلولی گیاهان را دارند [۲۸]. ارتعاش صدا مستقیماً روی چرخه زندگی گیاه تأثیر گذاشته و به اشکال مختلف از جمله تغییر در سرعت جوانه‌زنی نمایان می‌شود، امواج صوتی حاصل از صداهای طبیعی پرندگان در گیاهانی مثل کدوسبز و بامیه به کار گرفته شده است و مشاهده شد، که این صداها در شرایط طبیعی و قبل از انجام تحریکات صوتی دارای بالاترین اثر آماری روی درصد جوانه‌زنی در این گیاهان می‌باشند [۶]. محققان نشان داده‌اند که بعضی از ژن‌های القا شده بواسطه استرس ممکن است تحت تحریکات امواج صوتی تغییراتی بپذیرند و رونویسی از روی این ژن‌ها افزایش یابد [۳۱]. محققان اثرات امواج الکترومغناطیسی را بر جوانه زنی بذرهای سویا و تکوین دانه کرده آن و همچنین روی ناباروری گروهی از جانوران مورد بررسی قرار داده‌اند [۱۲، ۱]. گیاهان بعنوان سرآغاز زنجیره‌ی غذایی اکوسیستم‌ها و نقش اساسی در پایداری محیط‌زیست همواره مورد توجه بشر بوده‌اند، هر گونه آسیب زیست‌محیطی

در نمونه‌های شاهد این گیاه مشاهده نگردید (شکل ۱- A). تغییرات مشابهی در تعداد لایه‌های کامبیومی گیاه در معرض آلودگی صوتی نیز دیده شد که باعث افزایش رنگ‌پذیری این بافت شده است (شکل ۱- D) در صورتی که در نمونه‌های گیاه شاهد این افزایش رنگ مشاهده نشد (شکل ۱- C). در نمونه‌های در معرض آلودگی صوتی مشاهده شد که ضخامت دیواره سلول‌های اسکلرانشیمی اطراف بافت فلوئم افزایش یافته بود (شکل ۱- F, G) اما در سلول‌های بافت اسکلرانشیمی ساقه گیاه شاهد این افزایش ضخامت مشاهده نشد (شکل ۱- E)، همچنین افزایش تعداد لایه‌های کلانشیمی که زیر اپیدرم قرار گرفته بودند در نمونه‌های در معرض آلودگی صوتی (شکل ۱- I) نسبت به نمونه محیط پاک (شکل ۱- H) قابل توجه بود. تغییرات محسوسی در تراکم، ضخامت دیواره و تعداد سلول‌های ترشحي، لایه‌های کلانشیمی، پارانشیم، متاگزیم و پروتوگزیم در هیچ یک از نمونه‌های گیاه *C. hyalolepis* در معرض آلودگی صوتی نسبت به محیط پاک مشاهده نگردید.

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در برش عرضی ساقه گیاه خار مریم *S. marianum* بیرونی‌ترین بخش ساقه را سلول‌های اپیدرمی تشکیل می‌دهند که در زیر آن بخش‌های به صورت فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌های مشاهده می‌شود که به ترتیب بافت کلانشیم (Cl) و بافت کلانشیم (Ch) می‌باشند. در قسمت زیرین این دو بافت، بافت پارانشیم پوستی (Pc) دیده می‌شود که در قسمت پایینی آن داخلی‌ترین لایه پوست، لایه آندودرم (Sle) قرار گرفته است. دستجات آوندی (Vb) که از بخش‌های مختلفی تشکیل شده‌اند، به ترتیب از بیرون به داخل بافت اسکلرانشیم (S)، بافت فلوئم (Ph)،

انجام شد. در مرحله بعدی برش‌های تهیه شده با استفاده از رنگ‌آمیزی مضاعف کارمن‌زاجی متیل‌بلو رنگ‌آمیزی شد. لام‌های تهیه شده تحت مطالعه میکروسکوپی با میکروسکوپ و دوربین Olympus مدل BH2 ساخت کشور ژاپن قرار گرفت.

نتایج

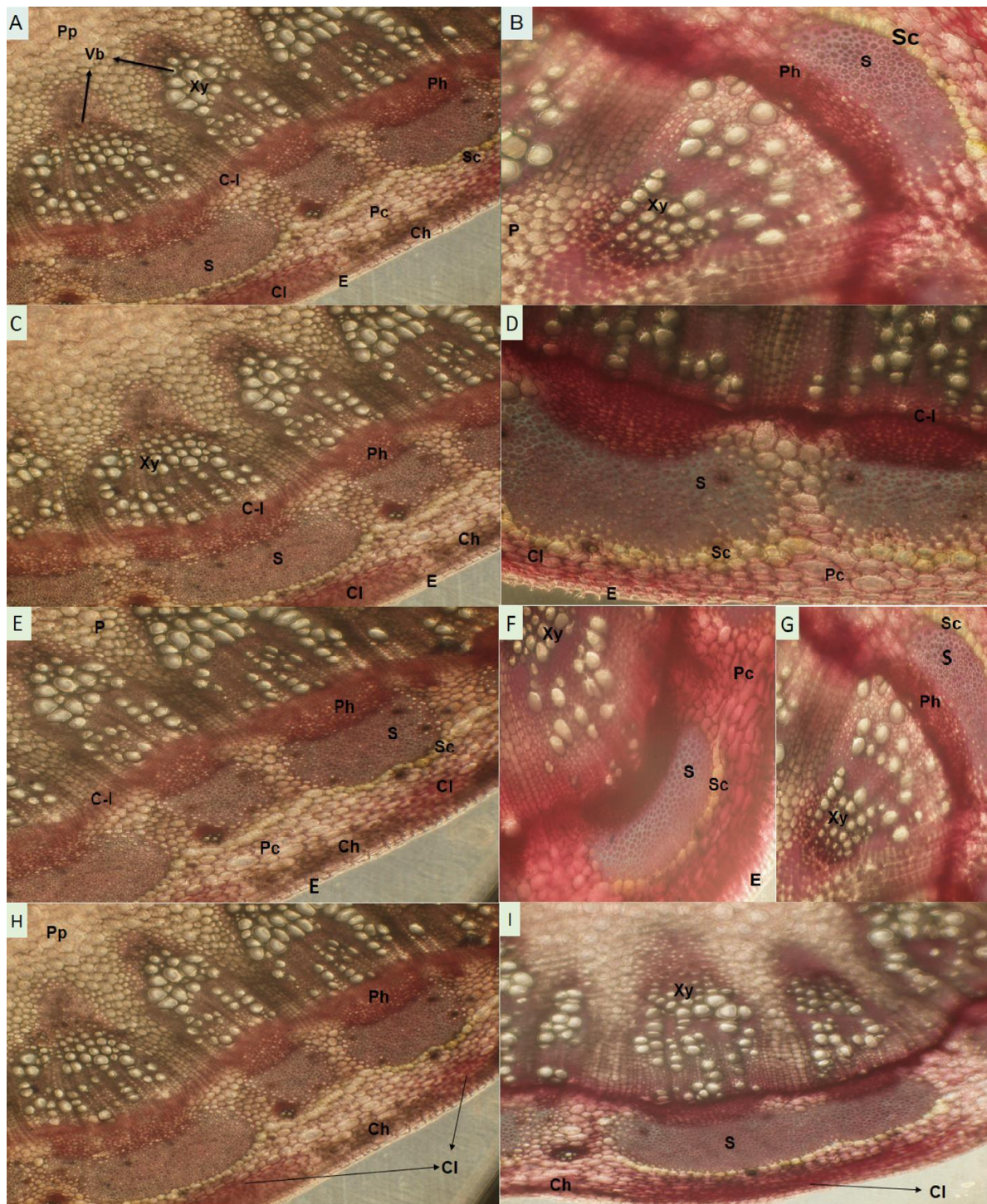
در بررسی تنش‌های حاصل از آلودگی صوتی حمل و نقل ریلی بر ساختار تشریحی ساقه *C. hyalolepis* و *S. marianum* نتایج زیر بدست آمد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در برش عرضی ساقه گیاه گل‌گندم *C. hyalolepis* بیرونی‌ترین بخش ساقه را سلول‌های مستطیلی شکل اپیدرمی (E) تشکیل می‌دهند که با لایه کوتیکولی پوشیده شده‌اند. بافت‌های کلانشیمی (Cl) و کلانشیمی (Ch) به طور یک‌درمیان زیر اپیدرم قرار گرفته‌اند و در زیر آنها سلول‌های بافت پارانشیمی پوستی (Pc) که سلول‌های کروی، بزرگ و شفافی می‌باشند. بافت اسکلرانشیمی (S) در قسمت بالایی دستجات آوندی (Vb) وجود دارد و در داخلی‌ترین قسمت پوست لایه آندودرم دیده می‌شود، لایه کامبیومی (C-I) نیز حدها بافت آبکش (Ph) و بافت چوبی (Xy) دستجات آوندی دیده می‌شود. در شکل ۱ بخش‌های A، C، E، H مربوط به نمونه شاهد و بخش‌های B، D، F، G، I مربوط به نمونه در معرض آلودگی صوتی گیاه *C. hyalolepis* می‌باشند. بررسی‌های انجام شده بیانگر تغییرات قابل توجه آناتومیکی در ساختار ساقه گیاه در معرض آلودگی صوتی در مقایسه با نمونه شاهد گیاه *C. hyalolepis* می‌باشد. در این بررسی مشاهده شد تراکم و رنگ‌پذیری سلول‌های بافت فلوئم در نمونه در معرض آلودگی صوتی افزایش یافته (شکل ۱- B) و

نقل ریلی بر روی ساختار تشریحی دو گونه گیاهی *C. hyalolepis* و *S. marianum* واقع در اطراف خط‌آهن را مورد بررسی قرار داده است. بررسی‌ها نشان داد که آلودگی صوتی حمل و نقل ریلی، باعث تغییر در ساختار تشریحی ساقه هر دو گیاه مورد نظر نسبت به گیاهان شاهد شده است. اهمیت این یافته‌ها آن است که آلودگی صوتی حرکت قطارها بر روی موجودات مجاور خط‌آهن خصوصا گیاهان بومی مناطق مختلف و حتی مزارع اطراف که بطور دائم در معرض این تنش قرار دارند، تاثیر می‌گذارد و ساختار طبیعی آنها را دچار تغییر می‌کند. مطالعه ساختار تشریحی ساقه *C. hyalolepis* و *S. marianum* برای مشاهده تغییرات بافت شناسی ساقه گیاهان در معرض آلودگی صوتی حمل و نقل ریلی در پژوهش ما ضروری بود. ساقه گیاهان در معرض آلودگی صوتی حاصل از حمل و نقل ریلی مخصوصا در بافت‌های استحکامی تغییرات قابل توجهی را نشان داد. افزایش ضخامت دیواره اسکلرانشیمی، افزایش شدت چوبی شدن بافت‌های زمینه بین دستجات آوندی، افزایش لایه های مشتقات کامبیومی، افزایش لایه سلول‌های کلاننشیمی پیرامونی و توسعه بافت فلوئم از عمده این تغییرات در گیاهان مورد نظر است. در تایید این یافته‌ها، نتایج ردا و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان داد که امواج در فرکانس‌های مختلف، سطوح فشار صدا، مدت زمان در معرض صدا قرار گرفتن و همچنین فاصله از منبع صوتی بر رشد گیاهان موثر است و همچنین دریافته‌اند که امواج صوتی باعث انتقال انرژی به سلول شده و باعث تحریک جریان سیتوپلاسمی می‌شوند، امواج صوتی می‌توانند با تغییر ساختار مواد دیواره و غشا سلولی، عملکرد فیزیولوژیک آنها را تغییر دهند [۱۱]. ایکسی و همکاران در سال ۲۰۰۷

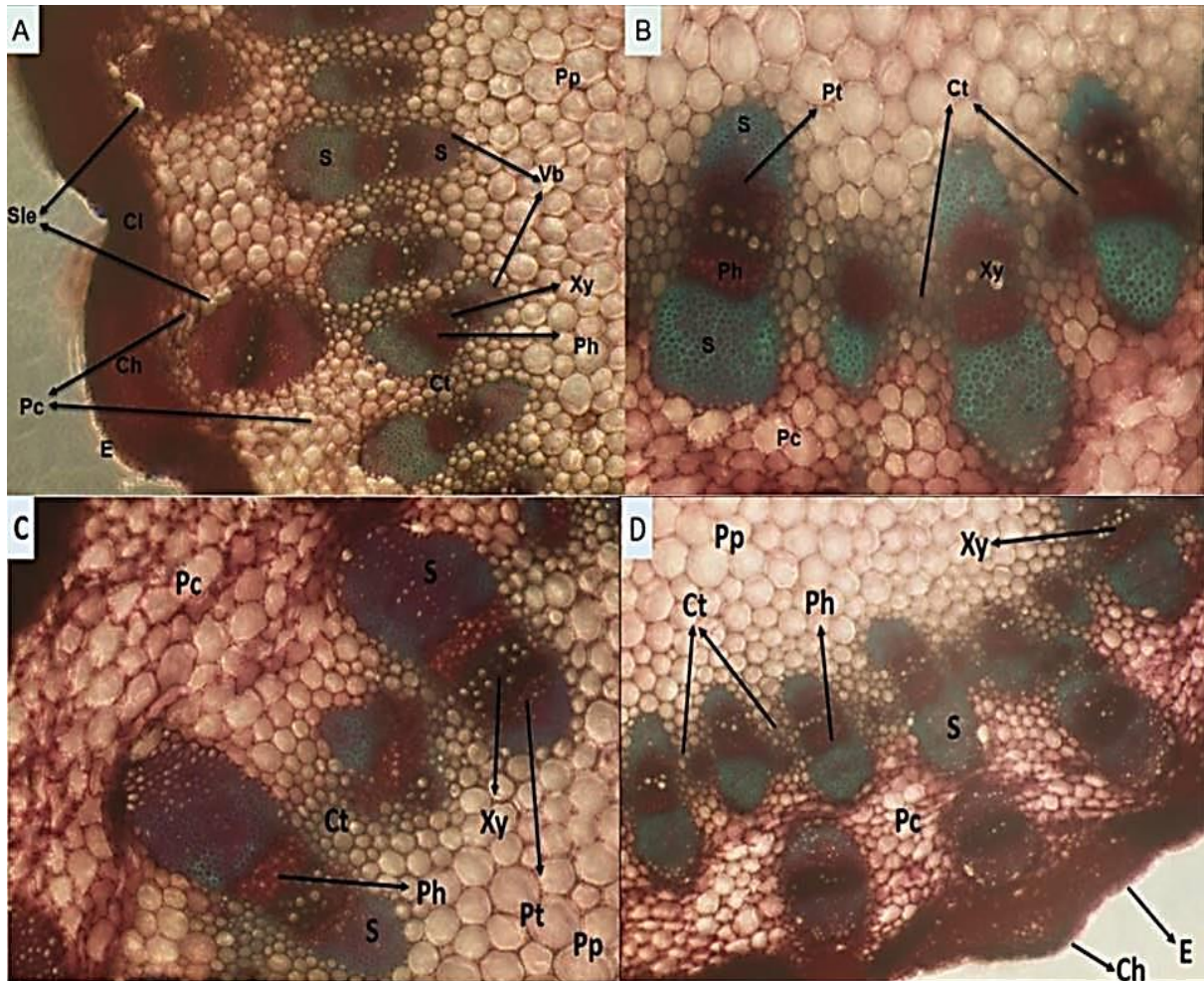
بافت زایلیم (Xy)، بافت پارانشیم آوندی (Pt) و اسکلرانشیم (S) دیده می‌شوند، همچنین بین دستجات آوندی، بافتی زمینه‌ای (Ct) دیده می‌شود که سلول‌های آن پارانشیمی می‌باشند. قسمت مرکزی ساقه را نیز بافت پارانشیم مغزی (Pp) تشکیل می‌دهد. در شکل ۲ بخش‌های A,C مربوط به نمونه محیط پاک و بخش‌های B,D مربوط به نمونه در معرض آلودگی صوتی گیاه *S. marianum* می‌باشند. بررسی‌های انجام شده بیانگر تغییرات قابل توجه آناتومیکی در ساختار ساقه نمونه در معرض آلودگی صوتی در مقایسه با نمونه محیط پاک این گیاه بود. در تمام نمونه‌های در معرض آلودگی صوتی نسبت به شاهد *S. marianum* سلول‌های بافت اسکلرانشیمی واقع در قسمت بالا و پایین دستجات آوندی تغییرات تشریحی محسوسی را نشان دادند و افزایش ضخامت سلول‌های اسکلرانشیمی، رنگ‌پذیری و افزایش چوبی شدن آنها قابل توجه بود (شکل ۲- B, D) در حالی که در نمونه‌های مربوط به محیط پاک، سلول‌های اسکلرانشیمی فقط در قسمت بالایی دستجات آوندی تا حدودی چوبی شده‌اند (شکل ۲- A)، علاوه بر این در تمام نمونه‌های در معرض آلودگی، سلول‌های بافت زمینه (Ct) بین دستجات آوندی افزایش ضخامت دیواره داشتند (شکل ۲- B) که فقط در نمونه‌های مربوط به محیط آلوده این پدیده مشاهده شد (شکل ۲- C). در دیگر بافت‌های ساقه از جمله بافت پارانشیم، کلاننشیم، کلرانشیم، پروتوگزیم و متاگزیم بین نمونه‌های در معرض آلودگی نسبت به نمونه‌های محیط پاک تفاوت محسوسی مشاهده نشد.

بحث

این پژوهش اثر آلودگی صوتی حاصل از حمل و



شکل ۱. برش عرضی ساقه گیاه *Centaurea hyalolepis* Boiss. (بخش‌های A, C, E, H: 20X) (بخش‌های B, D, F, G, I: 40X). نمونه شاهد، (B, D, F, G, I: نمونه در معرض آلودگی صوتی). E- اپیدرم، Cl-کالانشیم، Ch- کلرانشیم، Pc- پارانشیم پوستی، Sc- سلولهای ترشعی Vb- دستجات آوندی، S- اسکراانشیم، ph- بافت فلوئم، C-I- لایه کامبیومی، Xy- گزیم، Pp- پارانشیم مغزی.



شکل ۲. برش عرضی ساقه گیاه *Silybum marianum* L. (A, D: 20X), (B, C: 40X). (بخش‌های A, C: نمونه شاهد، B, D: نمونه در معرض آلودگی صوتی). E- بافت اپیدرم، Cl- بافت کلانشیم، Ch- بافت کلرانسیم، Ct- بافت کلرانسیم، Xy- بافت زایلیم، Ph- بافت فلوئم، Pp- بافت پارانشیم مغزی، Pt- بافت پارانشیم آوندی، Pc- بافت سلول‌های آلودگی صوتی، S- سلول‌های اسکلرانشیمی، Vb- دستجات آوندی، Xy- بافت زایلیم، Ph- بافت فلوئم، Pp- بافت پارانشیم مغزی، Pt- بافت پارانشیم آوندی، Pc- بافت پارانشیم پوست.

امواج صوتی افزایش می‌یابد، همچنین نشان داده‌اند که امواج صوتی می‌توانند تغییراتی را در چرخه سلولی، افزایش میزان رویش و تکثیر دانه‌های برنج ایجاد کنند [۲۷]. یافته‌های اخیر نشان می‌دهند که نوک ریشه ذرت جوان خمش آشکاری به سمت منبع صوتی متناوب دارد و این رشد تابعی از شدت صدا است [۹]. امواج صوتی با تاثیر بر چرخه سلولی باعث افزایش تکثیر سلولی می‌شوند که به دنبال آن نمو بافت‌ها صورت می‌گیرد [۳۲]. این یافته‌ها با مشاهدات ما در خصوص افزایش برخی بافت‌های ساقه گیاه در

نشان دادند که عناصر مختلف ایجاد کننده صدا می‌توانند اثرات مثبتی بر رشد ریشه و تقسیمات میتوزی سلول‌های راسی ریشه پیاز داشته باشند و همچنین اثبات کردند که امواج صوتی شنیدنی می‌تواند بر متابولیسم سلول موثر واقع شود، این پدیده در سلول‌های مخمر کشت شده در محیط‌های مایع که در معرض فرکانس‌های مختلف امواج صوتی بودند، مشاهده شد [۷]. ونگ و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که شاخص جوانه زنی، طول ساقه، افزایش نسبی وزن تر دانه‌های برنج به طور معنی دار تحت تاثیر

می‌تواند باعث تغییراتی در غشا پلاسمایی شده و در نهایت باعث تغییر در مکانیسم عمل آن شود [۲۹]. از این یافته‌ها می‌توان این نتیجه را گرفت که امواج صوتی حاصل از حرکت قطار بر روی ریل که در پژوهش ما حدود ۱۲۰dB بود، در دامنه صداهای آزاردهنده قرار می‌گیرد که برای سیستم‌های زنده تنش محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری

اگرچه درباره درک اثر انواع صوت بر گیاهان محدودیت‌هایی وجود دارد، اما ساختار تشریحی گیاهان، تحت تاثیر امواج صوتی قرار می‌گیرد و آلودگی صوتی ناشی از حمل و نقل ریلی بعنوان یک تنش محیطی، بافت‌های گیاهان را متحمل تغییراتی می‌کند. در نتیجه توجه به پوشش گیاهی و محیط زیست در هنگام احداث خط آهن و همچنین به کارگیری تمهیداتی برای کاهش آلودگی صوتی صنعت حمل و نقل و اعمال دستورکارهای مناسب، با توجه به مسائل زیست محیطی برای بررسی سرعت بهینه قطارها در مناطق دارای پوشش گیاهی پیشنهاد می‌گردد.

تقدیر و تشکر

نگارندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به لحاظ تامین هزینه‌های این پژوهش (پژوهانه شماره ۸۴۶۷۰ / ۹۳/۳/۲) و همکاری مسئولین محترم اداره کل راه آهن جنوب برای اجرای این تحقیق تقدیر و قدردانی می‌نمایند.

معرض آلودگی صوتی همخوانی دارد. همچنین زاوو و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که تحریک صوتی باعث افزایش رشد سلول‌های کالوس می‌شود و متابولیسم سلول را سرعت می‌بخشد [۳۹]. یافته‌های این مطالعه افزایش سلول‌های مشتق از لایه کامبیوم و نیز توسعه بافت ساقه را تایید می‌کند. افزایش فاکتورهای سیستم آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم‌های سوپراکسید دسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز در کشت بافت گیاه *Chrysanthemum* در معرض امواج صوتی نیز اثبات شده است [۳۸]. افزایش سطوح اکسین و کاهش میزان آبسزیک اسید در کشت بافت گیاهان در معرض تنش صوتی نسبت به گروه کنترل دیده شده است [۳۰]. تاثیرات ناشی از تحریکات امواج صوتی روی متابولیسم ریشه گیاه *Chrysanthemum* بررسی شده است که افزایش میزان رشد را در ریشه‌های این گیاه به دنبال داشته است [۱۷]. یانگ و همکاران مشاهده کردند که تحریک امواج صوتی هم باعث افزایش تکثیر و فعالیت ریشه‌ها می‌شود و همچنین سبب کاهش تراوایی سلول‌های غشایی می‌شود [۳۶]. علاوه بر این پژوهش‌ها نشان می‌دهد امواج صوتی در سطح فشار صوتی ۱۰۰dB و با فرکانس صوتی khz باعث افزایش تولید ATP درون سلول می‌شود. افزایش یافتن میزان تولید ATP سلول نشان دهنده افزایش سوخت و سازهای درون سلول نیز می‌باشد، همچنین در سطح فشار صوتی ۱۰۰ dB و فرکانس ۱khz فعالیت پروتئین‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد، اما هنگامی که تحریک امواج صوتی در سطح فشار صوتی فراتر از ۱۰۰ dB و فرکانس ۱khz صورت گیرد و میزان فعالیت این شاخص‌ها کاهش پیدا می‌کند [۳۵، ۳۴]. ونگ و همکاران در سال ۲۰۰۱ نشان دادند که استرس‌های متناوب امواج صوتی

- [12] Hemayatkhah Jahromi V., Fatahi E., Nazari M., Jowhary H., Kargar H., 2010, Study on the effects of mobile phone waves on the number of ovarian follicles and levels of FSH, LH, estrogen and progesterone hormones in adult rats. The Journal of Chemical Thermodynamics, 1(1): 27-34.
- [13] Hou T.Z., Li M.D. 1994, Experimental evidence of a plant meridian system: III. The sound characteristics of philodendron (*Alocasia*) and effects of acupuncture on those properties. The American Journal of Chinese Medicine, 22(3-4): 205-214.
- [14] Hou T.Z., Li M.D. 1997, Experimental evidence of a plant meridian system: II. The effects of needle acupuncture on the; temperature changes of soybean (*Glycine max*). The American Journal of Chinese Medicine, 22(2): 103-110.
- [15] Hou T.Z., Li M.D. 1997, Experimental evidence of a plant meridian system: V. Acupuncture effect on circumnutation movements of shoots of *Phaseolus vulgaris L. pole bean*. The American Journal of Chinese Medicine, 25(3-4): 253-261.
- [16] Hou T.Z., Li M.D. 1997, Experimental evidence of a plant meridian system: IV. The effects of acupuncture on growth and metabolism of *Phaseolus vulgaris L.* beans. The American Journal of Chinese Medicine 25(2): 135-142.
- [17] Jia Y., Wang B.C., Wang X.J., Duan C.R., Toyama Y., Sakanishi A. 2003a, Effects of sound wave on the metabolism of *chrysanthemum* roots. Colloid Surface, 29(2-3): 115-118.
- [18] Kaya Z., Organ N., Binzet R., Genc Y. 2000, The exterior-interior morphological characteristics on endemic of *Centaurea zeybekii* Wagenitz. Second Balkan Botanical Congress. Istanbul. 1: 469-474.
- [19] Keil D.J. 24. *Centaurea*. 2006, In: Flora of north American North of Mexico Vol, 19. (Magnoliophyta; Asteridae ,part 6: Asteraceae, Part 1). Edited by Oxford University Press, London.
- [20] Metcalfe C.R., Chalk L. Anatomy of Dicotyledons. 1950, 1th Ed. Oxford: At the Clarendon Press.
- [21] Miedema HM., 2007, Annoyance caused by environmental noise: Elements for
- [1] Arbabian S., Majd A., Salaripour S. 2010, The effects of electromagnetic field (EMF) on vegetative organs, pollen development, pollen germination and pollen tube growth of *glycine max L.*, Journal of Cell & Tissue, 1(1): 35-42.
- [2] Bhattacharya B., Johri B.M., 1998, Flowering Plants. Taxonomy and phylogeny. Edited by Springer Verlage, Berlin.
- [3] Brattstrom B.H. and Bondello M.C. 1983, Effects of off-road vehicle noise on desert vertebrates. Springer-Verlag. New York. USA. Pp: 167-206.
- [4] Celik S., Uysal I., Menemen Y., Karabacak E. 2005, Morfology, Anatomy, Pollen and Aachen structure of *Centaurea consanguinea* DC. (Sect. Acrolophus) in Turkey. Pakistan Journal of Botany, 1(1): 85-89.
- [5] Celik S., Uysal T., Memenen Y. 2005, Morphology, Anatomy, Ecology and palynology of two *Centaurea* species from turkey, Bangladesh Journal of Botany, 37(1): 67-74.
- [6] Creath K., Schwartz GE. 2004, Measuring effects of music, noise and heading energy using a seed germination bioassay. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 10(1): 113-122.
- [7] Ekici N., Dane F.L., Madedova I.M., Huseyinov M. 2007, The effects of different musical elements on root growth and mitosis in onion (*allium cepta* root apical meristem musical and biological experimental study). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 369-373.
- [8] Esau K. Anatomy of seed plants. 1997, 2th Ed. Edited by John Wiley and sons, New York.
- [9] Gagliano M., Stefano M., Daniel R. 2012, Towards understanding plant bioacoustics. Trends plant Science, 17(6): 323-325.
- [10] Ghazaie S. 2002, Epidemic of physical agent's workplace. 2th Ed. Tehran university publication. 57-82.
- [11] Hassanien R.H.E., T.-z. H., Li Y.F., and Li. B.M. 2014, Advances in Effects of Sound Waves on Plants. Journal of Integrative Agriculture 13:335-348.

- evidence – based noise policies. Journal of Social Issues. 63(1): 41-57.
- [22] Mozafarian V.A., 1999, Khuzestan flora: Agriculture natural resources research. Khuzestan: Publication Center of Khuzestan Province; 88, 110. (Persian)
- [23] O' Brain Jr., W.D. 2007, Ultrasound-biophysical mechanisms. Progress in Biophysics & Molecular Biology, 93(1-3): 212-255.
- [24] Rokhina EV., Lens P., Virkutyte J. 2009, Low-frequency ultrasound in biotechnology: State of the art. Trends Biotechnology, 27(5): 298-306.
- [25] Schubert S. 2000, The Impacts of Off-Road Vehicle Noise on Wildlife. Road Reporters Handbook. Wildlands CPR.
- [26] Uysal I., Celik S., Menemen Y., 2005, Morphology, Anatomy, Pollen and Achene Features of *Centaurea polyclada* DC. (Sect. *Acrolophus*) in Turkey, Pakistan Journal of Biology Science, 5(2): 176-180.
- [27] Wang B.C., Chen X., Wang Z., Fu Q.Z., Zhou H., Ran L. 2003, Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds. Colloid surface, 32(1): 29-34.
- [28] Wang B.C., Yoshikoshi A., Sakanishi A. 1998, Carrot cell growth response in a stimulate ultrasonic environment. Colloid surface, 12: 89-95.
- [29] Wang B.C., Zhao H.C., Duan C.R., Sakanishi A. 2001, The effects of alternative stress on the cell membrane deformability of *chrysanthemum* callus cells. Colloid surface, 20(4): 321-325.
- [30] Wang B.C., Shao J., Li B., Lian J., Duan C.R. 2004, Sound wave stimulation triggers the content change of the endogenous hormone of the *Chrysanthemum mayure* callus. Colloid surface, 37(3-4): 107-112.
- [31] Wang X.J., Wang B.C., Jia Y., Duan C.R., Sakanishi A. 2003a, Effects of sound stimulation on protective enzyme activities and peroxidase of *chrysanthemum*. Colloid surface, 27(1): 59-63.
- [32] Wang X.J., Wang B.C., Jia Y., Huo D., Duan C.R. 2003b, effects of sound stimulation on cell cycle of *chrysanthemum* (*Gerbera jamesonii*). Colloid surface, 29(7): 103-107.
- [33] Whittingham T A., 2007, Medical diagnostic applications and sources. Progress in Biophysics & Molecular Biology. 93(1-3): 84-110.
- [34] Yang X.C., Wang B.C., Duan C.R. 2003, Effects of sound stimulation on energy metabolism of *Actinidia Chinese* Callus. Colloid surface, 30(1): 67-72.
- [35] Yang X.C., Wang B.C., Duan C.R., Dai CY., Jia Y., Wang X.J. 2002, Brief study on physiological effects of sound field on *Actinidia Chinese* callus. Journal of Chongqing University, 25: 79-84.
- [36] Yang X.C., Wang B.C., Ye M. 2004, Effects of different sound intensities on root development of *Actinidia Chinese* plants, Chinese Journal of Applied & Environmental Biology , 10: 274-276.
- [37] Zhang J., 2012, Application progress of plant Audio control technology in agriculture. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology, 53(11): 80-81. (In Chinese)
- [38] Zhao H.C., Wang B.C., Liu B.A., Cai S.X., Xi B.S. 2002a, The effects of sound stimulation on the permeability of K^+ channel of *Chrysanthemum* Callus plasma. Colloid surface, 26(4): 329-333.
- [39] Zhao H.C., Zheng L., Zhu T., Xi B.S., Wang B.C., Cia S.X., Wang Y.N. 2003, Effect of sound stimulation on *Dendranthema morifolium* callus growth. Colloid surface, 29(1-3):143-147.