Archive of SID

در
زراعت و باغبانی شماره ۸۰، پاییز ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

بررسی اثرات میدان مغناطیسی ایستا بر برخی ویژگی های مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاه نخود *Cicer arietinum* در مرحله رشد رویشی

• **معصومه اطهری نیا**
کارشناس ارشد زیست شناسی علوم گیاهی، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

• **مهتاب نوری**
کارشناس ارشد زیست شناسی علوم گیاهی

• **فائزه قناتی**
عضو هیئت علمی بخش زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۶

Email: ghangia@modares.ac.ir

چکیده

استفاده از میدان های مغناطیسی مصنوعی به سبب کاربرد وسیع لوازم خانگی توسعه مخابرات و خطوط انتقال نیرو و نیز در عرصه های پزشکی، در زندگی روزمره انسان رو به گسترش است. با این وجود در مورد اثرات مثبت یا منفی میدان های مغناطیسی بر سامانه های زنده اتفاق نظرکاملی وجود ندارد و گرچه مطالعات متعددی در زمینه تاثیر این میدان ها بر فیزیولوژی، اندام زایی و بیوشیمی مدل های جانوری و انسان صورت گرفته است اما مطالعات مشابه بر روی گیاهان بسیار اندک است. در این آزمایش گیاه نخود (*Cicer arietinum*) (در مرحله رویشی به مدت ۵ روز متوالی روزانه ۵ ساعت متناوب در میدان مغناطیسی به شدت ۳۰ میلی تسلا قرار داده شد. پس از آن میزان لیگنین ، قند ، پروتئین دیواره و شدت پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی در هردو گروه گیاهان شاهد و تحت تیمار اندازه گیری شدند. جوانه‌های رأسی گیاهان تیمار شده و گیاهان شاهد جدا شده، پس از تثبیت و قالب‌گیری و برش‌گیری و رنگ آمیزی، ساختار آنها به وسیله میکروسکوپ نوری و فلورسانس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که میدان مغناطیسی ایستا بر رشد اندام های هوایی (برگ، ساقه و جوانه رأسی) اثر تحریک‌کنندگی و بر روی رشد ریشه اثر بازدارندگی داشته و در راستای این تاثیر درصد لیگنین، قند و پروتئین و میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا نیزدر اندام های هوایی نمونه های تحت تیمار نسبت به ریشه کاهش نشان داد. برمبنای نتایج حاصل ، اعمال میدان مغناطیسی ایستا بر روی جوانه رأسی موجب تغییرشکل از حالت گنبدی به مسطح ، تغییرات در میزان تقسیمات سلولی و تغییر در الگوی تسهیم مریستم گردید.

کلمات کلیدی: پراکسیداسیون لیپید، جوانه رأسی، لیگنین، میدان مغناطیسی ایستا، نخود، *Cicer arietinum*.

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No 80 pp: 62-74

Effect of static magnetic field on certain physiological and biochemical features of *Cicer arietinum* in vegetative growth phase

By: M. Athari nia, Standard Institute, M. Noori, Ms.c in Plant Biology and F. Ghanati, Member of Scientific Board of Tarbiat Modares University

The progressive application of electromagnetic fields (EMF) in science, industry, and medicine has raised doubts about the biological effects of this field. With regard to the importance of biological effects of EMF, present study has focused on the evaluation of the effects of static magnetic field on vegetative phase and growth of shoot apex of Chick pea (*Cicer arietinum*). The plants at vegetative stages were treated with a 30 mT static magnetic field for 5days, each day 5 hour. At the same time, control plants were grown in the same place but out of the field. Morphological studies were achieved after the samples were harvested and fixed in FAA, followed by serial sectioning. Staining procedures were accomplished by hematoxylen -eosin and Methyl green- Pyronin methods. According to the results of present study, the above-mentioned magnetic field increased the whole volume of the apex, numbers of tunica layers, number of flowers, and proliferation of the lateral fragments were also observed.

Key words: Chick pea, (*Cicer arietinum*), Lipid peroxidation, Lignin, Magnetic field, Shoot apex, Vegetative growth phase

مقدمه

در چند دهه گذشته محیط طبیعی انسان به دلیل حضور طیف وسیع و درحال گسترش میدان های مصنوعی الکترومغناطیسی به شدت تغییرکرده است. کاربردهای روزمره این میدان ها در مصارف خانگی و زمینه‌های درمانی، حمل و نقل و ارتباطات و صنایع مختلف سبب می‌شود که موجودات زنده اعم از گیاه و جانور به میزان بیشتری در معرض میدان های الکترومغناطیسی قرارگیرند. مطالعات متعددی در مورد تاثیر این میدان ها بر فیزیولوژی، اندام زایی و بیوشیمی مدل های جانوری و انسان صورت گرفته است (۱۶،۳،۲). اما مطالعات مشابه بر روی گیاهان بسیار اندک است (۱۲،۴،۲). در مطالعات انجام شده بر روی اپی کوتیل های گیاه نخود فشاراسمزی شیره سلولی در میدان مغناطیسی با شدت ۰/۵ میلی تسلا، به طور معنی داری بالاتر از شرایط کنترل بود(۲). در یک مطالعه آزمایشگاهی بذرهای گیاه کاهو در میدان مغناطیسی ۱۰ میلی تسلا، افزایش عمده ای در سرعت جذب آب نشان دادند. محققین نتیجه گرفتند که میدان مغناطیسی روابط آبی را در دانه تغییر می دهد و این اثر ممکن است تغییر در سرعت جوانه زنی بذرهای تحت تیمار با میدان مغناطیسی را تا حدی توجیه کند (۳،۲). مطالعه خصوصیات تنفسی در دانه رست های گیاه جو تحت تیمار با میدان مغناطیسی با شدت ۱۰ میلی تسلا نشان داد که شدت و میزان خروج CO_2 در شرایط تیمار حدود ۷۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش می یابد (۳). شواهدی وجود دارد که میدان مغناطیسی منجر به کاهش در محتوای پیگمان های فتوسنتزی (کلروفیل a و b) در برگ های لوبیا شده است(۳). اثر میدان های مغناطیسی بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان شامل پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز در سلول های گیاهی مطالعه شده و نشان داده است که نظیر جانوران و انسان (۱۹،۱۳) در سلول های گیاهی نیز میدان مغناطیسی می تواند بر سیستم آنتی اکسیدان و افزایش فعالیت رادیکال های آزاد در سلول تاثیر بگذارد(۱۸،۱۶). مدارک موجود نشان می دهد که ساختمان غشا با رادیکال های اکسیژن تولید شده توسط عوامل مختلف تنش زا واکنش می‌دهد. هم چنین مشخص شده است که آسیب های غشایی، ناشی از تنش های مختلف وابسته به افزایش تولید ترکیبی از رادیکال های آزاد اکسیژن می باشد(۸،۶). تنش های کمبود یا سمیت عناصر غذایی و آسیب های مکانیکی نیز در گیاهان می تواند به تولید رادیکال های سوپراکسید منجر شود(۱۷،۸). بیشترین محل تولید این رادیکال ها، غشای پلاسمایی و دیواره سلولی می‌باشد. در اثر تنش فعالیت پراکسیدازی بالا می‌رود و به علت افزایش فعالیت آنزیمهای دخیل در این عمل، افزایش پراکسیداسیون لیپید دیده می‌شود(۱۷،۸،۶). اگر چه مکانیسم تاثیر واقعی میدان مغناطیسی بر گیاهان تاکنون مشخص نشده است، ولی این مطالعات نوعاً مولد فرضیه است. این مطالعات سبب طرح پرسش های مهمی شده است که امروزه از طریق مطالعات آزمایشگاهی گسترده‌تر پی‌گیری می شود. تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر میدان مغناطیسی ایستا با شدت ۳۰ میلی تسلا بر فاز رویشی، تکوین جوانه رأس رویشی و تاثیر آن بر میزان لیگنین، قند، پروتئین و پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی گیاه نخود انجام شده است. گرچه در مقایسه با شدت های رایج در زندگی روزمره انسان شدت ۳۰ میلی تسلا شدت بالایی است و کمتر مورد تجربه انسان قرار می گیرد لیکن از آنجا که در مورد تاثیر آن بر افزایش تعداد تومورهای سرطانی یا افزایش اندازه‌های آنها در مدل‌های انسانی و جانوری گزارش‌های متناقضی وجود دارد (۱۷،۱۶،۵)، در تحقیق حاضر نیز از این شدت استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

شرایط کشت، انجام تیمار، نمونه برداری و مطالعات میکروسکوپی

بذرهای اصلاح شده گیاه نخود (*Cicer arietinum*) رقم هاشم از موسسه اصلاح نهال و بذر مراغه تهیه و پس از ضدعفونی کردن سطحی در درون ظروف پتری حاوی کاغذ صافی مرطوب جوانه زدند. پس از جوانه زنی

www.SID.ir

Archive of SID

دانه رست های یکدست و همسان به گلدان منتقل شدند و در فضای گلخانه با شـرایط کنترل شده (دمای ۲ ±۲۷ درجه سانتی گراد و دانسیته نوری معادل $110\mu mol\ s^{-1}.M^{-2}$ با فتوپریودی به مدت ۱۴ سـاعت روشـنایی و ۱۰ سـاعت تاریکی) پرورش یافتند. گیاهان کاشـته شـده هر روز با آب معمولی و هـر ۱۵ روز یکبـار با محلول غذایی هوگلند ۱/۲ آبیاری شـدند. خاک مورد اسـتفاده مخلوطی از ۲/۳ شـن با ۱/۳ خاک مزرعه یونجه (برای غنی کردن خـاک از ریزوبیـوم) بود. ارتفاع بوتـه در این رقم ۲۴ سـانتی‌متر و تعداد روز برای رسـیدن به زمان گلدهی ۸۳ روز و مدت زمان رشـد کامل برای رسیدن به مرحله زایشـی ۹۱ روز می‌باشـد. در این آزمایش گیاهان در مرحله رویشی رشـد (۶۴ روزه) جهت تیمار با میدان مغناطیسـی ایسـتا با شدت ۳۰ میلی تسـلا انتخاب شـدند. میدان مغناطیسی فوق بوسیله سیسـتمی با توان یک کیلووات و ماکزیمم جریان عبوری ۵۰ آمپر تولید شـد. جریان برق شـهر قبل از ورود به مولد از یکسـو کننده عبور کرده میدان مغناطیسـی ایستایی را در سـیم پیچ‌های اطراف یک هسته U شـکل آهنی ایجاد می کرد. چهار صفحه کروی به هسـته متصل شده سبب یکنواخت شدن میدان مغناطیسی ایستا در فضای بین صفحات می گردید (شـکل ۱).شـدت میدان حاصل با تسـلا متر (۱۳۶۱۰,۹۳, PHYWE, Germany) انـدازه گیـری شـد و منحنـی کالیبراسـیون نسبت جریان عبوری با شدت میدان رسم گردید. گیاهان تحت تیمار به مدت ۵ روز متوالی، روزانه ۵ سـاعت به طور متناوب (۲+۲+۱ ساعت با فواصل زمانی یک ساعت اسـتراحت) در معرض میدان مغناطیسی قرارداده شدند.

پـس از طـی دوره تیمـار با میـدان مغناطیسـی و انجام بررسـی های مورفولوژیکی بر روی بخش هوایی گیاهان شـاهد و تیمار و مقایسه آنها، ریشه سـاقه و بـرگ هر نمونه بـه طور جداگانه بـا نیتروژن مایع تثبیـت و تا زمان انجام آزمایش های بیوشیمیایی در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. همچنین جوانه‌های رأسـی رویشی در تثبیت کننده FAA (فرمالین، استیک اسـید، الکل) جهت بررسـیهای میکروسـکوپی تثبیت گردیـدو به روش‌های متداول سـلول – بافت شناسـی با پارافین قالب گیری و با میکروتوم چرخان برش‌گیری شـد. برش‌ها با هماتوکسیلین _ ائوزین و سبز متیل پیرونین (۷) رنگ‌آمیزی و با میکروسکوپ نوری اولیمپوس BH۲ مجهز به دوربین مشاهده و عکسبرداری شدند.

اندازه‌گیری میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا

معـادل ۰/۵ گـرم وزن تـر نمونه هـای گیاهی (ریشـه، سـاقه و برگ بـه طـور جداگانـه) در ۲ میلی‌لیتـر TCA (تـری کلرواستیک‌اسـید) در دمای ۴ -۰ درجه سـانتی گراد سـائیده شـد. به ۱ میلی‌لیتر از بخش محلول عصاره حاصل ۱ میلی‌لیتر TBA (تیوباربیتوریک اسـید) اضافه شـد وپس از انجـام واکنش در حمام آب جوش به مدت نیم سـاعت و خنک شـدن بعدی نمونه‌ها جـذب آنها بـا اسـتفاده از اسـپکتروفتومتر(GBC, Australia Cintra۶)، در دو طول موج ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. در این روش میزان MDA (مالونیل دی آلدئید) به عنوان فرآورده نهایی پراکسیداسـیون لیپیدهای غشا اندازه گیری شد(۶).

جداسازی دیواره سلولی و اندازه‌گیری لیگنین

ابتدا نمونه‌های گیاهی در بافر سدیم pH= ۶/۸ (M، ۰/۱ NaPi) سائیده و عصاره آنها استخراج شد. سپس دیواره‌های سلولی باقیمانده به طور متوالی با اتانل، مخلوط متانول / کلروفرم (۱ : ۲) و استون شستشو و پس از خشک شدن در هوا از الک‌های بسیار ریز (۱۵۰ μm) گذرانده شدند. پودر حاصل در لوله‌های آزمایش ۱۵ میلی‌لیتری در پیچ‌دار ریخته شد و به آن ۲/۵ میلی‌لیتر AcBr (استیل برماید) ۲۵٪ (w/w) و ۰/۱ میلی‌لیتر $HClO_4$ (اسید هیپوکلریدریک) ۷۰ ٪ اضافه شـد. واکنش در حمام آب ۷۰ درجه سلسـیوس به مدت زمان ۳۰ دقیقه تکمیل گردید. به محلول حاصل پس از صاف شـدن و سـرد شدن در یخ، ۵ میلی‌لیتر NaOH ۲ مولار و ۱۰ میلی‌لیتر اسـتیک اسـید گلاسیال اضافه شد و سپس به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. میزان لیگنین با خواندن جذب نمونه‌ها در طول موج ۲۸۰ نانومتر و با احتساب ضریب جذب ویژه معادل $20\ g^{-1}\ Litre.Cm^{-1}$ محاسبه گردید (۱۱).

بـرای تعییـن میزان قند در نمونه‌هـا (در عصاره‌های بافـری فوق) روش کالریمتری (فنل- سولفوریک اسید) استفاده شد(۱۰). میزان قند کل در ریشه و سـاقه بر اساس منحنی اسـتاندارد گلوکز از ۰ تا ۳۰ میکروگرم در میلی‌لیتر تعیین شد.

میـزان پروتئیـن در عصاره‌هـای مزبـور بـه روش Bradford و بـا اسـتفاده از ۵ تـا ۲۰ میکرولیتـر BSA (آلبومیـن سـرم گوسـاله) ۰/۵ mg/mL به عنوان استاندارد تعیین گردید (۶).

روش‌های آماری

تمام آزمایش‌ها با حداقل سـه تکرار و هر بار سـه نمونـه انجام گرفت. از داده‌های خام حاصل با استفاده از بسته نرم افزاری Excel میانگین و انحراف اسـتاندارد گرفته شد. همچنین برای تشخیص سـطح معنی‌دار بودن نتایج از آزمون student t-Test استفاده شد.

نتایج

نتایج بدست آمده از بررسی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی

بررسی ویژگی‌های ظاهری ریشه گیاهان مورد آزمایش، عدم رشد مناسب ریشـه‌های ثانویه، رشد نامناسب گرهک ها و تغییر رنگ در بافت ریشه (تمایل به قهوه‌ای شـدن) را در گیاهان تیمار شـده با میدان مغناطیسـی در مقایسه با ریشـه گیاهان شاهد، نشـان داد (شـکل۲). همچنین انحراف بخش هوایی از محور عمودی در گیاهان تیمار شـده نسـبت به گیاهان شاهد مشاهده شد (شـکل۳). تسـت TBA افزایش کمی را درمیزان پراکسیداسـیون لیپیدهای غشـایی ریشه گیاهان تیمار شده نسبت به ریشـه گیاهان شاهد نشان داد اما این افزایش در سـطح ($p<0/05$) معنی دار نبود (شـکل ۴). برخلاف ریشه، در انـدام های هوایی (سـاقه و برگ و جوانه‌های راسـی) میدان مغناطیسـی سـبب کاهش معنی‌دار پراکسیداسیون لیپیدهای غشـایی گردید (شکل ۴). اندازه‌گیـری محتـوای لیگنین دیواره سـلولی در اندام‌هـای مختلف گیاهان تحت آزمایش درصد لیگنین بیشـتری را درریشـه گیاهان تیمار شـده نسبت به گیاهان شـاهد نشـان داد، گرچه این افزایش در سطح ($p<0/05$)معنی‌دار نبود (شـکل ۵). محتوای لیگنین ساقه‌های گیاهان شاهد و گیاهان تیمار شده با میدان مغناطیسـی تقریباً مشابه بود. درصد بیشـتری لیگنین در برگ‌های شـاهد به نسـبت برگ‌های گیاهان تیمار شده مشاهده شـد ولی این افزایش در سـطح ($p<0/05$) معنی‌دار نبود (شکل ۵). همچنین در اندازه‌گیری‌های انجام شـده محتوی قند و پروتئین ریشه گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان

www.SID.ir

Archive of SID

شاهد افزایش نشان داد، گرچه این افزایش در پروتئین (شکل های ۶ و ۷). در حالیکه در برگ و ساقه گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد میزان قند و پروتئین کاهش نشان داد ولی این کاهش نیز در سطح ($p<0/05$) معنی‌دار نبود (شکل های ۶ و ۷).

نتایج بررسی‌های میکروسکوپی

بررسی نمونه‌های میکروسکوپی مریستم های رویشی در گیاهان تیمارشده با میدان مغناطیسی ۳۰ میلی‌تسلا و مقایسه آنها با گیاهان شاهد تغییرات متعددی را به شرح زیر در مریستم‌های رأسی گیاهان تیمار شده با میدان مغناطیسی در مقایسه با گیاهان گروه کنترل نشان داد:

تقسیمات شدید در ناحیه مریستمی که با رنگ پذیری بالای این منطقه با رنگ هماتوکسیلین مشخص شد و سبب افزایش لایه‌های تونیکا در منطقه مریستم رأسی گردید (شکل ۸). نوار کامبیومی در بعضی از قسمت‌های مریستمی جوانه رأسی گیاهان تیمارشده از بین رفته بود. به علت تقسیمات شدید در ناحیه انتهایی، ناحیه مغزی در فاصله بیشتری نسبت به لایه تونیکا قرارگرفته بود(شکل ۸). همچنین در نمونه‌های تیمار شده با میدان مغناطیسی ایستا تمایز مجدد سلول های مغزی به سلول های مریستمی مشاهده شد (شکل ۸). بوجود آمدن مریستم های برگزای متعدد بدون تقارن و ناهماهنگ و در زمان غیر معمول نیز از اثرات دیگر مشاهده شده تاثیر میدان مغناطیسی است (شکل ۸). تعداد نواحی مریستم انتهایی نیز به علت تقسیمات متعدد افزایش پیدا کرد که سبب تبدیل شدن یک ناحیه مریستم انتهایی به چندین ناحیه در مجاورت یکدیگر گردید (شکل ۹). مریستم انتهایی که معمولاً به شکل گنبدی می‌باشد تغییر شکل داده و به صورت مسطح دیده شد (شکل ۱۰).

بحث

پیرامون تاثیر میدان‌های مغناطیسی برگیاهان اطلاعات متفاوت و بعضاً متناقضی در دست است. بیشتر گزارشات حاکی از آن است که میدان‌های مغناطیسی جریان رشد را کاهش می‌دهند و بر روی تقسیم سلولی، حساسیت نسبت به عوامل تنش زا، تغییرات در سطح سلولی و زیرسلولی ، بالا بردن میزان جذب Ca^{+2}، فعالیت آنزیم ها و جریان‌های متابولیکی تاثیر دارند (۴،۳).

بررسی نمونه‌های میکروسکوپی گیاهان تیمار شده و مقایسه آنها با گیاهان شاهد نشان‌دهنده تاثیرات میدان مغناطیسی بر روی رشد و تکامل سلول ها می‌باشد. مطاعات سایر محققین نشان داده است که گیاهان نسبت به میدان مغناطیسی حساسیت بالایی دارند و این گونه میدان ها در رشد و نمو گیاهان اهمیت دارد. آنها هم چنین تاکید کرده اند که کاهش تقسیم سلولی در مریستم ریشه گیاهان تحت میدان و کاهش سیکل سلولی در بعضی از گونه‌ها به گسترش فاز G1 مربوط می‌باشد (۳). مطالعات مشخص کرده است که میدان مغناطیسی با شدت ۲ mT باعث کاهش در تعداد کلی سلول های مریستمی که تقسیمات سلولی را طی می‌کنند، می‌شود (۱۸). در سلول های مریستمی نخود و کتان، دانه‌رست های قرار گرفته درمیدان مغناطیسی تغییر درچرخه سلولی را نشان دادند که این حالت به تاخیر در فاز G1 و تغییر در زمان چرخه مربوط می‌شود (۳). کلیه مدارک بدست آمده مشخص کننده تاثیر میدان مغناطیسی بر تقسیمات سلولی در نواحی مریستمی ریشه و ساقه و تغییر در نحوه این تقسیمات می‌باشد. همچنین کاهش در تعداد سلول ها با افزایش درمحتوی DNA در مریستم های ریشه‌ای و جوانه رأسی در پیاز پس از قرار گرفته شدن در معرض میدان مشاهده شده است (۱۸). در بررسی تاثیر میدان مغناطیسی ۱۵ mT بر روی جوانه‌زنی ذرت، تحریک کنندگی این میدان بر روی رشد جوانه رأسی و افزایش انرژی جوانه‌زنی، وزن تر وطول جوانه رأسی مشخص شد(۲). هم چنین در بررسی تاثیر میدان مغناطیسی ساکن بر روی رشد ریشه دانه‌های تربچه و تعداد تارهای کشنده رشد یافته این فرضیه را تقویت می‌کند که میدان الکترومغناطیسی رشد گیاهان را تحریک می‌کند (۱۷). در بررسیهای انجام شده مشخص گردیده است که اگرچه افزایش تقسیمات سلولی در مناطق مریستمی مشاهده می‌شود اما کاهش رشد طولی در کل گیاه (۲۳)، تخریب اندامک های سلولی مانند میتوکندری ها و کلروپلاست ها (۳)، جابه جا شدن آمیلوپلاست ها نسبت به میدان در گیاهان تحت تیمار با میدان های مغناطیسی(۱۳)، تاثیر روی جریان یونی و حرکت سیتوپلاسم (۱۴)، تغییر در تراکم توزیع شبکه کروماتین و کاهش هستک ها، کاهش فعالیت RNA (۴) نیز مشاهده شده است. تاثیرات مختلف ایجاد شده توسط میدان های مغناطیسی بر روی گیاهان را می‌توان به تاثیرات متفاوت درارتباط با شدت و نوع میدان، طول مدت تیماردهی و زمان های مختلف اعمال میدان از لحاظ سن گیاه (فاز رویشی یا زایشی) نسبت داد. هم چنین این اختلافات می‌تواند ناشی از تفاوت های فیزیولوژیکی در گونه‌های مختلف یک جنس و یا تفاوت ژنوم بین جنس های مختلف باشد. لذا نتایج متناقض مشاهده شده در مدارک در دسترس ممکن است به این گونه اختلافات مربوط باشد .

تحقیق حاضر در راستای پژوهش های بالا بوده و فرضیه تحریک پذیری رشد و تقسیم سلول ها تحت تاثیر میدان های مغناطیسی شدت بالا را تقویت می کند.

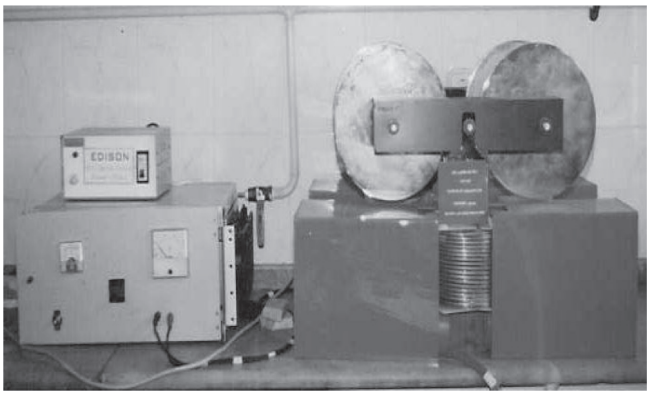
پراکسیداسیون لیپید اولین نتیجه حاصل از آسیب وارده به ریشه گیاهان و وابسته به افزایش تولید گونه های فعال اکسیژن می باشد(۶). در بررسی تاثیر میدان مغناطیسی ایستا بر سلول‌های توتون نیز افزایش سطح MDA در سلول های تیمار شده نسبت به میزان آن در سلول های شاهد نشان داده شد (۱۹). کاهش رشد ریشه، افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و افزایش درصد لیگنین در بافت ریشه گیاهان واقع در معرض میدان مغناطیسی در تحقیق حاضر در راستای مطالعات فوق بوده و اثر بازدارنده میدان مغناطیسی بر رشد ریشه را با واسطه افزایش رادیکال‌های آزاد و تخریب بیشتر ساختمان غشا پیشنهاد می‌کند. تفاوت این پاسخ‌ها در ریشه و ساقه ممکن است در ارتباط مستقیم با ساختار و وظیفه فیزیولوژیک متفاوت این دو اندام باشد.

لیگنین یک بخش ساختاری مهم در دیواره‌های سلول‌های گیاهی که نقش‌های زیادی را در رشد و نمو گیاه، فراهم آوردن پشتیبانی ساختاری برای گیاهان و ایجاد یک سد مکانیکی در مقاومت به بیماری‌ها از مهمترین آنهاست (۹،۸). در بررسی های انجام شده تاثیر میدان مغناطیسی ۳۰ میلی‌تسلا بر روی ریشه گیاه کلم قرمز کاهش درصد لیگنین مشاهده گردیده است (۱). در بررسی مراحل بیوسنتزی لیگنین در اولین مرحله از کربوهیدراتها استفاده می‌شود. کاهش میزان لیگنین در گیاه کلم قرمز مشخص کننده تخریب واحدهای فتوسنتزی در این گیاه می‌باشد. اما در گیاه مورد بررسی این پژوهش افزایش میزان لیگنین ریشه مشاهده شده است که با توجه به افزایش میزان قند و پروتئین در ریشه این گیاه می‌توان به این نتیجه رسید که به علت تخریب سلول‌های ریشه تحت تیمار و عدم مصرف قند، افزایش میزان قند

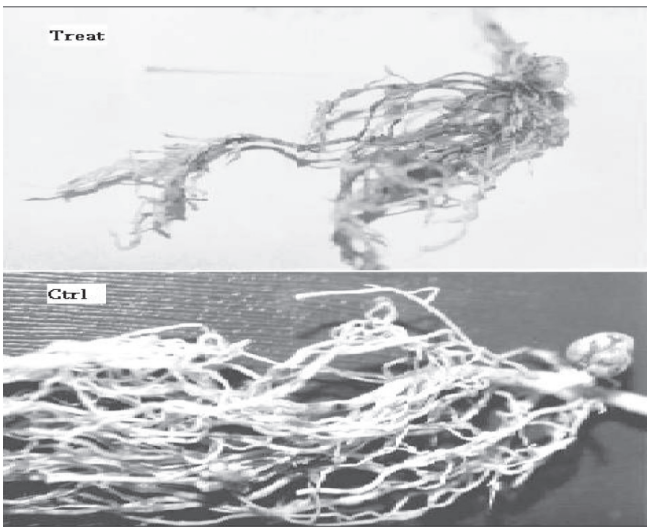
www.SID.ir

Archive of SID

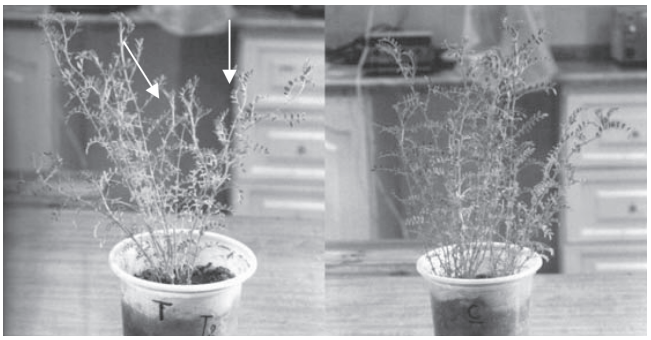
باعث بالا رفتن تولید لیگنین در این سلول‌ها شده است. هم چنین با توجه به وجود اسیدهای آمینه در مسیر بیوسنتزی لیگنین افزایش میزان پروتئین نیز به افزایش بیوسنتز لیگنین کمک می‌کند. کاهش لیگنین در اندام‌های هوایی لازمه وقوع تقسیمات بیشتر مشاهده شده در مریستم‌های راسی گیاهان تیمار شده با میدان و به موازات افزایش تعداد جوانه‌های راسی و رشد سریعتر بخش هوایی در این گیاهان است. با توجه به شواهد به دست آمده می‌توان پیشنهاد کرد که میدان مغناطیسی ایستا با شدت ۳۰ میلی تسلا گرچه کمی رشد ریشه گیاهان نخود را کاهش داد اما سبب تحریک رشد در بخش هوایی شد. مطالعات تکمیلی برای روشن شدن مکانیسم این تحریک و پیشنهاد کردن میدان مغناطیسی ایستا به عنوان ابزاری برای نیل به اهداف خاص در تولید گیاهان زراعی ضروری است.



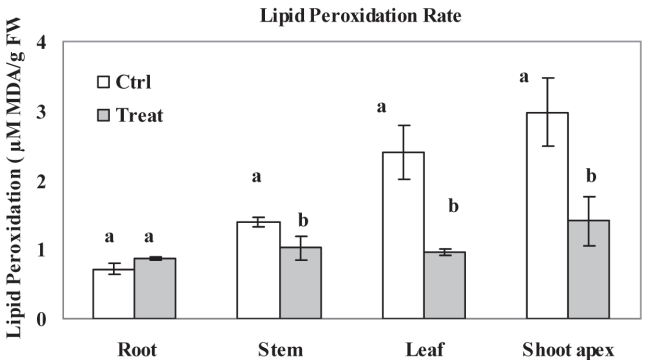
شکل ۱: دستگاه تولید کننده میدان مغناطیسی ایستا. جریان برق شهر پس از گذر از یکسو کننده (سمت چپ) وارد سیم پیچ های اطراف یک هسته آهنی شده به کمک چهارگوشی دایره شکل آهنی، میدان مغناطیسی ایستا و یکنواختی را در فضای بین گوشی ها ایجاد می کند .



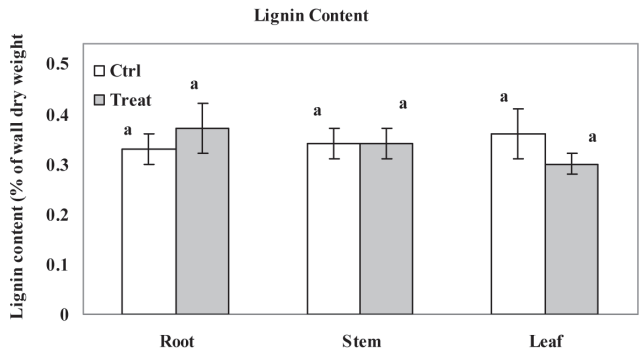
شکل ۲: مقایسه ریشه های گیاهان تیمارشده با میدان مغناطیسی (Treat)و شاهد) (Ctrl . رشد نامناسب ریشه های ثانویه و عدم رشد کامل گرهک ها و تغییر رنگ بافت ریشه در گیاه تیمارشده تحت میدان مغناطیسی ۳۰ میلی تسلا مشاهده می‌شود.



شکل۳ : انحراف بخش هوایی از محور عمودی گیاه تحت تیمارشده با میدان مغناطیسی ۳۰ میلی تسلا (T) در مقایسه با گیاه شاهد (C).



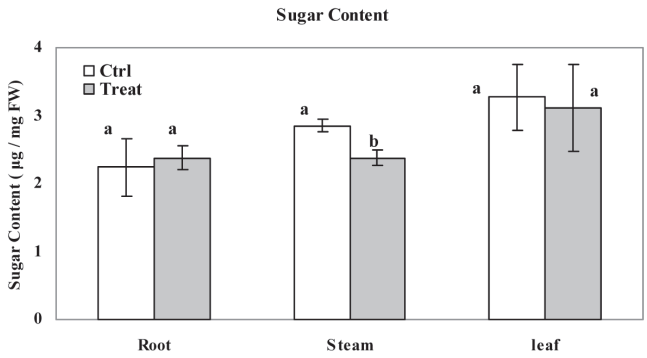
شکل ۴: تاثیر میدان مغناطیسی ایستا ۳۰ میلی تسلا برمیزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی بخشهای مختلف گیاه نخود. داده‌ها معادل سه تکرار و میله‌های عمودی نشان دهنده SD می‌باشند. حروف غیرمشابه در هر گروه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح (p <۰/۰۵) می‌باشد.



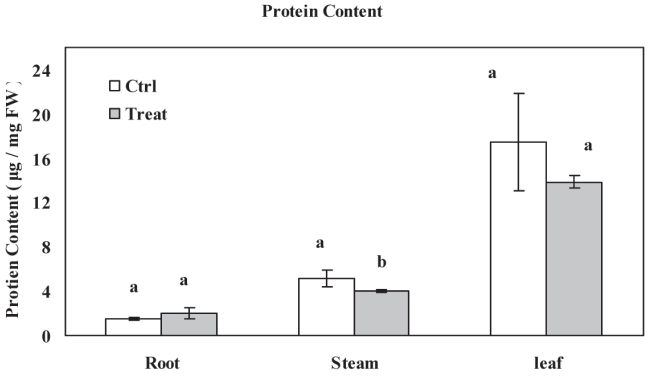
شکل ۵: تاثیر میدان مغناطیسی ایستا ۳۰ میلی تسلا برمیزان لیگنین بخش های مختلف گیاه نخود. داده‌ها معادل سه تکرار و میله‌های عمودی نشان دهنده SD می‌باشند. حروف غیرمشابه در هر گروه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح (p <۰/۰۵) می‌باشد.

www.SID.ir

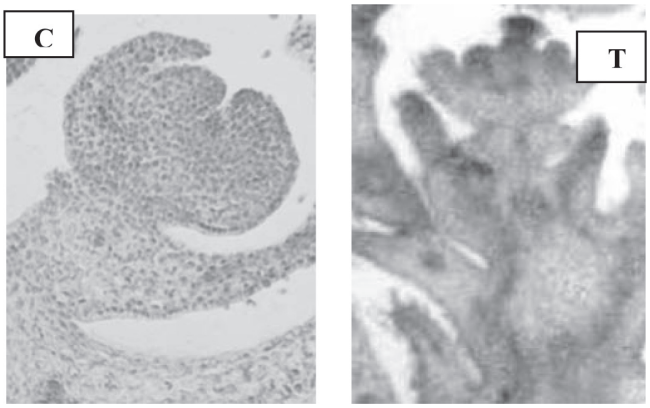
Archive of SID



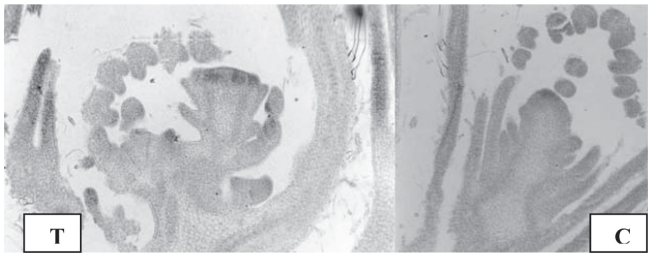
شکل ۶: تاثیر میدان مغناطیسی ایستا ۳۰ میلی تسلا برمیزان قند بخش های مختلف گیاه نخود. داده‌ها معادل سه تکرار و میله‌های عمودی نشان دهنده SD می‌باشند. حروف غیرمشابه در هر گروه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ($p < ۰/۰۵$) می‌باشد.



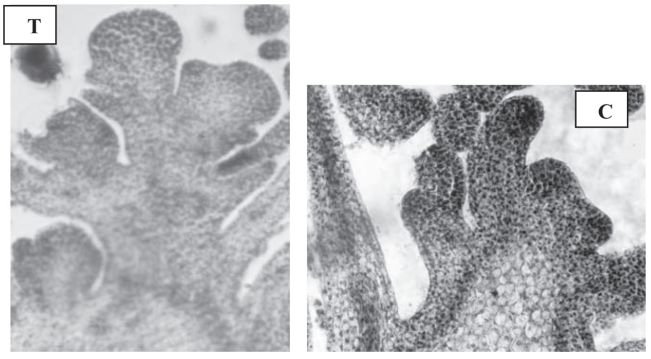
شکل ۷: تاثیر میدان مغناطیسی ایستا ۳۰ میلی تسلا برمیزان پروتئین بخش های مختلف گیاه نخود. داده‌ها معادل سه تکرار و میله‌های عمودی نشان دهنده SD می‌باشند. حروف غیرمشابه در هر گروه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ($p < ۰/۰۵$) می‌باشد.



شکل۹: افزایش تعداد جوانه رأسی درگیاه تیمارشده با میدان مغناطیسی ۳۰ میلی تسلا (T) در مقایسه با گیاه شاهد(C) ، رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین بزرگنمایی ۳۳۰ X .



شکل ۱۰: تغییر شکل جوانه رأسی از حالت گنبدی شکل به حالت مسطح در گیاه تیمار شده با میدان مغناطیسی ۳۰ میلی تسلا (T) در مقایسه با گیاه شاهد(C) ، رنگ‌آمیزی متیل پیرونین. بزرگنمایی ۲۲۰ X .



شکل ۸ : تقسیمات شدید در ناحیه تونیکاوافزایش تعداد لایه‌های آن، تقسیمات نامنظم و نامتقارن در نواحی برگ زا، از بین رفتن نوار کامبیومی و تمایز مجدد سلول های مغزی به مریستمی درگیاه تیمار شده با میدان مغناطیسی ۳۰ میلی تسلا (T) در مقایسه با گیاه شاهد (C). رنگ آمیزی هماتوکسیلین ائوزین، بزرگنمایی ۶۶۰ X .

منابع مورد استفاده

۱- خوش سخن مظفر مریم، ۱۳۸۵، تاثیر میدان مغناطیسی ایستا بر متابولیسم برخی از ترکیبات فنلی در گیاه کلم قرمز (*Brassica oleracea* L. cv. Saccata)، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۰،صفحات ۶۹-۶۳.

2-Aladjadjiyan A., 2002, Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mays*. J, Central European Agr. 3(2):89-94.

3- Belyavskaya N. A., 2004, Biological effects due to weak magnetic field of plants. Advances in Space Research, 34: 1566 – 1574.

4- Belyavskaya N.A., 2001, Ultrastructure and calcium balance in meristemic cells of pea roots exposed to extremely low magnetic fields: Advances in Space Research, 28: 4: 645- 650.

5- Bo Holmberg, 1995, Magnetic field and cancer: Animal and

www.SID.ir

Archive of SID

16- Mevissen M., Stamm A., 1993, Effects of Magnetic Fields on mammary tumor development induced by 7,12-dimethylbenz (a) anthracene in rats, Bioelectromagnetics, 14:131-143.
17- Michael H., Repacholi, Greenebaum B., 1999, Interaction of static and extremely low frequency electric and magnetic fields and with living system: health effects and research needs, Bioelectromagnetics 20:133-160.
18- Nanushyan E.R., Murashov V.V., 2001, Plant merited cell response to stress factors of the geomagnetic field (GMF) fluctuations. In Plant under Environmental Stress. Publishing House of Peoples, Friendship University of Russia, Moscow, pp: 204-205.
19- Rahmati Ishka M, Ghanati F, 2006, Improvement of Antioxidant System and Decrease of Lignin by Nickel Treatment in Tea Plant. J Plant nutrition, 29 (9): 1649-1661.
20- Sahebjamei H, Abdolmaleki P, Ghanati F, 2007, Effects of Magnetic Field on the Antioxidant Enzyme Activities of Suspension-Cultured Tobacco Cells. Bioelectromagnetics , 28: 42-47.
21- Sobczak B., Law Kula A., 2002, Effects of Electromagnetic field on free-radical processes in steelwork. Journal of occupational Health, 44: 230-233.
22- Vaezzadeh M, Noruzifar H, Ghanati F, Salehkotahi M, Mehdian R, 2006, Excitation of plant growth in dormant temperature by steady magnetic Field. Journal of Magnetism and Magnetic Materials 302: 105–108.
23- Yano A, Hidaka E, Fujiwara K, Iimoto M. 2001. Induction of primary root curvature in radish seedlings in a static magnetic field. Bioelectromagnetics. 22(3):194-199.
24- Yung Hans, Yoachim G., Weiting Ni, 2002, Lignification of plant cell walls. Impact of genetic manipulation, 25:1274E – 12743, 1998.

cellular evidence-an overview, Environmental health perspectives 103, supplement 2.
6- Bradford M.H., 1979, Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 72: 248-254.
7- Cakmak I., Horst. W. Y., 1991, Affect of aluminum on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean. Physiologia Plantarum, 83: 463 – 468.
8- Clark G. 1981, Staining procedures 4th ed. Williams & Wilkins press, USA. pp. 512
9- Dat J, Vandenabeele S, Vranova E, Van Montagu M, Inze D and Van Breusegem F., 2000: Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. CMLS, 57:779-795.
10- Douglas Carl Y., 1996, Phenylpropanoid metabolism and lignin biosynthesis, from weeds to trees, 91, 6: 171-178.
11- Dubois M., Gilles K., Hamilton, Rebes P. and Smith F., 1956, Colorimetric method determination of sugars and related substance, Anal. Chem, 28: 350-356.
12- Iiyama K., Wallis A. F.A, 1990, Determination of lignin herbaceous plants by an improve Acetyl Bromide procedure. J Sci. Food Agric, 51: 145-161.

13- Kondrachuk A.V., Belyavskaya N.A., 2004, Some effects of high – gradient magnetic field on tropism of roots of higher plants. 35th COSPAR Scientific Assembly. Paris, France., p.409.
14- Lednev VV., 1991, possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. Bioelectromagnetics. 12 (2): 71– 75.
15- Mae-Wan, H. ,2004, 'Electromagnetic fields, leukemia and DNA Damage, ISI Release, Available from: http://www.sis.org.UK/ELADD.php.

www.SID.ir