

اثر آب مغناطیده بر روی اندام های رویشی و روزنه گیاه عدس (*Lens culinaris* L.)

نفیسه عظیمی^{۱*}، احمد مجد^۲، فائزه فغانی^۳، صدیقه اربابیان^۴، طاهر نژادستاری^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر آب مغناطیده بر اندام های رویشی و تعداد روزنه، بذره های عدس در دو گروه، در یک زمین آزمایشی کشت شدند. یک گروه با آب معمولی و دیگری با آب مغناطیده آبیاری شدند. برای بررسی ساختار تشریحی و روزنه به ترتیب از روش های متداول سلول - بافت شناسی و میکروسکوپ الکترونی نگاره استفاده شد. نتایج نشان دادند در گیاهان تیمار، مریستم رویشی حجیم تر و کشیده تر شده، همچنین در این گیاهان افزایش فراوانی و تراکم عناصر چوب در ساقه، دمبرگ و ریشه و نیز افزایش قطر ریشه و وسعت استوانه مرکزی و کاهش وسعت ناحیه پوست و افزایش تراکم و فشردگی سلول های پارانشیم مزوفیل اسفنجی مشاهده شد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت، آب مغناطیده سبب بهبود ویژگی های رشد و در نتیجه کاهش دوره رشد عدس شد، که این موضوع در کاهش آب مصرفی برای آبیاری از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

واژه های کلیدی: آب مغناطیده، اندام های رویشی، روزنه، عدس.

مقدمه

راه کار استفاده از میدان مغناطیسی برای بهبود سختی آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، در سال های اخیر مطرح شده است. با توجه به اهمیت آب برای سلول های گیاه، بررسی ویژگی های آبی که مورد استفاده سلول قرار می گیرد، می تواند به درک متابولیسم سلول که تحت میدان مغناطیسی قرار گرفته کمک کند. آب یک مولکول دیامغناطیس است و به سبب وجود پیوندهای هیدروژنی بین مولکول های خود می تواند تحت تأثیر میدان های الکتریکی، مغناطیسی و الکترومغناطیسی تغییر یابد (Montagnier *et al.*, 2009 & 2011). عبور آب از میدان مغناطیسی با سرعت ثابت باعث مغناطیسی شدن آن می شود که به آن آب مغناطیده گفته می شود (Su *et al.*, 2000). تغییرات ایجاد شده در آب مغناطیده، شامل تغییر در ویژگی های اپتیک، ترمودینامیک و ویژگی های مکانیکی آن شامل چگالی، نیروی کشش سطحی، نقطه ذوب و انجماد و هدایت الکتریکی

۱- فارغ التحصیل دکتری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

* (نویسنده مسئول: nafiseazimi@yahoo.com)

۲- استاد، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

۳- دانشیار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۴- دانشیار، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

۵- دانشیار، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

می‌باشد (Chang & Weng., 2006) (Amiri & Dadkhah, 2006) (Higashitani *et al.*, 1999). بسیاری از ویژگی‌های غیر معمول مولکول آب و نیز تأثیر پذیری آن از میدان مغناطیسی می‌تواند به باندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب نسبت داده شود (Mac Mahon., 2009). امروزه نظر بر این است که در حضور میدان‌های مغناطیسی، تعداد قابل توجهی از شبکه‌های چهارتایی مولکول‌های آب تشکیل می‌شود (Wang *et al.*, 2007).

در بین تمامی منابع لازم برای رشد و فعالیت گیاه، آب به عنوان محدودکننده‌ترین منبع برای کشاورزی محسوب می‌شود (Taiz & Zeiger, 2002). خشکسالی‌های اخیر و تقاضای شدید برای آب در کشاورزی فشار زیادی بر منابع آبی تحمیل کرده است. یکی از راه‌های کاهش کل آب مصرفی برای آبیاری، افزایش محصول تولیدی به ازای هر واحد آب مصرفی (عملکرد آب) است. یکی از این روش‌ها، عبور دادن آب قبل از آبیاری از یک میدان مغناطیسی است که می‌تواند عملکرد آب را افزایش دهد. میدان مغناطیسی احتمالاً با تأثیر بر آب و تغییر ویژگی‌های آن، راندمان مصرف آب را برای سیستم‌های گیاهی افزایش می‌دهد (Maheshwari & Grewal, 2009). نتایج مطالعات، افزایش محصول کتان، گندم، عدس و نخود را به ترتیب به میزان ۹ درصد، ۳۱ درصد، ۲۵ درصد و ۳۸/۵ درصد در گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیده نشان دادند (Hozayn *et al.*, 2013). همچنین گزارشی مبنی بر افزایش ۱۲-۲۳ درصدی محصول برنج آبیاری شده با آب مغناطیده وجود دارد (Tian, 1989). محققین دیگری با مشاهده بهبود ویژگی‌های رشد گیاه ذرت و نیز افزایش محتوای فریتین و کلسیم و آهن در دانه گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیده این روش را به عنوان راهکار مناسبی بدون اثر سوء بر سلامت انسان در جهت افزایش محصولات گیاهی و نیز غنی سازی محصولات زراعی معرفی کردند (Ghanati *et al.*, 2015).

عدس، با نام علمی *Lens culinaris* Medik متعلق به خانواده باقلائیان (Fabaceae) می‌باشد. عدس دارای گل آذین خوشه‌ای با گل‌های دوجنس بنه کوتاه و پیاله مانند است. گل آذین دارای ۲ تا ۴ گل، گل‌ها کوچک با اندازه‌ی ۴ تا ۷ میلی متر، به رنگ سفید با لکه‌های آبی و صورتی بوده، هر گل دارای ۵ کاسبرگ، ۵ گلبرگ، ۵ پرچم، مادگی یک برچه‌ای و دارای ۱-۳ تخمک می‌باشد. امروزه، عدس یکی از منابع مهم تأمین پروتئین در جیره غذایی انسان و دام، در کشورهای درحال توسعه و به‌ویژه کشورهای خاورمیانه است (Sarker *et al.*, 2003) و از جمله غلات با ارزش و غنی از آهن است. با فرض اینکه آب مغناطیده با تأثیر بر پدیده‌های رشد و نمو می‌تواند منجر به بهبود عملکرد گیاه عدس شود، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر آب مغناطیده بر ویژگی‌های اندام‌های رویشی و تعداد روزنه در گیاه عدس انجام شده است.

مواد و روش ها

مواد گیاهی و تیمار

به منظور انجام پژوهش حاضر، بذرهای سالم گیاه عدس (نوع قرمز رنگ و ریز) از مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران تهیه شدند و برای اعمال تیمار از دستگاه همزن یون مغناطیس متعلق به شرکت فناوری ایرانیان پژوهش نصیر(فاین) استفاده شد. این پژوهش در ماه های شهریور تا اردیبهشت سال های ۹۴-۹۳ انجام شد. بذرهای عدس ابتدا حدود ۲۴ ساعت در آب خیسانده شدند و در گلخانه ای به ابعاد 3×10 متر در دو گروه کاشته شدند. بطور تصادفی یکی از گروه ها با آب شهری بدون مغناطیده شدن و دیگری با آب مغناطیده (عبور داده شده از همزن یون مغناطیس) در فواصل ۶ روزه آبیاری شدند. دمای گلخانه 27 ± 1 درجه سانتی گراد بود و از نور طبیعی برای رشد گیاهان استفاده شد.

مطالعات میکروسکوپی

به منظور بررسی ساختار بافتی و مقایسه آن ها، ابتدا از بخش های ساقه، دم برگ و ریشه گیاهان، قطعاتی در اندازه های ۱ سانتی متری جدا و در مخلوط الکل-گلیسرین به نسبت ۱:۳ به مدت حداقل یک هفته قرار داده شدند. برای تهیه برش های دستی از نمونه هایی که در الکل-گلیسرین قرار گرفته بودند، با استفاده از یک تیغ تیز برش های عرضی نیمه نازک تهیه شد. برش های تهیه شده بعد از شستشو با آب مقطر به مدت ۱۰-۵ دقیقه، در محلول آب ژاول ۵ درصد و پس از دوبار شستشو با آب مقطر، به مدت ۱۵ دقیقه در اسید استیک ۵ درصد قرار داده شدند تا محتویات سیتوپلاسمی تخلیه و شفاف سازی نمونه ها صورت گیرد. در انتها شستشو با آب مقطر مجدداً تکرار شد. برش های دستی با روش رنگ آمیزی مضاعف آبی متیل-کارمن زاجی رنگ آمیزی شد. بطوری که ابتدا به مدت ۲۰ ثانیه در رنگ آبی متیل قرار داده شدند و پس از شستشو با آب مقطر، ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در کارمن زاجی قرار گرفتند، سپس نمونه ها با آب مقطر شسته شدند. برای مطالعه ساختار بافتی و مقایسه بافت های مرستم رأس ساقه، رأس ریشه و برگ نمونه های مورد نظر از هر دو گروه، در یک زمان برداشت شد و در محلول تثبیت کننده FAA (فرمالین: اسید: اتانول، ۱۷:۱:۲) تثبیت شدند. پس از ۱۴ ساعت تثبیت، برای خارج شدن محلول تثبیت کننده از نمونه ها به مدت ۵-۶ ساعت با آب جاری شستشو شده و سپس برای آگیری از الکل های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۶ درصد عبور داده شدند. مدت زمان هر مرحله ۱۰-۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد. سپس نمونه ها به ترتیب به محلول های ۲ حجم الکل-۱ حجم تولوئن، حجم های مساوی از الکل و تولوئن، ۱ حجم الکل-۲ حجم تولوئن و تولوئن خالص انتقال داده شده تا تولوئن جایگزین الکل شود و در مرحله ی بعدی نمونه ها دوبار در حمام پارافین قرار گرفته تا پارافین جایگزین تولوئن شود و سپس نمونه ها در پارافین مذاب قالب گیری شدند (Holleman & Wiberg, 1985) نمونه ها با میکروتوم دستی با ضخامت ۸ میکرومتر برش گیری شده و رنگ آمیزی مضاعف

هماتوکسیلین- ائوزین صورت گرفت. عکس برداری از نمونه‌ها به کمک میکروسکوپ نوری NikonYS100 دارای دوربین دیجیتال LAOMED iVu 3100 در بزرگ‌نمایی‌های مختلف انجام شد (Cheregani & Kouhkan, 2008).

آماده سازی نمونه برای ریزنگار میکروسکوپ الکترونی (SEM)

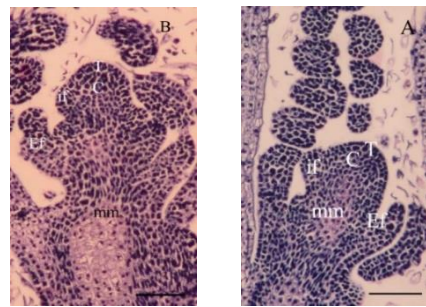
نمونه‌های مورد مطالعه پس از خشک شدن کامل، روی بخش فلزی مدوری با دقت چسبانده و سپس طلا به روش [Physical Vapor Deposition] P.V.D درون دستگاه مخصوص روی نمونه، نشانده شد. در این روش، مولکول‌های گاز آرگون سطح طلا را بمباران کرده و آن را یونیزه می‌کنند، مخلوطی از مولکول‌های گاز و یون‌های طلا با بار مثبت بر روی نمونه‌ی دارای بار منفی بطور فیزیکی می‌نشیند. لایه نشانده شده آنقدر نازک است (حدود ۱۰۰ آنگستروم) که تأثیری روی میکروساختار نخواهد داشت. سپس نمونه‌ها به جایگاه مخصوص در میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) منتقل و از ساختار سطحی آنها، ریز نگارهای الکترونی تهیه شد. برای مشاهده و عکس برداری فراساختار روزه‌ها از میکروسکوپ الکترونی مدل KYKY-EM3200 استفاده شد.

روش‌های محاسبه‌ی آماری

کلیه مشاهدات و آزمایشات با سه تکرار و حداقل با ۱۰ گیاه مستقل انجام شد و معنی‌دار بودن تفاوت‌ها در سطح $P \leq 0.05$ با آزمون تی غیرجفتی مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تحقیقات اخیر، آب مغناطیده را به عنوان یک فاکتور فیزیکی معرفی کرده است که می‌تواند رشد و نمو گیاهان را تحریک کند و علاوه بر این، منجر به افزایش محصول در گیاهان شود (Ghanati & Payes, 2010) (Hozayn & Abdul Qados, 2010).
 ۲۰۱۵ مقایسه مریستم رویشی رأس ساقه گیاه شاهد و تیمار نشان داد که مریستم رویشی گیاه تیمار حجیم‌تر و کشیده‌تر شده است که احتمالاً نشانه فعال‌تر شدن تقسیمات در این ناحیه است. مشاهده و بررسی تصاویر میکروسکوپی مریستم رویشی ساقه حاکی از حجیم شدن سلول‌های مریستم مغزی در نمونه‌های تیمار نسبت به شاهد بود. همچنین در نمونه تیمار نسبت به شاهد، تسریع در تشکیل سیستم آوندی نیز دیده شد (شکل ۱).



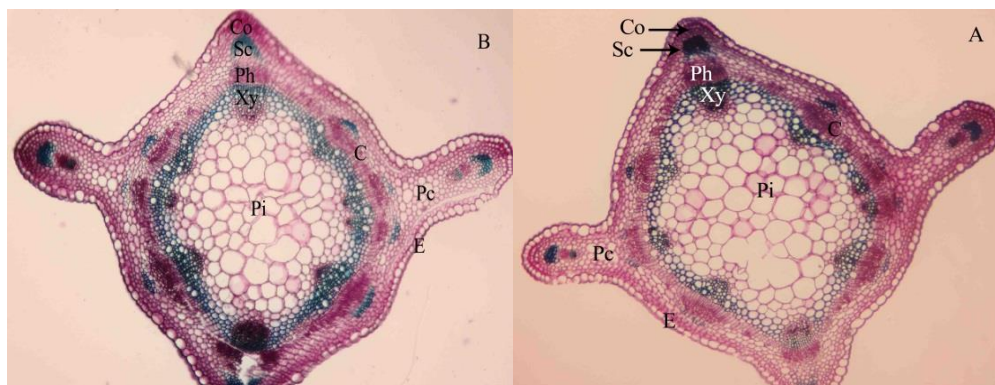
شکل ۱: مقایسه ساختار تشریحی مریستم رویشی رأس ساقه گیاه عدس (A: شاهد ، B: تیمار)

T: پوسته؛ C: مغز؛ Ef: بنیان برگی؛ mm: مریستم مغزی (مقیاس معادل ۱۹۰ μm است).

مطابق آنچه در شکل ۲ مشاهده می‌شود، فراوانی و تراکم عناصر چوب در نمونه تیمار بیشتر از نمونه شاهد است. در زیر

اپیدرم در گوشه‌های ساقه نیز تراکمی از سلول‌های کلانشیمی با دیواره سلولزی ضخیم دیده می‌شود که در نمونه تیمار نسبت

به شاهد نوعی افزایش یا گسترش ردیف سلول‌های کلانشیمی مشاهده می‌شود.



شکل ۲: مقایسه ساختار تشریحی ساقه در گیاه عدس (A: شاهد ، B: تیمار)

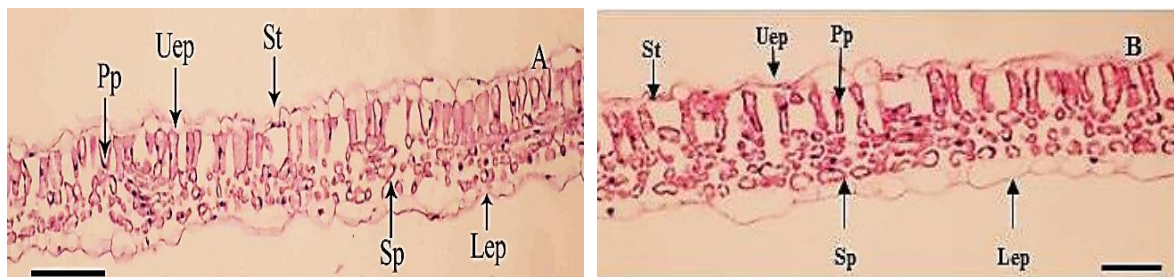
E: اپیدرم، Co: کلانشیم ، Sc: اسکلرانشیم، Pc: پارانشیم پوست، Ph: فلوم، Xy: زایلیم، Pi: پارانشیم مغز، C: کامبیوم (مقیاس معادل ۱۹۰ μm)

بررسی تصاویر میکروسکوپی از برش‌های میکروتومی برگ نشان داد که در برگ نمونه تیمار در مقایسه با شاهد،

سلول‌های پارانشیم مزوفیل اسفنجی، تراکم و فشردگی بیشتری را نشان می‌دهند. سلول‌های پارانشیم نرده‌ای نیز باریک‌تر و

کشیده‌تر شده و فضاهای خالی بین آن‌ها افزایش یافته است (شکل ۳). نتایج صفات قابل اندازه‌گیری بیان شده مربوط به ساقه و

برگ در جدول ۱ نشان داده شده است.



شکل ۳: مقایسه ساختار تشریحی برگ در گیاه عدس (A : شاهد؛ B: تیمار)

Uep: اپیدرم فوقانی؛ Pp: مزوفیل نردبانی؛ Sp: مزوفیل اسفنجی؛ Lep: اپیدرم تحتانی؛ St: روزنه (مقیاس معادل ۱۹۰ μm است).

جدول ۱: مقایسه نتایج تغییرات ساختاری تشریحی در ساقه و برگ عدس

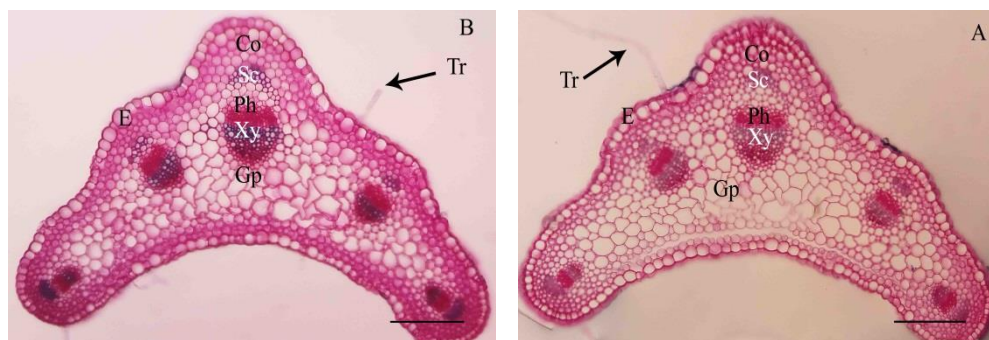
تراکم سلول های پارانشیم نرده بانی برگ در $500 \mu m^2$	تراکم سلول های پارانشیم مزوفیل اسفنجی برگ در $500 \mu m^2$	قطر عناصر چوب ساقه (μm)	ضخامت ردیف سلول - های کلانشیمی ساقه (μm)	طول مریستم ساقه (μm)	قطر مریستم ساقه (μm)	
$a_{1 \pm 15}$	$b_{1 \pm 50}$	$a_{0.1 \pm 10}$	$b_{1 \pm 30}$	$b_{5 \pm 300}$	$b_{5 \pm 225}$	شاهد
$b_{1 \pm 10}$	$a_{1 \pm 55}$	$a_{0.1 \pm 13/1}$	$a_{1 \pm 35}$	$a_{5 \pm 325}$	$a_{5 \pm 240}$	تیمار

نتایج بصورت $X \pm SE$ در سه تکرار نشان داده شده است. در هر گروه حروف غیر یکسان نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح $P \leq 0.05$ است.

با بررسی برش های عرضی دمبرگ مشاهده شد که فراوانی و تراکم عناصر چوب در نمونه تیمار تا حدی بیشتر از نمونه

شاهد است. همچنین ضخامت ردیف سلول های اسکلرانشیمی نیز در نمونه تیمار نسبت به نمونه شاهد بیشتر به نظر می رسد

(شکل ۴)

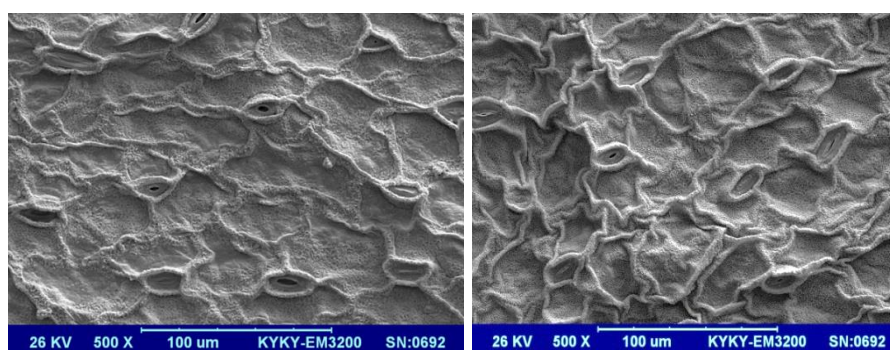


شکل ۴: مقایسه ساختار تشریحی دمبرگ در گیاه عدس (A: شاهد، B: تیمار)

E: اپیدرم، Co: کلانشیم، Sc: اسکلرانشیم، Ph: فلوم، Xy: زایلم، Gp: پارانشیم زمینه ای، Tr: کرک (مقیاس معادل $190 \mu m$ است).

روزنه در عدس از نوع آنموسیتیک یا تیپ آلاله است که سلول های همراه از دیگر سلول های اپیدرمی غیر قابل تشخیص

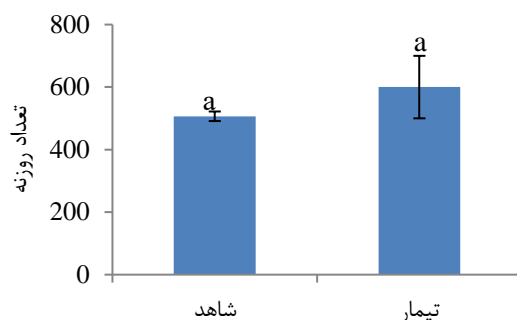
هستند. (شکل ۵). عدم وجود تفاوت در تراکم روزنه بین دو گروه گیاهی در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵: ریزنگار الکترونی از روزنه در سطح تحتانی برگ، گیاه شاهد (A) و تیمار (B).

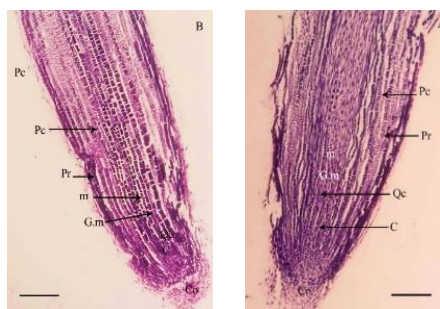
اندازه گیری تعداد روزنه در $5 mm^2$ از سطح برگ نشان داد که تعداد روزنه های هوایی در برگ نمونه تیمار نسبت به

شاهد، تفاوت معنی داری ندارد (شکل ۶).



شکل ۶: مقایسه میانگین تعداد روزنه در گیاهان شاهد و تیمار. داده‌ها میانگین ۳ تکرار هستند. در هر گروه حروف غیر یکسان نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح $P \leq 0.05$ است.

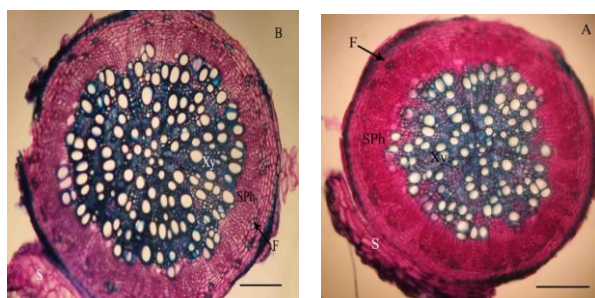
در بررسی برش‌های میکروتومی رأس ریشه، کاهش وسعت ناحیه پوست در نمونه‌ی تیمار نسبت به شاهد مشاهده شد که این موضوع، با برش‌های عرضی ریشه هم‌خوانی دارد. از سوی دیگر، تسریع تشکیل سیستم آوندی در رأس ریشه در نمونه تیمار نسبت به شاهد نیز قابل مشاهده است (شکل ۷).



شکل ۷: مقایسه ساختار تشریحی مریستم رأس ریشه گیاه عدس (A: شاهد؛ B: تیمار)

Co: کلاهک، C: کالیپتروژن، Pr: پروتودرم، Qc: منطقه آرام، G.m: مریستم زمینه‌ای، m: مغز، Pc: پارانشیم پوست (مقیاس معادل $190 \mu\text{m}$ است).

در نمونه تیمار، قطر ریشه نسبت به شاهد افزایش نشان داد. وسعت استوانه مرکزی در نمونه‌ی تیمار نسبت به شاهد افزایش یافته است. در استوانه مرکزی نیز، فراوانی عناصر چوبی در نمونه تیمار نسبت به شاهد افزایش نشان داد. از طرفی، وسعت منطقه پوست در نمونه شاهد از نمونه تیمار بیشتر است. در نمونه تیمار سلول‌های پارانشیم پوست فشرده‌تر و منظم‌تر هستند (شکل ۸). نتایج صفات قابل اندازه‌گیری بیان شده مربوط به دم‌برگ و ریشه در جدول ۲ نشان داده شده است.



شکل ۸: مقایسه ساختار تشریحی ریشه در گیاه عدس (A: شاهد، B: تیمار)

S: چوب پنبه کاذب (سوبروئید)، Sph: آبکش ثانویه، F: فیبرهای آبکش اولیه، Xy: چوب (مقیاس معادل $190 \mu\text{m}$ است).

جدول ۲: مقایسه نتایج تغییرات ساختاری تشریحی در دمبرگ و ریشه عدس

قطر ریشه (μm)	وسعت پوست ریشه (μm)	وسعت استوانه مرکزی ریشه (μm)	قطر عناصر چوب ریشه (μm)	قطر عناصر چوب دمبرگ (μm)	ضخامت ردیف سلولهای اسکلرانشیمی دمبرگ (μm)	
110 ± 940	5 ± 190	5 ± 560	11 ± 12	11 ± 10	1 ± 25	شاهد
110 ± 980	5 ± 160	5 ± 665	11 ± 15	11 ± 12	1 ± 30	تیمار

نتایج بصورت $X \pm SE$ در سه تکرار نشان داده شده است. در هر گروه حروف غیر یکسان نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح $P \leq 0.05$ است.

بطور کلی میتوان گفت فراوانی چوب در برشهای عرضی ساقه، ریشه و دمبرگ که در نتایج این مطالعه مشاهده شد، می تواند به علت افزایش سرعت رشد در گیاهان تیمار نسبت به شاهد و در نتیجه نیاز به سیستم آوندی گسترده تر برای جذب آب بیشتر و افزایش استحکام باشد. افزایش سرعت رشد در گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیبه نسبت به گیاهان آبیاری شده با آب معمولی، می تواند به این دلیل باشد که وقتی گیاهان با آب معمولی آبیاری می شوند یک رسوب سفیدرنگ از بیکربنات و کربنات کلسیم در سطح خاک تشکیل می شود، برخی از این بیکربناتها توسط نفوذ آب در خاک شسته شده و بر روی ریشه گیاهان رسوب می کنند در این حالت گیاهان دچار خفگی می شوند و برای فرار از این خفگی، ریشه های اضافی تولید می کنند. این فرایند منجر به کاهش رشد در گیاهان می شود. درحالیکه گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیبه براحتی نمک های معدنی را از خاک جذب می کنند و هیچ رسوبی در سطح خاک آنها تشکیل نمی شود. این امر می تواند منجر به افزایش سرعت رشد شود (Nasher, 2008). از سوی دیگر، اثر تحریکی مثبت آب مغناطیبه می تواند به علت افزایش متابولیسم و یا فعال شدن ژن های مربوطه در هسته سلول باشد که موجب تسریع جوانه زنی و افزایش سایر شاخص های رشدی گیاه می شود. همچنین گزارش هایی مبنی بر اثر قابل توجه القای متابولیسم یاخته ای و میتوز توسط آب مغناطیبه در لوبیا، عدس، و کتان داده شده است. (Fomicheva et al., 1992, Belyavskaya, 2001) a & b)

نتایج مطالعه حاضر با نتایج سایر پژوهش ها در این حوزه مطابقت دارد. مطالعات دیگر نشان دادند، آبیاری بذر ذرت با آب مغناطیبه تأثیر بسزایی در نمو بخش هوایی در مراحل ابتدایی رشد داشته است (Aladjadjiyan, 2002)، همچنین افزایش محصول و محتوای قند خربزه آبیاری شده با آب مغناطیبه نیز گزارش شده است (Lin & Yotvat, 1990). افزایش معنی دار محصول و بهره وری آب در نخود و کرفس نیز گزارش شده است، مغناطیبه کردن آب باز یافتی و آب شور (حاوی 300 میلی گرم بر لیتر نمک) عملکرد نخود و کرفس را به ترتیب 12 و 23 درصد و بهره وری آب را به ترتیب 12 و 42 درصد افزایش داد. (Maheshwari & Grewal, 2009) در مطالعه دیگری اثر مثبت آب مغناطیبه بر رشد گیاهان گندم و نوعی نخود (Cicer *orientalis* L.) گزارش شد. در این مطالعه تأثیر تحریکی آب مغناطیبه بر رشد، به افزایش پیگمان های فتوسنتزی و بیوسنتز پروتئین و تحریک کننده های رشد (اکسین) نسبت داده شد (Hozayn & Abdal Qados, 2010, a & b)

بهبود سرعت رشد گیاه عدس را شاید بتوان علاوه بر افزایش حلالیت آب و بهبود ویژگی های خاک به افزایش متابولیسم گیاهی (فتوسنتز و رنگیزه های فتوسنتزی) نسبت داد، بنابراین به نظر می رسد که آبیاری با آب مغناطیده در تسریع رشد گیاه عدس نقش داشته است. نتایج حاصل از پژوهش فوق با نتایج سایر محققین بر روی گیاه ذرت نیز همسویی دارد. (Fomicheva & Gavoroon, 1992, b).

نتیجه گیری کلی

به دلیل پیچیدگی سیستم های گیاهی و انعطاف پذیری هنرمندانه آن ها در مقابل تغییر عوامل محیطی، نمی توان در مورد سازوکار اثر آب مغناطیده بر یاخته های گیاهی، هنوز اظهار نظر قطعی کرد. اما به طور کلی می توان گفت که آب مغناطیده سبب بهبود رشد گیاه عدس و افزایش استحکام آن شد. این نتایج، محققین را امیدوار می سازد که بتوانند سرعت رشد گیاهان را بدون دستکاری ژنتیکی بالا ببرند. علاوه بر این، با کاهش دوره رشد گیاه، میزان نیاز به آبیاری کاهش یافته و به این ترتیب در مصرف آب صرفه جویی به عمل می آید.

منابع

- Aladjadjian, A. (2002) Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of Zea mays. Journal of Central European Agriculture, 3(2): 89 - 94.
- Amiri, M.C and Dadkhah, A.A. (2006) On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 278: 252-255.
- Belyavskaya, N.A. (2001) Ultrastructure and calcium balance in meristem cells of pea roots exposed to extremely low magnetic fields. Advances in Space Research, 28: 645-65
- Chang, K.T and Weng, C.I. (2006) The effect of an external magnetic field on the structure of liquid water using molecular dynamics simulation. Journal of Applied Physics, 100: 043917-043922.
- Cheregani, A and Kouhkan, F.(2008) Diesel Exhaust particles and allergenicity of pollen grain of Liliun martagon. Ecotoxicology and Enviromental Safety, 69(3):568-573.
- Fomicheva, V.M., Gavoroon, R.D. and Danilov, V.I. (1992) (a) Proliferative activity and cell reproduction in meristems of seedling roots of pea, flax and lentil under conditions of screening of geomagnetic field. Biophysics, 37: 645-648.
- Fomicheva, V.M., Gavoroon, R.D. and Danilov, V.I. (1992) (b) Dynamics of RNA and protein synthesis in the cell of the root meristems of the pea, lentil and flax. Biophysics, 37:649-656.
- Ghanati, F., Mohamadalkhani, S., Afzalzadeh, R. and Hajnorouzi, A. (2015) Change of growth pattern, metabolism, and quality and quantity of maize plants after irrigation with magnetically treated water. Electromagnetic Biology and Medicine, 34(3): 211–215.
- Ghanati, F. and Payez, A.(2015) Iron biofortification and activation of antioxidant system of wheat by static magnetic field. Iranina journal of science and technology, Transaction A, science, 39(3):355-360.

- Higashitani, K., Oshitani, J. and Ohmura, N. (1999) Effects of magnetic field on water investigated with fluorescent probes. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 109: 167-173.
- Holleman, A.F. and Wiberg, E.(1985) *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*. de Gruyter, Springer. Pp 570, Berlin.
- Hozayn, M. and Abdul Qados, A.M.S.(2010) (a) Magnetic water application for improving wheat (*Triticum aestivum* L.) crop production. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(4):677-682.
- Hozayn, M. and Abdul Qados, A.M.S. (2010) (b) Irrigation with magnetized water enhances growth, chemical constituent and yield of chickpea (*Cicer orietinum* L.). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1 (4): 671- 676.
- Hozayn, M., Abd El Monem, A.A. and Abderlaouf, R.E. (2013) Do Magnetic Water Affect Water Use Efficiency, Quality and Yield of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Plant under arid regions conditions?. *Journal of Agronomy*, 12(1): 1-10.
- Lin, I. J., and Yotvat, J. (1990) Exposure of irrigation and drinking water to a magnetic field with controlled power and direction. *Journal of Magn Mater*, 83: 525-526.
- Mac Mahon, C.(2009) Investigation of the quality of water treated by magnetic fields, University of southern queens land faculty of engineering and surveying, Undergraduate thesis.
- Maheshwari, B.L. and Grewal, H.S. (2009) Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agriculture water management*, 96: 1229-1236.
- Montagnier, L., Aissa, J., Ferris, S. and Montagnier, J.L. (2009) Electromagnetic signals are produced by aqueous nanostructures derived from bacterial DNA sequences. *Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences*, 1:81-90.
- Montagnier, L., Aissa, J., Del Giudice, E. and Lavallo, C. (2011) DNA waves and water. *Journal of Physics: Conference Series*, (306).
- Nasher, S.H. (2008) The effect of magnetic water on growth of chick-Pea seeds. *Engineering and Technology*, 26.
- Sarker, A., Eriskine, W. and Singh, M. (2003) Regression models for lentil seed and straw yield in near east. *Agricultural and forest meteorology*, 116:61-72.
- Su, N., Wu, Y. and Mar, C.Y.(2000) Effect of magnetic water on the engineering properties of concrete containing granulated blast-furnace slag. *Cement and Concrete Research*, 30: 599-605.
- Taiz, L. and Zeiger, E.(2002) *Plant physiology*, 3rd edition. Sinauer Associates. 690 Pp. Sunderland.
- Tian, W.X. (1989) Effect of magnetic water on seed germination, seedling growth and grain yield of rice. *Journal of Jilin Agricultural Union*, 4: 005.
- Wang, Q., Li, L., Chen, G. and Yang, Y.(2007) Effects of magnetic field on the solgel transition of methylcellulose in water. *Carbohydrate Polymer*, 70:345-349.

Effects of Magnetically - Treated Water on vegetative organs and stomata density of lentil (*Lens culinaris* L.)N. Azimi^{1*}, A.Majd², F. Ghanati³, T .Nejadsattari⁴, and S. Arbabian⁵

Received: 2017.1.16

Accepted:2018.11.11

Abstract

In order to evaluate the effect of magnetically treated water on vegetative organs and stomata, lentil seeds were cultured in green house and were irrigated either with tap water (control group), or magnetically treated water. Investigation of vegetative organs was performed by cell-histological methods. Scanning electronic microscope was used to observation of stomata structure. Magnetically treated water cause bulkier and more drawn vegetative meristem. Also abundance and density of xylem in stem, root and petiole were increased in treated plants. Root diameter and extent of the central cylinder were increased. Density of spongy parenchyma cells in leaf of treated plants was more than control plants, whereas in comparison with control ones, cortex extent of root apex was decreased in treated plant. In general magnetically treated water improved lentil growth characteristics, which is of particular importance in reducing water consumption for irrigation.

Keyword: Lentil, Magnetically treated water, Stomata, Vegetative organs.

1-Department of Plant Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran- Iran

*(Corresponding Author: nafiseazimi@yahoo.com)

2-Department of plant biology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran-Iran

3-Department of plant biology, Tarbiat Modares University, Tehran- Iran

4-Department of Plant Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran- Iran

5-Department of plant biology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran-Iran