فصلنامه (علمی – پژوهشی)

زیست شناسی تکوینی

سال نهم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۶

بررسی اثر آب مغناطیده بر دوره رشد رویشی، مراحل تکوین مادگی، بساک و فراساختار دانه گرده عدس (*Lens culinaris* L.)

نفیسه عظیمی[۱*]، احمد مجد[۲] ، طاهر نژادستاری[۱]، فائزه قناتی[۳]، صدیقه اربابیان[۲]

[۱] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۳] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

[*] Email: nafiseazimi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۲۷

چکیده

آب فراوانترین جز تشکیل‌دهنده سلول‌های گیاهی است و از آنجایی که مولکولی دیامگنتیک است می‌تواند تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی قرار گیرد. در این پژوهش اثر آب مغناطیده بر سرعت رشد رویشی و مراحل تکوین اندام‌های زایشی و فراساختار دانه گرده در گیاه عدس بررسی شد. برای این منظور بذرهای عدس در دو گروه، در یک گلخانه کاشته شدند. یک گروه با آب معمولی و دیگری با آب مغناطیده (آبی که با عبور از یک میدان مغناطیسی ۱۱۰ میلی تسلایی ازآن تاثیر پذیرفته است)، آبیاری شدند. ساختار تشریحی اندام‌های زایشی با روش‌های متداول سلول-بافت شناسی بررسی شد و برای مشاهده فراساختار دانه‌ی گرده از میکروسکوپ الکترونی نگاره استفاده شد. نتایج نشان دادند آبیاری با آب مغناطیده سبب تسریع گلدهی در گیاه عدس نسبت به گیاهان شاهد شد. در مراحل مختلف تکوین بساک و مادگی در گیاهان تیمار شده با آب مغناطیده نسبت به گروه شاهد تفاوتی مشاهده نشد. شکل ظاهری سلول مادر مگاسپور و تخمزا در هر دو گروه یکسان بود. دانه‌ی گرده در گیاه عدس دارای سه شیار طولی و تزئینات مشبک است که فرورفتگی در این تزئینات در گیاهان تیمار شده با آب مغناطیده نسبت به گیاهان شاهد ضخامت و وسعت بیشتری داشتند، اما در ابعاد و تعداد دانه‌ی گرده بین دو گروه تفاوتی مشاهده نشد. بطور کلی می‌توان گفت آبیاری با آب مغناطیده سبب افزایش سرعت گلدهی و در نتیجه کاهش دوره رشد رویشی در گیاه عدس می‌شود. از اینرو، آبیاری با آب مغناطیده می‌تواند راه‌گشای بزرگی در کاهش آب مصرفی برای آبیاری گیاهان زراعی باشد.

کلیدواژه‌ها: آب مغناطیده، رشد رویشی، عدس، مراحل تکوین.

مقدمه

میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هم به‌صورت طبیعی و هم در نتیجه‌ی فعالیت‌های فناورانه‌ی بشر امروزی، در زندگی روزمره‌ی انسان حضور دارند[٦]. تأثیر مضر و در مواردی اثر تحریکی میدان مغناطیسی بر رشد گونه‌های مختلف گیاهی گزارش شده است

که به عواملی نظیر نوع گونه، فرکانس میدان، مدت زمان تیمار و موارد دیگر بستگی دارد[۱۷]. با توجه به اهمیت آب برای سلول‌های گیاهی و ازآنجایی‌که همه‌ی واکنش‌های شیمیایی سلول در آب صورت می‌گیرد، این فرضیه به‌وجود می‌آید که شاید بخشی از تأثیر ایجاد شده تحت تیمار میدان مغناطیسی ناشی از اثر آن بر ویژگی‌های مولکولی آب باشد[۲]. درواقع بررسی ویژگی‌های آبی که مورد استفاده سلول قرار می‌گیرد، می‌تواند به درک متابولیسم سلول که تحت میدان مغناطیسی قرار گرفته کمک کند. آب یک مولکول دیامغناطیس است و به سبب وجود پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های خود می‌تواند تحت تأثیر میدان‌های الکتریکی، مغناطیسی و الکترومغناطیسی تغییر یابد [۲۲و۲۳]. عبور آب از میدان مغناطیسی با سرعت ثابت باعث مغناطیسی شدن آن می‌شود که به آن آب مغناطیده گویند [۲٦]. تغییرات ایجاد شده در آب مغناطیده، شامل تغییر در ویژگی‌های بصری، دماپویایی و ویژگی‌های فیزیکی آن شامل چگالی، نیروی کشش سطحی، نقطه‌ی ذوب و انجماد و هدایت الکتریکی می‌باشد [٤و۷و۱۳]. بسیاری از ویژگی‌های غیر معمول مولکول آب و نیز تأثیر پذیری آن از میدان مغناطیسی می‌تواند به پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب نسبت داده شود[۲۰]. امروزه نظر بر این است که در حضور میدان‌های مغناطیسی، تعداد قابل توجهی از شبکه‌های چهارتایی مولکول‌های آب تشکیل می‌شود(۳۰). میدان مغناطیسی احتمالا با تأثیر بر آب و تغییر ویژگی‌های آن، بازدهی مصرف آب را برای سیستم‌های گیاهی افزایش می‌دهد [۲۱]. همچنین افزایش٪ ۹ محصول کتان، ٪۳۱ محصول گندم، ٪۲۵ محصول عدس و ٪۵/ ۳۸ محصول نخود آبیاری شده با آب مغناطیده گزارش شده است[۱۷]. محققین دیگری با مشاهده بهبود ویژگی‌های رشد گیاه ذرت و نیز افزایش محتوای فریتین، کلسیم و آهن در دانه‌ی 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 [۱۱]. عدس، با نام علمی *Lens culinaris* L. متعلق به خانواده‌ی باقلائیان (Fabaceae) و از جمله غلات با ارزش در جیره غذایی انسان و غنی از آهن است [۲۵]. از آنجا که بذر این گیاه مورد استفاده انسان قرار می گیرد و هرگونه تاثیر احتمالی نامطلوب آب مغناطیده بر روند تکوین اندام‌های زایشی مستقیما بر روند تولید محصول تاثیر می‌گذارد، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر آب مغناطیده بر سرعت رشد رویشی و تکوین اندام‌های زایشی این گیاه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمار: به منظور انجام پژوهش حاضر، بذرهای سالم گیاه عدس(*Lens culinaris* L.)، از مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران و برای اعمال تیمار، دستگاه همزن یون مغناطیس از شرکت فناوری ایرانیان پژوهش نصیر (فاپن) تهیه شدند. این پژوهش در ماه‌های شهریور تا اردیبهشت سال‌های ۹٤-۱۳۹۳ انجام شد. بذرهای عدس ابتدا حدود ۲٤ ساعت در آب خیسانده شدند و در گلخانه‌ای به ابعاد۱۰× ۳ متر در دو گروه کاشته شدند. فاصله‌ی این دو گروه از هم ۱ متر بود. در هر گروه فاصله‌ی بین دو پشته نیز ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرها بصورت کپه‌ای(۲ عدد بذر در هر کپه) با فواصل۳۰ سانتی متری در زمین زراعی گلخانه‌ای تعبیه شده کاشته شدند. بطور تصادفی یکی از گروه‌ها با آب

شهری بدون، مغناطیده شدن و دیگری با آب مغناطیده، (عبور داده شده از همزن یون مغناطیس) آبیاری شدند. دمای گلخانه ۱±۲۷ درجه سانتی‌گراد بود و از نور طبیعی برای رشد گیاهان استفاده شد.

بررسی دوره رشد رویشی: دوره رشد رویشی گیاه از ابتدای ظهور دانه رست‌ها (هفته سوم شهریور) آغاز و تا ظهور غنچه (اواسط بهمن) ادامه یافت. زمان ظهور اولین غنچه‌ها در هر دو گروه شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده و تعداد گل‌ها در هر گروه در فواصل زمانی مشخص مقایسه شد.

مطالعات میکروسکوپی: به منظور بررسی مراحل تکوین بساک و مادگی، غنچه‌ها و گل‌ها در سنین مختلف از هر دو گروه شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده، در اسفند ماه سال ۱۳۹۳برداشت شده و در محلول تثبیت کننده FAA (فرمالین: استیک اسید: اتانول، ۱۷:۱:۲) قرار گرفتند. پس از ١٤ ساعت، برای خارج شدن محلول تثبیت کننده، نمونه‌ها برای ٦-٥ ساعت با آب جاری شستشو شده و سپس برای آبگیری از الکل‌های۳۰،۵۰، ۷۰ و ۹٦ (دوبار) عبور داده شدند. مدت زمان هر مرحله ۱۵-۱۰ دقیقه درنظر گرفته شد. سپس نمونه‌ها به ترتیب به محلول‌های ۲ حجم الکل-۱حجم تولوئن، حجم‌های مساوی از الکل و تولوئن، ۱ حجم الکل-۲حجم تولوئن و تولوئن خالص انتقال داده شده تا تولوئن جایگزین الکل شود و در مرحله‌ی بعدی نمونه‌ها دوبار در حمام پارافین قرار گرفته تا پارافین جایگزین تولوئن شود و سپس نمونه‌ها در پارافین مذاب قالب‌گیری شدند [١٤]. نمونه‌ها با میکروتوم دستی با ضخامت ۸ میکرومتر برش‌گیری شده و رنگ‌آمیزی مضاعف هماتوکسیلین-ائوزین صورت گرفت. عکس‌برداری از نمونه‌ها به کمک میکروسکوپ نوری NikonYS100 مجهز به دوربین دیجیتال LAOMED iVu 3100 در بزرگ‌نمایی‌های مختلف انجام شد [۸].

آماده‌سازی نمونه برای تهیه‌ی ریزنگار میکروسکوپ الکترونی نگاره

بر روی نمونه‌های گرده‌ی هر دو گروه پس از خشک شدن کامل، لایه ای از طلا نشانده شد. سپس نمونه‌ها به جایگاه مخصوص در میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) منتقل و از ساختار سطحی آنها، ریز نگاره‌های الکترونی توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره مدل KYKY-EM3200 تهیه شد. برای شمارش تعداد دانه‌های گرده از میکروسکوپ الکترونی نگاره 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 T.testمورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

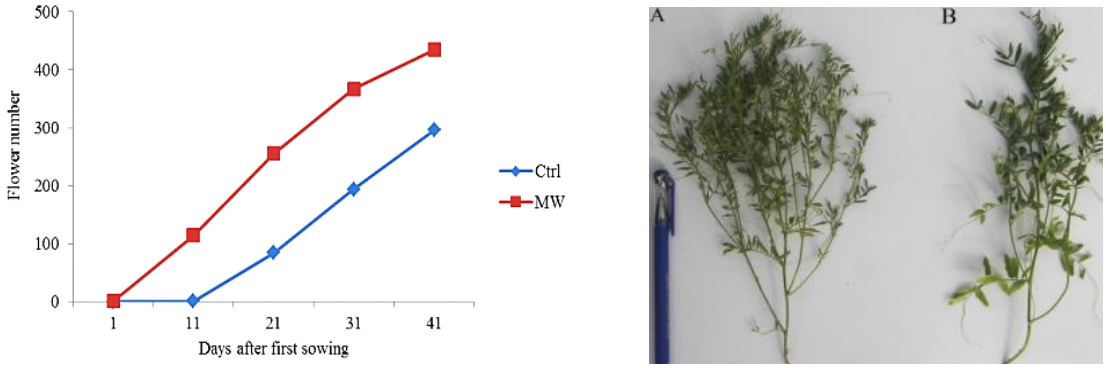
تأثیر آب مغناطیده بر روند رشد رویشی تا مرحله ظهور گل

نتایج این پژوهش نشان داد ظهور گل در گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیده سریعتر از گیاهان آبیاری شده با آب شهری بود و با شیب تندتری نیز ادامه یافت، بطوری‌که گل‌ها در گیاهان تیمار شده با آب مغناطیده ۱۱روز زودتر از گروه شاهد ظاهر شدند (شکل ۱). علاوه بر این تعداد گل در گیاهان تیمار شده با آب مغناطیده نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (شکل ۱). همانطور که نتایج این پژوهش نشان داد علاوه بر تسریع گلدهی، تعداد گل‌ها نیز در گروه

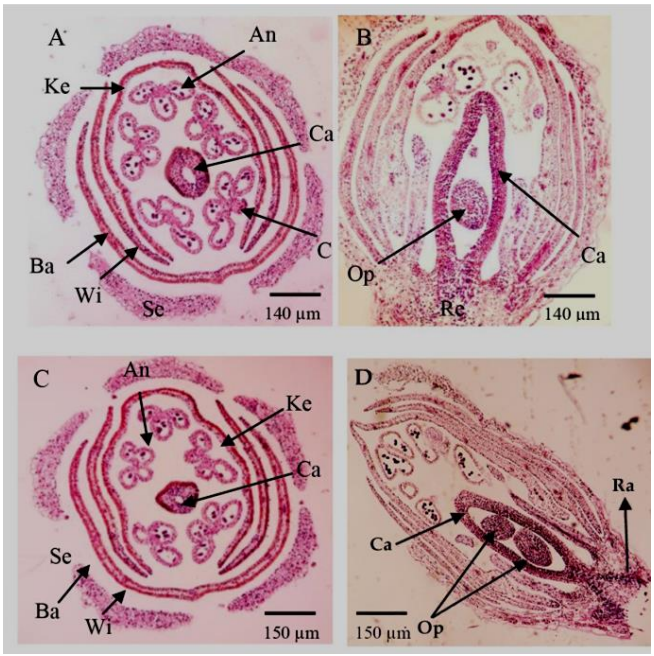
تیمار شده با آب مغناطیده افزایش چشمگیری نشان داد (تعداد گل در گروه تیمار شده با آب مغناطیده ۵± ۴۳۰ درمقابل ۵±۲۹۰ در گروه شاهد) که در نهایت افرایش تعداد میوه را به‌دنبال خواهد داشت.

تأثیر آب مغناطیده بر تکوین گل و ساختار اجزای آن

بررسی ساختار تشریحی گل در تحقیق حاضر نشان داد که علیرغم تأثیر آب مغناطیده بر روند رشد و افزایش سرعت گل‌دهی، بین دو گروه شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده تفاوتی از نظر تعداد اجزای گل وجود ندارد (شکل ۲A ,C). همچنین در مادگی گل درهر دو گروه ۱، ۲ و یا درمواردی ۳ تخمک مشاهده شد (شکل ۲ B,D).



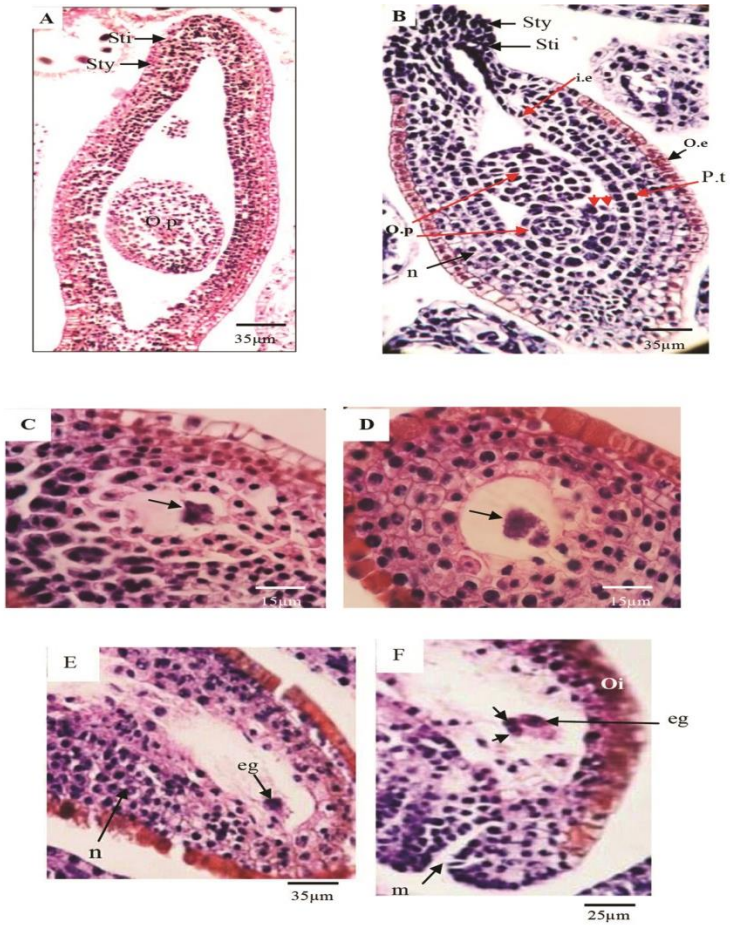
شکل ۱. چپ: زمان پیدایش گل از تاریخ کاشت. Ctrl: شاهد؛ MW: تیمار شده با آب مغناطیده و راست: مقایسه ریختی گیاه تیمار شده با آب مغناطیده (A) و شاهد (B).



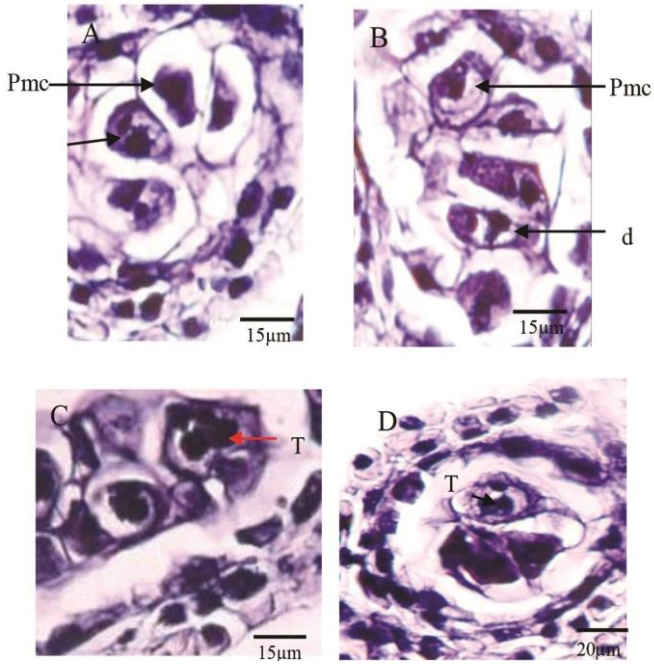
شکل ۲. ساختار تشریحی گل در گیاه عدس (A و B شاهد،C و D تیمار شده با آب مغناطیده) (Se:کاسبرگ؛ Ba:درفش؛ Wi: بال؛ Ke: ناو؛ An: بساک؛ C:رابط؛ Ca: برچه؛ Op: پریموردیوم تخمکی؛ Re: نهنج)

بررسی برش‌های میکروتومی از مراحل تکوین مادگی در سنین مختلف غنچه و گل بین گروه شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده از نظر ساختار کلی مادگی (شکل ۳A,B) و سلول مادر مگاسپور (شکل ۳C,D) تفاوتی نشان نداد. همچنین تفاوتی از نظر شکل ظاهری تخمزا (شکل ۳ E,F) بین دو گروه شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده مشاهده نشد. این نتایج بار دیگر تاکید می‌کند که آب مغناطیده به گل نشستن گیاه عدس و تعداد گل‌های آن را افزایش داده اما بر روند تکوین اندام‌های زایشی ماده تاثیری نداشته است.

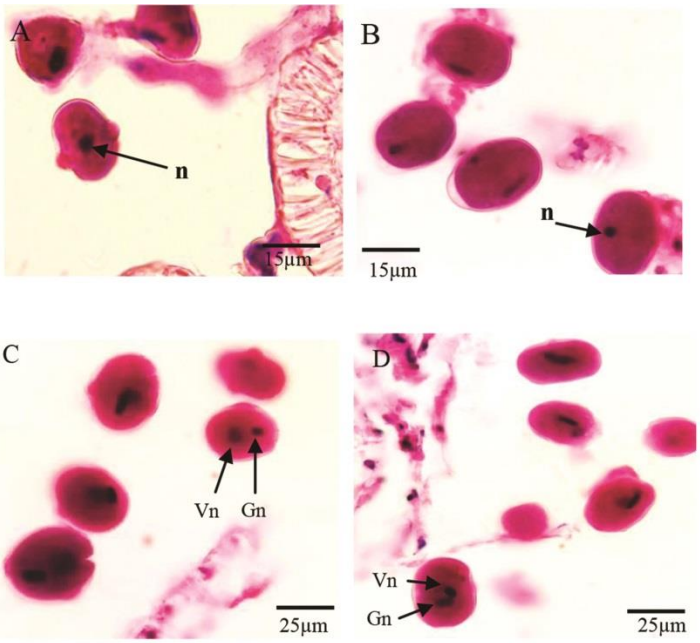
نکته جالب دیگر این بود که مراحل تکوین بساک در گیاهان تیمار شده با آب مغناطیده نیز در مقایسه با گروه شاهد به شکل طبیعی و بدون وجود ناهنجاری انجام شد و تفاوتی در مراحل مختلف تکوینی، تعداد سلول‌های مادر گرده و نحوه تشکیل دیاد (شکل ٤,B)، تشکیل تتراد (شکل ٤ C,D)، مرحله‌ی دانه‌ی گرده‌ی تک هسته‌ای(شکل ۵A,B) و روند تقسیم هسته و تشکیل هسته‌ی زایشی و رویشی(شکل ۵C,D) بین گیاهان شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده مشاهده نشد.



شکل ۳. ساختار مادگی در گیاه عدس. A: تخمدان یک خانه با یک پریموردیوم تخمکی (شاهد) B: تخمدان یک خانه با دو پریموردیوم تخمکی و شروع تشکیل پوسته‌ی بیرونی و درونی در اطراف آن (سر پیکان‌ها) (تیمار شده با آب مغناطیده). سلول مادر مگاسپور (نوک پیکان): (C: شاهد)، (D: تیمار شده با آب مغناطیده). تخمزا: (E: شاهد)، (F: تخمزا و ورود اسپرم‌ها (نوک پیکان) به داخل کیسه رویانی (تیمار)). (Sti: کلاله؛ Sty: خامه؛ Op: پریموردیوم تخمکی؛ n:خورش؛ oe: اپیدرم بیرونی؛ ie: اپیدرم درونی؛ p.t: بافت پارانشیم؛ n : بافت خورش؛ pn: سلول قطبی؛ oi: پوسته‌ی خارجی تخمک، eg :تخمزا، m: سفت)



شکل٤ . سلول‌های مادر دانه‌ی گرده: A :شاهد، B: تیمار شده با آب مغناطیده. سلول‌های مادر دانه گرده‌ی در حال تقسیم (A: پیکان). مرحله دیاد از تکوین دانه‌ی گرده (B). مرحله تتراد از تکوین دانه‌ی گرده، C :شاهد، D:تیمار شده با آب مغناطیده (Pmc: سلول مادر گرده؛ d: دیاد؛ T: تتراد)



شکل٥ . دانه های گرده تک هسته ای: A: شاهد، B: تیمار شده با آب مغناطیده. دانه‌های گرده‌ی دارای هسته‌ی زایشی رویشی: C: شاهد،D: تیمار شده با آب مغناطیده (n: هسته، Vn: هسته رویشی، Gn: هسته زایشی)

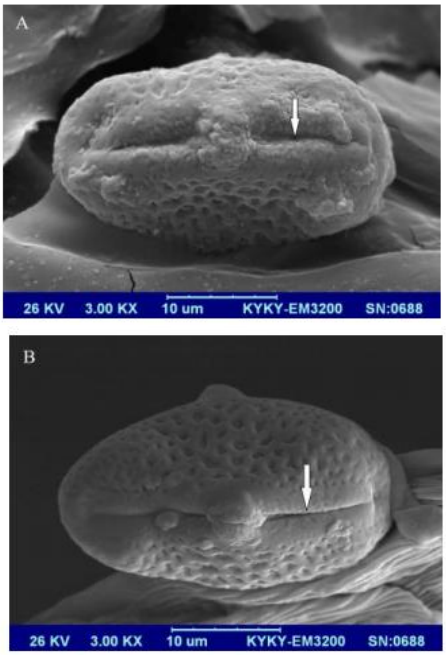
تاثیر آب مغناطیده برفراساختار و تعداد دانه گرده

دانه‌ی گرده‌ی عدس دارای ۳ شیار طولی است (نوک پیکان در شکل ٦ یکی از شیارها را نشان می‌دهد). تعداد دانه‌های گرده در نمونه‌ی شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده اندازه‌گیری و مقایسه شد. اندازه‌گیری‌ها تفاوت معنی‌داری در ابعاد دانه‌ی گرده و

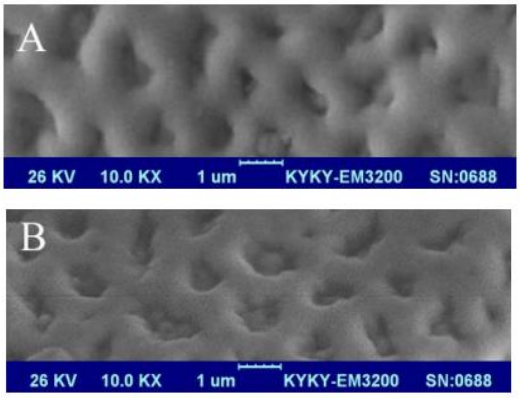
تعداد آن‌ها بین گیاه تیمار شده با آب مغناطیده و شاهد نشان ندادند (جدول ۱). در شکل ٦ فراساختار دانه‌ی گرده در هر دو گروه گیاهی نشان داده شده است. بررسی ریزنگاره‌های الکترونی نشان داد که تزئینات دانه‌ی گرده در گیاه عدس از نوع مشبک است. همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است، فرورفتگی‌ها در تزئینات سطح دانه‌ی گرده در نمونه‌ی تیمار شده با آب مغناطیده نسبت به شاهد ضخامت و وسعت بیشتری دارند. علت این پدیده و مزیت آن برای گیاه نیازمند مطالعات بیشتر است.

جدول۱. مقایسه ابعاد و تعداد دانه گرده در گیاه شاهد و تیمار. داده‌ها میانگین ۳ تکرار هستند و بصورت ($\bar{X}$±SE) نشان داده شده است. در هر گروه حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$ است.

گروه/ فاکتور	ابعاد (um)	تعداد
شاهد	^{a} ۵۰±۲۰٤۸	^{a}۲۵±۱
تیمار شده با آب مغناطیده	^{a}۵۰±۲۰۵۰	^{a}۲۷±۱



شکل ٦. فراساختار دانه‌ی گرده در گیاه شاهد(A) و تیمار شده با آب مغناطیده(B).



شکل ۷. مقایسه تزئینات سطح دانه‌ی گرده در گیاه شاهد(A) و تیمار شده با آب مغناطیده (B).

بحث

تحقیقات اخیر، آب مغناطیده را به عنوان یک فاکتور فیزیکی معرفی کرده اند که می‌تواند رشد و نمو گیاهان را تحریک کند و علاوه بر این منجر به افزایش محصول در گیاهان شود [۱۲و ۱٦]. آب مغناطیده، شستن نمک‌های محلول اضافی را افزایش می‌دهد و باعث کاهش خاصیت قلیائی خاک می‌شود[۱٦].

نتایج این پژوهش نشان داد آبیاری با آب مغناطیده علاوه بر تسریع گلدهی، تعداد گل‌ها را نیز در گیاه عدس افزایش می‌دهد که در نهایت افزایش تعداد میوه را به‌دنبال خواهد داشت. این مشاهدات با گزارشات دیگر مبنی بر افزایش ۲۳-۱۲ درصدی محصول برنج [۲۸] و ذرت [۱] آبیاری شده با آب مغناطیده هم‌سو می‌باشد. اثر تحریکی آب مغناطیده می‌تواند 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 می‌شود، برخی از این بیکربنات‌ها توسط نفوذ آب در خاک شسته شده و برروی ریشه‌ی گیاهان رسوب می‌کنند در این حالت گیاهان دچار خفگی می‌شوند و برای فرار از این خفگی، ریشه‌های اضافی تولید می کنند. این فرایند

منجر به کاهش رشد در گیاهان می‌شود. درحالیکه گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیده براحتی نمک‌های معدنی را از خاک جذب می‌کنند و هیچ رسوبی در سطح خاک آنها تشکیل نمی‌شود. این امر می‌تواند منجر به افزایش سرعت رشد شود [٢٤]. علاوه براین، اثر تحریکی آب مغناطیده می‌تواند به علت افزایش متابولیسم و یا فعال شدن ژن‌های مربوطه در هسته‌ی سلول باشد که موجب تسریع جوانه‌زنی و افزایش سایر شاخص‌های رشدی گیاه می‌شوند. همچنین گزارش‌هایی مبنی بر افزایش قابل توجه القای متابولیسم سلولی و میتوز توسط آب مغناطیده در لوبیا، عدس، و کتان وجود دارد [۵و۹و۱۰]. نتایج تحقیقات دیگر نیز نشان دادند آبیاری بذر ذرت با آب مغناطیده تأثیر بسزایی در نمو بخش هوایی در مراحل ابتدایی رشد داشته است [۳]. افزایش محصول و محتوای قند خربزه‌ی آبیاری شده با آب مغناطیده نیز گزارش شده است [۱۹]. در همین راستا، افزایش معنی‌دار محصول و بهره‌وری آب در کرفس نیز گزارش شده است. همچنین گزارش شده است که مغناطیده کردن آب بازیافتی و آب شور (حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نمک) عملکرد کرفس را ۱۲ و ۲۳ درصد و بهره‌وری آب را ۱۲ و ٤٢ درصد افزایش می‌دهد [۲۱]. در مطالعه‌ی دیگر اثر مثبت آب مغناطیده بر رشد گیاهان گندم و نوعی نخود (*Cicer arientalis* L.) گزارش شد و تاثیر تحریکی آب مغناطیده بر رشد، به افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و بیوسنتز پروتئین و تحریک کننده‌های رشد (اکسین) نسبت داده شد [۱۵و۱٦]. این نتایج هم راستا با نتایج سایر محققین بر روی گیاه ذرت می‌باشد [۱۱].

بهبود سرعت رشد گیاه عدس را شاید بتوان علاوه بر افزایش حلالیت آب و بهبود ویژگی‌های خاک به افزایش متابولیسم گیاهی (فتوسنتز و رنگیزفتوسنتزی) نسبت داد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که آبیاری با آب مغناطیده در تسریع گلدهی و درنتیجه کاهش دوره‌ی رشد رویشی در گیاه عدس نقش داشته است.

دانه عدس محصول بخش زایشی گیاه می‌باشد. با توجه به سابقه کوتاه استفاده از آب مغناطیده در آبیاری گیاهان زراعی این نگرانی وجود دارد که آب مغناطیده علیرغم تسریع رشد رویشی، تاثیر نامناسبی بر تکوین گرده و تخمک (اندام‌های زایشی) داشته باشد و به نوبه خود سبب ضعف دانه و کاهش محصول شود. اما بررسی ساختار تشریحی گل در تحقیق حاضر نشان می دهد که علیرغم تأثیر آب مغناطیده بر روند رشد و افزایش سرعت گل‌دهی، بین دو گروه شاهد و تیمار شده با آب مغناطیده تفاوتی از نظر تعداد اجزای گل وجود نداشت. در نتیجه می‌توان گفت آبیاری با آب مغناطیده برخلاف میدان‌های الکترومغناطیسی که براساس مطالعات انجام شده منجر به تغییر شکل گل‌ها و بساک‌ها می‌شوند (۲۹)، آسیبی بر ساختار گل و بساک وارد نکرد. مطالعات پیشین نشان دهنده‌ی تغییر شکل گرده‌ها تحت تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی هستند [۲۹]، درحالیکه نتایج این مطالعه نشان داد آب مغناطیده تغییری در ساختار دانه‌های گرده ایجاد نمی‌کند.

نتیجه‌گیری

در بین تمامی منابع لازم برای رشد و فعالیت گیاه، آب به عنوان محدودکننده‌ترین منبع برای کشاورزی محسوب می‌شود. از آنجایی‌که 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 [۲۷]. به‌دلیل پیچیدگی سیستم‌های گیاهی و انعطاف‌پذیری هنرمندانه‌ی آن‌ها در مقابل تغییر عوامل محیطی، نمی‌توان در مورد سازوکار اثر آب مغناطیده بر سلول‌های گیاهی، هنوز اظهار نظر قطعی کرد. اما به‌طور کلی می‌توان گفت که آب مغناطیده شده با سیستم فوق، بدون ایجاد تغییر و اختلال در مراحل تکوین گل، سبب بهبود رشد گیاه عدس و افزایش سرعت گلدهی و تعداد گل شد. این نتایج محققین را امیدوار می‌سازد که بتوانند سرعت رشد گیاهان را بدون دستکاری ژنتیکی بالا ببرند. علاوه براین، با کاهش دوره‌ی رشد رویشی گیاه، میزان نیاز به آبیاری کاهش یافته و به این ترتیب در مصرف آب صرفه‌جویی به‌عمل می‌آید. بنابراین در استفاده از آب مغناطیده بر خلاف سایر روش‌های فیزیکی مانند میدان‌های مغناطیسی و الکترومغناطیسی نگرانی ناشی از تغییر ساختار گیاه و اثر مهاری بر روی رشد گیاه وجود ندارد.

منابع

[۱]. محمد علیخانی، س. قناتی، ف. سلیمانی، م. زارع مایون، ح. حاج نوروزی، ا. ۱۳۹۳، بهبود شاخص‌های رشدی گیاه ذرت (*Zea mays* L.) تحت بیاری با آب مغناطیده، مجله مهندسی پزشکی زیستی، دوره‌ی هشتم، شماره‌ی ۲، ۱۸۲-۱۷۳.

[۲]. ناهیدیان، ب. قناتی، ف. واعظ زاده، م. حاج نوروزی، ا. پایز، ع. ۱۳۹۰، بررسی طیف در حضور میدان مغناطیسی و تأثیر آن بر جوانه‌زنی گروهی از بذرهای غلات و حبوبات، فصلنامه علمی پژوهشی زیست‌شناسی تکوینی، شماره ۱۰، بهار، ۱۴-۷.

[3]. Aladjadjiyan, 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.

[4]. Amiri, M.C, Dadkhah, A.A, 2006, On reduction in the surface tension of water pea roots exposed to extremely low magnetic fields, Advances in Space Research, 28: 645-650.

[5]. Belyavskaya, N.A, 2001, Ultrastructure and calcium balance in meristem cells of seedling roots of pea, flax and lentil under conditions of screening of geomagnetic field, Biophysics, 37, 645-648.

[6]. Belyavskaya, N.A, 2004, Biological effects due to weak magnetic field on plants, advances in space research, 1566-1574.

[7]. Chang, K.T, 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.

[8]. Cheregani, A, Kouhkan, F, 2008, Diesel Exhaust particles and allergenicity of pollen grain of Lilium martagon, Ecotoxicology and Environmental Safety, 69(3):568-573.

[9]. Fomicheva, V.M, Gavoroon, R.D, Danilov. V.I, 1992,(a) Proliferative activity and cell reproduction in meristems and protein synthesis in the cell of the root meristems of the pea, lentil and flax. Biophysics, 37, 649-656.

[10].Fomicheva, V.M, Gavoroon, R.D, Danilov, V.I, 1992, (b) Dynamics of RNA due to magnetic treatment. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 278: 252-255.

[11].Ghanati, F., Mohamadalikhani, S., Afzalzadeh, R., 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.

[12].Ghanati, F, Payez, A, 2015, Iron biofortification and activation of

antioxidant system of wheat by static magnetic field, Iranian journal of science and technology, Transaction A, science, 39(3):355-360.

[13].Higashitani, K, Oshitani, J, Ohmura, N, 1999, Effects of magnetic field on water investigated with fluorescent probes, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 109: 167-173.

[14].Holleman, A, Wiberg, E, 1985, Text book of inorganic chemistry, Berlin: Springer.

[15].Hozayn, M, 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.

[16].Hozayn, M, Abdul Qados, A.M.S, 2010, (b), Irrigation with magnetized water enhances growth, chemical constituent and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.), Agriculture and Biology Journal of North America, 1 (4): 671- 676.

[17].Hozayn, M, Abd El Monem, A.A, Abderlraouf, 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.

[18].Liboff, R. F, Mcleod, B.R, Smith, S. D, 1989, Ion cyclotron resonance effects of ELF fields in biological systems: extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer, Columbus OH: Battelle Press, 251-289.

[19].Lin, I. J, Yotvat, J, 1990, Exposure of irrigation and drinking water to a magnetic field with controlled power and direction, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 83: 525-526.

[20].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.

[21].Maheshwari, BL, Grewal, H.S, 2009, Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity, Agriculture water management, 96: 1229-1236.

[22].Montagnier, L, Aissa, J, Ferris S, Montagnier J.L, 2009, Electromagnetic signals are produced by aqueous nanostructures derived from bacterial DNA sequences, Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences, 1:81-90.

[23].Montagnier, L, Aissa, J, Del Giudice, E, Lavalle, C, 2011, DNA waves and water. Journal of Physics: Conference Series, (306).

[24].Nasher, S.H, 2008, The effect of magnetic water on growth of chick-Pea seeds, Engineering and Technology, 26.

[25].25. Sarker, A, Eriskine, W, 2003, Singh M. Regression models for lentil seed and straw yield in near east, Agricultural and forest meteorology, 116:61-72.

[26].Su, N, Wu, Y.H, 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.

[27].Taiz, L, Zeiger, E, 2002, Plant physiology, 3rd end Sinauer Associates: Sunderland, Mass.

[28].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.

[29].Volkrodt, W, 1991, Are microwave faced with Fiasco similar to that experienced by nuclear energy? Wetter boden mensch, 4:131-136.

[30].Wang, Q, Li, L, Chen, G, Yang, Y, 2007, Effects of magnetic field on the solgel transition of methylcellulose in water, Carbohydrate Polymer, 70:345-349.