

اثر آب مغناطیسی بر جوانه زنی و خصوصیات رشد اولیه بذر گوجه فرنگی

سمیه رستگار^۱* و عدنان صادقی لاری

استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.

srastegar@hormozgan.ac.ir

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.

adnansadeghi@yahoo.com

چکیده

تکنولوژی استفاده از آب مغناطیسی در کشاورزی بطور وسیعی در بیشتر کشورها مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف این مطالعه، بررسی اثر آب مغناطیسی بر جوانه زنی و رشد رویشی دو رقم گوجه فرنگی در گلخانه می‌باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، بذره‌های آبیاری شده با آب مغناطیسی در هر دو رقم گوجه فرنگی افزایش قابل توجهی در رشد رویشی، سرعت و درصد جوانه زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه و ترکیباتی شیمیایی مانند کلروفیل و کارتنوئید، نسبت به شاهد نشان دادند. جوانه زنی بذره‌های آبیاری شده با آب مغناطیسی در هر دو رقم ۹۴/۶ درصد بود در حالیکه درصد جوانه زنی در بذره‌های شاهد ۹۰ و ۹۳ درصد به ترتیب در رقم سانسید و صادین مشاهده شد. نتایج نشان داد که آبیاری با آب مغناطیسی اثرات معنی‌داری بر فاکتورهای مختلف مورد مطالعه داشته است. به نظر می‌رسد که کاربرد آب مغناطیسی منجر به بهبود کمی و کیفی رشد گیاهان خواهد شد.

واژه های کلیدی: سرعت جوانه زنی، آبیاری، رشد رویشی.

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: هرمزگان، بندرعباس، دانشگاه هرمزگان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه باغبانی.

* - دریافت: اسفند ۱۳۹۳ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۴.

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت در کشور نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی امری بدیهی است. همچنین بدلیل محدودیت منابع آبی کشور، یکی از راههای افزایش محصول در واحد سطح استفاده از روشهای نوین علمی در کشاورزی است. تحقیقات صورت گرفته در خصوص کاربرد آب مغناطیسی در کشاورزی نشان داده است که استفاده از آب مغناطیسی موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، افزایش درصد سبز شدن و کاهش مصرف بذر می‌گردد (نوریوکی و کیتازاوا، ۱۹۹۹). همچنین به دلیل از بین بردن رسوبات و کاهش رشد خزه و جلبک مانع گرفتگی نازلها و قطره چکانها می‌شود. علاوه بر آن آبیاری با آب مغناطیسی سبب افزایش خاصیت نفوذپذیری و آبشویی خاک می‌گردد.

با اعمال انرژی مغناطیسی می‌توان آب ساده را به مایعی با اثرات شیمیائی خاص تبدیل کرد، به طوری که خواص فیزیکی آب مغناطیسی شده از جمله ضریب شکست نور، اسیدیته، کشش سطحی، ویسکوزیته و قابلیت هدایت الکتریکی آن تغییر می‌یابد (اتسوکا وزاکی ۲۰۰۶؛ نلسون، ۱۹۹۹). گزارشات متعددی درخصوص کاربرد آب مغناطیسی در کشاورزی وجود دارد. تحریک رشد گیاهان با استفاده از میدان مغناطیسی به عنوان راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین، جایگزینی کودها و مکملهای شیمیایی با تیمارهای فیزیکی، میزان سموم را در مواد خام گیاهی کاهش داده و باعث افزایش سلامت غذا و محیط می‌گردد. از ۵۰ سال پیش پژوهش‌هایی در زمینه بیومگنتیک و اثرات آن روی اندام های زنده در آمریکا، روسیه، ژاپن، انگلستان و فرانسه آغاز شد. در روسیه گیاهان ویژه‌ای را با آب مغناطیس شده آبیاری کردند و مشاهده شد که رشد این گیاهان افزایش ۴۰ درصدی نسبت به شاهد نشان دادند. دلیل این افزایش رشد را جلوگیری از مرگ بافت‌ها و تجدید حیات گیاهان تحت تیمار ذکر کردند. با اعمال

میدان مغناطیسی به آب آبیاری، علاوه بر خشتی شدن سختی آب، با اعمال نیرو به مولکولهای آب موجب افزایش تعداد مولکولهای آب در واحد حجم شده و آب آبیاری با حل کردن فسفات‌های تثبیت شده و سیلیکات‌ها و ذرات کلئیدی و ریز مغذیها، موجب فعال شدن نمک‌های خاک و افزایش جذب آنها توسط گیاه (کاهش خاصیت اسمزی) و افزایش محصول خواهد شد (کیانی، ۱۳۸۶).

اعمال میدان مغناطیسی موجب می‌شود که جوانه زنی بذرها ۲-۳ روز زودتر از شاهد رخ دهد. یکی از فرضیه های احتمالی برای توضیح اثرات مثبت مشاهده شده از میدان مغناطیسی را می‌توان در خواص پارامغناطیسی برخی اتم‌های سلول‌های گیاهی یافت که اعمال میدان مغناطیسی خارجی به این اتم‌ها موجب چرخش آنها در راستای میدان مغناطیسی می‌شود. خواص مغناطیسی مولکولها و توانایی آنها در جذب و سپس تغییر انرژی میدان مغناطیسی به انواع دیگر انرژی و انتقال این انرژی به ساختارهای دیگر سلول های گیاهی، منجر به فعال شدن آنها می‌شود (فلاح، ۱۳۸۷). استفاده از تکنولوژی مغناطیس در تعدادی از گیاهان مانند توت فرنگی (اسیتکن و توران، ۲۰۰۴)، گندم (پیتروزی، ۱۹۹۳) آفتابگردان، (واشیست و ناگاراچار، ۲۰۱۰) سیاهدانه، (لطیفه‌پور و همکاران، ۱۳۹۱) گزارش شده است.

چنین به نظر می‌رسد که میدان مغناطیسی روی محتوای یاخته‌ای موجود زنده تأثیر می‌گذارد. نحوه تأثیر میدان مغناطیسی روی یاخته‌های زنده به روشنی مشخص نشده است، اما احتمال می‌رود که میدان مغناطیسی روی فعالیت آنزیمها و ترکیبات پروتئینی تأثیر می‌گذارد و باعث تغییر شکل پروتئین‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد که این تأثیر از طریق تغییر در توالی اسیدهای نوکلئیک که کدهای سازنده پروتئین‌ها هستند ایجاد می‌گردد (هیلال و هیلال، ۲۰۰۰). گزارش شده است که با افزایش فعالیت آنزیم‌های جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی، اعمال میدان

دنیا متداول نبوده و تحقیقات صورت گرفته بخصوص در زمینه کشاورزی بسیار اندک است. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می دهد که آب مغناطیسی می تواند تاثیر مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان داشته باشد. لذا در این تحقیق استفاده از آب مغناطیسی بر روی جوانه زنی و رشد و نمو گیاهچه گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

جهت بررسی تاثیر آب مغناطیسی بر جوانه زنی و رشد دانه‌های گوجه‌فرنگی دو رقم سانسید و صادین آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه هرمزگان اجرا گردید. ۴۰۰ عدد بذر در داخل جعبه‌های کاشت حاوی محیط کشت مناسب (کوکوپیت + پیت ماس) کشت گردیدند. بذرها به دو دسته تقسیم شدند ۲۰۰ عدد با آب مغناطیسی و ۲۰۰ عدد با آب معمولی آبیاری شدند. مشخصات آب مورد استفاده در جدول (۱) نشان داده شده است. جهت مغناطیسی کردن آب از دستگاه رسوب زدای مغناطیسی با شدت ۸۰۰۰ گوس مدل RPM50 استفاده گردید جدول (۲).

مغناطیسی می تواند به عنوان محرکی برای جوانه‌زنی سریع استفاده شود (بروکچاستون و همکاران، ۱۹۹۹: بهاتاکاراجی و سایتو، ۲۰۰۲). نتایج تاثیر میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهان زراعی متفاوت است. قرار دادن بذر برنج در زمانهای مختلف در معرض میدانهای مغناطیسی متفاوت می تواند متوسط زمان جوانه‌زنی در برخی از تیمارها در مقایسه با شاهد کاهش دهد. دهقانی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که استفاده از آب مغناطیسی می تواند عملکرد گندم را افزایش دهد. رنجبر و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثر آب مغناطیسی بر شاخص‌های رشد گندم در شرایط شور، تاثیر معنی‌داری در استفاده از آب مغناطیسی بر شاخص‌های رشد گندم مشاهده نکردند.

ایشان اظهار داشتند که تیمار مغناطیس و برهمکنش شوری و تیمار مغناطیس تاثیری بر تعداد بوته‌های سبز شده، سرعت سبز شدن، درصد سبز، طول کلئوپتیل، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله نداشته است. بذرهای کاهو در تیمار مگنت سریع‌تر متورم شده و جوانه زدند. درصد تندش، طول ریشه چه، وزن تر ریشه و شاخساره و سطح برگ دانه‌های کاهو در تیمار مگنت به طور معنی‌داری بالاتر از تیمار شاهد بود (سلطانی و کاشی، ۱۳۸۳). استفاده از آب مغناطیسی در ایران، در مقایسه با سایر کشورهای پیشرفته

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده

B (mg/kg)	SAR	Na ⁺ (meq/l)	Mg ²⁺ (meq/l)	Ca ²⁺ (meq/l)	CL ⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	pH	EC (dS/m)
۰/۴۱	۶	۶	۱/۴	۳/۴	۶	۴/۱	۷/۹۳	۰/۹۷۷

جدول ۲- مشخصات دستگاه رسوبزدای مغناطیسی

نام دستگاه	رسوبزدای مغناطیسی
مدل	RPM50
طول	۲۴/۵
سایز	۰/۵ اینچ
حداکثر دبی عبوری	۰/۸ مترمکعب بر ساعت
شدت میدان مغناطیسی	۸۰۰۰ گوس
نوع نصب	درون مسیر



شکل ۱- دستگاه رسوبزدای مغناطیسی

۱۰۰* کل بذر کشت شده/ تعداد بذره‌های جوانه زده =

درصد جوانه زنی

سرعت جوانه زنی با استفاده از رابطه (۳) محاسبه گردید.

$$Vg = \sum \frac{Ni}{Di} \quad (3)$$

که در آن:

Vg سرعت جوانه زنی بر حسب تعداد بذر در روز، Ni

تعداد بذر جوانه زده در هر روز، Di شماره روز می باشد.

شاخص ویگور با استفاده از رابطه (۴) محاسبه گردید.

$$Vi = \frac{Ls * Pg}{100} \quad (4)$$

که در آن:

Vi شاخص ویگور (بنیه بذر)، Ls میانگین طول

گیاهچه‌ها (مجموع ساقه‌ها و ریشه‌ها (mm)، Pg درصد

جوانه زنی می باشد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در

جدول (۳) نشان می‌دهد که اثر رقم بر درصد جوانه‌زنی،

میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر

ساقه‌چه و ریشه‌چه، عرض برگ، تعداد برگ و کلروفیل b

در سطح احتمال پنج درصد و بر صفاتی مانند شاخص

بنیه، نسبت وزن تر ساقه‌چه به ریشه‌چه، کلروفیل b و

کارتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می

باشد. اثر آبیاری مغناطیسی بر طول ریشه‌چه معنی‌دار نبود

شمارش روزانه بذره‌های جوانه زده چهار روز

بعد از کشت بذرها شروع گردید و تا روز دهم ادامه

یافت. پس از گذشت یک ماه از هر تکرار تعدادی نشا از

هر تیمار، خارج و طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن تر آنها

اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار

SPSS و آزمون دانکن محاسبه و برای رسم شکل‌ها از نرم

افزار Excel استفاده شد. مقدار کلروفیل و همچنین

کارتنوئید کل از روش Lichtenthaler با استفاده از

اسپکتروفوتومتر در طول موجهای ۶۶۳، ۶۴۶، ۴۷۰ با استفاده

از رابطه (۱) تعیین گردید. (لیچنتالر، ۱۹۷۸)

$$Chl.a = (12.25 A_{663} - 2.79 A_{646})$$

$$Chl.b = (21.50 A_{646} - 5.1 A_{663})$$

$$Chl.T = Chl.a + Chl.b$$

$$Car. = (1000 A_{470} - 1.82 Chl.a - 85.02$$

$$Chl.b) / 198$$

(۱)

که در آن‌ها:

$Chl.a$ کلروفیل a ، $Chl.b$ کلروفیل b ، $Chl.T$

کلروفیل کل و Car کارتنوئید می باشد. با استفاده از رابطه

(۲)، متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی،

شاخص بنیه، درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید.

$$MGT = \sum nidi / \sum n$$

(۲)

که در آن:

MGT متوسط زمان لازم برای جوانه زنی، n_i تعداد

بذره‌های جوانه زده در روز i ، d_i تعداد روز تا شمارش i ام

و n تعداد کل بذره‌های جوانه زده می باشد. درصد جوانه

زنی از طریق رابطه زیر بدست آمد.

جوانه‌زنی و طول برگ در سطح احتمال یک درصد و بر صفات سرعت جوانه‌زنی، وزن تر ساقه‌چه و تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد.

در حالیکه بر صفات عرض برگ و کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد و در سایر صفات در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل رقم و آبیاری مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان لازم برای

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بذر ارقام سانسید و صادین گوجه فرنگی تحت آبیاری مغناطیسی

درجه آزادی	جوانه زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	میانگین زمان لازم جوانه‌زنی (روز)	شاخص بینه	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	نسبت وزن تر ساقه به ریشه
رقم	۷/۲**	۰/۱۶ ^{NS}	۱۱**	۳۴/۹*	۳۳/۳**	۱/۳ ^{NS}	۰/۸**	۰/۱۸**	۰/۰۱۸*
آبیاری مغناطیسی	۲۹**	۱۲۵**	۷/۸**	۷۳/۵**	۸۵/۳**	۲ ^{NS}	۱/۸**	۴/۲**	۰/۱۵**
رقم* آبیاری مغناطیسی	۶/۶**	۹*	۲**	۵/۱ ^{NS}	۰/۰۸ ^{NS}	۲/۰۸ ^{NS}	۰/۰۰۰۸ ^{NS}	۰/۰۰۶*	۰/۰۰۲*
خطای آزمایش	۰/۵۱	۱/۷	۰/۰۲۱	۳/۴	۱/۶	۰/۷	۰/۰۱۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳
C.V (درصد)	۰/۷	۳/۳	۲/۲	۸/۳	۷/۸	۱۰/۹	۹/۲	۷/۳	۱۱/۲

* معنی‌دار در سطح ۵٪، ** معنی‌دار در سطح ۱٪ و NS : عدم وجود اختلاف معنی‌دار

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بذر ارقام سانسید و صادین گوجه فرنگی تحت آبیاری مغناطیسی

درجه آزادی	عرض برگ (سانتیمتر)	طول برگ (سانتیمتر)	تعداد برگ	عرض توده ریشه (سانتیمتر)	تعداد برگچه	کلروفیل a (µg/ml)	کلروفیل b (µg/ml)	کلروفیل کل (µg/ml)	کارتونید (µg/ml)
رقم	۲**	۰/۰۰۷ ^{NS}	۰/۹۶**	۰/۰۰۷ ^{NS}	۰/۰۰۲ ^{NS}	۳/۲*	۲۲/۶**	۴۲/۹*	۱/۳**
آبیاری مغناطیسی	۳۰*	۳۵/۷**	۴/۵**	۲/۳**	۱۱**	۱۴/۵*	۲/۳۴*	۲۸/۵*	۰/۸۵*
رقم* آبیاری مغناطیسی	۰/۷۵ ^{NS}	۲/۷**	۰/۴۸*	۰/۰۴ ^{NS}	۰/۰۳ ^{NS}	۰/۰۳ ^{NS}	۰/۱۴ ^{NS}	۰/۳ ^{NS}	۰/۴۸ ^{NS}
خطای آزمایش	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۴۱	۰/۲۷	۱/۰۷	۰/۱۱
C.V (درصد)	۱۰/۹	۴/۵	۸/۱	۹/۳	۳/۶	۶	۱۱/۵	۶/۸	۱۳

* معنی‌دار در سطح ۵٪، ** معنی‌دار در سطح ۱٪ و NS : عدم وجود اختلاف معنی‌دار

در رقم سانسید ۲۲/۶ درصد و در رقم صادین ۱۲/۳ درصد افزایش نشان داد. شاخص بینه بذر نیز با کاربرد آب مغناطیسی افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. نتایج بدست آمده در این پژوهش با گزارشات سایر محققین بر روی گیاهان مختلف مطابقت دارد. تیان و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که استفاده از آب مغناطیسی درصد جوانه‌زنی بذر و همچنین رشد گیاه و میزان عملکرد برنج را افزایش می‌دهد. تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از آب مغناطیسی رشد بذرهای نخود را نیز افزایش می‌دهد (ناشر، ۲۰۰۸). کربونل و همکاران اثر آب مغناطیسی را بر جوانه‌زنی بذر سیگنال گراس مطالعه کردند. آنها با مغناطیسی کردن آب به مدت ۱۰ تا ۱۸۰

بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از آب مغناطیسی تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات مختلف جوانه‌زنی ارقام گوجه فرنگی داشته است. همانطور که در جدول (۴) نشان داده شده است اثرات متقابل آب مغناطیسی و رقم بر برخی خصوصیات مختلف جوانه‌زنی بذر معنی‌دار می‌باشد. درصد جوانه‌زنی بذر شاهد در ارقام سانسید و صادین به ترتیب ۹۰ و ۹۳ بدست آمد در حالیکه با استفاده از آب مغناطیسی این درصد به ۹۴/۶ افزایش یافت یعنی در رقم سانسید ۴/۸ درصد و در رقم صادین ۱/۷ درصد افزایش یافت. سرعت جوانه‌زنی بذر نیز تحت تاثیر تیمار با آب مغناطیسی از ۲۸ و ۳۰ به ترتیب در ارقام سانسید و صادین به ۳۶/۲ و ۳۴/۲ افزایش یافت. بطوریکه

دقیقه توسط شش آهنربای ۴۰ میلی تسلا، مشاهده کردند که خیساندن بذور با آب مغناطیسی سرعت جوانه‌زنی را در همه تیمارها ۱۰ درصد و درصد جوانه‌زنی را ۱۰ تا ۱۸ درصد افزایش می‌دهد (کابونل و همکاران ۲۰۰۲). طبق مطالعات بیلو و همکاران (بلو و همکاران، ۱۹۸۸) آب

مغناطیسی بسیار آسان‌تر از آب معمولی توسط غشای بذر جذب می‌شود و به قسمت‌های درونی بذر راه پیدا می‌کند و علاوه بر جذب بهتر، فرایندهای متابولیکی که منجر به جوانه زنی می‌شوند، زودتر شروع می‌گردد.

جدول ۴- تاثیر آب مغناطیسی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر ارقام سانسید و صادین گوجه فرنگی

ارقام	تیمار	شاخص بنیه	میانگین زمان لازم جوانه زنی (روز)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	درصد جوانه زنی (%)	طول ساقه چه (سانتیمتر)	طول ریشه چه (سانتیمتر)
سانسید	شاهد	۲۰/۸۵bc	۶/۱c	۲۸b	۹۰c	۱۵b	۸a
	آبیاری مغناطیسی	۱۲/۲۷a	۵/۳d	۳۶/۲a	۹۴/۶a	۲۰/۶a	۸a
صادین	شاهد	۱۸/۷۶c	۸/۸a	۳۰b	۹۳ ab	۱۲c	۸/۱a
	آبیاری مغناطیسی	۲۲/۴۰b	۶/۴b	۳۴/۲a	۹۴/۶a	۱۷b	۶/۵a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می باشد.

مغناطیسی نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. به دلیل افزایش مولکول‌های آب در واحد حجم بر اثر مغناطیسی شدن آب، بر حلالیت آن اضافه شده و در نتیجه توانایی آب برای جذب کاتیون‌ها و آنیون‌ها افزایش می‌یابد و مقدار بیشتری از نمک‌ها به ویژه بی‌کربنات‌ها توسط گیاه جذب می‌شوند. در این شرایط حرکت املاح به سمت لایه سطحی خاک و همچنین تجمع نمک‌ها در اطراف ریشه به دلیل خنثی شدن بار الکتریکی نمک‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه گیاه میزان بیشتری از املاح دسترسی دارد. در نتیجه رشد و نمو کلی آن افزایش می‌یابد. مطالعه اثر تیمارهای آبیاری با آب معمولی و مغناطیسی روی برخی از پارامترهای بازده گیاه، نشان داد که آبیاری با آب مغناطیسی سبب می‌شود گیاه راحت‌تر عناصر غذایی را از خاک دریافت کرده و در سیستم گیاه جریان سلولی بهتری انجام شود و به همین دلیل بازده محصول افزایش یافته و کیفیت محصول بهتر شود (فلاح، ۱۳۸۷).

بر اساس نتایج بدست آمده در این آزمایش رشد گیاهچه گوجه‌فرنگی نیز تحت تاثیر آب مغناطیسی قرار گرفت. همانطور که نتایج نشان می‌دهند طول ساقه‌چه در هر دو رقم نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیسی مشاهده شد. اما طول ریشه‌چه تفاوت چندانی نشان نداد. تحقیقات نشان می‌دهند که خیساندن بذرهای گوجه فرنگی در آب مغناطیسی یا قرار دادن بذرها در جریان میدان مغناطیسی باعث تسریع جوانه‌زنی بذرها شد. همچنین تعداد برگها، وزن‌تر و خشک گیاه و محتوای لیکوپن محصول نیز افزایش یافت. میدان مغناطیسی تقسیم سلولی، تطویل و تمایز سلولی را بهبود بخشد (افتی میادوس و همکاران ۲۰۱۴، دورت دیاز و همکاران، ۱۹۹۷). همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود خصوصیات مختلف رویشی گیاهچه‌های هر دو رقم گوجه‌فرنگی مانند تعداد برگ، عرض و طول برگ، تعداد برگچه، وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت آنها به یکدیگر با استفاده از آب

جدول ۵- تاثیر آب مغناطیسی بر خصوصیات رویشی گیاهچه ارقام سانسید و صادین گوجه فرنگی

ارقام	تیمار	عرض توده ریشه (سانتیمتر)	عرض برگ (سانتیمتر)	طول برگ (سانتیمتر)	تعداد برگچه	تعداد برگ	وزن تر ریشه چه (گرم)	وزن تر ساقه چه (گرم)	وزن تر ساقه به وزن تر ریشه
سانسید	شاهد	۱/۲b	۳/۱c	۵/۶b	۳b	۳/۲b	۱/۲bc	۰/۷۶c	۰/۹۸a
	آبیاری مغناطیسی	۲/۲a	۶/۸a	۱۰a	۵a	۴a	۲a	۲a	۰/۹۷a
صادین	شاهد	۱/۳b	۲/۸c	۶/۶b	۳b	۲/۲c	۰/۷c	۰/۶۶c	۱a
	آبیاری مغناطیسی	۲/۱a	۵/۵b	۹a	۴/۸a	۳/۸a	۱/۶b	۱/۷b	۰/۹۶a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

آسانتر کاتیونها از جمله کلسیم، منیزیم و آهن می شود در نتیجه رنگ برگ سبز تیره شده و این نشان دهنده رفع فقر ریز مغذی ها می باشد. در این حالت برگ هایی سبزتر، گیاهانی قوی تر و شاداب تر با جذب بهتر ریزمغذی ها، کلسیم و منیزیم خواهیم داشت (باسانت و همکاران، ۲۰۰۹). هارشان و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که آب مغناطیسی می تواند رشد اولیه گیاهان نخود و نخود فرنگی را تسریع کند. همچنین ترکیبات مختلف گیاه را مانند مواد غذایی آن بهبود بخشد. تحقیقات نشان می دهد که میزان رشد و ترکیبات گیاه مانند کلروفیل، کارتنوئید، فنول و پروتئین در گیاه گندم، نخود و عدس تحت تاثیر آب مغناطیسی در مقایسه با شاهد افزایش می یابد و بطور کلی کمیت و کیفیت محصول و گیاه افزایش می یابد (هوزان و عبدالقوس، ۲۰۱۰).

همانطور که در جدول (۶) نشان داده شده است میزان رنگریزه های کلروفیل و کارتنوئید در برگهای ارقام سانسید و صادین طی آبیاری با آب مغناطیسی نیز تغییر یافت. کلروفیل a در هر دو رقم تحت تاثیر آبیاری مغناطیسی افزایش معنی داری نشان داد. بطوریکه از ۱۰ به ۱۲ میکروگرم بر میلی لیتر (۱۶/۶ درصد) و از ۸/۹ به ۱۱/۲ میکروگرم بر میلی لیتر (۲۰/۵) به ترتیب در رقم سانسید و صادین افزایش یافت. کلروفیل b تنها در رقم صادین افزایش معنی دار نشان داد در حالیکه در رقم سانسید تغییر معنی داری نسبت به شاهد نشان نداد. کلروفیل کل در رقم صادین معنی دار نشد اما در رقم سانسید افزایش معنی داری نشان داد. در تحقیق انجام شده کارتنوئید در رقم صادین کاهش اما در رقم سانسید تغییر معنی داری نشان نداد. آبیاری با آب مغناطیسی سبب افزایش با جذب

جدول ۶- تاثیر آب مغناطیسی بر میزان کلروفیل و کارتنوئید ارقام سانسید و صادین گوجه فرنگی

ارقام	تیمار	کلروفیل a (µg/ml)	کلروفیل b (µg/ml)	کلروفیل کل (µg/ml)	کارتنوئید (µg/ml)
سانسید	شاهد	۱۰ab	۵/۶a	۱۵/۶b	۲b
	آبیاری مغناطیسی	۱۲a	۶/۲a	۱۸/۲a	۲/۲b
صادین	شاهد	۸/۹b	۲/۶c	۱۱/۵b	۳/۲a
	آبیاری مغناطیسی	۱۱/۲a	۳/۷b	۱۴/۹b	۲/۳b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می باشد.

نتیجه گیری

میزان کلروفیل و سبزیگی بهتری بودند. همچنین طول برگ و وزن تر و خشک اندام هوایی گیاهان تحت آبیاری مغناطیسی نسبت به گیاهان شاهد بطور قابل ملاحظه‌ای با گیاهان شاهد تفاوت نشان دادند. البته این پژوهش می‌تواند زمینه تحقیقات تکمیلی با انواع مختلف گیاه و حتی در شرایط مناسب و نا مناسب آبی و خاکی در مزرعه باشد.

نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از آب مغناطیسی می‌تواند نقش موثری در انواع شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گوجه‌فرنگی داشته باشد. در هر دو رقم مورد استفاده گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیسی در مقایسه با شاهد سرعت جوانه‌زنی بالاتری نشان دادند. گیاهچه‌های اولیه نیز دارای

فهرست منابع

۱. فلاح، س. ۱۳۸۷. آبیاری مغناطیسی و کاربردهای مختلف آن. انتشارات عشق دانش. ۲۵۷ صفحه.
۲. کیان، ع. ۱۳۸۶. آب مغناطیسی پدیده‌ای نو در ارتقا بهره‌وری آب. ماهنامه زیتون شماره ۲۳۹. صفحه ۲-۴.
۳. دهقانی، ف.، ع. طباطبایی و صدرا ابرقویی، ن. ۱۳۸۶. بررسی استفاده از آب مغناطیسی در افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب گندم در یزد. دهمین کنگره علوم خاک ایران.
۴. رنجبر، غ.، م. ج. روستا و محمد چراغی، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر آب مغناطیسی بر شاخص‌های رشد گندم در شرایط شور. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۶، شماره ۳ صفحه ۲۷۴-۲۶۳.
5. Basant, L. Maheshwari, M. and S.G. Harsharn .2009. Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. Agric. W. M. 96: 1229–1236.
6. Belov, G.D., N.G. Sidorevish, and V.T. Golovarev. 1988. Irrigation of farm crops with water treated with magnetic field. Soviet Agric. Sci.vol. 3. pp14-17.
7. Bhattacharjee, A, and K. Saito. 2002. Sowing seed in a magnetic field. J. applied physics, Vol.13:41-53.
8. Brockchaston, K., G.D Abrams and J. King.1999. Recent advances in the understanding of plant metabolism using nuclear magnetic resonance spectroscopy. J. Elec. Science.10:22-27.
9. Carbonell, M.V.E. Martinez, and J.E. Diaz. 2002. Evaporation of a magnetically treated water and NaCl solutions. Int. Agrophysics, 16, 171–175.
10. Duarte Diaz, C.E., J.A Riquenes, B. Sotolongo, M.A Portuondo, E.O. Quintana, and R .Perez. 1997. Effects of magnetic treatment of irrigation water on the tomato crop. Hortic. Abst. 69, 494.
11. Efthimiadou, A., N .Katsenios, P. Papastylianou, V. Vriantafyllidis, I. Travlos, and D.J. Bilalis. 2014. Effects of Presowing Pulsed Electromagnetic Treatment of Tomato Seed on Growth, Yield, and Lycopene Content. Sci. W. J. 2014.1-6
12. Esitken, A. and M. Turan. 2004. Altering magnetic field effects on yield and plant nutrient element composition of strawberry. Acta Agric. Scand., Sect. B. soil Plant Sci. 54: 135-139.
13. Hilal M.H. and M.M. Hilal .2000. Application of Magnetic Technologies in Desert Agriculture: I-Seed germination and seedling emergence of some crops in a saline calcareous soil. Egypt. J. Soil Sci., 40, (3): 413- 423.

14. Hozayn, M. and A.M.S. Abd El-Qdoos .2010. Irrigation with magnetized water enhances growth, chemical constituent and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Agric. Biol. J. North Am., 1: 671-676.
15. Latifpor, A., M, Asadi Samani and R. Ashrafi .2012 .Effect of magnetic field on germination,index of growth,enzyme activity,in nigella seeds. Journal of Plant Biology .29-38
16. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Meth. Enzynol. 148, 350–382.
17. Nasher, S.H. 2008. The Effect of magnetic water on growth of chick-pea seeds. Eng. Tech., 26(9)
18. Nelson, R.A. 1999. Electro-culture. J. Exten. 28:2-28
19. Noriyuki, A. and H. Kitazawa .1999. Effect of magnetic field on the germination of plants. J. Appli .Physic. Vol. 85:2-54.
20. Otsuka, I. and S. Ozeki, 2006. Does magnetic water treatment of water change its properties? J.Phys. chem. 110(4):1509-1512.
21. Soltani, F. and A. kashi. 2004. Effect of magnetic field of seed germination and vegetative growth of lettuce. Journal of Horticultural Science and Technology.101-108.
22. Pietruszweski, S. 1993. Effects of magnetic seed treatment on yields of wheat," Seed Sci. Techol., 21, 621-626.
23. Tian, W.X., Kuang, Y.L. and Z.P. Mei. 1991. Effect of magnetic water on seed germination,seedling growth and grain yield of rice. Field Crop Abstracts, pp: 044-07228.
24. Vashisth, A. and S. Nagarajan. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. J. Plant Physiol., 167: 149–156.