بررسی تاثیر میدان مغناطیس بر عناصر موجود در آب

معصومه متانت[۱]، حسین بانژاد[۲*]، مصطفی قلی‌زاده[۳]، مرتضی گلدانی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی دانشگاه فردوسی مشهد Email: metanat@um.ac.ir

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد Email: banejad@um.ac.ir

۳- استاد گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد Email: m_gholizadeh@um.ac.ir

۴- دانشیار گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد Email: goldani@um.ac.ir

چکیده

افزایش جمعیت و تخریب‌های ناشی از آن و نیاز روزافزون به محصولات کشاورزی و محدودیت آب با کیفیت به عنوان یکی از عوامل اصلی تولیدات کشاورزی، مساله‌ی کم‌آبی را به گونه‌ای بسیار جدی فرا روی کشور قرار داده است. به منظور بررسی تاثیر میدان مغناطیسی بر بهبود کیفیت آب مورد استفاده برای کشاورزی آزمایشی در تابستان سال ۱۳۹۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. تیمارها در این آزمایش شامل آب مقطر به عنوان تیمار شاهد، آب مغناطیسی یک بار گذر و آب مغناطیسی یک ساعت با سه تکرار انجام شد بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها برای تعیین میزان عناصر موجود در آب از روش ICP انجام گرفت نتایج نشان داد که آب تحت یک میدان مغناطیسی خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند و برخی از ویژگی های مهم آب مغناطیسی از جمله pH، ساختار و یون‌های موجود از جمله کلسیم، سدیم، آهن، روی، مس و منیزیم موجود در آب تغییر می‌کند و آبی با کیفیت بهتر برای گیاهان تولید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب مغناطیسی، آب مقطر، دستگاه مغناطیس کننده سیالات، روش ICP، کیفیت آب

۱- مقدمه

رشد جمعیت و نیاز جهانی به توسعه ضرورت استفاده از منابع مختلف را در راستای تامین نیازهای اولیه بشر تشدید نموده است. چگونگی بهره‌برداری از منابع آب و خاک در وضعیت فعلی جهان و ادامه آن دورنمای نگران کننده‌ای را برای قرن بیست و یک مطرح می‌نماید [۱]. کیفیت و مقدار مناسب آب برای ادامه حیات بشر ضروری است [۲]. با وجود آن که آبیاری سطحی به عنوان روش غالب در جهان محسوب می‌شود ولی به لحاظ نیاز به ارتقاء کالائی مصرف آب و افزایش روزافزون هزینه تامین آب و نیز محدودیت منابع در دسترس، تمایل دولت‌ها به ویژه کشورهای توسعه یافته برای کاربرد آبیاری تحت فشار را افزایش داده است ولی به دلیل ناخالصی‌های موجود در آب نظیر املاح کربناته، بی‌کربناته و نیز کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و ذرات معلق و بیولوژیکی، لوله‌ها، نازل‌ها و قطره‌چکان‌ها دچار رسوب و گرفتگی شده و عمر مفیدشان کاهش می‌یابد [۳]. مطابق با تحقیقات صورت گرفته یکی از روش‌هایی که کمیت و کیفیت آب را بهبود می‌بخشد میدان مغناطیسی است.

ثابت شده است که اثر میدان مغناطیسی بر روی آب یک پدیده پیچیده‌ای است که منجر به تغییراتی در ساختار یون هیدراته و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی و رفتار نمک‌های معدنی محلول و تغییر در رسوب مواد شیمیایی می‌شود [۷]. میدان مغناطیسی باعث بهبود خواص و ترتیب بارهای الکتریکی آن می‌شود و در نتیجه باعث افزایش اثرات حیاتی و فعالیت آب گردیده و ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی بسیار مفیدی برای مصرف کننده ایجاد می‌کند [۳]. کشش سطحی می‌تواند یک شاخص معتبر برای مطالعات آب مغناطیسی باشد. تغییرات معنی‌دار در کشش سطحی یک نمونه مایع پس از یک روز می‌تواند شاخص قابل اعتماد برای حضور تغییرات فیزیکی یا شیمیایی در محلول باشد [۸ و ۹]. در فرایند تصفیه آب مغناطیسی، چندین فرآیند رخ می‌دهد: نظیرجابه‌جایی و تعادل بین مولفه‌های ساختاری آب و یون هیدراته توسط میدان مغناطیسی، افزایش خالص سازی نمک‌های محلول در جذب میکرو ذرات پراکنده در یک حجم آب، تغییر در میزان انعقاد و رسوب گذاری پراکنده در جریان میدان مغناطیسی [۱۰]. کریستالیزاسیون کربنات کلسیم در

آب سخت می‌تواند تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار گیرد و برای جلوگیری از رسوب نیاز به استفاده از مواد شیمیایی نیست و می‌تواند تاثیر قابل توجه‌ای در کاهش آلودگی محیط زیست داشته باشد [۱۱]. خاصیت مغناطیسی یک ویژگی فیزیکی منحصر به فرد است که برنامه‌های کاربردی مانند تصفیه آب را با تاثیر بر خواص فیزیکی آلاینده‌های موجود در آن، تسهیل می‌کند و می‌تواند کارایی فن‌آوری تصفیه را بهبود ببخشد. در این روش فیزیکی استفاده از مواد شیمیایی مانند پلی‌فسفات یا مواد خورنده که گران هستند و می‌توانند برای زندگی انسان مضر باشند و یا محیط زیست را مختل کنند جلوگیری می‌شود [۱۲]. در پژوهشی که به منظور بررسی میزان رسوبات کربنات کلسیم انجام شد نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی باعث افزایش pH و کاهش میزان رسوبات کربنات کلسیم در سیستم‌های آبیاری می‌شود [۱۳ و ۱۴]. هیلال و همکاران [۱۵] بیان داشتند که شستشوی خاک و حذف نمک‌ها از خاک توسط آب مغناطیسی نسبت به آب معمولی افزایش می‌یابد. آب مغناطیسی از جذب فلزات مضر مانند سرب و نیکل توسط ریشه جلوگیری می‌کند اما میزان عناصر مغذی از جمله فسفر، پتاسیم و روی را افزایش می‌دهد. همچنین باعث تغییر pH و Ec (هدایت الکتریکی) آب آبیاری می‌شود [۱۶]. زیدی و همکاران [۱۲] نیز با توجه به مطالعات خود پی بردند که استفاده از میدان مغناطیسی باعث بهبود خواص بیولوژیکی از طریق بهبود فعالیت باکتریایی شده است. العکیدی و همکاران [۱۷] نشان دادند که آب مغناطیسی باعث افزایش پیاز رطوبتی در پروفیل خاک می‌شود.با توجه به مطالعات اشرفی و بهزاد [۴] استفاده از آب مغناطیسی در مناطق خشک، خاک‌های شور و قلیایی و مناطقی که به صورت موقت با خشکسالی و بحران کم‌آبی مواجه هستند می‌تواند یک روش کارآمد باشد.

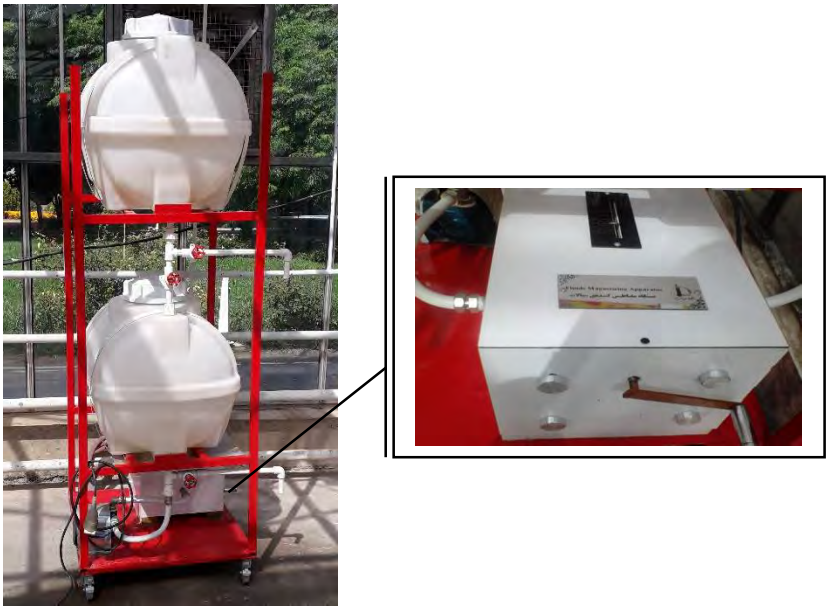
۲- مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر میدان مغناطیسی بر عناصر موجود در آب، آزمایشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تیمار آب بدون مغناطیس (شاهد M1)، آبی که یک بار از میدان مغناطیسی عبور کرده است (آب مغناطیسی یک بار گذر M2) و آبی که به مدت یک ساعت در میدان مغناطیسی حضور داشته است (آب مغناطیسی یک ساعت M3) در سه تکرار انجام شد. شدت میدان مغناطیسی انتخاب شده در این آزمایش شدت میدان ۰/۶ تسلا است.

به منظور تهیه آب مغناطیسی سیستمی به نام سیستم مغناطیس کننده سیالات ساخته شد دستگاه مغناطیس کننده سیالات شامل دو قطعه آهنربای مکعبی با قدرت اسمی ۱/۴ تسلا که توسط دو پایه نگهدارنده در یک باکس چوبی سوار شدند. با جابه‌جا کردن فاصله بین دو آهنربا شدت میدان‌های ایجاد شده توسط دستگاه گوس‌متر اندازه‌گیری شد (شکل ۳-۱) و بر روی یک خط کش ثبت و بر روی باکس چوبی نصب گردید این دستگاه قادر است ۱۳ شدت میدان مختلف از دامنه ۰/۰۲۳۰ تا ۰/۶۳۳۰ تسلا را تولید کند. برای ساخت سیستم مغناطیسی‌کننده سیالات به صورت چرخشی از دو مخزن ۱۰۰ لیتری سه لایه، شیرآلات، لوله‌های پنج لایه آلومینیومی سایز ۲، پمپ آب و دستگاه مغناطیسی کننده آب استفاده شد همچنین چهارپایه‌ای سه طبقه‌ای چرخ‌دار جهت سوار کردن لوازم در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد ساخته شد پمپ مورد استفاده در این سیستم نیز یک الکترو پمپ مدل XQM50 است که دارای قدرت w ۱۱۰ ماکزیمم دبی ۲۵ L/m بود (شکل 1).

در این آزمایش از آب مقطر به دلیل این که دارای استانداردهای بین‌المللی بود استفاده شد.

زمانی که از تمیزی مخازن اطمینان حاصل شد مقدار مشخصی آب مقطر در سیستم آب مغناطیسی ریخته شد و نمونه آب مغناطیسی یک‌بار گذر و نمونه آب مغناطیسی یک‌ساعت از دستگاه تهیه و به همراه نمونه آب مقطر بدون مغناطیسی به عنوان شاهد برای آنالیز آماده گردید. برای بالا بردن دقت در آزمایش و عدم دخالت دما و سایر شرایط محیطی دیگر این آزمایش از روش ICP در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. ICP یکی از روش‌های دستگاهی با دقت بالا برای تشخیص عناصر فلزی می‌باشد. ICP یا پلاسمای جفت شده القایی (Inductively Coupled Plasma) از جمله روش‌های طیف سنجی نشری است که اتم سازی در آن به کمک پلاسمای تولید شده توسط یک گاز بی اثر که عمدتا آرگون است صورت می‌گیرد.



شکل 1. دستگاه مغناطیس کننده سیالات

۳- نتایج و بحث

از پارامترهای مهم که باید قبل از کاشت گیاهان به آن اشاره کرد میزان مواد موجود در آب آبیاری است. کیفیت آب یک مسئله بسیار مهم است که رشد گیاه و کیفیت خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

در این آزمایش از آب مقطر به علت استاندارد بودن آن استفاده شد. آب مقطر دارای مواد محلول بسیار کمی می‌باشد اما میدان مغناطیسی با توجه به جدول 1 توانسته است این مقدار مواد محلول کم و ناچیز را نیز تحت تاثیر قرار دهد. به طوری که عناصری از جمله pH، کلسیم، مس، آهن، پتاسیم، منیزیم، سدیم و روی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند اما بر روی عناصری از جمله آلومینیوم، لیتیم و منگنز دارای تاثیر معنی‌داری نبوده است.

جدول 1. تجزیه واریانس آنالیز آب مقطر تحت قرار گیری میدان مغناطیسی

تیمارها	درجه آزادی	pH (%)	Al (mg/l)	Ca (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Na (mg/l)	Zn (mg/l)
نوع آب	2	0.2844^{**}	0.0029^{ns}	0.0037^{**}	0.002^{**}	0.928^{**}	0.003^{**}	0.00000^{ns}	0.0008^{**}	0.00007^{ns}	0.120^{**}	0.607^{**}
error	6	0.0004	0.0028	0.00002	0.000007	0.002	0.00001	0.000001	0.000003	0.00008	0.0005	0.00003

ns, *, ** به‌ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح پنج درصد و معنی داری در سطح یک درصد

با توجه به نتایج جدول 2، pH آب افزایش پیدا کرده و به سمت حالت قلیایت رفته است که طبق مطالعات اسماعیل‌نژاد و همکاران [۱۸] افزایش pH آب مقطر به قطبی بودن مولکول‌های آب نسبت داده شد و چون مولکول‌های آب بعد از عبور از میدان مغناطیسی در

یک جهت قرار می‌گیرند منجر به کاهش غلظت یون هیدروژن می‌شود. همچنین عناصری که انتخاب شده است دارای عناصر مفید و مضر برای گیاهان هستند که با توجه به جدول 2 آب مغناطیسی یک بار گذر به ترتیب باعث افزایش ۲۵٪، ۲۱٪، ۵۷٪ عناصر کلسیم، منیزیم، و مس نسبت به تیمار شاهد شده است. و تیمار آب مغناطیسی یک ساعت نیز باعث افزایش ۵۱٪ و ۸٪ عناصر کلسیم و منیزیم شده و باعث کاهش ۱۴٪ عنصر مس نسبت به تیمار شاهد شده است، همچنین افزایش چشمگیری از عناصر آهن و روی در تیمارهای آب مغناطیسی نسبت به تیمار شاهد مشاهده می‌شود. عناصر مضر برای گیاهان از جمله سدیم نیز در آبی که در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفته است کاهش پیدا کرده به طوری که آب مغناطیسی یک بارگذر باعث کاهش ۲۷٪ و آب مغناطیسی یک ساعت باعث کاهش ۴۰٪ عنصر سدیم نسبت به تیمار شاهد شده است. بررسی این شاخص‌ها نشان دهنده بهتر شدن کیفیت آب برای گیاهان بعد از قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی است. این نتایج با نتایج قنبری و همکاران [۵] که آبی با عبور از شدت میدان ۰/۶ تسلا، و الحق و همکاران [۱۹] با آبی با شدت میدان‌های ۲۱۱ میلی تسلا در مدت زمان ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه به نتایج مشابهی رسیدند مطابقت دارد. همچنین هنرجویی بارکوسرایی و همکاران [۶] با بررسی سختی آب در شدت میدان‌های ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گوس به کاهش سختی موقت و دایم آب پی‌بردند. این مسائل ممکن است به علت افزایش تحرک یون ها ناشی از تغییرات و شکست پیوندهای هیدروژنی باشد.

جدول 2. مقایسه میانگین اثر میدان مغناطیسی با مدت زمان‌های مختلف بر عناصر موجود در آب

تیمارها	pH (%)	Ca (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	Zn (mg/l)
W1	7.17^{c}	0.139^{c}	0.069^{b}	0.003^{c}	0.455^{a}	0.157^{c}	0.971^{a}	0.267^{c}
W2	7.35^{b}	0.175^{b}	0.109^{a}	1.108^{a}	0.409^{b}	0.190^{a}	0.700^{b}	1.105^{a}
W3	7.77^{a}	0.210^{a}	0.059^{c}	0.445^{b}	0.392^{c}	0.170^{b}	0.581^{c}	0.969^{b}

۴- نتیجه‌گیری

در حال حاضر آب با کیفیت مناسب به‌عنوان یک کالای اقتصادی، نقش اساسی را در تولیدات کشاورزی، صنعتی و تأمین نیازهای بهداشتی و شرب در سطح جهان ایفاء می‌کند. ویژگی های آب دارای رابطه نزدیک با ساختار مولکولی آب است و می‌تواند توسط یک عامل خارجی مانند میدان مغناطیسی تحت تأثیر قرار گیرد. خواص آب مانند pH، پیوندهای هیدروژنی، دما، ساختار و یون‌های موجود در آب می تواند توسط یک میدان مغناطیسی تحت تاثیر قرار گیرد. تغییرات بعدی تاثیرات قابل توجهی بر کیفیت آب دارد که برای تولید گیاهان مناسب است. با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش pH و عناصر ماکرو از جمله کلسیم و منیزیم و عناصر میکرو از جمله آهن، روی و مس با عبور از میدان مغناطیسی افزایش پیدا کرده‌اند و عناصر مضر برای گیاهان از جمله سدیم نیز در آبی که در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفته است کاهش پیدا کرده. استفاده از میدان مغناطیسی می‌تواند به عنوان یک روش امیدوار کننده و سازگار با محیط زیست برای دست یابی به کیفیت بهتر برای آب باشد.

مراجع

[۱] خوش روش، مجتبی، امامی قرا، فائزه، و میرناصری، محمد، **اثر آب شور مغناطیسی شده بر یون کلر خاک در آبیاری قطره‌ای. اولین کنفرانس بین المللی توسعه با محوریت کشاورزی**، محیط زیست و گردشگری، ۹ ص، ۲۵ تا ۲۶ شهریور، تبریز، ۱۳۹۴.

[۲] عبدالصالحی، سیده الهام، بانژاد، حسین، زارع ابیانه، حمید، هاشمی، مهدی، و مرادی، محمد حسن، **استفاده از میدان مغناطیسی با هدف جلوگیری از گرفتگی قطره چکان‌ها در سیستم آبیاری تحت فشار به منظور ارتقا بهره‌وری و مدیریت تخصص بهینه منابع آب**، دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۹ ص، ۸ تا ۱۰ بهمن، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸۷.

[۳] رجایی، سکینه، و عظیمی نیا، شهره، **آبیاری مغناطیسی تحولی نوین دربهینه سازی آب‌های مصرفی بخش کشاورزی**، اولین همایش ملی زیست بوم پایدار و توسعه، ۱۵ ص، ۱۸ اردیبهشت، شبکه محیط زیست استان مرکزی، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی اراک، ۱۳۹۳.

[۴] اشرفی، سیده فاطمه، و بهزاد، مجید، **کاربرد آب مغناطیسی در کشاورزی**، اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار، ۹ ص، ۵ خرداد، دانشگاه پیام نور استان خوزستان، ۱۳۹۰.

[۵] قنبری، صالح، کاویانی، عباس، و نوری قیداری، محمد حسین، **بررسی اثر متقابل آب مغناطیسی و شوری بر عملکرد گیاه خیار بوته‌ای (رقم بومی قزوین)**. چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، ۱۱ ص، ۱۹ آذر، تهران، ۱۳۹۵.

[۶] هنرجویی بارکوسرایی، فاطمه، ابراهیمی، افشین، **بررسی بهبود کیفیت آب با استفاده از میدان مغناطیسی**، اولین همایش ملی محیط زیست دانشگاه پیام نور، ۸ ص، ۱ خرداد، اصفهان، ۱۳۹۳

[7] Z. Eshaghi, and M. Gholizadeh, "The Effect Of Magnetic Field On The Stability Of (18-Crown-6) Complexes With Potassium Ion", Talanta vol.64, pp. 558–561, 2004.

[8] H. Zhong Feng, Z. Qian, and Z. Ying-Hua, "Experimental Study On Effects Of Magnetization On Surface Tension Of Water", Procedia Engineering, vol 26, pp. 501–505, 2011.

[9] A. Gilani, H. Kermanshahi, M. Gholizadeh, and A. Golian, "Agricultural Water Management Through Magnetization Of Irrigation And Drinking Water": A Review. Journal Of Aridland Agriculture, vol 3 pp.23-27. 2017.

[10] O. Mosin, and I. Ignatov, "Basic Concepts Of Magnetic Water Treatment". European Journal Of Molecular Biotechnology, vol 2 (4), pp. 72-85, 2014.

[11] S. Kobe, G. Drazic, P.J. Mcguiness, and J. Srazisar, "The Influence Of The Magnetic Field On The Crystallisation Form Of Calcium Carbonate And The Testing Of A Magnetic Water-Treatment Device". Journal Of Magnetism And Magnetic Materials vol 236, pp. 71–76, 2001.

[12] N.S. Zaidi, J. Sohaili, K. Muda, and M. Sillanpää, 2014. Magnetic Field Application And Its Potential In Water And Wastewater Treatment Systems. Separation & Purification Reviews, 43 (3): 206-240.

[13] N. Saksono, A. Fauzie, S. Bismo, and W. S. Roekmijati, "Effects Of Magnetic Field On Calcium Carbonate Precipitation In Static And Dynamic Fluid Systems". 14th Regional Symposium On Chemical Engineering, Gadjah Mada University, December 4-5, 2007.

[14] D.Bornare, R. Nagarajan, and R. Barge, "Improvement Of Supplementary Irrigation Water Quality For Rain-Fed Agriculture In The Semi-Arid Region Using Magnetization Techniques". Journal Of Water Resource And Protection, vol.10, pp 1198-1209, 2018.

[15] M.H. Hilal, Y.M. El-Fakhrani, S.S. Mabrouk, A.I. Mohamed, and B.M. Ebead, "Effect Of Magnetic Treated Irrigation Water On Salt Removal From A Sandy Soil And On The Availability Of Certain Nutrients". International Journal Of Engineering And Applied Sciences, vol 2(2), pp 36-44, 2013.

[16] A.I. Mohamed, "Effects Of Magnetized Low Quality Water On Some Soil Properties And Plant Growth", International Journal Of Research In Chemistry And Environment, vol 3 (2), pp.140-147, 2013.

[17] A.A.M. Al-Ogaidi, A. Wayayok, M.K. Rowshon, and A. F. Abdullah, "The Influence Of Magnetized Water On Soil Water Dynamics Under Dripirrigation Systems". Agricultural Water Management, vol.180, pp. 70–77, 2017.

[18] E. Esmaeilnezhad, H. Choi, M. Schaffie, M. Gholizadeh and M. Ranjbar, 2017. Characteristics And Applications Of Magnetized Water As A Green Technology. *Journal Of Cleaner Production, 161: 908-921.*

[19] Z. Ul Haq, M. Iqbal, Y. Jamil, H. Anwar, A. Younis, M. Arif, M.Z. Fareed, and F. Hussain, "Magnetically Treated Water Irrigation Effect On Turnip Seed Germination, Seedling Growth And Enzymatic Activities". Information Processing In Agriculture, vol 3, pp.99–106, 2016.