

آبیاری مغناطیسی

فاطمه قبادی^۱

دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی

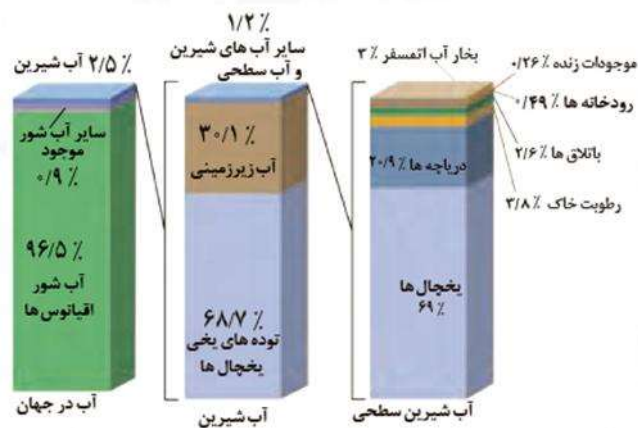
دانشگاه تهران



افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذایی، بشر را به سمت بهره‌برداری نادرست از منابع آب‌و خاک سوق داده‌است. روند بهره‌برداری نادرست از منابع، پایداری بخش کشاورزی را با مشکل مواجه خواهد کرد. عدم مصرف مواد آلی و همچنین مصرف بی‌رویه آب، سم و کودشیمیایی باعث افزایش تراکم خاک، افزایش وزن مخصوص و کاهش نفوذ پذیری خاک گردیده است. به‌همین دلیل ساختمان خاک فشرده شده و شرایط مساعدی برای رشد و توسعه ریشه گیاه وجود ندارد.

یکی از ویژگی‌های مناطق خشک و نیمه خشک، که تقریباً اکثر نقاط ایران را شامل می‌گردد، شوری و سدیمی بودن اراضی و منابع آبی است. به عبارت دیگر وضعیت آب و هوایی در این مناطق باعث شده است که دو عامل مهم در زراعت، یعنی آب و خاک، از کیفیت چندان خوبی برخوردار نباشند. در مناطقی که با کاهش آب مناسب روبرو هستند، کشت زمین‌های شور و استفاده از آب‌های حاوی نمک‌های محلول مورد توجه قرار می‌گیرد.

شوری آب آبیاری شامل کل املاح محلول در آن می‌باشد. کاتیون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و آنیون‌های کلر، سولفات و بی‌کربنات از مهم‌ترین یون‌های تشکیل‌دهنده شوری می‌باشند. کیفیت آب یا شوری (EC) و سدیمی بودن (SAR) آب بر نفوذپذیری آن مؤثر است.



شکل ۱ تقسیم‌بندی کیفیت و میزان آب در سطح جهان

پالایش فیزیکی آب

در روش پالایش فیزیکی آب، بدون استفاده از مواد شیمیایی و سمی، سعی در پایداری، پالایش و ضدعفونی آب گردیده و



1. Fghobadi@ut.ac.ir

و روشی کاملاً امن برای محیط زیست به شمار می‌رود.

انواع روش‌های فیزیکی اصلاح آب:

الکترومغناطیسی، مغناطیسی، اولتراسونیک، ماوراء بنفش، انجماد، تزریق ازن، اسمز معکوس، تبادل یونی، اشعه گاما.

تاریخچه کشف و کاربرد

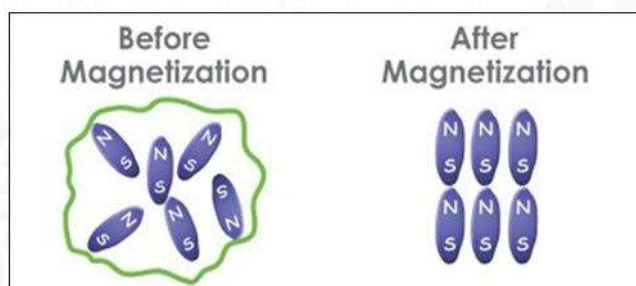
پالایش مغناطیسی آب مربوط به سال ۱۹۳۰ در کشور روسیه می‌باشد. اثر مغناطیسی روی آب به‌طور اتفاقی توسط دانشمندان روسی مشاهده گردید. هنگامی که برای انتقال نفت سیبری با مشکل رسوب جرم و ناخالصی در جدار لوله یا رسوب املاح در داخل لوله‌های آب نیروگاه‌های اتمی مواجه بودند، که ضمن کاهش سطح مقطع لوله‌ها و افزایش افت انرژی، عبور آب یا سیالات داخل لوله‌ها را مختل می‌کند. آن‌ها دریافتند که آب مغناطیس شده جرم داخل لوله‌ها را پاک و از رسوب مجدد روی جدار لوله‌ها جلوگیری می‌کند.

اما اولین کاربرد عملی آب مغناطیسی در سال ۱۹۴۵ بود، زمانی که مهندس بلژیکی به نام تئو ورمین (theo vermeim)، دستگاه تصفیه مغناطیسی آب (Magnetic Water Treatment) را در مقیاس آزمایشگاهی، به‌منظور جلوگیری از تشکیل رسوب در سیستم‌های گرمایشی صنعتی که از آب سخت استفاده می‌کنند، اختراع کرد. پس از ۵ سال و در همان سال‌ها بیش از ۵۰ کشور از جمله آمریکا، شوروی، فرانسه، انگلیس و دیگر کشورهای صنعتی از MWT در صنعت بهینه‌سازی آب استفاده کردند. این روش امروزه در اکثر کشورهای جهان با رضایت کامل از عملکرد آن مورد استفاده قرار می‌گیرد و مردم جهان به تحقیق و تجربه دریافته‌اند MWT جایگزین مطمئن برای نرم‌کننده‌های دیگر آب مثل ستون رزینی می‌باشد.

چگونگی اثر مغناطیس بر آب

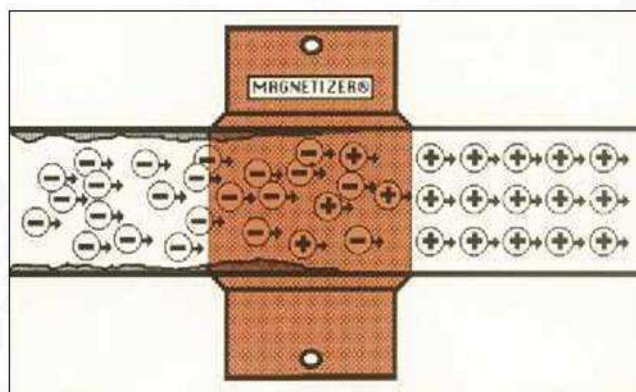
با اعمال انرژی مغناطیسی (استفاده از مگنت و ایجاد میدان مغناطیسی) می‌توان آب ساده را به مایعی با اثرات شیمیایی خاص تبدیل کرد، به‌طوری‌که خواص فیزیکی آب مغناطیسی شده از جمله دما، وزن مخصوص، کشش سطحی، قابلیت حل نمک و قابلیت هدایت الکتریکی آن تغییر می‌یابد. یکی از تغییراتی که در آب مغناطیسی ایجاد می‌شود نحوه آرایش بارهای الکتریکی مولکول‌های آب هست.

در آب‌های موجود و در دمای محیط، بیش از ۷۰ درصد مولکول‌های آب به‌صورت نامنظم قرار گرفته و بارهای مثبت و منفی آن‌ها در جایگاه طبیعی خود قرار ندارند. در صورتی که یک جسم دارای قدرت مغناطیسی با یکی از قطب‌هایش، مثلاً قطب جنوب (دارای بار مثبت) به آب نزدیک شود، مولکول‌های آب با قطب منفی به منبع مغناطیس نزدیک‌تر و مولکول‌های آب با بار مثبت از آن دور می‌شوند. این روند باعث می‌شود تا مولکول‌های آب (شامل کاتیون‌ها و آنیون‌ها) از حالت بی‌نظمی به‌صورت مرتب درآمده و نوع پیوند اکسیژن - هیدروژن از حالت مثلثی به شکل یک خط تغییر کند.



شکل ۲- تغییر شکل مولکول‌های آب از حالت مثلث به خط بعد از عبور از میدان مغناطیسی

در این شرایط هیدروژن‌های مثبت دارای نیروی بیشتری شده و در نهایت نیروی منفی خالص مولکول آب به نیروی مثبت خالص آب مغناطیسی تبدیل می‌شود، در نتیجه بار الکتریکی مولکول‌های آب در این شرایط نسبت به آب معمولی متفاوت خواهد بود و ضمن تشکیل مولکول‌های کوچک‌تر آب، باعث افزایش تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم و همچنین افزایش قدرت حلالیت آب می‌گردد.

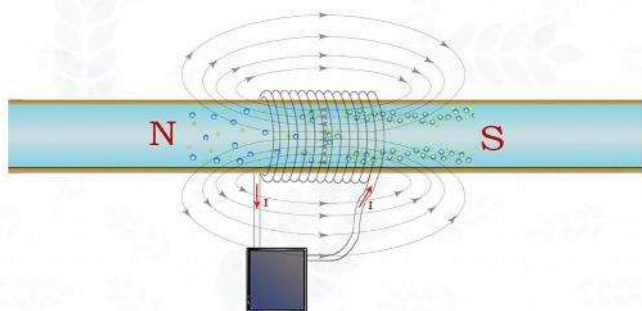


شکل ۳ تبدیل نیروی منفی خالص مولکول آب به نیروی مثبت خالص آب مغناطیسی

روش و چگونگی اجرا

در این روش مگنت‌هایی به دور لوله‌ها و در خروجی منبع آب نصب می‌شود. میزان سختی آب در این روش محدودیت محسوب نمی‌شود. میزان رسوب‌زدایی این روش نسبت به سایر روش‌ها بسیار بیشتر می‌باشد. کاربرد این روش نیازی به وجود برق نداشته و مگنت‌های سرامیکی دائم با اعمال میدان مغناطیسی با قدرت مناسب، ساختار سیال را تغییر داده و خواص فیزیکی آن را دگرگون می‌سازد. با اصلاح آب آبیاری، سختی آب تعدیل شده و آب نرم‌تری تولید می‌شود.

روش پالایش مغناطیسی آب در حال حاضر یکی از ارزان‌ترین و مؤثرترین روش‌ها برای اصلاح، پایداری و ضدعفونی آب آبیاری در کاربردهای کشاورزی به‌شمار می‌رود. سهولت نصب در این روش از سایر روش‌ها بیشتر بوده و کاربر خود به‌راحتی قادر به نصب و استقرار سیستم می‌باشد.

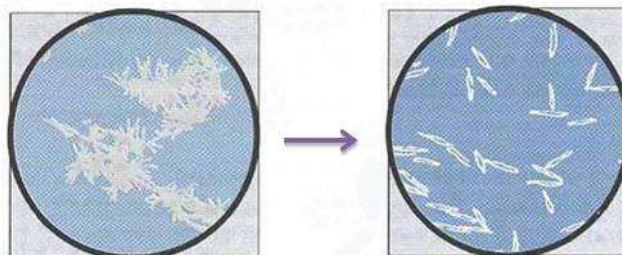


نمونه‌هایی از مگنت‌های مورد استفاده



درواقع این روش ماده‌ای به آب اضافه یا کم نمی‌کند. در حالت معمولی با ورود ۱۰۰ گرم کلسیم در آب ورودی به یک لوله‌ی آب، ۸۰ گرم کلسیم از آن خارج می‌شود، در صورتی که اگر از آبیاری مغناطیسی استفاده شود، همه ۱۰۰ گرم کلسیم از آن خارج می‌شود. با مغناطیسی کردن آب، کشش سطحی از ۱۰۰ دین بر سانتی‌متر (dyn/cm^2) به ۶۲ دین بر سانتی‌متر مربع (dyn/cm^2) کاهش می‌یابد. کاهش کشش سطحی آب، قدرت حلالیت آن را افزایش داده و درجه سختی را کاهش می‌دهد و با کاهش سختی، اکسیژن محلول افزایش می‌یابد.

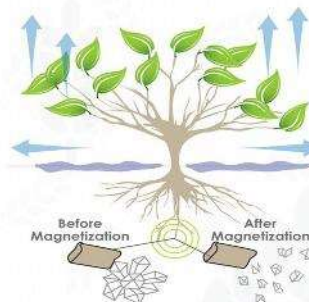
در حالت معمولی ۸۰٪ املاح موجود در آب به شکل کلسیت و باقی به‌صورت آراگونیت می‌باشند. کلسیت‌ها بسیار چسبنده بوده و در زیر میکروسکوپ به‌شکل مکعب‌های مشابه بلورهای دانه‌ی نمک مشاهده می‌شود. پس از عبور از مقابل میدان مغناطیسی به‌شکل میله‌ای درآمده و شکل آن منظم‌شده و وجهی خواهد شد که سنگین‌تر، فاقد بار الکتریکی و غیر چسبنده می‌باشند.



Calcite Crystal

Aragonite Crystal

املاح کلسیتی مسئول رسوب املاح در خاک و بر روی ریشه و ایجاد لکه‌های کلسیمی بر روی برگ در روش آبیاری بارانی می‌باشد که موجب سفتی خاک، شوری و کلوخه‌ای شدن آن و ممانعت از تهویه خاک می‌شود. رسوب روی ریشه‌ها با ممانعت از جذب آب و مواد غذایی باعث زرد برگگی و سوءتغذیه شده و در حالت رسوب روی برگ، مانع از فتوسنتز می‌گردد. پس از پالایش فیزیکی آب ۸۰٪ املاح به‌شکل آراگونیت درآمده و در صورت نصب دو دستگاه ۹۶٪ املاح به شکل آراگونیت در خواهد آمد.



لازم به تذکر است برای خنثی‌سازی سدیم و شوری آب و خاک، کودهای آلی و کلسیمی و سیلیسیمی نیز استفاده می‌شوند. هوموس و اسیدهیومیک موجود در این کودها، سدیم موجود در آب آبیاری یا خاک را با ایجاد کمپلکس آلی، کلیت نموده و تأثیرات مضر آن را خنثی می‌سازد.

۴- کاهش مصرف سم

عوامل پاتوژن (نظیر باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها و نیز خزه و جلبک‌ها) که در حد میکرون می‌باشند و دارای بار منفی هستند، به دلیل بار مخالف جذب کاتیون‌ها می‌شوند و از آن‌ها تغذیه می‌کنند.

در غیاب کاتیون‌ها اعمال حیاتی آن‌ها مختل گردیده و جمعیتشان کنترل می‌شود و خسارت آن‌ها به گیاه کاهش می‌یابد. در این شرایط نیاز به سمپاشی نبوده و یا دفعات سمپاشی کمتری لازم می‌باشد. همچنین با افزایش حلالیت آب و کاهش کشش سطحی آن می‌توان در سمپاشی و محلول پاشی از نازل‌های کوچک‌تر استفاده کرد تا مصرف کاهش یابد.

کاهش مصرف سم از نظر زیست‌محیطی و بهداشتی برای گیاهان و همچنین مصرف‌کنندگان آن از جمله انسان اهمیت داشته و در مرحله بعد از نظر اقتصادی قابل توجه است. در گلخانه‌ها (مخصوصاً به‌روش هیدروپونیک)، نهال‌خانه‌ها و سالن‌های پرورش قارچ، ضدعفونی بستر، آب و محیط کشت با حذف یا کاهش مصرف سموم خطرناک راحت‌تر انجام خواهد شد.

۵- زودرسی محصول و افزایش کمیت و کیفیت محصول

با پالایش آب آبیاری، محصول در حدود ۱۵ الی ۲۰ روز زودرس می‌شود. البته در صورت مساعد بودن شرایط اقلیمی و اعمال روش‌های کم آبیاری میزان زودرسی بیشتر خواهد شد. زودرسی محصول نیز مزایایی به همراه خواهد داشت: کاهش ریسک ناشی از برخورد زمان برداشت با شرایط سرمازدگی، تگرگ، تندبادها و ...

کاهش خسارت آفات

تغذیه بهتر گیاهی

همچنین ارائه زودتر محصول در بازارها

افزایش کمی کیفی محصول و سودآوری اقتصادی برای کشاورزان



مزایای آبیاری مغناطیسی

۱- افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۳۰٪

طبق تعریف کارایی مصرف آب که بیانگر میزان آب مصرف‌شده برای تولید هر واحد محصول می‌باشد، مخرج کسر با کاهش نیاز آبی گیاه از طریق کنترل هدر رفت (تبخیر از سطح خاک، نفوذ عمقی، رواناب و زودرسی محصول) کمتر شده و صورت کسر با افزایش کمیت محصول ارتقا می‌یابد.

همچنین با کوچک‌تر شدن مولکول‌های آب و کاهش کشش سطحی و افزایش حلالیت آب، امکان نفوذ آب از روزنه‌های برگ فراهم شده و در سیستم‌های آبیاری بارانی مدت زمان آبیاری کاهش می‌یابد. با کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب، می‌توان زمین‌های بیشتری را به کشت فاریاب اختصاص داد.

۲- افزایش کارایی مصرف کود

افزایش حلالیت آب باعث حل شدن املاح خاک حتی املاح تثبیت‌شده، مانند فسفات‌های نامحلول و ریزمغذی‌ها خواهد شد که در نتیجه آن، میزان مصرف کود با ارتقاء راندمان جذب، کاهش می‌یابد. در گلخانه‌های هیدروپونیک که تغذیه گیاه منحصر به کود آبیاری بوده، میزان کمتری کود برای اختلاط با آب نرم موردنیاز است. همچنین کود مصرفی بر روی بستر کشت رسوب نکرده و هدر نمی‌رود و عمر بستر کشت در سیستم‌های هیدروپونیک نیز افزایش می‌یابد.

۳- اصلاح خاک

با تغییرات صورت گرفته در آب حتی سنگ گچ که در حالت عادی در آب معمولی (آب سخت) حل نمی‌شود یا به‌سختی و کم حل می‌شود، به‌خوبی در آب مغناطیسی حل شده و با تبادل با سدیم خاک، نفوذپذیری آب در خاک را تسهیل نموده و نیز تورم و متلاشی شدن خاکدانه‌ها را می‌برد.

MAGNETISED WATER TRIAL ON PEAS TASMANIA, 2016



TRIAL DONE BY R. CANNON, ULVERSTONE, TASMANIA

شکل ۴ اثر آبیاری مغناطیسی در نخود

نمونه‌هایی از نتایج کاربرد آب مغناطیسی



۶ - سایر مزایا

امکان کاشت متراکم‌تر
اصلاح نفوذپذیری آب در خاک
حداقل مصرف بذر
مقاومت بیشتر به سرمازدگی و یخ‌زدگی (با توسعه ریشه و جذب کامل‌تر املاح، گیاه سالم‌تر و قوی‌تری خواهیم داشت)
تقویت جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک (حذف پاتوژن‌های آب، باعث از بین رفتن مسئله رقابت با میکروارگانیسم‌های خاک شده و جمعیت و کارایی آن‌ها افزایش می‌یابد)
تقویت هورمون‌های رشد گیاهی
توسعه بیشتر سیستم ریشه (به دلیل اصلاح خاک، حرکت ریشه آسان‌تر خواهد شد)
جلوگیری از گرفتگی و رسوب در نازل‌ها در آبیاری تحت‌فشار

کاربردهای دیگر این روش

این روش علاوه بر بخش کشاورزی (زراعت)، در سایر بخش‌ها نیز مورد استفاده است. از جمله:
در بخش صنعت (جلوگیری از تشکیل رسوب در مبدل‌های حرارتی که از آب سخت استفاده می‌کنند)
در بخش صنعت ساختمان (استحکام بتن بسته به کیفیت آب مصرفی ۲۰ الی ۴۰٪ افزایش می‌یابد)
مگنوتراپی (با استفاده از آهن‌ریا و آب مغناطیسی به کنترل درد و ترمیم سریع‌تر زخم‌ها، برطرف کردن تصلب رگ‌ها، درمان سنگ کلیه و... می‌پردازند)
پالایش و ضدعفونی آب در استخرهای پرورش ماهی
پالایش و ضدعفونی آب در آبخوری دام و طیور
و...

محدودیت‌های آبیاری مغناطیسی:

در صورت اعمال آبیاری بسیار زیاد، جهت آبشویی و با توجه به حلالیت بالاتر آب پالایش‌شده به‌وسیله مغناطیس، امکان دارد برخی عناصر محلول شسته شده و از دسترس گیاه خارج گردد که در این صورت نیاز به کود دهی بیشتری خواهد بود.
تغییر ساختار آب موقتی بوده و در صورت ماندگاری آب در استخر یا مخزن، دوباره کیفیت آب به حالت قبل برمی‌گردد ولی ماندگاری اثر در این روش از سایر روش‌ها بیشتر می‌باشد.

4-Alimi, F., Tlili, M.M., Gabrielli, C., Maurin, G., Ben Amor, M. (2006). Effect of a magnetic water treatment on homogeneous and heterogeneous precipitation of calcium carbonate, *Water Research*, Volume 40, Issue 10, June, Pages 1941-1950.

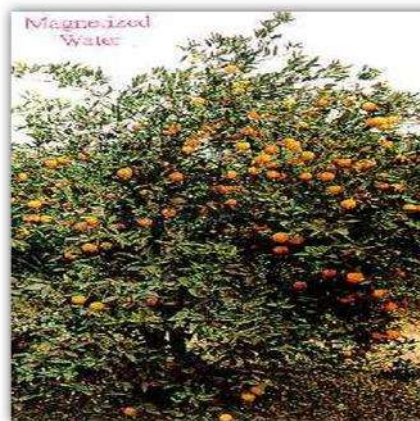
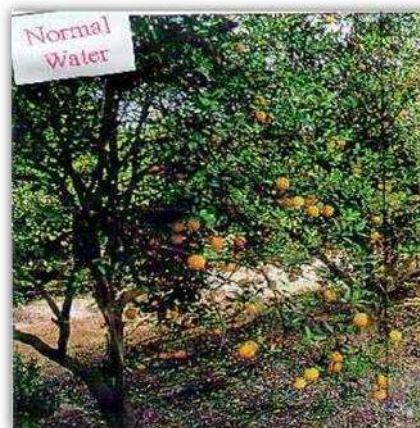
5-Gabrielli, C., Jaouhari, R., Maurin, G., Keddami, M. (2001). Magnetic water treatment for scale prevention *Water Research*, Volume 35, Issue 13, September, Pages 3249-3259.

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

7-Hozayn, M., Qados, A. M. S. A. (2010). Magnetic water application for improving wheat (*Triticum aestivum* L.) Crop production" *Agriculture and Biology Journal of North America* Vol. 1 No. 4 pp. 677-682

8-Knez, S., Pohar, (2005), The magnetic field influence on the polymorph composition of CaCO_3 precipitated from carbonized aqueous solutions, *C. J. Colloid Interface Sci.*, 281, 377-388.

9-Kobe, S., Drazic, G., McGuinness, P. J., Strazisar, (2001). The influence of the magnetic field on the crystallization form of calcium carbonate and testing of a magnetic watertreatment device, *J. J. Magn. Magn. Mat.*, 236, 71-76.



منابع:

۱- اوستر، جیمز دونالد و شینبرگ. کیفیت آب در آبیاری. ترجمه دکتر امین علیزاده، (۱۳۸۳). تهران، انتشارات آستان قدس رضوی.

۲- شاه نظری، علی، شیرازی، پویا (۱۳۹۶). اثر آبیاری با آب مغناطیسی بر نفوذپذیری و شوری خاک. علوم و مهندسی آبیاری جلد ۴، شماره ۳، پاییز، صص ۱۹-۱۱.

۳- فلاح، سیامک (۱۳۸۷). آبیاری مغناطیسی و کاربرد های آن. انتشارات عشق دانش.