مقاله پژوهشی

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۹، زمستان ۱۴۰۰، صص ۶۱-۷۱

تاثیر میدان مغناطیسی بر خواص فیزیکی آب و کاربرد آن در صنعت، کشاورزی و مدیریت منابع آب

امین رئیسی [۱] *

mnraeisi@gmail.com

حسام الدین مهرفر [۲]

مسعود ترابی آزاد [۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۶/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۹/۲۱**

چکیده

زمینه و هدف: فناوری آب مغناطیسی موضوعی است که در سال‌های اخیر در بخش منابع آب و کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. یکی از کاربردهای آب مغناطیسی، اصلاح خاک با کمترین میزان استفاده از مواد شیمیایی و اسیدی می‌باشد. با اعمال میدان مغناطیسی می‌توان آب معمولی را به مایعی با اثرات فیزیکی و شیمیایی خاص تبدیل کرد،

روش بررسی: در این تحقیق با استفاده از روش آزمایشگاهی و شبیه سازی، تاثیر آب مغناطیسی بر اصلاح خاک مورد بررسی قرار گرفت و یک مطالعه عملیاتی در این زمینه انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد گرمای ویژه و نقطه جوش آب مغناطیسی کاهش و مقدار تبخیر افزایش می‌یابد. همچنین خواص دیگری از جمله وزن مخصوص، کشش سطحی، ویسکوزیته ، قابلیت هدایت الکتریکی و قدرت حلالیت نیز تغییر می‌کند. اعمال میدان مغناطیسی باعث افزایش حلالیت آب و در نتیجه فعال شدن عناصر غذایی موجود در خاک شده و در ادامه با تسهیل انحلال املاح نا محلول در خاک می‌تواند ۵۰ درصد مصرف کود را کاهش دهد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج آزمایش های آبیاری با آب مغناطیسی بر روی مزارع مختلف نشان داد که عملکرد بذر افزایش، مصرف آب و هزینه پمپ تا ۴۴ درصد کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه سال به سال تامین آب جهت مصارف خانگی، صنعتی، کشاورزی و ... مشکل تر شده و هزینه

۱- گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، شیراز، ایران

۲- گروه فیزیک، دانشگاه آیت ا... بروجردی، بروجرد، ایران *(مسوول مکاتبات).

۳- استاد، گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

های سنگین تری را به دولت تحمیل می‌کند ؛ بنابراین استفاده از فناوری آب مغناطیسی و بومی سازی تکنولوژی آن امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد.
واژگان کلیدی: آب مغناطیسی، بارهای الکتریکی، کشاورزی، منابع آب

Human and Environment, No. 59, Winter 2021, pp. 61-71

The Effect of Magnetic Field on the Physical Properties of Water and its Application in Industry, Agriculture, and Water Resource Management

Amin Raeesi [1]

Hessamoddin Mehrfar [2*]

hmehrfar@gmail.com

Masoud Torabi Azad [3]

Received: September 10, 2018 Accepted: December 12, 2018

Abstract

Background and Aims: Magnetic water technology is a topic that has been considered in the field of water and agriculture resources in recent years. One of the applications of magnetic water is soil remediation with minimal use of chemicals and acids. By applying a magnetic field, ordinary water can be turned into a liquid with special physical and chemical effects.

Methods: In this research, using laboratory and simulation methods, the effect of magnetic water on soil remediation was investigated and an operational study was performed in this regard.

Results: The results indicated that the specific heat and boiling point of magnetic water decreased and the amount of evaporation increased. Other properties including specific gravity, surface tension, viscosity, electrical conductivity, and solubility also changed. Applying a magnetic field increases the solubility of water and thus activates the nutrients in the soil, and then facilitating the dissolution of insoluble salts in the soil reduces fertilizer consumption by 50%.

Discussion and Conclusion: The results of experiments on irrigation with magnetic water on different fields revealed that seed yield increased, and water consumption and pump cost decreased by 44%. Considering that water supply for domestic, industrial, agricultural, etc. is becoming more difficult year by year and imposes heavier costs on the government, the use of magnetic water technology and localization of its technology seem inevitable and could result in save in foreign currency.

Keywords: Agriculture; Electric charges; Magnetic water; Water resources

1- Department of Physics, Faculty of Science, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Shiraz, Iran

2- Department of Physics, School of Science, Ayatollah Boroujerdi University, Borujerd, Iran. *(Corresponding Author).

3 - Professor, Faculty of Marine Science &Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

مقدمه

در در حال حاضر آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی، نقش اساسی را در تولیدات صنعتی ، کشاورزی و تأمین نیازهای بهداشتی و شرب در سطح جهان ایفاء می‌کند. در کشور ما در بخش صنعت به عنوان محور توسعه، سرمایه‌گذاری‌های متنابهی به‌کار گرفته شده، تا تمامی پتانسیل منابع آب قابل استحصال کشور در چرخه تولید وارد شود. با توجه به نیاز شدید بخش صنعت به آب و راهکارهای انتخاب شده در جهت توسعه صنعتی ضروری است به هر وسیله ممکن راندمان استفاده از منابع آب افزایش یابد. لذا در این راستا مدیریت مؤثر عرضه و تقاضا و مصرف آب برای افزایش بهره‌وری از منابع قابل دسترس آب نقش کلیدی خواهد داشت. اعمال میدان مغناطیسی بر آب ، آن را به مایعی با اثرات شیمیائی خاص تبدیل می کند، به‌طوری که خواص فیزیکی آن از جمله وزن مخصوص، کشش سطحی، ویسکوزیته ، قابلیت هدایت الکتریکی و قدرت حلالیت آن تغییر می‌یابد(۱و۲). آبهای مصرفی، بسیاری از ویژگی‌های حیاتی خود را از دست داده و اختلالی در ترتیب عناصرشان رخ داده است. مغناطیسی کردن آب بر اساس اصول و محاسبات خاص، باعث بهبود خواص و ترتیب الکتریکی آن می‌شود و در نتیجه موجب افزایش اثرات حیاتی و فعالیت آب گردیده، ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی بسیار مفیدی برای مصرف کننده یعنی انسان ، حیوان و گیاه ایجاد می‌نماید که این نتایج از سوی بسیاری از دانشمندان و طی تحقیقات و تجارب عدیده تایید شده است و در حال حاضر در بسیاری از کشورهای دنیا نظیر روسیه، آمریکا، ژاپن و انگلستان استفاده می‌شود(۳و۴). موسسه انرژی سیالات استرالیا در سال ۱۹۹۶ به این موضوع اشاره کرد که تجمع مولکول‌های آب مغناطیسی در مقایسه با آب غیرمغناطیسی متفاوت است و از استحکام کمتری برخوردار است و همچنین تجمع مولکول‌های دارای یکنواختی بیشتری می باشد(۵). که میدان مغناطیسی برروی پیوندهای هیدروژنی مولکول آب تاثیر می‌گذارند و برروی برخی از خواص آب مانند کشش سطحی، رسانایی الکتریکی و PH تغییراتی حاصل می شود(۲). رفتار آب مغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی به سه عامل زیر بستگی دارد(۶):

۱)شار میدان مغناطیسی

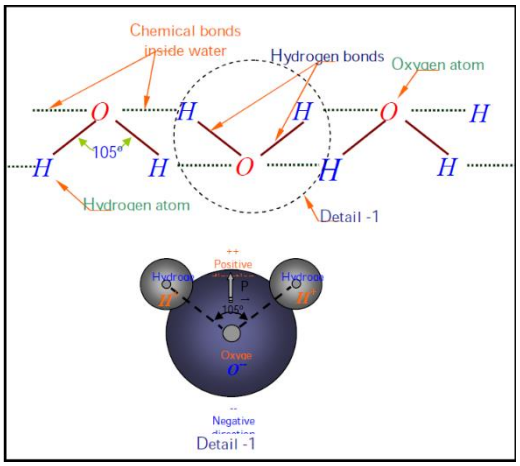
۲)مدت زمانی که تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار دارد (سرعت جریان آب)

۳)میزان آبی که در معرض میدان قرار میگیرد.

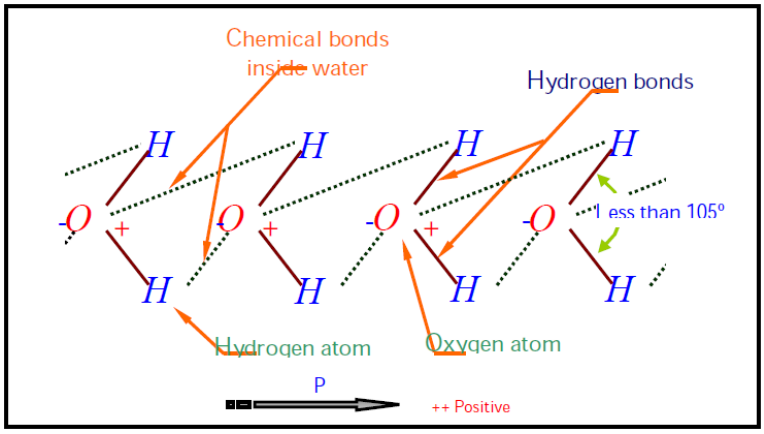
رفتار مغناطیسی آب حلالیت یونها را بیشتر می کند و PH آب را نیز افزایش می دهد(۷و۸). نحوه رسوبگذاری کربنات کلسیم در آب مغناطیسی بصورت دایره‌ای در صورتی که در آب غیر مغناطیسی بصورت شاخه ای است(۹). همچنین کاهش شوری خاک در هنگام آبیاری با آب مغناطیسی(۱۰) و افزایش آبشویی نمک‌های اضافی خاک(۱۱).

تأثیر میدان مغناطیسی بر مولکول‌های آب

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 صورتیکه یک جسم دارای قدرت مغناطیسی با یکی از قطب‌هایش، مثلاً قطب مثبت به مولکولهای آب نزدیک شود، قطب منفی مولکولهای آب به منبع مغناطیس نزدیک‌تر و قطب مثبت مولکولهای آب از آن دور می‌شوند. یکی از تغییراتی که در آب مغناطیسی ایجاد می‌شود نحوه آرایش بارهای الکتریکی مولکول‌های آب می‌باشد(۱۲). از آنجا که به‌طور طبیعی بین نیروهای خالص مولکول‌های آب اختلاف کمی وجود دارد، مولکول‌های آب به‌صورت کاملاً تصادفی در کنار یکدیگر قرار دارند. (شکل ۱ و۲)



شکل۱- مولکول آب معمولی



شکل۲- مولکول آب بعد از اعمال میدان مغناطیسی

این روند باعث می‌شود تا مولکول‌های آب (شامل کاتیون‌ها و آنیون‌ها) از حالت بی‌نظمی به‌صورت مرتب درآمده و نوع پیوند اکسیژن ـ هیدروژن از حالت مثلثی به شکل یک خط تغییر کند(۱۳). 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 الکترونیکی مولکول‌های آب در این شرایط نسبت به آب معمولی متفاوت خواهد بود و ضمن تشکیل مولکول‌های کوچک‌تر از آب، باعث افزایش تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم و همچنین افزایش قدرت حلالیت آب می‌گردد. اصطلاحاً مولکول آب معمولی چپ گرد بوده و به راست‌گرد مبدل می‌شود. میدان مغناطیسی چیزی به آب اضافه یا کم نمی‌کند. نکتهٔ جالب توجه دیگر آنکه با مغناطیسی کردن آب، کاهش کشش سطحی آب، افزایش قدرت حلالیت و کاهش درجه سختی را به همراه دارد که با کاهش سختی، اکسیژن محلول افزایش می‌یابد (۱۴).

اهمیت استفاده از آب مغناطیسی در کشاورزی و مدیریت منابع آب

گیاهان برای رشد مطلوب وفرآیند فتوسنتز نیازبه جذب آب و مواد غذائی ازخاک دارند . عمده مواد غذائی موجود درخاک توسط گیاهان استفاده نمی‌شوند . هنگام آبیاری گیاهان با آب معمولی ،

مقدارکمی ازعناصر غذائی درآب حل می شوند. در نتیجه به همین نسبت برای گیاهان قابل دسترس خواهند بود. زمانی که گیاه با آب سخت و بدون اثرمغناطیس آبیاری شود، لایه‌ای سفید و سخت از بی‌کربنات کلسیم و کربنات ها روی سطح خاک تشکیل می‌شود و تنها بخشی از بی‌کربنات های کلسیمی توسط آب شسته شده و در خاک نفوذ می‌کنند و سپس روی ریشه گیاه نشست می‌کنند. درنتیجه گیاه مجبور است برای ادامه زندگی خود ریشه های اضافی تولید کند که این روند رشد طبیعی گیاه را به خاطر صرف انرژی اضافی مختل می‌کند. به دلیل افزایش مولکول‌های آب در واحد حجم ، بر اثر مغناطیسی شدن آب ، برحلالیت آن اضافه شده و در نتیجه توانایی آب برای جذب کاتیون ها و آنیون‌ها افزایش می‌یابد و مقدار بیشتری از نمک ها به ویژه بی‌کربنات ها توسط گیاه جذب می‌شوند. در این شرایط حرکت املاح به سمت لایه سطحی خاک و همچنین تجمع نمک ها در اطراف ریشه به دلیل خنثی شدن بار الکتریکی نمک‌ها کاهش می‌یابد. با افزایش جذب املاح معدنی ، نمک های مفید و عناصر موجود درآب و خاک ، می‌توان کود کمتری مصرف نمود. ضمن اینکه بدلیل کوچک‌تر شدن مولکول‌های آب و افزایش توانائی جذب آن توسط گیاه ، مصرف آب نیز کاهش می یابد. در اثر آبیاری با آب مغناطیسی به دلیل نفوذ بیشتر آن در خاک ، میزان تبخیر از سطح خاک نسبت به آبیاری با آب معمولی کمتر خواهد بود.

براساس آمارهای ۵۰ ساله، بسیاری از نقاط کشور دچار تغییر اقلیم شده‌اند و به طرف خشک‌تر شدن در حرکت هستند. به‌نظر می‌رسد با عبور از عارضه خشکسالی که هر ۵ سال یک بار گریبانگیر کشورمان می‌شود، برنامه‌ها، سیاستگذاری‌ها و راهبردها سمت و سوی هدفمندانه‌تر و هوشمندانه‌تر یابد و به‌خصوص در شرایطی که جهان با بحران و کمبود غذا روبه‌روست، راهکارهای صرفه‌جویی آب‌های کشاورزی و چگونگی تولید نیز همچون میزان تولید با توجه به شرایط اقلیمی کشور جایگاه رفیع‌تری نزد برنامه‌ریزان بخش کشاورزی پیدا کند. نگاهی به آمارها نشان می‌دهد تا ۷ اردیبهشت سال ۱۳۸۹، ۱۷ استان کشور بین ۷۵ تا ۵۱ درصد بارش و در ۱۲ استان کمتر از ۵۰ درصد بارش نسبت به میانگین بلندمدت مشابه داشته‌اند. براساس برآورد گروه اقتصاد دانشگاه تهران، کاهش هر یک میلی‌متر بارندگی ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیارد ریال به بخش کشاورزی آسیب وارد می‌کند. وزارت جهاد کشاورزی خسارت وارده به اراضی دیم را تاکنون بیش از ۵۰۰ هزار هکتار اعلام کرده است. تا ابتدای زمستان ۱۳۸۹ نیز خسارت خشکسالی در استان‌های فارس ۱۳ هزار میلیارد ریال، خراسان رضوی ۵۹۹ میلیارد تومان، کهگیلویه و بویراحمد حدود ۳۹۸ میلیارد تومان، سیستان و بلوچستان ۲۶۶۰ میلیارد ریال، خوزستان ۲ هزار میلیارد ریال، یزد ۱۹۸ میلیارد تومان، خراسان جنوبی ۲ هزار و ۸۰۷ میلیارد و ۴۳۰ میلیون ریال، کرمانشاه ۷ هزار میلیارد ریال و لرستان بدون احتساب خسارت وارده به منابع طبیعی ۲۵۳ میلیارد تومان برآورد شده است. در سایر استان‌ها نیز کارشناسان در حال بررسی خسارات وارده به زیربخش‌های کشاورزی هستند. لذا با توجه به مطالب بالا پی به این نکته می بریم که سال به سال تامین آب جهت مصارف خانگی ، صنعتی ، کشاورزی و ... سخت تر گشته و هزینه های سنگین تری را به دولت تحمیل می کند ؛ بنابراین مدیریت منابع آب با استفاده از آب مغناطیسی و بومی سازی آن به عنوان یک فناوری برتر امری اجتناب ناپذیر به نظر می رسد که میلیاردها دلار صرفه جویی ارزی خواهد داشت.

مزایای آبیاری با آب مغناطیسی

- ۱- افزایش راندمان آبیاری
- ۲- افزایش حلالیت آب (بهبود کارایی مصرف کود): با افزایش حلالیت آب نیاز به مصرف کود تا ۵۰ ٪ کاهش می یابد.
- ۳- خنثی شدن سختی آب
- ۴- پاستوریزاسیون آب
- ۵- اصلاح خاک
- ۶- زودرسی محصول و افزایش عملکرد گیاه

- ۷- استفاده از آب مغناطیسی ، کاهش ۷۵ در صدی استفاده از مواد شیمیایی برای رفع آلودگی از استخرها را به دنبال خواهد داشت.

کاربردهای آب مغناطیسی:

الف) کاربردهای صنعتی :

امروزه فرایند تاثیر میدان مغناطیسی بر یک سیال نظیر آب برای صنعت کاربردهای فراوانی دارد. تولید آب مغناطیسی بدلیل اینکه یک فرایند غیر شیمیایی است لذا برای انسان و محیط زیست مضر نمی باشد و استفاده از آن فواید ارزنده ای دارد. امروزه در صنایع مختلف نیز کاربردهای متفاوتی از آب مغناطیسی به چشم می خورد که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- حفاظت از فلزات در مقابل خوردگی(تاسیسات خانگی و صنعتی ، بدنه شناورها و تاسیسات دریایی نظیر سکوهای دریایی و اسکله‌ها) (شکل ۳)
- در نیروگاه‌های هسته‌ای جهت تبدیل فرایند آب سنگین هسته‌ای به آب سبک

شکل ۳ - یک آبگرمکن در اثر استفاده از آب معمولی

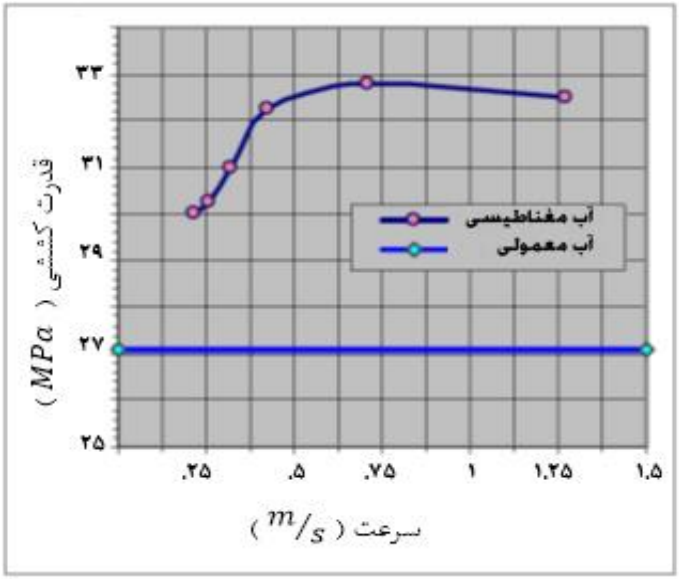
- رسوب زدایی در شبکه های انتقال سیال : شکل ۴- الف لوله ای مسدود شده با رسوب مواد معدنی را نشان می دهد. شکل ۴- ب همان لوله مدتی کوتاه پس از نصب دستگاه تولید کنندۀ آب مغناطیسی می باشد. در شکل ۴- ج پس از استفادۀ مداوم از دستگاه تولید کنندۀ آب مغناطیسی بخش زیادی از مواد رسوبی از لوله تخلیه شده و سیستم برای مدت طولانی عملکرد خود را حفظ خواهد کرد.

شکل ۴- الف

شکل ۴- ب

شکل ۴- ج

ب) کاربردهای عمرانی : آب مغناطیسی بر قدرت استحکام و کارایی بتن تاثیر گذار است بطوریکه قدرت بتنی که با آب مغناطیسی آماده شده ۱۰ تا ۲۰ درصد بیش از بتنی است که با آب معمولی تهیه شده است. برای تهیه آن می بایستی که آب در معرض میدان مغناطیسی ۱/۲ تسلا قرار گیرد و سرعت بهینه جریان آب نیز m/s ۰/۷۱می باشد. همانطور که در نمودارهای شکل ۵ و جدول ۲ مشاهده می شود قدرت استحکام بتنی که با آب مغناطیسی تهیه شده ، به میزان سرعت جریان آب عبوری از میدان و مدت زمانی که آب در معرض میدان قرار دارد بستگی دارد(۱۲).

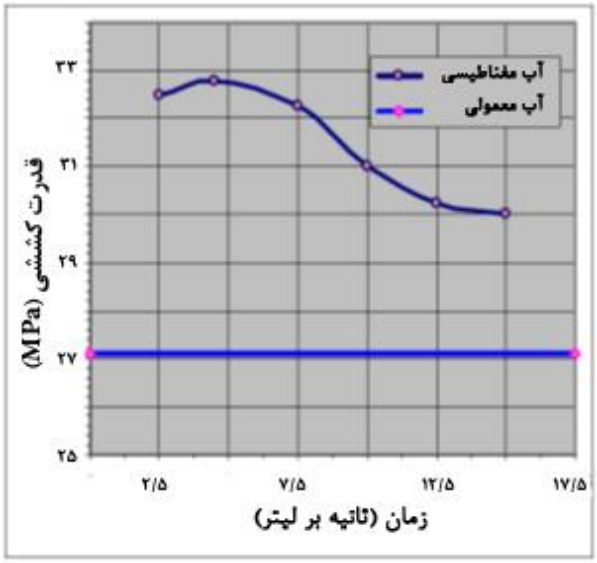


شکل ۵- قدرت کششی بتن بر حسب سرعت آب (مغناطیسی و معمولی)

جدول ۲- میزان استحکام بتن تولیدی با آب مغناطیسی، با توجه به سرعت جریان عبوری از میدان و مدت زمانی که در معرض میدان قرار دارد

نمونه آزمایش	زمان قرار گرفتن در معرض میدان Sec/lit	سرعت جریان m/s	افت mm	متوسط قدرت کششی (MPa) در ۷ روز	درصد افزایش
N	آب شیرین	-	۲۰	۲۷/۱۰	-
M1	۲/۵	۱/۲۷	۵۵	۳۲/۵۰	۲۰
M2	۴/۵	۰/۷۱	۶۵	۳۲/۸۰	۲۱
M3	۷/۵	۰/۴۲	۵۰	۳۲/۵۰	۲۰
M4	۱۰/۰	۰/۳۲	۴۵	۳۱/۰	۱۴/۴
M5	۱۲/۵	۰/۲۵	۴۰	۳۰/۲۵	۱۱/۶
M6	۱۵/۰	۰/۲۰	۴۰	۳۰/۰۰	۱۰/۷

همچنین بهترین سرعت آب برای عبور از میدان مغناطیسی که بتن بیشترین استحکام را دارا می باشد سرعت m/s ۰/۷۱ است و بهترین مدت زمانی که آب باید در معرض میدان باشد sec/lit ۴/۵ می باشد. این مقدار با انجام کار آزمایشگاهی بدست آمده است و نمودار مربوطه را در شکل ۶ مشاهده می نمایید.



شکل ۶- ارتباط بین قدرت کششی و مدت زمان مغناطیسی شدن

پ)کاربردهای پزشکی و بهداشتی:

۱- جلو گیری کننده از انسداد در رگها و رسوب مواد مختلف در کلیه ها

۲- مواد معدنی موجود در آب اغلب به صورت لایه ای نازک بر روی ظروف بلور و کریستال ، بدنۀ ظروفی که دارای پوشش نقره ای هستند رسوب کرده و شفافیت آنها را از بین می برد که آب مغناطیسی از این عمل جلوگیری می کند.

نتیجه گیری

در کشور ایران در بخش کشاورزی به عنوان محور توسعه، سرمایه گذاری‌های متنابهی به کار گرفته شده است تا تمامی پتانسیل، منابع اب قابل استحصال کشور در چرخه تولید وارد شود و لذا در این راستا مدیریت موثر عرضه و تقاضا و مصرف آب برای افزایش بهره‌وری از منابع آب قابل دسترس نقش کلیدی خواهد داشت. در حال حاضر آب شیرین به‌عنوان یک کالای اقتصادی، نقش اساسی را در تولیدات کشاورزی، صنعتی و تأمین نیازهای بهداشتی و شرب در سطح جهان ایفاء می‌کند. بخش کشاورزی به لحاظ راندمان نازل آبیاری به تنهایی حدود ۹۰ درصد آب قابل استحصال در کشور را مصرف می‌نماید و با توجه به نیاز شدید بخش صنعت به آن و راهکارهای انتخاب شده توسعه صنعتی و در جهت اشتغال زایی ضروری است به هر وسیله ممکن راندمان آبیاری افزایش یابد. با وجود آنکه آبیاری سطحی به عنوان روش غالب در جهان محسوب می‌گردد ولی به لحاظ نیاز به ارتقا کارایی مصرف آب و افزایش روز افزون هزینه تامین آب و نیز محدودیت منابع اب در دسترس، تمایل دولت‌ها به ویژه کشورهای توسعه یافته برای کاربرد آبیاری تحت فشار را افزایش داده است. به این منظور اجرای سیستم آبیاری کم فشار با لوله زیر زمینی و با

سیستم آبیاری تحت فشار(قطره‌ای و بارانی) امکان حصول راندمان توزیع آب در سطح مزرعه تا حدود ۹۵ درصد را در شرایط اجرایی خوب فراهم می‌آورد. با توجه به اینکه ۸۰٪ از سطح زمین را آب پوشانده و ازمجموع آبهای قابل دسترس ۹۷٪ آنها شور،۲٪ یخهای قطبی و تنها ۱٪ آب شیرین میباشد و از آنجا که آب به عنوان یک ماده ارزشمند نقش اساسی را در نیازهای امروزی بشر ایفا می کند، لذا تاثیرات کاربرد آب مغناطیسی به شرح زیر می باشد :

۱- مدیریت منابع آب (به خصوص در مناطق خشک)
۲- بهره وری بیشتر از منابع آب شیرین و افزایش استفاده از منابع عظیم آب شور
۳- بهینه سازی مصرف انرژی
۴- کاهش آلودگیهای زیست محیطی
۵- جلوگیری از به هدر رفتن منابع زیر زمینی (مواد معدنی و ...)
۶- ارتقائ فرهنگ سلامت در جامعه

منابع:

1- Aaboubi O., Chopart , J. P., Douglade, J., Olivier, A., Gabrielli, C., Tribollet, B., 1990, "Magnetic field effects on mass transport", J. Electrochem. Soc. Vol.137, Pp. 1796–1804.
2- Gabrielli C., Keddam M., Khalil A., Maurin G., Perrot H., Rosset R., Zidoune M. 1998. "QCM investigation of electrochemical calcium carbonate scaling", J. Electrochem., Soc. 145, Pp.2386–2396.
3- Saddam M. Ahmed, 2009, "Effect of Magnetic Water on Engineering Properties of Concrete", Al-Rafidain Engineering, Vol.17 No.1. pp. 71-82.
4- Barrett R. A., Parsons S. A. 1998, "The influence of magnetic fields on calcium carbonate precipitation", Water Res. Vol.32, pp.609–612.
5- Baker J. S., Judd S. J. 1996, "Magnetic amelioration of scale formation", Water Res., Vol.30, pp.247–260.
6- Nowlin, D. D. 1983. "Magnetic water treatment facts and fallacies", American Society of Agricultural Engineers, Winter Meetings.
7- Liburkin, V. G., Kondratev, B.S,. Pavlyukova, T.S. 1986. "Action of magnetic treatment of water on structure formation of gypsum", Glass Ceram. Vol.1, pp.101–105.
8- Abdel Tawab R. S., Younes M. A., Ibrahim, A. M., Abdel Aziz M. M. 2011. "Testing commercial water magnetizers: Industrial Boilers", International Journal of Applied Chemistry vol.1(1), Pp.84-89
9- Nilson, A. H, 1987, "High-strength Concrete-an Overview of Cornell Research". Proceedings of symposium on Utilization of High-Strength concrete, Stavanger, Norway, Pp.27-38
10- Mirzaee Sh., Sharifan, H. 2014, "Effect of using sea water in magnetic and non-magnetic sea conditions on germination of barley", First National Conference on Irrigation and water productivity. Irrigation and Drainage Board, Mashhad, Ferdowsi University (In Persian)
11- Hilal M. H., El-Fakhrani, Y. M., Mabrouk, S. S., Mohamed A. I., Ebead, B. M., 2013. "Effect of magnetic treatment irrigation water on salt removal from a sandy soil and on the availability of certain nutrients.Int

ernational", Journal of Engineering and Applied Sciences, vol. 2(2), Pp. 36-44

12- Mohammed Abdel-Magid, T. I., Mohammed Hamdan, R. M., Bukhari Abdelgader, A. A., Attaelmnan Omer,M. E., Rizg-AllahAhmed,N. M. 2017. **"**Effect of Magnetized Water on Workability and Compressive Strength of Concrete", Procedia Engineering,Vol. 193, Pp. 494-500

13- Youkai, W., Huinan, W., Zhuangwen, L. 2018. "Effect of magnetic field on the physical properties of water", Results in Physics, Vol. 8, pp. 262–267

14- Dabestani, M., Dordizadeh Basirabadi, A. and Raeisi, A. 2015. Energy Generation Using Ocean Thermal Energy, Am. J. Life. Sci. Res., Vol. 3(3), Pp. 236-243.