



## بررسی اثر میدان مغناطیسی بر رشد و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

قدریه محمودی<sup>۱</sup> - علی قنبری<sup>۲\*</sup> - مهدی راستگو<sup>۲</sup> - مصطفی قلی‌زاده<sup>۳</sup> - ایرج طهماسبی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۱

### چکیده

به‌منظور بررسی اثر میدان مغناطیسی بر روی نحوه رشد و تولید ماده خشک کل در نخود، آزمایشی به‌صورت کرت‌های نوری با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- بذر در سه سطح (عادی، تیمار شده در میدان مغناطیسی با شدت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌تسلا هر یک به مدت ۲ ساعت)، ۲- آب آبیاری در ۲ سطح (عادی و تیمار شده در میدان مغناطیسی با شدت ۶۵۰ میلی‌تسلا) بود. نتایج این آزمایش نشان داد که قراردادن بذر در میدان مغناطیسی موجب افزایش معنی‌دار ماده خشک به میزان ۲۶ درصد نسبت به بذور عادی شد. شدت میدان مغناطیسی نیز تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک تولیدی داشت و میدان ۱۵۰ میلی‌تسلا نسبت به میدان ۱۰۰ میلی‌تسلا موجب افزایش ۱۸ درصدی ( $P \leq 0.01$ ) ماده خشک شد. آب مغناطیسی، حدود ۲۵ درصد نسبت به آب معمولی میزان ماده خشک تولیدی نخود را افزایش داد. اختلاف تیمارها با هم در اواخر فصل رشد و در ۸۰ روز و ۹۶ روز بعد از کاشت بیش‌ترین مقدار (به ترتیب ۲۰۱ و ۲۰۷ گرم بر متر مربع) بود. هم‌چنین اعمال میدان مغناطیسی بر روی آب آبیاری و بذر نخود به ترتیب منجر به افزایش ۲۷ و ۱۹ درصد عملکرد دانه شد. اثرات متقابل تیمارها نشان داد که اعمال میدان مغناطیسی در آب آبیاری و بذر نخود سبب افزایش ۳۱ درصد عملکرد دانه شد. اما بر روی تولید ماده خشک نخود تأثیر مثبت نداشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری مغناطیسی، عملکرد دانه، معادله سیگموئیدی

### مقدمه

بر روی هر یک از این متغیرها و اعمال آن در سطح مزارع می‌تواند در ارتقای وضعیت کشاورزی کنونی راه‌گشا باشد (Ehyaee *et al.*, 2010). آب مهم‌ترین نهاده و عمده‌ترین عامل محدودکننده تولید در سیستم‌های کشاورزی و به‌ویژه کشور ما می‌باشد و همواره بخشی از خلاء عملکرد، در کشور به دلیل بروز تنش‌های خشکی است. بنابراین یافتن رهیافتی جهت افزایش کارایی مصرف آب در محصولات زراعی، بسیار مفید می‌باشد (Ehyaee *et al.*, 2010).

نخود<sup>۵</sup> از گونه‌های مهم زراعی و از منابع تأمین‌کننده پروتئین به‌شمار می‌رود. سرعت رشد نخود در ابتدای رشد رویشی کم و بنابراین در حالت طبیعی گیاه در مراحل ابتدایی از قدرت رقابتی بسیار ضعیفی با علف‌های هرز برخوردار است (Gaur *et al.*, 2010).

کاربرد علف‌کش‌ها و نحوه کاربرد آن‌ها در راستای کنترل علف‌های هرز به‌هرشکلی، خود پیامدهای نامطلوبی چون زیست‌ماندگاری، انتقال به مزارع مجاور، نشست بر روی گیاهان غیرهدف، آسیب به دیگر موجودات زنده، افزایش هزینه‌های تولید و در نهایت آلودگی‌های زیست‌محیطی را در پی خواهد داشت. کاهش

افزایش شدید تقاضای مواد غذایی در نتیجه رشد جمعیت از ۱/۶ میلیارد نفر (حدود سال ۱۹۰۰) به بیش از شش میلیارد نفر مهم‌ترین نیروی پیش‌برنده افزایش تولید می‌باشد (FAO, 2012). جهت این امر لازم است، نهاده‌های ورودی به کشتزارها کیفی‌تر و کارآمدتر به کار روند، تا از هزینه‌های تولید کاسته و با ورود کم‌تر نین نهاده، تولید بهینه به‌دست آید. یکی از مشکلات صنعت کشاورزی نبود الگویی جامع برای کاربرد گسترده‌تر و کامل‌تر نهاده‌های مختلف در دسترس است. روابط گیاهی در شرایط مختلف محیطی و با دخالت انسان همواره پیچیده و متغیر است. انتخاب دقیق نهاده‌ها در گروه اطلاعات گوناگون و زیادی است، که بهره‌گیری از نتایج آزمایشی

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکترای تخصصی علف‌های هرز و دانشیار گروه زراعت و

اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان

(Email: Ghanbari@um.ac.ir

\*) نویسنده مسئول:

(Anonymous, 2015).

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار بود که تیمارهای مورد نظر عبارت بودند از: فاکتور افقی بذر مغناطیس شده در سه سطح شامل یک: بذوری که توسط دستگاه مغناطیس کننده بذر (شکل ۱) با توان ۱۵۰ mT به مدت ۲ ساعت در معرض میدان مغناطیسی قرار داده شدند. ۲: بذوری که توسط دستگاه مغناطیس کننده بذر با توان ۱۰۰ mT به مدت ۲ ساعت تیمار شدند و سه: بذوری عادی (شاهد) و فاکتور عمودی آب آبیاری در ۲ سطح؛ یک: آب معمولی (آب چاه مزرعه) و ۲: آب (چاه) مزرعه که در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفت.

عملیات آماده سازی زمین در اواخر بهمن و اوایل اسفندماه انجام شد. زمین مورد نظر ابتدا با گاواهن شخم زده شد. با مساعد شدن هوا دیسک زده و سپس کل قطعه با فاروئر به شیرهای ۷۰ سانتی متری تقسیم شد. نخود رقم ILC482 از مرکز تحقیقات کشاورزی سرارود استان کرمانشاه تهیه شد.

ابعاد هر کرت ۲ و سه متر (با در نظر گرفتن حاشیه‌ها) و تراکم مورد نظر در این آزمایش ۳۰ بوته در متر مربع (تراکم رایج برای رقم نام برده در منطقه مشهد)، که با فاصله ۱۰ سانتی متر در ردیف‌های ۳۵ سانتی متر کشت شد.

به منظور اعمال میدان مغناطیسی بر روی بذر، به صورت دسته‌های ۱۰۰ تایی به حالت خشک و در پلاستیک‌های شفاف (صرفاً جهت نگهداری بذر در محدوده میدان مغناطیسی) به مدت ۲ ساعت در بین قطب‌های آهن ربای دستگاه ایجاد کننده میدان مغناطیسی (شکل ۱) قرار داده شدند. این دستگاه شامل یک جفت آهن ربای قوی با قابلیت تنظیم فاصله از هم بود (شکل ۱). این دو آهن ربا طوری در دستگاه جاسازی شدند که هم دیگر را جذب می‌کنند. یعنی قطب‌های غیرهم نام (قطب S و قطب N) در مقابل هم دیگر بودند (Estiken and Turan, 2004).

منظور از آب مغناطیسی نیز آبی است که در تمام دوره آزمایش جهت آبیاری به صورت مغناطیسی و با قدرت ۵۰ mT به مدت سه ساعت مورد استفاده قرار گرفت. دستگاه مورد استفاده جهت اعمال میدان مغناطیسی بر آب آبیاری مزرعه، توسط دستگاه Aqua ساخت کشور آلمان که دارای قدرت ثابت ۶۵۰ میلی‌تسلا بود، مورد استفاده قرار گرفت. این دستگاه در بین دو مخزن بزرگ که بر روی هم دیگر در یک شاسی فلزی نصب شده بودند، که به وسیله یک پمپ، آب از سمت پایین (مخزن پائینی) به سمت بالا (مخزن بالایی) عبور داده و توسط دستگاه مغناطیس کننده به مدت یک ساعت عبور داده شد. پس از این که یک بار تمام محتوای آب درون مخزن از میدان مغناطیس عبور کرد، زمان را ثبت و معادل دو برابر آن، آب در درون سیستم به حالت گردشی از دستگاه مغناطیس عبور داده شد. پس از اتمام زمان مورد نظر، آب تیمار شده توسط رول تیپ‌های نصب شده در سطح

کاربرد و افزایش کارایی این فرآورده‌های شیمیایی می‌تواند کمک شایانی به حمایت و حفاظت از محیط زیست بنماید. گیاهان زراعی خود نیز می‌توانند به عنوان کُنش گر در اکوسیستم‌های کشاورزی نقش مهمی در راهبرد کنترل علف‌های هرز داشته و نباید تنها واکنش پذیر تلقی شوند (Goodman et al., 1995). گونه‌های زراعی اگر زودتر از علف‌های هرز و به نحو مناسبی استقرار یابند، نقش زیادی در بازدارندگی رشد علف‌های هرز دارند، زیرا اگر رشد گیاه زراعی سریع تر باشد، بدون شک در رقابت با علف‌های هرز از توان بالاتری برخوردار خواهد بود (Goodman et al., 1995).

تغییرات واکنش سیستم‌های زنده که در معرض میدان‌های مغناطیسی با توان‌های مختلف و یا در دوره‌های زمانی متفاوت قرار می‌گیرند، مورد توجه زیست‌شناسان مولکولی، شیمی دانان و فیزیک دانان است (Atak et al., 2003). امروزه در استرالیا، آمریکا، چین و ژاپن استفاده از میدان مغناطیسی، به فن آوری توسعه یافته‌ای تبدیل شده است (Hozayan et al., 2011)، اما در ایران چندان شناخته شده نیست و اطلاعات محدودی در این زمینه وجود دارد. موضوعی که امروزه نیاز به مطالعه بیش تری دارد، تعیین نوع و نحوه ایجاد اثراتی است که ممکن است میدان مغناطیسی بر بافت زنده ایجاد کند (Souza et al., 2005). تسریع تکامل بافت‌های زنده در میدان مغناطیسی شناخته شده و در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (Souza et al., 2005). به نظر می‌رسد که استفاده از میدان مغناطیسی (بذر، آب، علف کش و سایر نهاده‌های مغناطیس شده) راه کاری مناسب جهت افزایش کارایی مصرف آب، جوانه زنی، رشد رویشی و زایشی باشد. محلول علف کش‌ها در معرض میدان مغناطیسی سبب کاهش کشش سطحی و برگشت قطره پس از برخورد با برگ شده و در نتیجه سبب بالا رفتن کیفیت کاربرد برخی علف کش‌ها شده است (Aliverdi et al., 2009).

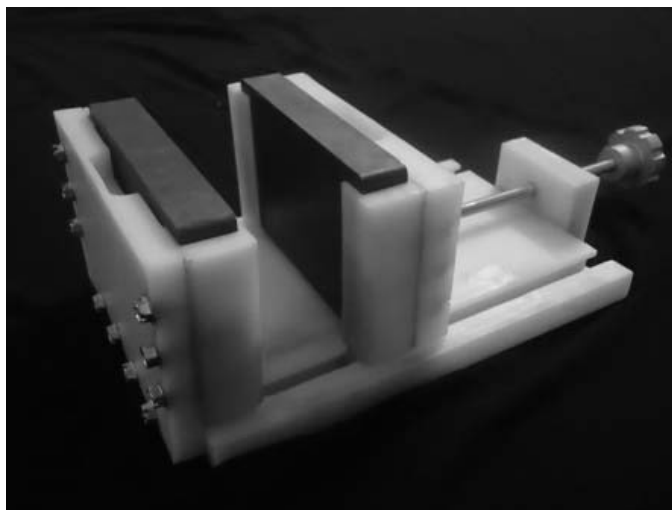
بررسی ارزیابی اثرات میدان مغناطیس بر روی بذر و آب آبیاری و تأثیر آن بر روی مزرعه نخود موضوع این پژوهش می‌باشد که در آن تغییرات و نحوه رقابت نخود با علف‌های هرز و واکنش علف‌های هرز در این شرایط مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری مشهد در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه ۲۸۶ میلی‌متر، حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه در این منطقه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد و آب‌وهوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک می‌باشد

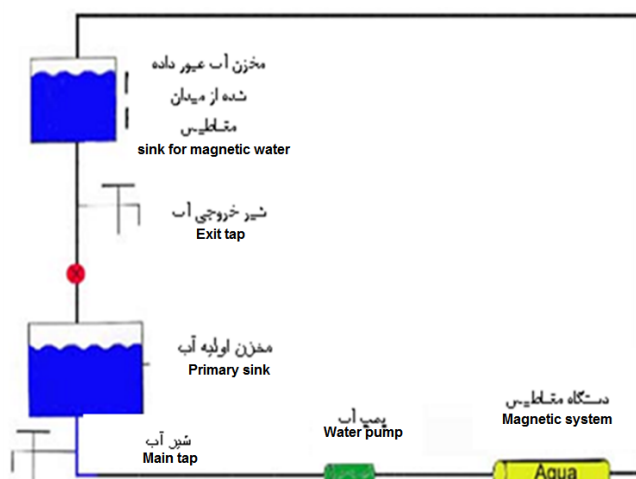
آخرین نمونه‌گیری در اوایل مردادماه انجام‌شد. در هر نمونه‌گیری از مساحت یکم‌تر مربع نخود برداشت و متغیرهای وزن خشک و عملکرد اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری به روش تحلیل همبستگی چندمتغیره و به کمک نرم‌افزارهای Sigmaplot و Excel انجام‌شد.

مزرعه به محل حضور بوته‌ها هدایت‌شد (شکل ۲). میزان آب آبیاری در هر دو تیمار (معمولی و مغناطیسی) در هر بار آبیاری برابر بود. در طول اجرای آزمایش، عملیات داشت از قبیل کنترل آفات و بیماری‌ها، کوددهی و غیره به‌طور مرتب صورت‌گرفت. نمونه‌گیری هر ۲ هفته یک‌بار انجام‌شد. اولین نمونه‌گیری در تاریخ ۳۱ اردیبهشت‌ماه و



شکل ۱- دستگاه طراحی‌شده جهت ایجاد شدت‌های میدان مغناطیس بر روی بذور نخود (Feizi et al., 2011)

Figure 1- Device for exerting of different intensities of magnetic field on seeds of chickpea (Feizi et al., 2011)



شکل ۲- دستگاه مغناطیس کننده آب آبیاری به کار رفته در سیستم آب آبیاری مزرعه نخود

Figure 2- Device for magnetism for irrigation fields of chickpea

جهت میدان مغناطیسی دستگاه آکووا در راستای جهت ورود جریان آب  
Direction of magnetic field of Aqua and water flow is alike

نسبت به دیگر توابع بود، استفاده‌شد (جدول ۱). چگونگی اثر بذوری که در میدان مغناطیسی قرار داده‌شده بودند، بر روی تغییرات ماده

## نتایج و بحث

در این آزمایش برای همبستگی متغیرها از یک معادله سیگموئیدی سه‌پارامتره که دارای برازش مناسبی بر روی داده‌ها

خشک تجمعی<sup>۱</sup> نسبت به روزهای بعد از کاشت با کمک معادله سیگموئیدی سه پارامتره برآورد شد (جدول ۱ و شکل ۳). نتایج آزمایش نشان داد که تیمار مغناطیس اعمال شده بر روی بذور نخود، بر روی میزان ماده خشک نخود مؤثر بود. با پیشرفت زمان دامنه این اختلافات بیش تر شد، به طوری که در آخر فصل، میزان ماده خشک تولید شده در بذور عادی، در مقایسه با بذوری که در معرض میدان مغناطیس قرار گرفته بودند، ۲۶ درصد کم تر بود (شکل ۳). با افزایش شدت میدان مغناطیسی ماده خشک تولیدی افزایش یافت، به طوری که ماده خشک تولید شده در تیمار بذور مغناطیس شده در میدان ۱۵۰ میلی تسلا، به میزان ۱۸ درصد بیش تر از بذور مغناطیس شده در میدان ۱۰۰ میلی تسلا بود (جدول ۱ و شکل ۳) و با گذشت زمان بر دامنه اختلافات افزوده و در ۸۰ روز بعد از کاشت به بالاترین حد خود رسید. ماده خشک نخود در تیمار ۱۵۰ میلی تسلا، ۲۰۷ و در تیمار ۱۰۰ میلی تسلا، ۱۷۲ میلی گرم در مترمربع بود (جدول ۱). اعمال میدان مغناطیس بر روی بذور گیاهان مختلف سبب تأثیرات متفاوتی در گیاهان می شود. اعمال میدان مغناطیسی در دامنه شدت های صفر تا ۲۵۰ میلی تسلا و در زمان های متفاوت یک تا چهار ساعت منجر به افزایش معنی دار صفات مختلف جوانه زنی بذور نخود شد و بهترین حالت ممکن برای بذور نخود میدان ۵۰ میلی تسلا به مدت ۲ ساعت گزارش شده است (Vashisth and Nagarajan, 2008). میدان مغناطیسی موجب افزایش جوانه زنی بذور و عملکرد گوجه فرنگی<sup>۲</sup> (Turker et al., 2007; Hozayan et al., 2011) و ذرت<sup>۳</sup> (Alexander and Doijode, 1995; Aladjajitan, 2002) شده است. این امر ناشی از افزایش جذب عناصر ضروری می باشد. جذب عناصر غذایی در گوجه فرنگی (Danoilov et al., 1994; Selim and EL-Nady, 2011; Durate Diaz et al., 1997) و توت فرنگی<sup>۴</sup> (Estiken and Turan, 2007) به طور معنی داری نسبت به شرایط معمولی افزایش نشان داده است. در معرض قرار گرفتن بذور حبوبات قبل از کشت، در برابر مقادیر مختلف میدان مغناطیسی منجر به افزایش معنی دار جوانه زنی، سرعت سبز شدن و عملکرد شده است (Podleony et al., 2004; Turker et al., 2007). این امر ناشی از افزایش جذب عناصر ضروری و احتمالاً بهبود جوانه زنی به سبب تحریک آلفا آمیلاز و تسریع در فرآیند تغذیه جنین از آندوسپرم و لپه ها می باشد. دلیل تأثیر گذاری مغناطیس بر روی بذور، وجود خواص پارامغناطیس بافت بذور است که متابولیسم آن در حضور تیمارهای مختلف مغناطیسی تشدید می شود (Aladjajitan and Ylieya, 2010).

این مسئله در تحقیقاتی که بر روی غلات (Hozayn and AbdolQados, 2010)، آفتابگردان<sup>۵</sup> و سویا<sup>۶</sup> (Oldacay and Erdem, 2002) انجام شده و در حضور میدان مغناطیسی دارای عملکرد بیش تری بودند، به اثبات رسیده است. همچنین در آزمایشی مزرعه ای گزارش شده است، که بوته های حاصل از بذور گوجه فرنگی که در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفته بودند، دارای تعداد میوه، میانگین وزن میوه، عملکرد میوه در بوته، عملکرد میوه در واحد سطح، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و ساقه، سطح برگ و وزن خشک برگچه ها، نرخ رشد ریشه، نرخ رشد ساقه و نرخ رشد برگ بیش تری در مقایسه با تیمار شاهد بودند (Turker et al., 2007). در واقع با در معرض قرار گرفتن بذور در میدان مغناطیسی، گیاهچه سریع تر وارد محیط شده و از این طریق مدت زمان بیش تری را در طول فصل زراعی در اختیار دارد که عملکرد بالاتری تولید نماید.

نتایج این آزمایش نشان داد که آب مغناطیس شده بر روی میزان ماده خشک تولید شده نخود مؤثر است ( $p \leq 0/01$ ) به طوری که در تیمار آبیاری مغناطیسی با گذشت زمان ماده خشک تولید شده در نخود افزایش یافت و در ۸۰ روز و ۹۶ روز بعد از کاشت اختلاف ماده خشک تولید شده نخود نسبت به تیمار آبیاری طبیعی بیش ترین (۲۰۱ و ۲۰۷ گرم بر مترمربع) مقدار بود (جدول ۲ و شکل ۴). در مطالعات مختلفی اثرات آب مغناطیسی مورد بررسی قرار گرفته است، به طور مثال اعمال تیمارهای مغناطیسی در مزرعه سبب تعدیل اثرات تنش خشکی بر روی گوجه فرنگی شده است، که اثرات آن بسته به نوع بذور (طبیعی یا مغناطیس شده)، میزان آب مغناطیسی و دوره اعمال آن، متفاوت است (Selim and EL-Nady, 2011). به نظر می رسد گیاه گوجه فرنگی نسبت به سایر گیاهان زراعی و باغی، به طور محسوس تری به تیمارهای مغناطیسی پاسخ می دهد. در محصولات باغی هم چون درخت جوجوبا<sup>۷</sup> (Al-Khazan et al., 2011) و انواع سبزیجات (De Boe and Saiuke, 1963; Ruzzic et al., 1998; Douza et al., 1999; Martinez et al., 2000) رسیدگی میوه و رشد و توسعه آنها با اعمال آبیاری مغناطیسی بیش تر شده است.

اعمال آبیاری مغناطیسی سبب تغییر ساختار شیمیایی و افزایش رشد و عملکرد محصول نخود در شرایط گلخانه ای شده است (Hozayn and AbdolQados, 2010). تعداد پیوندهای پروتئینی کتان، گندم، عدس و نخود در بوته های تیمار شده با آب مغناطیسی در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش معنی داری نشان داده است (Hozayn and AbdolQados, 2010).

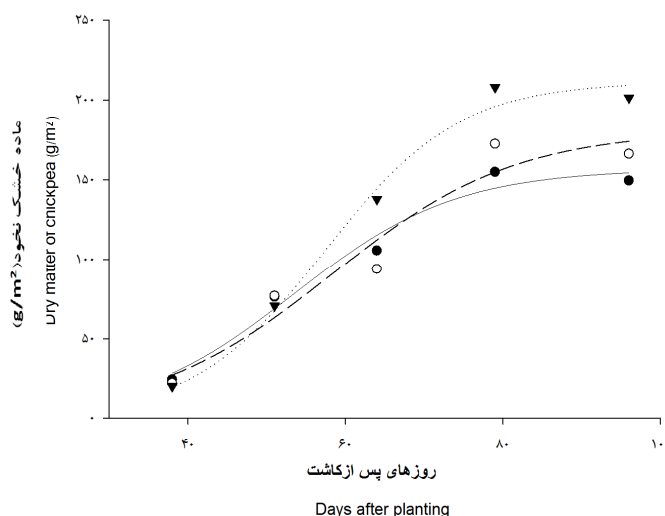
۱- Total Dry Matter  
2- *Lycopersicon esculentum* Mill  
3- *Zea mays* L.  
4- *Fragaria vesca* Duch.

5- *Helianthus annuus* L.6- *Glycine max* L.7- *Simmondsia chinensis* L.

جدول ۱- معادلات برازش داده شده اثر ساده میدان مغناطیسی در بذر بر ماده خشک نخود حاصل از معادله سیگموئیدال  
Table 1- Fitted equations (sigmoidal) on simple effect of the magnetic field on chickpea seeds for dry matter

Y=f	Equation: Sigmoidal, Sigmoid, 3 Parameter			F	R <sup>2</sup>	P	Signification
	(st) a	(st) b	(st) c				
ماده خشک نخود در بذر عادی Dry matter of chickpea in normal seeds	(12.7)156.9	(2.9)10.2	(3.2)53.5	39.6	0.98	0.006	**
ماده خشک نخود در بذر مغناطیس ۱۰۰ میلی تسلا Dry matter of chickpea in magnetic (100mT) seeds	(29.8)181.1	(5.3)11.6	(6.5)58.2	16.3	0.97	0.05	*
ماده خشک نخود در بذر مغناطیس ۱۵۰ میلی تسلا Dry matter of chickpea in magnetic (150mT) seeds	(11.3)211.3	(1.6)8.5	(1.9)57.4	101.4	0.99	0.009	**

St: میزان خطای استاندارد، b: شیب تغییرات، c: نقطه تولید ۵۰ درصد ماده خشک، a: حد بالای منحنی  
St; error standard, b: slope of variation, c: point of dry matter to 50 %, a: highest of curve



شکل ۳- اثر تیمار میدان مغناطیسی در بذر بر روی تولید ماده خشک نخود

Figure 3- effect of seed treatment by magnetic field on dry matter of chickpea

بذور تیمار نشده (●)، بذور مغناطیسی شده با شدت میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی تسلا (○) و ۱۵۰ میلی تسلا (▼)  
(●): untreated, (○) and (▼): treated with 100 and 150 mT intensity of magnetic field respectively

شده است که عملکرد بذر گیاهان مختلف کتان<sup>۱</sup>، گندم<sup>۲</sup>، عدس<sup>۳</sup> و نخود به ترتیب ۱۰، ۳۳، ۲۶/۹، ۴۶/۶۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (Hozayn and AbdolQados, 2010). همچنین نتایج آزمایش‌های آبیاری با آب مغناطیسی در اورگان آمریکا بر روی مزارع یونجه<sup>۴</sup> نشان داد که عملکرد یونجه ۶۵ درصد افزایش و مصرف آب و هزینه پمپاژ تا ۴۲ درصد کاهش یافت (Atak et al., 1997). مطالعه کنترل شده اثر آبیاری مغناطیسی بر روی درصد جوانه زنی

گزارش شده است که میدان‌های مغناطیسی بر روی سیستم‌های بیولوژیکی سبب افزایش نسخه برداری ژن‌ها و تغییر در سطوح ویژه mRNA می‌شوند (Selim and EL-Nady, 2011). به طور کلی خصوصیات مختلف گیاهی از جمله جوانه زنی بذور، رشد دانه‌ها، رشد زایشی، رشد سلول‌های مرستمی و توسعه کلروفیل‌ها تحت تیمارهای مختلف میدان مغناطیسی تغییر مثبتی خواهند داشت (Atak et al., 1997; 1999; Nambaet al., 2001; Reina et al., 2001). رشد ریشه نیز تحت تأثیر اثرات مغناطیسی قرار می‌گیرد (Muraji et al., 1992; Stein and Lian, 1992; Turker et al., 2001; Belyavskaya, 2001). عملکرد و اجزاء عملکرد گیاهان نیز تحت تأثیر میدان مغناطیسی اعمال شده بر روی بذر و آب افزایش می‌یابد. گزارش

- 1-*Linum usitatissimum* L.
- 2-*Triticum aestivum* L.
- 3-*Lens culinaris* Medic.
- 4-*Medicago sativa* L.

۶۵ درصد و فلفل و خیار را تا ۱۰۰ درصد افزایش داد (Atak *et al.*, 1997). در مصر آبیاری با آب مغناطیسی عملکرد گندم را بسته به تاریخ کاشت از ۱۲/۷ تا ۳۴ درصد (Hozayn and Abdol Qados, 2010) و کنجد و ذرت را تا ۲۴ درصد افزایش داد (De Souza *et al.*, 1999).

گوجه‌فرنگی، کدو و خیار نشان داد که در طی سه روز ۹۶ درصد بذور جوانه زدند. در حالی که در تیمارهای معمولی تنها ۷۳ درصد بذور در ۱۴ روز جوانه زدند (Hozayn *et al.*, 2011). عنصر بور مغناطیسی شده همراه با آب آبیاری مغناطیسی، جوانه‌زنی را در گندم ۲۰ درصد (Hozayn and AbdolQados, 2010) گوجه‌فرنگی،

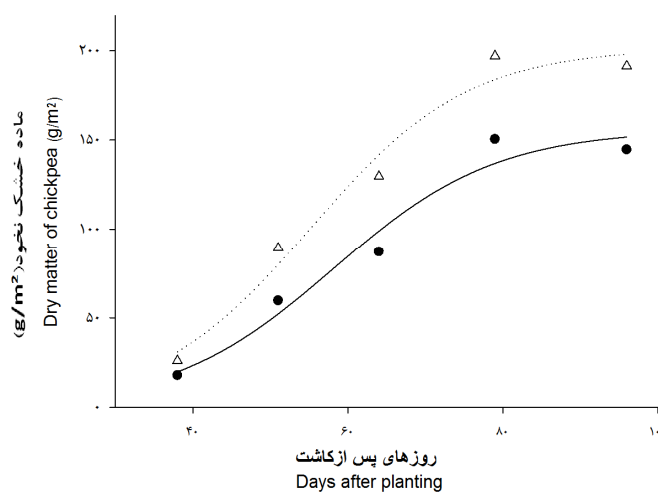
جدول ۲- معادلات برازش داده شده اثر ساده میدان مغناطیسی در آب بر روی ماده خشک نخود حاصل از معادله سیگموئیدال

Table 1- Fitted equations (sigmoidal) on simple effect of the magnetic field on irrigation for dry matter of chickpea

Y=f	Equation: Sigmoidal, Sigmoid, 3 Parameter			F	P	R <sup>2</sup>	Signification
	(st) a	(st) b	(st) c				
ماده خشک نخود در آبیاری معمولی Dry matter in normal irrigation	(17.9)155.7	(3.6)10.5	(4.4)58.1	28.5	0.03	0.98	*
ماده خشک نخود در آبیاری مغناطیسی Dry matter in magnetic irrigation	(16.8)201.5	(2.8)10.1	(3.2)55.2	42.2	0.02	0.98	*

St: میزان خطای استاندارد، b: شیب تغییرات، c: نقطه تولید ۵۰ درصد ماده خشک، a: حد بالای منحنی

St; error standard, b: slope of variation, c: point of dry matter to 50 %, a: highest of curve



شکل ۴- اثر آب میدان مغناطیسی در آب آبیاری بر روی تولید ماده خشک نخود

Figure 4- effect of irrigation treatment by magnetic field on dry matter of chickpea

● تیمار نشده، (Δ) تیمار آبیاری مغناطیسی ۶۵۰ mT

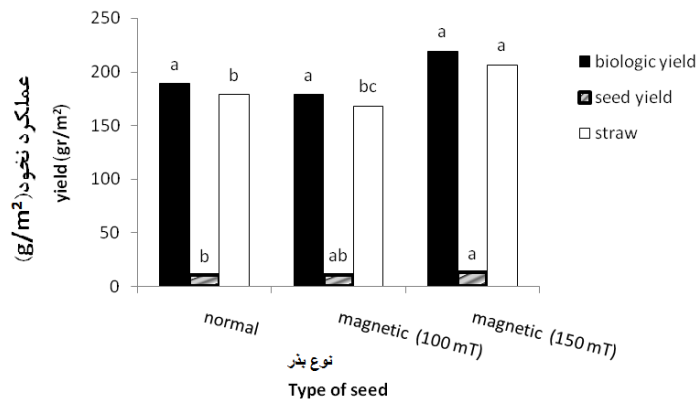
(●): untreated, (Δ): treated with 650 mT intensity of magnetic field respectively

شد (شکل ۵). همچنین میزان کاه و کلش نخود نیز در اثر اعمال میدان مغناطیسی ۱۵۰ و ۱۰۰ میلی‌تسلا نسبت به تیمار بذر عادی به ترتیب ۱۹ و ۱۴ درصد افزایش نشان دادند (شکل ۵). همچنین اعمال میدان مغناطیسی بر روی آب آبیاری منجر به تغییر معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) بر روی عملکرد بیولوژیکی گیاه نخود نشد (شکل ۶). اما عملکرد دانه و کاه و کلش در اثر میدان مغناطیسی ۶۵۰ میلی‌تسلا بر روی آب آبیاری در مقایسه با تیمار آب معمولی به ترتیب هفت و ۲۷ درصد افزایش یافتند (شکل ۶). عمده اثرات آبیاری مغناطیسی بر محلول‌سازی و

نتایج این آزمایش بر روی میزان عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و کاه و کلش در شکل (۵) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر ساده میدان مغناطیسی بر روی بذر منجر به اثر معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) بر روی عملکرد بیولوژیکی نخود نداشت. اما عملکرد دانه در تیمار بذری واقع در معرض میدان مغناطیسی ۱۵۰ میلی‌تسلا، دارای تفاوت معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) با تیمار بذر عادی بود (شکل ۵). به طوری که در اثر اعمال میدان مغناطیسی ۱۵۰ میلی‌تسلا بر روی بذر نخود نسبت به تیمار بذر معمولی، منجر به افزایش ۲۱ درصد عملکرد دانه در نخود

و باتوجه به این‌که در کشور ما که استفاده بهینه از منبع آب بسیار مهم و حیاتی می‌باشد، استفاده از روشی که منجر به افزایش بازدهی آب و بهبود محصول شود، بسیار به صرفه خواهد بود.

جذب بهتر املاح و حتی مولکول‌های آب می‌باشد (Aliverdi *et al.*, 2009; Duarte Diaz *et al.*, 1997; Al-Khazan *et al.*, 2011). در این آزمایش با وجود یکسان بودن حجم آب آبیاری در تمام کرت‌ها، افزایش عملکرد دانه و کاه در تیمارهای آبیاری مغناطیسی مشاهده شد

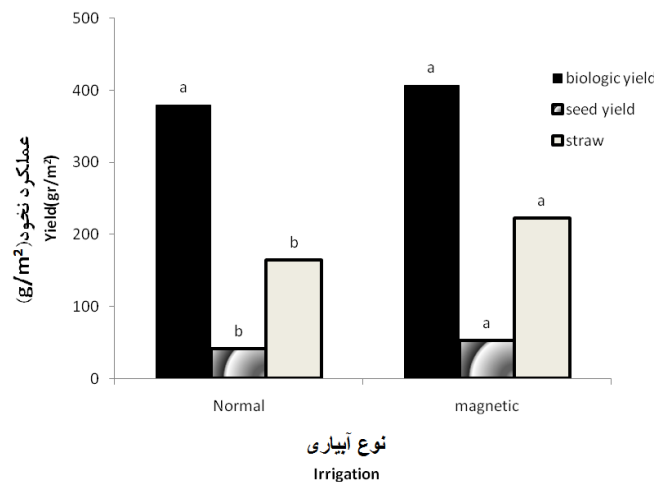


شکل ۵- اثر تیمار میدان مغناطیسی در بذر بر روی عملکرد نخود

Figure 5- Effect of seed treatment by magnetic field on yield of chickpea

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using LSD test



شکل ۶- اثر تیمار میدان مغناطیسی در آب آبیاری بر روی عملکرد نخود

Figure 6- Effect of irrigation treatment by magnetic field on yield of chickpea

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using LSD test

اعمال شده نسبت به تیمار شاهد، کاهش تولید ماده خشک و عملکرد نهایی کم‌تر بود، اما سرعت تجمع ماده خشک در آن بالا بود (جدول ۳ و شکل ۷). به طوری که بیش‌ترین میزان تولید ماده خشک متعلق به تیمار شاهد بود (شکل ۷). احتمال می‌رود این مسئله به دلیل اثرات متناقض میدان مغناطیسی ایجاد شده از طریق آب آبیاری بر روی بذور مغناطیس شده باشد. به این مفهوم که بذوری که در معرض میدان

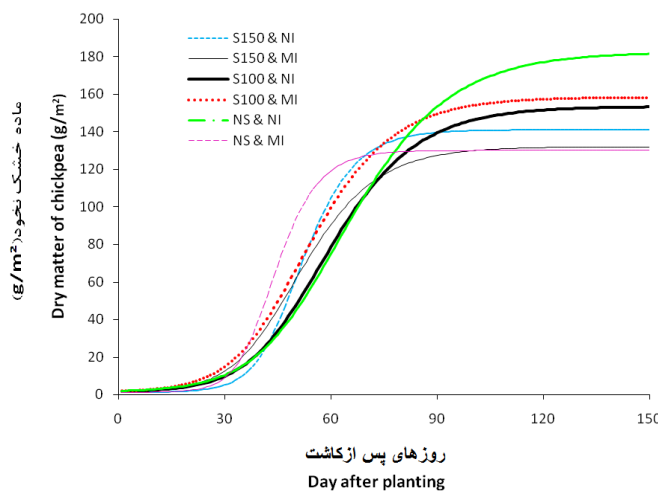
### بررسی اثرات متقابل

جهت بررسی اثرات متقابل تیمارهای آبیاری (مغناطیسی و طبیعی) و تیمارهای بذور (طبیعی، مغناطیس شده ۱۰۰ میلی‌تسلا و ۱۵۰ میلی‌تسلا) بر اساس معادله سیگموئیدی سه پارامتره، مشاهده شد که هیچ کدام از تیمارهای اعمال شده (آبیاری و بذور) بر روی تولید ماده خشک نخود نه تنها تأثیر مثبت نداشتند، بلکه در تمام تیمارهای

منجر به ایجاد تنش در گیاه نخود شده است (جدول ۳ و شکل ۵). به طور مثال، در یک بررسی اثر میدان مغناطیسی بر روی گیاه سویا گزارش شده است که میدان مغناطیسی به عنوان یک عامل تنش زا به بخش های مختلف همچون برگ ها، اندام های زایشی و به ویژه پرچم ها را که نسبت به بخش مادگی با محیط خارج تماس بیش تری دارند، تحت تأثیر قرار داد (Arbabian *et al.*, 2010). همچنین برخی محققین اثرات منفی میدان مغناطیسی (با تیمارهای شدت و مدت میدان مغناطیسی متفاوت) بر پدیده های مختلف زیستی همچون جوانه زنی در گیاهان را نشان داده اند (Florez *et al.*, 2007; Martines *et al.*, 2000; Burtebayeva *et al.*, 2003). بررسی اثر متقابل بذر و آب مغناطیسی نشان داد که میزان عملکرد دانه در اثر متقابل تیمارهای اعمال شده متفاوت بود. در تیمار آبیاری مغناطیسی و بذر واقع شده در میدان ۱۵۰ میلی تسلا منجر به افزایش معنی دار عملکرد دانه شد (شکل ۸). در تیمار بذر واقع در میدان مغناطیسی ۱۵۰ میلی تسلا با آبیاری مغناطیسی نسبت به تیمار بذر معمولی با آبیاری معمولی ۳/۳ درصد افزایش مشاهده شد (شکل ۸). در بین تیمارهای مختلف بذر نرمال و بذر مغناطیس شده با میدان های متفاوت نیز میزان عملکرد دانه متفاوت بود. بنابراین می توان گفت، اگرچه اثر متقابل اعمال میدان مغناطیس آب و بذر نخود بر روی ماده خشک تولید شده مؤثر نبود، اما بر روی عملکرد دانه نخود مؤثر واقع شد (شکل ۸).

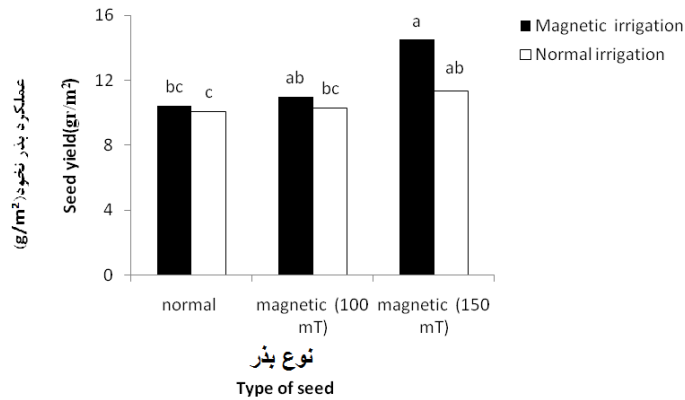
مغناطیس قرار گرفته و سپس به وسیله آب مغناطیس شده آبیاری شده اند، دچار کاهش رشد شدند.

همان طور که ذکر شد، هر کدام از تیمارهای اعمال شده به تنهایی دارای اثر مثبت بر روی میزان تولید ماده خشک در نخود شده بودند (جدول ۱ و ۲، شکل ۳ و ۴). بنابراین اعمال میدان مغناطیس در بذر و یا در آب آبیاری هر یک به طور جداگانه، نمی تواند منجر به کاهش رشد در گیاهان به ویژه در نخود شود (Hozayn and Abdol Qados, 2010). اما اگر گیاه در معرض دو میدان مختلف مغناطیسی متفاوت قرار بگیرد (به عنوان مثال، هم بذر مغناطیس شود و هم آب آبیاری)، دچار تنش می شود. در بین حالات متقابل اثرات مغناطیس بذر و آب آبیاری بیش ترین تشابه روندی در حالت بذر مغناطیس ۱۵۰ میلی تسلا-آبیاری مغناطیس و بذر عادی-آبیاری مغناطیس مشاهده شد. اما همان طور که ملاحظه می شود، روند تیمار بذر عادی آب معمولی با بذر مغناطیس ۱۵۰ میلی تسلا-آب معمولی تفاوت زیادی با هم نشان می دهند (شکل ۵) که احتمال می رود این امر منجر به تحولاتی در ترکیبات بذر نخود شده است که بر آیند این تغییرات، منجر به نوعی تنش در گیاه شده است. همان طور که می دانیم هر نوع تنشی منجر به کاهش رشد در گیاهان مختلف می شود. البته می توان گفت میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط قطب های آهن ربا دارای میدان کوچک تری (۱۰۰ و ۱۵۰ میلی تسلا) بودند، اما میدان ایجاد شده توسط دستگاه آبیاری دارای قدرت بیش تری بود (۵۰۰ میلی تسلا) و میدان بزرگ تر سبب خنثی کردن میدان کوچک تر شده و این امر



شکل ۷- اثر متقابل میدان مغناطیس در بذر و آب بر روی ماده خشک تولید شده در مزرعه نخود  
**Figure 7- Effect of seed and irrigation treatment by magnetic field on dry matter of chickpea**  
 S150, S100, NS به ترتیب تیمار بذری مغناطیس نشده، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی تسلا؛  
 NI, MI به ترتیب تیمار آبیاری معمولی و مغناطیس  
 NS, S150, S100: untreated, treated with 100 and 150 mT intensity of magnetic field respectively;  
 NI, MI: normal and magnetic irrigation respectively





شکل ۸- اثر متقابل میدان مغناطیس در بذر و آب بر روی عملکرد دانه نخود

Figure 8- Effect of seed and irrigation treatment by magnetic field on yield of chickpea

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using LSD test

جدول ۳- اثرات متقابل میدان مغناطیس در بذر و آب بر روی ماده خشک نخود حاصل از معادله سیگموئیدال

Table 3- Fitted equations (sigmoidal) on reciprocal effect of the magnetic field on irrigation for dry matter of chickpea

Y=f	Equation: Sigmoidal, Sigmoid, 3 Parameter			P	F	R <sup>2</sup>	Signification
	(st) a	(st) b	(st) c				
ماده خشک نخود در بذر معمولی و آبیاری معمولی Dry matter of Chickpea normal seed and normal irrigation	(0.3)5.3	(5.9)17.9	(۳/۲)۳۴/۸	0.02	33.3	0.97	*
ماده خشک نخود در بذر مغناطیس (۱۰۰ میلی‌تسلا) و آبیاری معمولی Dry matter of Chickpea magnetic seed (100mT) and normal irrigation	(0.19)5	(3.8)14.5	(۲/۵)۳۲/۷	0.02	45.2	0.97	*
ماده خشک نخود در بذر مغناطیس (۱۵۰ میلی‌تسلا) و آبیاری معمولی Dry matter of Chickpea magnetic seed (150mT) and normal irrigation	(0.1)4.9	(1.5)8.7	(1.1)36.4	0.01	89.5	0.98	**
ماده خشک نخود در بذر معمولی و آبیاری مغناطیسی Dry matter of Chickpea normal seed and magnetic irrigation	(0.04)4.9	(1.02)7.1	(1.03)31.4	0.005	191.1	0.99	**
ماده خشک نخود در بذر مغناطیس (۱۰۰ میلی‌تسلا) و آبیاری مغناطیسی Dry matter of Chickpea magnetic seed (100mT) and magnetic irrigation	(0.2)5	(5.8)13.8	(4.9)28.1	0.05	17.9	0.94	*
ماده خشک نخود در بذر مغناطیس (۱۵۰ میلی‌تسلا) و آبیاری مغناطیسی Dry matter of Chickpea magnetic seed (150mT) and magnetic irrigation	(0.09)4.8	(2.3)12.4	(2)29.2	0.01	85.1	0.98	**

St: میزان خطای استاندارد، b: شیب تغییرات، c: نقطه تولید ۵۰ درصد ماده خشک، a: حد بالای منحنی

St; error standard, b: slope of variation, c: point of dry matter to 50 %, a: highest of curve

گرم بر مترمربع). هم‌چنین در بین بذوری که در معرض میدان مغناطیس با قدرت‌های مختلف قرار گرفته بودند، میزان ماده خشک تولیدی نخود متفاوت بود. به طوری که میزان ماده خشک تولیدی در بذور مغناطیس شده در میدان ۱۵۰ میلی‌تسلا (۲۰۵ گرم بر مترمربع) بیش‌تر از بذور مغناطیس شده در میدان ۱۰۰ میلی‌تسلا (۱۶۵ گرم بر مترمربع) بود. این تفاوت میزان ماده خشک تولیدی از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین اعمال تیمار میدان

### نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف میدان مغناطیس بر روی بذور نخود سبب تأثیر معنی‌داری بر روی میزان ماده خشک تولیدی نخود می‌شود. به طوری که میزان ماده خشک تولیدی در تیمار بذر عادی، نسبت به بذوری که در معرض میدان مغناطیس قرار گرفته بودند، کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد (۱۴۹)

تولید ماده خشک در تمام تیمارهای اعمال شده نسبت به تیمار شاهد، کاسته می‌شود و این امر ناشی از تفاوت قدرت ناشی از میدان مغناطیسی در تیمارهای مختلف آبیاری و بذر می‌باشد. البته این مسئله بر روی عملکرد دانه صادق نبود، زیرا در اثر اعمال میدان مغناطیسی بر روی بذر و آب آبیاری حدود ۳۱ درصد افزایش نشان داد.

مغناطیسی بر روی آب آبیاری در مزرعه نخود بر روی میزان ماده خشک تولیدی نخود مؤثر بود. عملکرد دانه در اثر اعمال میدان مغناطیسی بر روی بذر و یا آب آبیاری بیش‌ترین واکنش مثبت را در گیاه نخود نشان داد. با در نظر گرفتن اثرات متقابل تیمارهای اعمال شده، مشاهده شد که اعمال میدان مغناطیس بر روی آبیاری و بذر نخود بر روی تولید ماده خشک نخود نه تنها تأثیر مثبت ندارد، بلکه

## References

- 1- Aladjadjian, 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.
- 2- Aladjadjian, A., and Ylieva, T. 2003. Influence of stationary magnetic field on the early stages of the development of tobacco seeds (*Nicotiana tabacum*L.). Journal of Central European Agriculture 132(2): 131-138.
- 3- Alexander, M. P., and Doijode, S. D. 1995. Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigour of conserved onion (*Allium cepa* L.) and rice (*Oryzasativa*, L.) seeds with low viability. Plant Genetic Resources Newsletter 104: 1-5.
- 4- Aliverdi, A., Rashed-Mohassel M. H., Zand, E., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Increased foliar activity of clodinafop-propargyl and/or tribenuron-methyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Weed Biology and Management* 9: 292-299.
- 5- Al-Khazan, M., Abdullatif, B. M., and Al-Assaf, N. 2011. Effects of magnetically treated water on water status, chlorophyll pigments and some elements content of Jojoba (*Simmondsia chinensis*L.) at different growth stages. African Journal of Environmental Science and Technology 5(9): 722-731.
- 6- Arbabian, S., Majd, A., and Salaripour, S. 2010. The effects of electromagnetic field (EMF) on vegetative organs, pollen development, pollen germination and pollen tube growth of *Glycine max* L. Journal of Cell & Tissue 1(1): 35-42.
- 7- Atak, C., Danilov, V., Yurttas, B., Yalçın, S., Mutlu, D., and Rzakoulieva, A. 1997. Effects of magnetic field on soybean (*Glycine max* L. Merrill) seeds. Com JINR. Dubna 1-13.
- 8- Atak, C., Emiroglu, O., Aklimanoglu, S., and Rzakoulieva, A. 2003. Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (*Glycine max* L. Merrill) tissue cultures. Journal of Cell and Molecular Biology 2:113-119.
- 9- Belyavskaya, N. A. 2001. Ultra structure and calcium balance in meristem cells of pea root exposed to extremely low magnetic fields. Advances in Space Research 28: 645-650.
- 10- Boe, A. A., and Salunke, D. K. 1963. Effects of magnetic fields on tomato ripening. Nature 199: 91-92.
- 11- Burtebayeva, D., Burtebayev, N., and Kakhraman, V. D. 2003. Application of electromagnetic radiant of low frequency for increasing of the crop capacity of the agricultural seeds. Avras Nukleer Bul 64-68.
- 12- Çelik, Ö., Atak, C., and Rzakoulieva, A. 2008. Stimulation of rapid regeneration by a magnetic field in paulownia node cultures. Journal of Central European Agriculture 9(2): 297-303.
- 13- Danilov, V., Bas, T., Eltez M., and Rizakulyeva, A. 1994. Artificial magnetic field effects on yield and quality of tomatoes, ActaHortic. 366: 279-285 5.
- 14- De Souza, A., Casate, R., and Porras, E. 1999. Effect of magnetic treatment of tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.) on germination and seedling growth [in Spanish]. Investigacion Agriculture Production Protection Vegetable 14(3): 67-74.
- 15- Duarte Diaz, C. E., Riquenes, J. A., Sotolongo, B., Portuondo, M. A., Quitana, E. O., and Perez, R. 1997. Effect of magnetic treatment of irrigation water on tomato crop. Horticulture Abstract 469: 494.
- 16- Ehyae, H., Parsa, M., Kafi, M., and Nasiri Mahallati, M. 2010. Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars. Iranian Journal of Pulses research 2(1): 37- 48. (In Persian with English Abstract).
- 17- Esitken, A., and Turan, M. 2004. Alternating magnetic field effects on yield and plant nutrient element composition of strawberry (*Fragariaaana-nassa* cv. Camarosa). Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science 54: 135-139.
- 18- Feizi, H., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Shahtahmassebi, N., and Fotovat, A. 2011. Influence of intensity and exposure duration of magnetic field on behavior of seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology 3(4): 482-490.
- 19- Florez, M., Victoria, M., Martinez, E. 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic field: effects of germination and early growth. Environmental and experimental botany 59: 68-75.
- 20- FAO (Food and Agricultural Organization), 2012. FAOSTAT database for agriculture. Available online at: <http://faostat.fao.org/faostat/collection? subset= agriculture>

- 21- Goodman, E. M; Greenabaum, B., and Morron, T. M. 1995. Effects of electromagnetic fields on molecules and cells. *International Review of Cytology* 158: 279-325.
- 22- Grundy, A. C., Bond, W., and Burston, S. 1999. Weed suppression by crops. The brighton conference-weeds. P. 957-962.
- 23- Gaur, P. M., Tripathi, S., Gowda, C. L. L., RangaRao, G. V., Sharma, H. C., Pande, S and Sharma, M. 2010. Chickpea Seed Production Manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.
- 24- Hozayn, M and Abdul Qados, A. M. S. 2010. 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.
- 25- Hozayn, M., Abd El-Monem, A. A; Abdul Qados, A. M. S. and Abd El-Hameid, E. M. 2011. Response of Some Food Crops to Irrigation with Magnetized Water under Green House Condition. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(12): 29-36.
- 26- <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=54704&refer=&units=us>, 2015
- 27- Martinez, E., Carbonel, M. V., and Amaya, J.M. 2000. A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeumvulgare*L.). *Electro and Magnetobiology* 19(3): 271-277.
- 28- Muraji, M., Nishimura, M., Tatebe, W., and Fujii, T. 1992. Effect of alternating magnetic field on the growth of the primary root of corn. *IEEE Transactions Magnetics* 28: 1996-2000.
- 29- Namba, K.; Sasao, A. and Shibusawa, S. 1995. Effect of magnetic field on germination and plant growth. *Acta Horticulture* 399: 143-147.
- 30- Oldacay, S., and Erdem, G. 2002. Evaluation of chlorophyll contents and peroxides activities in (*Helianthus annuus* L.) genotypes exposed to radiation and magnetic field. *Pakistan Journal of Applied Science* 2(10): 934-937.
- 31- Podleony, J., Pietruszewski, S., and Podleona, A. 2004. Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experi- mental pot conditions. *International Agrophysics* 18: 65-71.
- 32- Reina, F. G., Pascual, .L. A., and Fundora, I. A. 2001. Influence of a Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds. Part II: Experimental Results *Bioelectromagnetics* 22: 596-602.
- 33- Ruzzic, R., Berden, M., and Jerman, I. 1998. The effects of oscillating electromagnetic fields on plants. Summary Report. Proc. First World Congress on the Bio effects of Electricity and Magnetism on the Natural World, Madeira, UK, 1-6 October.
- 34- Selim, A. F. H., and El-Nady, M. F. 2011. Physio-anatomical responses of drought stressed tomato plants to magnetic field. *Acta Astronautica* 69: 387-396
- 35- Stein, G. S., and Lian, J. B. 1992. Regulation of cell cycle and growth control. *Bioelectromagnetics Supplement* 1: 247-265.
- 36- Souza, A. D., Garcia, D., Sueiro, L., Licea, L., and Porras, E. 2005. Pre-sowing magnetic treatment of tomato seeds: effects on the growth and yield of plants cultivated late in the season. *Spanish Journal of Agricultural Research* 3(1): 113-122.
- 37- Turker, M., Temirci, C., Battal, P. M., and Erez, E. 2007. The effect of an artificial and static magnetic field on plant growth, chlorophyll and phyto-hormone levels in maize and sunflower plants. *Phyton Annales Rei Botanicae* 46: 271-284.
- 38- Vashisth, A., and Nagarajan, S. 2008. Exposure of Seeds to Static Magnetic Field Enhances Germination and Early Growth Characteristics in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bioelectromagnetics* 29:571-578.



## Evaluating the Magnetic Field effects on Growth and Yield of Chickpea (*Cicer arietinum*) under Mashhad Climatic Conditions

Gh. Mahmoudi<sup>1</sup>- A. Ghanbari<sup>2\*</sup>- M. Rastgoo<sup>2</sup>- M. Gholi Zade<sup>3</sup>- I. Tahmasebi<sup>4</sup>

Received: 04-11-2014

Accepted: 21-01-2015

### Introduction

Effect of magnetic fields is now the subject of an increasingly large research effort because it is known to induce biochemical changes in plant species. In physics science, it is well established that by passing water through a magnetic device, the water can be influenced. On the other hand, the literature review in physical science in different country indicated also that magnetized water induced a change in water physicochemical properties such as conductivity, surface tension, viscosity, vaporization rate, and pH. The magnetic properties of the cells determine their capability in order to absorb and transfer the magnetic energy to other types of energy, transferring these energies within the plant. Therefore, this technology was used in different countries which all reported the successful use of magnets in treating water for irrigation use. Magnetic fields on seeds lead to better germination rate and plant growth than chemical fertilizers. Magnetic fields have been to apply a stimulus effect on growth and germination and on crop yield.

### Materials and Methods

In order to study the effect of magnetic field on growth and total dry matter of chickpea (*Cicer arietinum* L.), an strip plot experiment based on randomized complete block design was conducted at the Agronomy Research Field of Ferdowsi University of Mashhad ( Lat 36°15' N, Long 59°28' E; 985 m Altitude) during 2013-2014. The first treatment was the exposure of seed to magnetic field in three levels (normal, 100 and 150 mT magnetic field with 120 minutes durations). The magnetic field exert by a device consists of two magnets and the two opposite poles of two magnets that attract each other. Moreover, the intensity of magnetic field changed by adjusting the distance between the poles. It was measured by using a micrometer Tesla meter Leybold- Heraeus51652. The second treatment consisted of water irrigation types as two levels (normal water and magnetized water with 650 mT). Magnetized water was produced by a commercial magnet namely AQUA CORRECT with (650Gauss magnetic field. All data were analyzed by Sigmaplot and Excel and treatments were separated using Fisher's protected LSD Test. All statements of significance were based on probability of (P<0.01).

### Results and Discussion

Results of this experiment showed that dry matter of chickpea increased by 26 percent in comparison to normal seeds at 150 mT magnetic field with 120 min exposure duration ( $p \leq 0.01$ ). Besides dry matter of chickpea being under different conditions were not same. So that in magnetic irrigation treatment with time passing produced dry matter of chickpea increased by 25 percent and in sampling on 80 and 96 days after planting, the difference of produced dry matter was in higher level than normal irrigation treatment. Treatment of magnetized irrigation affected chickpea dry matter ( $p \leq 0.01$ ). Chickpea dry matter increased by 25 percent in magnetized water irrigation with time passing. Dry matter came to its highest level at 80 and 90 days after planting in comparison with normal irrigation at 150 mT magnetic field. In addition, the use of magnetic field on irrigation and seed caused the seed yield of chickpea increases about 27% and 19%, respectively. Interaction effects of seed and irrigation magnetic caused to increase the seed yield of chickpea about 31 %.

**Keywords:** Magnetic irrigation, Seed yield, Sigmoid equation

1 and 2- Ph.D Student and Associate Prof. in Weed Science, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad Respectively.

3- Prof., Department of Chemistry Ferdowsi University of Mashhad

4- Assistant Prof., Department of Agronomy, Kurdistan University

(\*- Corresponding Author Email: Ghanbari@um.ac.ir)