

مقاله علمی-پژوهشی

اثر آب مغناطیسی و مالچ پلاستیکی شفاف بر عملکرد و بهره‌وری آب در لویا سبز رقم الموت

جعفر نیکبخت^{۱*}، فاطمه محمدی^۲ و طاهر برزگر^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک با منابع آب محدود، استفاده از هر روشی که باعث افزایش عملکرد گیاه با کاربرد مقدار معین آب گردد به‌عنوان یک راه‌کار مدیریتی مؤثر در افزایش بهره‌وری آب خواهد بود. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر آب مغناطیسی و مالچ پلاستیکی شفاف بر عملکرد و بهره‌وری آب در لویا سبز رقم الموت بود. تحقیق بر پایه آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار از خرداد تا مهرماه سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام گرفت. عامل اصلی آزمایش، عبور و عدم عبور آب آبیاری از میدان مغناطیسی و عامل فرعی کاربرد و عدم کاربرد مالچ پلاستیکی بود. جهت ایجاد میدان مغناطیسی، از سیم لوله و میدل برق متناوب به ثابت استفاده شد. نیاز آبی گیاه با استفاده از داده‌های به‌هنگام پارامترهای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک زنجان و روش فائو-پنمن-مانتیت تعیین شد. بر اساس نتایج، بیش‌ترین افزایش میانگین محتوی کلروفیل برگ، میانگین سطح برگ، میانگین طول غلاف، میانگین تعداد غلاف در بوته، میانگین عملکرد گیاه و میانگین بهره‌وری آب در شرایط استفاده توأم از مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۳/۵، ۱۹/۴، ۵۲، ۴۰/۸ و ۴۰/۸ درصد بیش‌تر بود. میانگین درصد نسبی آب برگ در تیمار مالچ پلاستیکی ۶/۵ درصد بیش‌تر از تیمار بدون مالچ و در تیمار آب مغناطیسی ۶/۸ درصد بیش‌تر از تیمار آب غیر مغناطیسی بود (افزایش معنی‌دار). با توجه به نتایج پژوهش، استفاده توأم از مالچ پلاستیکی و آب مغناطیسی در کشت گیاهان در منطقه زنجان پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای-نواری، حفظ رطوبت خاک، مدیریت آب آبیاری

مقدمه

افزایش فعالیت میکروبی خاک و بهبود محیط‌زیست اطراف ریشه می‌شود. مالچ پلاستیکی با ممانعت از کاهش دمای خاک در طول شب، موجب فعالیت مطلوب ریشه می‌گردد. هم‌چنین تداوم استفاده از مالچ با افزایش ماده آلی خاک، باعث ارتقاء ظرفیت نگهداری رطوبت خاک می‌گردد. بنابراین کاربرد مالچ در کنار استفاده از آبیاری قطره‌ای-نواری یک راه‌کار مؤثر در افزایش کمی و کیفی محصول می‌باشد (Kumar and Kumar, 2020; Saridas et al., 2021).

در پژوهش انجام‌یافته توسط اشرف‌الزمان و همکاران، تعداد میوه و عملکرد گیاه فلفل قرمز در تیمار بدون مالچ به ترتیب ۳۳۵ عدد و ۱۳/۴۶ تن در هکتار، تیمار مالچ شفاف به ترتیب ۴۳۴ عدد و ۱۸/۴۵ تن در هکتار، تیمار مالچ سیاه به ترتیب ۴۷۲ عدد و ۲۱/۳۳ تن در هکتار و در تیمار مالچ آبی به ترتیب ۴۴۳ عدد و ۱۹/۱۵ تن در هکتار به دست آمد (Ashrafuzzaman et al., 2011). نتایج پژوهش یاغی و همکاران نشان داد عملکرد و کارایی مصرف آب خیار در تیمار مالچ شفاف به ترتیب ۶۳/۹ تن در هکتار و ۰/۲۶۲ تن در هکتار بر میلی‌متر و مالچ سیاه به ترتیب ۵۷/۹ تن در هکتار و ۰/۲۳۸ تن در هکتار بر

به دلیل کمبود منابع آب، امروزه کشاورزان جهت افزایش میزان و کیفیت محصول کشت‌شده، از روش‌های نوین مدیریت کشت همانند استفاده از بذرهای اصلاح‌شده، آبیاری با سیستم آبیاری قطره‌ای-نواری، استفاده از مالچ و غیره استفاده می‌کنند. پوشش سطح خاک با مالچ یا خاک‌پوش با دست‌کاری اتمسفر اطراف گیاه، باعث حفظ رطوبت خاک و کنترل علف‌های هرز می‌گردد. با حفظ رطوبت خاک از فشردگی خاک کاسته می‌شود. به دلیل پوشش سطح زمین با مالچ، تهویه خاک کاهش‌یافته در نتیجه میزان دی‌اکسید کربن در اطراف گیاه در زیر مالچ افزایش می‌یابد. کنترل علف‌های هرز، موجب

۱- دانشجوی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
(*) نویسنده مسئول. (Email: Nikbakht.jaefar@znu.ac.ir)
DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.3.7.8

چشم‌بلی با آب مغناطیسی محتوای کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب را به ترتیب به میزان ۳۱، ۱۴، ۲۳، ۳۸ و ۳۸ درصد نسبت به آب معمولی افزایش داد (Sadeghipour, 2016). امروزه در برخی از مزارع، زارعین از مالچ پلاستیکی برای پوشش سطح خاک به منظور حفظ رطوبت آن استفاده می‌کنند. هم‌چنین استفاده از آب مغناطیسی در آبیاری گیاهان در برخی از مزارع و باغات رایج شده است. با بررسی منابع علمی قابل‌دسترس، پژوهشی که در آن اثر توأم استفاده از آب مغناطیسی و مالچ پلاستیکی بر عملکرد و بهره‌وری آب به صورت علمی بررسی شده باشد یافت نشد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف ارزیابی اثر کاربرد توأم مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر عملکرد و بهره‌وری آب در لوبیا سبز رقم الموت انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از خرداد تا مهر ماه سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان بر روی گیاه لوبیا سبز رقم الموت انجام گرفت. تحقیق بر پایه آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار (شکل ۱) انجام گرفت که عامل اصلی آزمایش، عبور و عدم عبور آب آبیاری از میدان مغناطیسی و عامل فرعی کاربرد و عدم کاربرد مالچ پلاستیکی بود. در اول خردادماه با انجام عملیات‌های شخم (با گاواهن برگردان دار)، کلوخه‌شکنی (با کولتیواتور) و جمع‌آوری سنگریزه‌ها (با شن‌کش)، زمین جهت انجام کشت آماده شد. سپس بذره‌های لوبیا با فاصله ۱۰ سانتی‌متر بر روی ردیف‌های کشت با طول ۱/۵ متر و فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر کشت شد. تعداد ردیف‌های کشت در هر کرت ۶ ردیف (۳ ردیف با مالچ پلاستیکی و ۳ ردیف بدون مالچ پلاستیکی) (شکل ۲) بود. بین دو تیمار آب مغناطیسی و غیر مغناطیسی و تکرارها یک متر فاصله قرار داده شد. مالچ مورد استفاده از پلاستیک شفاف با ضخامت ۰/۲ میلی‌متر بود. جهت ایجاد آب مغناطیسی، از یک دستگاه ایجاد میدان مغناطیسی ثابت شامل سیم لوله و تبدیل‌کننده برق متناوب به ثابت، با شدت میدان ۰/۱ تسلا (شکل ۳) استفاده شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و آب مزرعه در جداول ۱ و ۲ و میانگین پارامترهای هواشناسی در جدول ۳ آورده شده است.

میلی‌متر بود در حالی که در تیمار بدون مالچ این مقادیر به ترتیب ۴۴/۱ تن در هکتار و ۰/۱۵۳ تن در هکتار بر میلی‌متر حاصل شد (Yaghi et al., 2013). بر اساس نتایج آزمایش انجام گرفته بر روی ذرت بهاره در دو سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ در چین، میانگین عملکرد و کارایی مصرف آب در تیمار کاربرد مالچ به ترتیب ۱۲۷۴۸ کیلوگرم در هکتار و ۴/۸۶ کیلوگرم بر مترمکعب و در تیمار عدم کاربرد مالچ به ترتیب ۸۳۴۳ کیلوگرم در هکتار و ۴/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود که کاربرد مالچ به ترتیب ۵۳ و ۱۳/۶ درصد عملکرد و کارایی مصرف آب (به ترتیب) را افزایش داد (Lin et al., 2019). نتایج پژوهش ساری‌داش و همکاران نشان داد با کاربرد مالچ نقره‌ای تیره، مالچ مشکی و مالچ شفاف در کشت توت‌فرنگی، تعداد میوه در بوته به ترتیب ۶۰/۵، ۲۸/۰ و ۱۹/۳ درصد، عملکرد بوته به ترتیب ۶۲/۸، ۳۹/۳ و ۲۷/۴ درصد و کارایی مصرف آب آبیاری به ترتیب ۶۸/۳، ۴۵/۲ و ۳۳/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت (Saridas et al., 2021).

امروزه علاوه بر کمبود آب آبیاری، کیفیت آب نیز در اکثر مناطق رو به کاهش است که کاربرد این نوع آب‌ها در آبیاری، سبب ایجاد مشکلات زیاد در خاک زراعی گشته و تولید محصول را نیز کاهش می‌دهد. یکی از روش‌هایی که در این موارد مورد استفاده قرار می‌گیرد، عبور دادن آب آبیاری از یک میدان مغناطیسی است (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۲). در اثر عبور آب از میدان مغناطیسی، نیروی کشش سطحی آب کاهش یافته، در نتیجه سیالیت و خاصیت تر کنندگی آن بیشتر می‌شود. بنابراین آبیاری گیاه با آب مغناطیسی سبب جذب راحت‌تر و بیشتر آب از خاک شده که به دنبال آن، جذب مواد غذایی و املاح نیز از خاک بهتر و بیش‌تر صورت خواهد گرفت که موجب افزایش رشد و در نهایت موجب افزایش عملکرد گیاه خواهد شد (نیکبخت و رضایی، ۱۳۹۶). نتایج تحقیق گلدانی سلیم و سلیم بر روی گندم در مصر نشان داد کاربرد آب مغناطیسی برای آبیاری نسبت به آب غیر مغناطیسی باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد کاه، کارایی مصرف آب در تولید دانه، کاه و عملکرد کل به ترتیب ۱۹۲، ۱۶۹، ۱۸۸، ۱۷۰ و ۱۷۸ درصد شد (Selim and Selim, 2019). نیکبخت و طالعی (۱۳۹۸) طی آزمایشی در دانشگاه زنجان، میانگین وزن تر و کارایی مصرف آب گیاهان ذرت آبیاری شده با آب مغناطیسی را به ترتیب ۹۱ تن در هکتار و ۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب و در تیمار آب غیر مغناطیسی را به ترتیب ۸۲ تن در هکتار و ۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آوردند. هوزاین و همکاران طی پژوهشی در مصر در دوره‌های رشد ۱۰-۲۰۰۹ تا ۱۱-۲۰۱۰ مشاهده کردند استفاده از آب مغناطیسی برای آبیاری کلزا باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن و کارایی مصرف آب در تولید دانه و روغن به میزان ۳۸/۷۰، ۵۸/۵۱، ۳۸/۷۰ و ۵۸/۵۱ درصد (به ترتیب) نسبت به آب غیر مغناطیسی شد (Hozayn et al., 2016). بر اساس نتایج پژوهش صادقی‌پور (۲۰۱۶) در دانشگاه آزاد شهر ری، آبیاری گیاهان لوبیا



شکل ۲- نوارهای آبیاری قطره‌ای برای آبیاری گیاهان.



شکل ۳- دستگاه مبدل و سیم لوله استفاده‌شده برای تولید میدان مغناطیسی ثابت.

نوع آب آبیاری			
آب غیرمغناطیسی		آب مغناطیسی	
تکرار ۱	بدون مالچ	مالچ	بدون مالچ
تکرار ۲	بدون مالچ	مالچ	بدون مالچ
تکرار ۳	بدون مالچ	مالچ	بدون مالچ

شکل ۱- نقشه کشت اجراشده در پژوهش.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه.

pH	EC (dS.m ⁻¹)	N (%)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Na (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	مواد آلی (%)	رطوبت PWP (%)	رطوبت FC (%)	بافت خاک لوم رسی	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
۷/۴۲	۱/۴۹	۰/۱	۱۲۰	۱۳۰	۲۰۰	۰/۹۴	۱۳/۷	۲۹/۷		۲۵	۳۸	۳۷

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه مورد استفاده.

HCO ₃ (mg.L ⁻¹)	Co ₃ (mg.L ⁻¹)	Cl (mg.L ⁻¹)	Mg (mg.L ⁻¹)	Ca (mg.L ⁻¹)	K (mg.L ⁻¹)	Na (mg.L ⁻¹)	SAR (meq.L ⁻¹) ^{0.5}	EC (dS.m ⁻¹)	pH
۱۹۵/۲	۰/۰	۵۸۲/۲	۱۰۳/۷	۲۵۸/۴۵	۰/۰	۵۰	۰/۶۶	۲/۳۵	۶/۵

جدول ۳- میانگین پارامترهای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک زنجان در طول دوره رشد.

مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	پارامتر هواشناسی
۱۴/۶	۲۱/۷	۲۶/۳	۲۶/۳	۱۹/۳	متوسط دما (°C)
۱۷/۰	۰/۳	۰/۷	۰/۰	۳۴/۶	مجموع بارندگی (mm)
۸/۶	۱۰/۶	۱۱/۰	۱۱/۴	۱۰/۹	ساعات آفتابی (hr)
۳/۲	۱/۸	۲/۲	۲/۲	۱/۸	سرعت باد (m.sec ⁻¹)
۲۹	۳۲	۳۲	۲۵	۴۲	رطوبت نسبی (%)
۴/۱۱	۵/۴	۵/۴	۵/۸	۴/۹	تبخیر-تعرق مرجع (mm.day ⁻¹)

داده شد. نیاز آبی گیاه در هر دور، با استفاده از داده‌های به‌هنگام پارامترهای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک زنجان، اندازه‌گیری سطح سایه‌انداز گیاه و رابطه فائو-پنمن-مانتیت (روابط ۱ و ۲) تعیین می‌شد. مقدار حجم آب آبیاری در هر دور با استفاده از روابط ارائه‌شده در

نیاز آبی گیاهان کشت‌شده از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای-نواری با دور آبیاری ۲ روز انجام گرفت. ضخامت نوارهای آبیاری ۱۷۵ میکرون، فاصله روزنه‌ها ۲۰ سانتی‌متر و دبی روزنه‌ها ۲ لیتر در ساعت در فشار کارکرد ۱ بار بود که در کنار هر ردیف کشت، یک نوار قرار

روز) می‌باشد. مقادیر ET_0 از رابطه ۲ محاسبه شد (Allen et al., 1998). هم‌چنین مقادیر ضریب گیاهی لوبیا سبز در مراحل مختلف رشد به ترتیب ۰/۵ (مرحله ابتدایی رشد)، ۱/۰۵ (مرحله میانی رشد) و ۰/۹ (مرحله نهایی رشد) در نظر گرفته شد که از نشریه فائو ۵۶ استخراج گردید (Allen et al., 1998).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{(T + 273)} u_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (2)$$

کتاب کلر و بلیسنر محاسبه شد (Keller and Bliesner, 1990). در شکل ۴ حجم آب داده‌شده به تیمار شاهد برای دوره‌های ۱۰ روزه نشان داده شده است. در این تحقیق راندمان آبیاری ۹۰ درصد در نظر گرفته شد. مجموع حجم آب داده‌شده به گیاهان در طول دوره رشد ۵۱۴۵ مترمکعب در هکتار بود.

$$ET_C = K_C \times ET_0 \quad (1)$$

که در این رابطه ET_0 : تبخیر-تعرق گیاه مرجع چمن (میلی‌متر در روز)، K_C ضریب گیاهی و ET_C : تبخیر-تعرق گیاه لوبیا (میلی‌متر در



شکل ۴- مقادیر آب داده‌شده به تیمار شاهد در طول دوره رشد.

آبیاری برای تولید یک کیلوگرم عملکرد بر حسب مترمکعب و WUE : بهره‌وری آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب. در پژوهش حاضر حجم آب آبیاری مورد استفاده در طول فصل رشد، ۵۱۴۵ مترمکعب در هکتار بود. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده با کمک نرم‌افزار SAS 9.3 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در گیاه لوبیا سبز رقم الموت تحت تأثیر تیمارهای آب مغناطیسی، استفاده از مالچ پلاستیکی شفاف و اثر متقابل آن‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج جدول ۴، اعمال تیمارهای آب مغناطیسی و مالچ بر گیاه لوبیا سبز به‌جز قطر طوقه بر سایر صفات مورد ارزیابی در سطوح آماری مختلف معنی‌دار شد. برهم کنش متقابل تیمارهای مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی نیز به‌جز دو صفت محتوی نسبی آب برگ و قطر طوقه بر سایر صفات اندازه‌گیری شده در سطوح متفاوت آماری معنی‌دار شد. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۵ ارائه شده است.

در طول دوره رشد و در انتهای فصل جهت بررسی اثر تیمارهای آزمایش بر گیاه، با حذف ردیف‌ها و گیاهان حاشیه (۲ ردیف اول و آخر در هر کرت و ۳ گیاه ابتدا و ۳ گیاه انتهای هر ردیف کشت)، به‌صورت تصادفی ۸ بوته از بوته‌های باقیمانده هر تیمار در هر کرت انتخاب و اندازه‌گیری صفات موردنظر از آن‌ها صورت گرفت. در اواسط فصل رشد محتوای نسبی آب برگ و محتوی کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه SPAD اندازه‌گیری شد (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۹). به‌منظور تعیین عملکرد گیاه، در طول فصل رشد و بعد از رسیدن گیاه به مرحله غلاف دهی، در ۵ نوبت (هر ۵ تا ۶ روز یک‌بار) غلاف‌هایی که دانه در آن‌ها تشکیل و به‌اندازه کافی بزرگ شده بودند، برداشت شده و توزین گردید. پس از توزین غلاف‌های برداشت‌شده، تعداد آن‌ها شمارش و طول آن‌ها با خط‌کش تعیین گردیده و یادداشت شد. در انتهای فصل رشد، با قطع بوته‌ها از محل طوقه، قطر طوقه بوته با کولیس و سطح برگ‌ها با کمک اسکرن نوری تعیین شد. در نهایت پس از محاسبه وزن تر غلاف‌ها، بهره‌وری آب در عملکرد با رابطه ۳، محاسبه گردید (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۹).

$$WUE = \frac{Y}{W} \quad (3)$$

Y : وزن تر غلاف‌ها (عملکرد) بر حسب کیلوگرم، W : مقدار آب

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در گیاه لوبیا سبز رقم الموت.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	عملکرد	بهره‌وری آب	طول غلاف	قطر طوقه	محتوی کلروفیل برگ	درصد نسبی آب برگ	سطح برگ
تکرار	۲	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۳/۲۴ ^{ns}	۱۲۸۴۸/۲ ^{ns}
آب مغناطیسی	۱	۶۷/۶۹ ^{***}	۳۷/۱۰ ^{***}	۱/۲۳ ^{***}	۲/۷۱ ^{***}	۰/۹۱ ^{ns}	۱۱/۰۲ ^{***}	۸۸/۰۲ ^{***}	۱۴۷۲۱/۰ ^{**}
خطای کرت اصلی	۲	۰/۱۸	۱/۷۶	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۶۰	۳/۸۰	۲۲۰۹/۰۰
مالچ	۱	۷۵/۵۰ ^{***}	۴۷۷/۵۴ ^{***}	۱۷/۷۶ ^{***}	۲/۳۴ ^{***}	۰/۰۲ ^{ns}	۳۳/۰ ^{***}	۸۱/۶۴ ^{***}	۵۹۹۱۱/۲ ^{***}
مالچ × آب مغناطیسی	۱	۸/۸۴ ^{***}	۸/۵۰ [*]	۰/۲۷ [*]	۱/۲۷ ^{***}	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ [*]	۶/۳۱ ^{ns}	۴۱۹۴۹/۲ ^{***}
خطای کرت فرعی	۴	۰/۲۱	۰/۹۵	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۱/۲۸	۷۰۳/۶۷
ضرب تبادلیات (%)	-	۱/۸۶	۲/۰۱	۲/۰۴	۰/۳۹	۷/۷۶	۲/۱۲	۱/۳	۱/۲۷

ns: غیر معنی‌دار؛ ***، **، * و * به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه لوبیا سبز رقم الموت.

تعداد غلاف در بوته	عملکرد	بهره‌وری آب	طول غلاف	قطر طوقه	محتوی کلروفیل برگ	درصد نسبی آب برگ	سطح برگ
تعداد غلاف در بوته	۱	۰/۸۷ ^{**}					
عملکرد	۱	۰/۸۷ ^{**}					
بهره‌وری آب	۱	۱/۰ ^{**}					
طول غلاف	۱	۰/۷۷ ^{**}	۰/۷۸ ^{**}				
قطر طوقه	۱	-۰/۲۶ ^{ns}	-۰/۲۷ ^{ns}	-۰/۶۸ [*]			
محتوی کلروفیل برگ	۱	۰/۹۴ ^{**}	۰/۹۴ ^{**}	۰/۸۱ ^{**}	-۰/۴۴ ^{ns}		
درصد نسبی آب برگ	۱	۰/۹۴ ^{**}	۰/۸۰ ^{**}	۰/۹۰ ^{**}	-۰/۶۳ [*]	۰/۸۵ ^{**}	
سطح برگ	۱	۰/۷۷ ^{**}	۰/۷۷ ^{**}	۰/۸۴ ^{**}	-۰/۳۳ ^{ns}	۰/۷۳ ^{**}	۰/۶۳ ^{**}

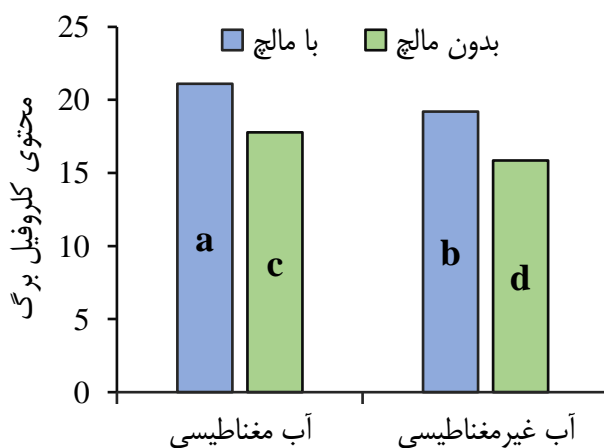
محتوی کلروفیل برگ

غلظت کلروفیل برگ‌ها، شاخص مستقیم سلامتی گیاه و وضعیت رشد آن و شاخصی از فعالیت فتوسنتزی برگ و وضعیت تغذیه نیتروژن گیاه می‌باشد (نجفی و همکاران، ۱۳۹۳) که افزایش میزان آن باعث افزایش سایر صفات رشدی گیاه می‌گردد. نتایج اثرات متقابل کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر میانگین محتوی کلروفیل برگ در گیاه لوبیا سبز رقم الموت در شکل ۵ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود در تیمارهای آب مغناطیسی و آب غیر مغناطیسی، با کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف، میانگین محتوی کلروفیل برگ نسبت به تیمار بدون مالچ به ترتیب ۲۱/۴ و ۱۸/۷ درصد (به ترتیب) افزایش معنی‌دار یافت که به علت حفظ رطوبت خاک در اثر حذف تبخیر و علف‌های هرز از سطح زمین و در نتیجه

جذب راحت‌تر مواد مغذی (افشار و همکاران، ۱۳۹۱) می‌باشد. هم‌چنین با توجه به نتایج شکل ۵، آبیاری گیاهان با آب مغناطیسی در هر دو تیمار استفاده از مالچ و عدم استفاده از مالچ باعث افزایش معنی‌دار میانگین کلروفیل برگ به میزان ۱۲/۲ و ۹/۹ درصد (به ترتیب) نسبت به تیمار آب غیر مغناطیسی گردید. آبیاری گیاه با آب مغناطیسی سبب جذب راحت کاتیون‌ها از جمله کلسیم، منیزیم و آهن و هم‌چنین افزایش جذب آن‌ها می‌شود. در نتیجه رنگ برگ، سبز تیره شده که نشان‌دهنده رفع فقر ریزمغذی‌ها می‌باشد (رستگار و صادقی لاری، ۱۳۹۴). بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر (شکل ۲)، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار میانگین محتوی کلروفیل برگ (به ترتیب ۲۱/۱ و ۱۵/۹) به ترتیب در تیمارهای آب مغناطیسی-با مالچ و آب غیرمغناطیسی-بدون مالچ حاصل شد که نشان‌دهنده اثر مثبت استفاده

میانگین محتوی کلروفیل برگ گیاهان ذرت آبیاری شده با آب مغناطیسی ۱۰/۶۸ درصد بیش‌تر از آب غیر مغناطیسی بود. یافته‌های متاننت و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد متوسط کلروفیل a برگ‌های تربچه آبیاری شده با آب مغناطیسی ۴۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت.

از مالچ در کشاورزی می‌باشد. اشرف‌الزمان و همکاران طی تحقیقی، میانگین کلروفیل کل برگ فلفل قرمز در تیمارهای مالچ پلاستیکی سیاه، مالچ پلاستیک آبی و تیمار شاهد (بدون مالچ) را به ترتیب ۲/۲۶، ۲/۰۸۶ و ۱/۷۲۳ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر برگ به دست آوردند (Ashrafuzzaman et al., 2011). بر اساس نتایج پژوهش glandani نیکبخت و همکاران (۱۳۹۲)



شکل ۵- اثرات متقابل کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر میانگین محتوی کلروفیل برگ در گیاه لوبیا سبز رقم الموت.

افزایش معنی‌دار یافت. مقادیر میانگین محتوی نسبی آب برگ نعنا فلفلی در پژوهش عزیززی و همکاران (۱۳۹۴) در تیمارهای بدون مالچ، مالچ پلاستیک سیاه و مالچ خرده چوب به ترتیب ۴۵/۸۹، ۴۳/۷۲ و ۵۴/۱۸ درصد به دست آمد.

سطح برگ

نتایج اثرات متقابل اعمال تیمارهای آزمایش بر میانگین سطح برگ در شکل ۸ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود کاربرد آب مغناطیسی در شرایط استفاده و عدم استفاده از مالچ پلاستیکی موجب افزایش میانگین سطح برگ گیاه لوبیا سبز شد که این افزایش در تیمار بدون مالچ (۱۸۸/۳ سانتی‌متر مربع یا ۹/۸ درصد) معنی‌دار و در تیمار کاربرد مالچ (۴۸/۲ سانتی‌متر مربع یا ۲/۳ درصد) غیر معنی‌دار بود. هم‌چنین با کاربرد مالچ پلاستیکی در هر دو تیمار آب مغناطیسی و آب غیر مغناطیسی میانگین سطح برگ گیاه به‌طور معنی‌دار افزایش یافت که افزایش در آب غیر مغناطیسی ۲۱۱/۳ سانتی‌متر مربع (۱۱ درصد) و در آب مغناطیسی ۷۱/۳ سانتی‌متر مربع (۳/۴ درصد) بود. مقایسه نتایج نشان می‌دهد استفاده از آب مغناطیسی باعث کاهش اختلاف میانگین سطح برگ گیاه در شرایط کاربرد مالچ نسبت به عدم استفاده از مالچ شد.

استفاده از آب مغناطیسی و مالچ سبب افزایش جذب آب و مواد

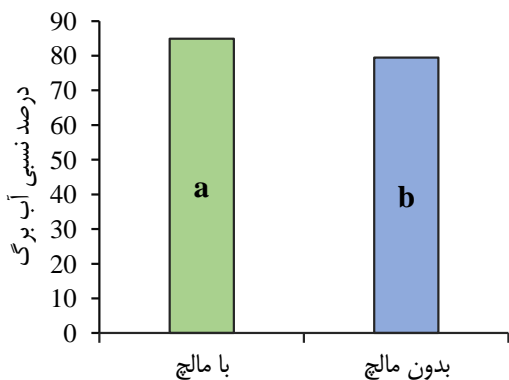
درصد نسبی آب برگ

با توجه به نتایج جدول ۴، تأثیر استفاده از آب مغناطیسی و مالچ بر درصد نسبی آب برگ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل این دو تیمار بر این صفت معنی‌دار نشد. شکل‌های ۶ و ۷ میانگین درصد نسبی آب برگ در گیاه لوبیا سبز رقم الموت تحت تأثیر کاربرد آب مغناطیسی و مالچ را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود استفاده از آب مغناطیسی برای آبیاری گیاهان لوبیا، باعث افزایش معنی‌دار میانگین درصد نسبی آب به میزان ۶/۸ درصد نسبت به تیمار آب غیر مغناطیسی شد (شکل ۶). در پژوهش شاهدهی و همکاران (۱۳۹۹) ملاحظه شد کاربرد آب عبور یافته از میدان مغناطیسی با شدت ۰/۳ و ۰/۶ تسلا برای آبیاری گیاه اسفناج باعث افزایش معنی‌دار درصد نسبی آب برگ به میزان ۹/۹ و ۱۱/۳ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. مقادیر میانگین درصد نسبی آب برگ گندم در آزمایش سلیم و سلیم در تیمارهای شاهد، بذر مغناطیس شده، آبیاری با آب مغناطیسی و آبیاری بذر مغناطیس شده با آب مغناطیسی به ترتیب ۶۹/۵۷، ۹۲/۸۸، ۸۲/۸۴ و ۸۸/۳۹ درصد به دست آمد (Selim and Selim, 2019).

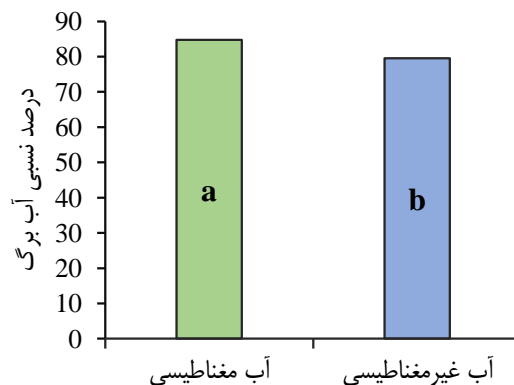
نتایج پژوهش حاضر نشان داد با استفاده از مالچ پلاستیکی به دلیل کاهش رشد علف‌های هرز و تبخیر از سطح خاک و در نتیجه حفظ رطوبت محیط خاک (جعفری و جلالی، ۱۳۹۵)، میانگین درصد نسبی آب برگ به میزان ۶/۵ درصد نسبت به تیمار بدون مالچ

گیاه، افزایش می‌یابد (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۹؛ متانت و همکاران، ۱۳۹۹). همبستگی معنی‌دار میانگین درصد نسبی آب برگ، محتوی کلروفیل برگ و میانگین سطح برگ (جدول ۴) تأییدکننده مطلب اخیر می‌باشد.

غذایی توسط ریشه گیاه می‌شود. در نتیجه آماس سلولی افزایش یافته و تقسیم سلولی در بافت‌های برگ بیش‌تر می‌شود. هم‌چنین در نتیجه افزایش جذب آب و مواد غذایی میزان پروتئین بافت‌ها افزایش یافته و فعالیت هورمون‌هایی که باعث رشد، تقسیم و کشیدگی سلول‌ها می‌گردد، بیش‌تر می‌شود. در نهایت تعداد برگ‌ها و سطح کل برگ



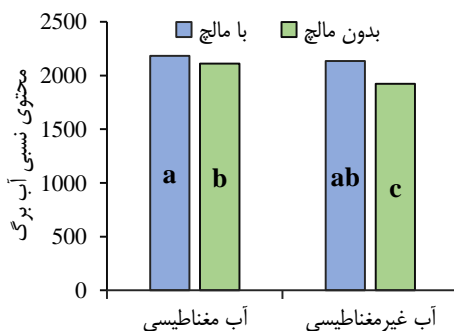
شکل ۷- اثرات کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف بر میانگین درصد نسبی آب برگ در گیاه لوبیا سبز رقم الموت.



شکل ۶- اثر کاربرد آب مغناطیسی بر میانگین درصد نسبی آب برگ در گیاه لوبیا سبز رقم الموت.

ترتیب ۶۳/۵، ۱۸۸/۶ و ۷۷/۱ درصد بیش‌تر بود (Selim and Selim, 2019). عزیز و همکاران (۱۳۹۴) میانگین سطح برگ گیاه نعنا فلفلی را در تیمارهای مالچ خرد چوب و مالچ پلاستیک سیاه به ترتیب ۹۲۰/۱ و ۵۷۱/۶ سانتی‌متر مربع و در تیمار بدون مالچ ۵۲۱/۵ سانتی‌متر مربع به دست آوردند.

افزایش میانگین سطح برگ با کاربرد آب مغناطیسی در آبیاری بوته‌های خیار در پژوهش نیکبخت و همکاران (۱۳۹۹) ۵/۷ درصد و در گیاه تربچه در پژوهش متانت و همکاران (۱۳۹۹) ۲۹ درصد به دست آمد. یافته‌های سلیم و سلیم نشان داد مقادیر میانگین سطح برگ گندم در تیمارهای بذر مغناطیس شده، آبیاری با آب مغناطیسی و آبیاری بذر مغناطیس شده با آب مغناطیسی نسبت به تیمار شاهد به



شکل ۸- اثرات متقابل کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر میانگین سطح آب برگ در گیاه لوبیا سبز رقم الموت.

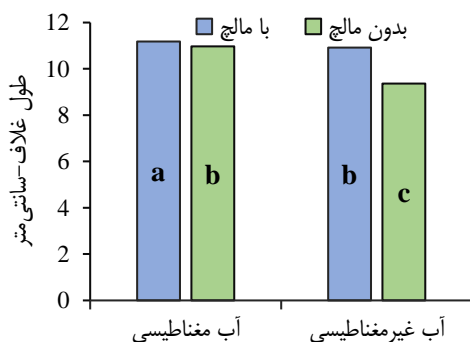
نسبت به تیمار شاهد ۱/۸ سانتی‌متر (۱۹/۴ درصد) و نسبت به دو تیمار مالچ-آب غیر مغناطیسی و بدون مالچ-آب مغناطیسی ۰/۲ سانتی‌متر (۲ درصد) بیش‌تر بود (اختلاف معنی‌دار). هم‌چنین میانگین طول غلاف در دو تیمار مالچ-آب غیر مغناطیسی و بدون مالچ-آب مغناطیسی با یکدیگر برابر شد (۱۱/۰ سانتی‌متر) که نسبت به تیمار

طول غلاف

شکل ۹ نتایج میانگین طول غلاف گیاه لوبیا سبز تحت تأثیر برهم‌کنش آب مغناطیسی و مالچ پلاستیکی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، حداکثر میانگین طول غلاف در گیاه لوبیا با کاربرد توأم آب مغناطیسی و مالچ پلاستیکی (۱۱/۲ سانتی‌متر) حاصل شد که

نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۱/۴ درصد شد (Sahana et al., 2018). جعفری و جلالی (۱۳۹۵) طی پژوهشی مشاهده کردند در شوری آب آبیاری با میزان ۲ دسی زیمنس بر متر طول میوه خربزه در تیمارهای مالچ شفاف و تیره نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۴/۳ و ۱۰/۰ درصد افزایش معنی‌دار داشت. در آزمایش اشرف‌الزمان و همکاران، طول میوه فلفل در تیمارهای شاهد، مالچ شفاف، مالچ سیاه و مالچ آبی به ترتیب ۴/۵۱، ۴/۶۶، ۴/۷۳ و ۴/۶۸ سانتی‌متر حاصل شد که با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند (Ashrafuzzaman et al., 2011).

شاهد اختلاف معنی‌دار داشت (۱/۶ سانتی‌متر یا ۱۷/۱ درصد). بر اساس یافته‌ها می‌توان استنتاج کرد با کاربرد مالچ پلاستیکی و آب مغناطیسی به‌صورت مجزا و توأم، جذب آب و مواد غذایی توسط ریشه گیاه افزایش یافته، در نتیجه میزان فتوسنتز گیاه بیش‌تر می‌گردد که در نتیجه آن، طول غلاف به‌عنوان میوه گیاه افزایش یافت که این نتایج با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار میانگین کلروفیل و میانگین درصد آب برگ و طول غلاف (جدول ۵) قابل استنتاج می‌باشد. نتایج تحقیق گلخانه‌ای ساهانا و همکاران نشان داد کاربرد مالچ باعث افزایش معنی‌دار میانگین طول غلاف لوبیا سبز قطبی



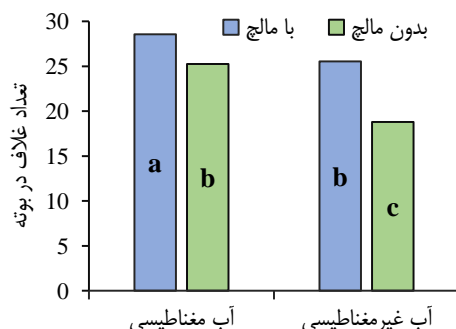
شکل ۹- اثرات متقابل کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر میانگین طول غلاف در گیاه لوبیا سبز رقم الموت.

تیمارهای بدون مالچ، مالچ شفاف، مالچ سیاه و مالچ آبی به ترتیب ۳۳۵، ۴۳۴، ۴۷۲ و ۴۴۳ عدد (Ashrafuzzaman et al., 2011)، در آزمایش جعفری و جلالی (۱۳۹۵) میانگین تعداد خربزه در بوته در شوری ۲ دسی زیمنس در متر در تیمارهای شاهد، مالچ شفاف و مالچ تیره به ترتیب ۱/۷۱، ۱/۸۲ و ۱/۷۹ عدد و در آزمایش ساری‌دانش و همکاران، میانگین تعداد میوه در بوته توت‌فرنگی در تیمارهای مالچ نقره‌ای تیره، مشکی، شفاف و بدون مالچ به ترتیب ۴۷/۵، ۳۷/۹، ۳۵/۳ و ۲۹/۶ عدد (Saridas et al., 2021) حاصل شد.

کاربرد آب مغناطیسی برای آبیاری در آزمایش هوزاین و همکاران باعث افزایش ۲۵/۳ درصد میانگین تعداد غلاف در بوته کلزا (Hozayn et al., 2016) و در آزمایش ال‌ساید باعث افزایش ۳۵/۳ درصد میانگین تعداد غلاف در بوته باقلا شد (El Sayed, 2014). افزایش میانگین تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی در تیمار آب مغناطیسی نسبت به تیمار شاهد در آزمایش ساماراه و همکاران (Samarah et al., 2021) و در بوته خیار در آزمایش نیکبخت و همکاران (۱۳۹۹) ۱۰/۵ درصد بود.

تعداد غلاف در بوته

با توجه به یافته‌های پژوهش، استفاده توأم از مالچ پلاستیکی برای پوشش ردیف‌های کشت و آب مغناطیسی جهت آبیاری، سبب افزایش معنی‌دار میانگین تعداد غلاف در بوته گیاه لوبیا سبز نسبت به سایر تیمارها شد (شکل ۱۰). بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین تعداد غلاف در بوته به ترتیب در تیمارهای مالچ-آب مغناطیسی و شاهد به میزان ۲۸/۶ و ۱۸/۸ عدد به دست آمد. میانگین تعداد غلاف در بوته تیمارهای مالچ-آب غیر مغناطیسی و بدون مالچ-آب مغناطیسی برابر شد (۲۵/۵ عدد) که نسبت به تیمار شاهد ۳۶/۰ درصد افزایش معنی‌دار داشت. استفاده از مالچ پلاستیکی و آب مغناطیسی به‌صورت مجزا یا توأم باعث افزایش جذب آب و مواد غذایی از خاک توسط ریشه و افزایش رشد رویشی و فتوسنتز گردیده که در نتیجه آن، مواد فتوسنتزی بیش‌تری جهت تشکیل گل و غلاف تولید گردیده که در نهایت تعداد غلاف افزایش می‌یابد (امینی و همکاران، ۱۳۹۴). بر اساس یافته‌های امینی و همکاران (۱۳۹۴)، کاربرد مالچ باعث افزایش ۱۳ درصدی میانگین غلاف در بوته‌های لوبیای قرمز شد. در آزمایش اشرف‌الزمان و همکاران، میانگین تعداد میوه در بوته فلفل قرمز در



شکل ۱۰- اثرات متقابل کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر میانگین تعداد غلاف در بوته لوبیا سبز رقم الموت.

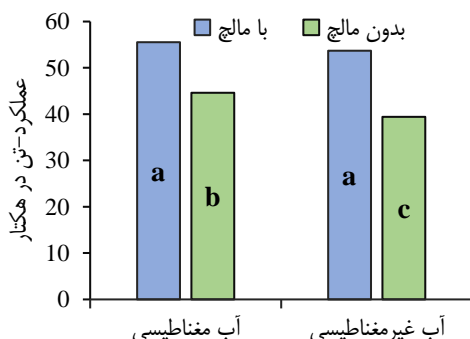
عملکرد

نتایج تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایش بر میانگین عملکرد لوبیا سبز در شکل ۱۱ نشان داده شده است. یافته‌ها نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین عملکرد لوبیا سبز به ترتیب در تیمارهای آب مغناطیسی-با مالچ و آب غیرمغناطیسی-بدون مالچ (شاهد) با میزان ۵۵/۵ و ۳۹/۴ تن در هکتار (به ترتیب) حاصل شد (۱۶/۱ تن در هکتار یا ۴۰/۸ درصد افزایش معنی‌دار). همچنین مشاهده می‌شود در هر دو تیمار آب مغناطیسی و آب غیر مغناطیسی، استفاده از مالچ پلاستیکی باعث افزایش معنی‌دار میانگین عملکرد لوبیا سبز شد که افزایش در تیمار آب غیر مغناطیسی (۵/۲ تن در هکتار یا ۱۳/۱ درصد) نسبت به آب مغناطیسی (۱/۸ تن در هکتار یا ۳/۴ درصد) بیش‌تر بود. بنابراین بر اساس یافته‌ها، چنین نتیجه می‌شود حفظ رطوبت خاک و افزایش جذب آب و مواد غذایی با کاربرد مالچ و آب مغناطیسی به‌صورت مجزا یا توأم، موجود افزایش میانگین عملکرد گیاه لوبیا سبز نسبت به تیمار شاهد شد که همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد با طول غلاف نیز دلیلی بر این نتیجه می‌باشد (جدول ۵).

افزایش عملکرد با کاربرد آب مغناطیسی در پژوهش موسی بر روی لوبیا به میزان ۴۳/۱ درصد (Moussa, 2011)، در پژوهش ال‌ساید بر روی باقلا، ۶۳/۱ درصد (El Sayed, 2014)، هوزاین و

همکاران بر روی کلزا، ۵۱/۳ درصد (Hozayn et al., 2016)، نیکبخت و همکاران (۱۳۹۹) بر روی خیار، ۱۴/۹ درصد و سامراه و همکاران بر روی گوجه‌فرنگی، ۴۵ درصد در شوری صفر دسی زیمنس بر متر و ۵۸ درصد در شوری ۵ دسی زیمنس بر متر (Samarah et al., 2021) به دست آمد.

افشار و همکاران (۱۳۹۱) نتیجه گرفتند با کاربرد مالچ سفید ۳۰/۱ درصد و مالچ سیاه ۱۷/۹ درصد عملکرد پنبه افزایش یافت. در پژوهش امینی و همکاران (۱۳۹۴)، کاربرد مالچ باعث افزایش ۱۸ درصد عملکرد لوبیا قرمز شد. کاربرد ۱، ۲ و ۳ سانتی‌متر مالچ کاه در پژوهش بابازاده و همکاران (۱۳۹۴) باعث افزایش ۵۳/۳، ۴۶/۸ و ۲۳/۳ درصد عملکرد لوبیا گردید. عملکرد خربزه در آزمایش جعفری و جلالی (۱۳۹۵) با کاربرد آب آبیاری با شوری ۲ دسی زیمنس بر متر، در مالچ شفاف ۱۹/۶ درصد و در مالچ مشکی ۱۵/۷ درصد بود. در پژوهش اشرف‌الزمان و همکاران با کاربرد مالچ پلاستیک شفاف، مالچ سیاه و مالچ آبی، عملکرد فلفل قرمز به ترتیب ۳۷/۱، ۵۸/۵ و ۴۲/۳ درصد افزایش یافت (Ashrafuzzaman et al., 2011). افزایش عملکرد توت‌فرنگی در پژوهش ساری‌داس و همکاران با کاربرد مالچ نقره‌ای ۶۲/۸ درصد، مالچ شفاف ۳۹/۳ درصد و مالچ مشکی ۲۷/۴ درصد بود (Saridas et al., 2021).



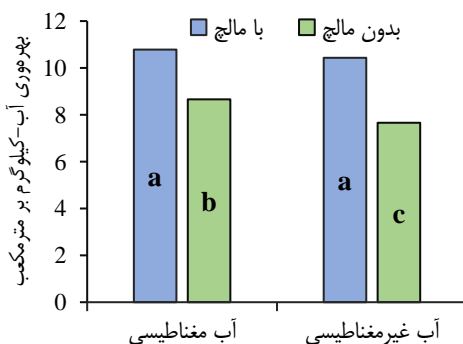
شکل ۱۱- اثرات متقابل کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر میانگین عملکرد لوبیا سبز رقم الموت.

بهره‌وری آب

با توجه به یافته‌های آزمایش، مشاهده شد کاربرد پلاستیک شفاف برای پوشش ردیف‌های کشت لوبیا سبز باعث افزایش معنی‌دار بهره‌وری مصرف آب هم در شرایط استفاده از آب مغناطیسی و هم آب غیر مغناطیسی برای آبیاری گیاهان شد (شکل ۱۲) که افزایش در تیمار آب مغناطیسی ۲/۱ کیلوگرم بر مترمکعب (۲۴/۵ درصد) و در تیمار آب غیر مغناطیسی ۲/۸ کیلوگرم بر مترمکعب (۳۶/۲ درصد) بود. همچنین یافته‌ها نشان داد با کاربرد آب مغناطیسی برای آبیاری گیاهان، بهره‌وری مصرف آب نسبت به تیمار شاهد ۱/۰ کیلوگرم بر مترمکعب (۱۳/۱ درصد) افزایش معنی‌دار یافت که با کاربرد توأم مالچ بیش‌ترین افزایش حاصل شد (۳/۱ کیلوگرم بر مترمکعب یا ۴۰/۸ درصد). نتایج اخیر نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از راه‌کارهای مدیریت آب آبیاری بر افزایش بهره‌وری مصرف آب در شرایط محدودیت منابع آب می‌باشد.

افزایش بهره‌وری آب با کاربرد مالچ در پژوهش افشار و همکاران (۱۳۹۱) بر روی پنبه به ترتیب ۳۴/۳ (مالچ پلاستیکی سفید) و ۲۵/۶ درصد (مالچ پلاستیکی سیاه)، بابازاده و همکاران (۱۳۹۴) بر روی لوبیا به ترتیب ۵۳/۷، ۴۶/۳ و ۲۴/۴ درصد با کاربرد ۱، ۲ و ۳ سانتی‌متر مالچ در هر پلات (به ترتیب)، جعفری و جلالی (۱۳۹۵) بر روی خربزه در منطقه ورامین به ترتیب ۱۷/۳ (مالچ پلاستیکی شفاف) و ۱۳/۴ درصد (مالچ پلاستیکی تیره)، نکوخو و فلاح (۱۳۹۷) در تولید

میوه کدوی پوست کاغذی ۱۷/۶ درصد و عسکری و همکاران (۱۳۹۹) بر روی گیاه ماش در دشت باجگاه شیراز و در شرایط آبیاری کامل در سال اول ۲۷ درصد و در سال دوم ۲۳ درصد به دست آمد. در پژوهش نیکبخت و همکاران (۱۳۹۲) بر روی ذرت، افزایش بهره‌وری آب با کاربرد آب مغناطیسی ۱۰ درصد بود. بیش‌ترین درصد افزایش بهره‌وری آب مغناطیسی نسبت به آب غیر مغناطیسی در سطوح متفاوت آب آبیاری در پژوهش قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۵) بر روی سویا در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۱۰/۲۱ درصد و در سطوح شوری آب در تیمار آب با شوری ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر، ۹/۸۷ درصد به دست آمد. بر اساس نتایج پژوهش عبدالعزیز و همکاران، مقدار بهره‌وری آب در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهو در شدت میدان‌های صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰۰ گوس در روش آبیاری قطره‌ای سطحی به ترتیب ۲/۴۰، ۲/۶۲ و ۲/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب و در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به ترتیب ۲/۷۵، ۳/۱۰ و ۳/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب و در گیاه سیب‌زمینی در آبیاری قطره‌ای سطحی به ترتیب ۳/۸۵، ۴/۰۴ و ۴/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب و در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به ترتیب ۴/۱۷، ۴/۴۶ و ۵/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Abdel-Aziz et al., 2017). بر اساس یافته‌های نیکبخت و همکاران (۱۳۹۹)، کاربرد آب مغناطیسی در آبیاری خیار، باعث افزایش ۱۷ درصد بهره‌وری آب شد.



شکل ۱۲- اثرات متقابل کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر میانگین بهره‌وری آب در لوبیا سبز رقم الموت.

بیش‌ترین افزایش صفات اندازه‌گیری شده (به‌جز درصد نسبی آب برگ) نسبت به تیمار شاهد در شرایط استفاده توأم از مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بود که مقدار آن برای میانگین محتوی کلروفیل برگ، ۳۳/۲ درصد، میانگین سطح برگ ۱۳/۵ درصد، میانگین طول غلاف، ۱۹/۴ درصد، میانگین تعداد غلاف در بوته، ۵۲ درصد، میانگین عملکرد گیاه، ۴۰/۸ درصد و میانگین بهره‌وری آب،

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر اثر کاربرد مالچ پلاستیکی شفاف و آب مغناطیسی بر عملکرد و بهره‌وری آب در لوبیا سبز رقم الموت مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس یافته‌های آزمایش، کاربرد آب مغناطیسی و مالچ پلاستیکی شفاف به‌صورت مجزا یا هم‌زمان، باعث افزایش معنی‌دار صفات اندازه‌گیری در پژوهش نسبت به تیمار شاهد شد.

قدمی فیروزآبادی، ع.، خوش‌روش، م.، شیرازی، پ. و زارع ابیانه، ح. ۱۳۹۵. اثر آبیاری با آب مغناطیسی بر عملکرد دانه و بیوماس گیاه سویا رقم DPX در شرایط کم‌آبیاری و شوری آب. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰/۱ (۱): ۱۴۳-۱۳۱.

متانت، م.، بانژاد، ح.، قلی‌زاده، م. و گلدانی، م. ۱۳۹۹. بررسی اثر مدت‌زمان قرارگیری آب آبیاری در میدان مغناطیسی بر شاخص‌های کمی و کیفی گیاه تربچه. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۴ (۴): ۶۲۳-۶۱۵.

نجفی، ن.، محمودی، ش. و ریحانی‌تبار، ع. ۱۳۹۳. تأثیر رطوبت خاک و کمپوست لجن فاضلاب بر شاخص کلروفیل برگ و برخی ویژگی‌های رشد گیاه یونجه در شرایط گلخانه‌ای. روابط خاک و گیاه. ۵ (۴): ۲۱۸-۲۰۵.

نکو، م. و فلاح، س. ۱۳۹۷. اثر کم‌آبیاری و نیتروژن بر عملکرد میوه، دانه و روغن کدوی پوست کاغذی (*Cucurbita pepo L.*) در شرایط مالچ پلاستیک. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۴ (۲): ۲۶۰-۲۴۵.

نیکبخت، ج. و رضایی، ا. ۱۳۹۶. تأثیر سطوح مختلف پساب و آب مغناطیسی شده بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در آبیاری ذرت و برخی خصوصیات فیزیکی خاک. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۸ (۱): ۷۵-۶۳.

نیکبخت، ج. و طالعی، ا. ۱۳۹۸. تأثیر آب مغناطیسی بر خصوصیات هیدرولیکی آبیاری قطره‌ای-نواری و عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت. حفاظت منابع آب و خاک. ۸ (۴): ۳۵-۲۱.

نیکبخت، ج.، خنده‌رویان، م.، توکلی، ا. و طاهری، م. ۱۳۹۲. اثر کم‌آبیاری با آب مغناطیسی بر عملکرد و بهره‌وری آب ذرت. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۷ (۴): ۵۶۳-۵۵۱.

نیکبخت، ج.، عشقی، و.، برزگر ساربانقلی، ط. و واعظی، ع. ر. ۱۳۹۹. برهمکنش مصرف کود اوره و آب مغناطیس شده بر عملکرد و کارایی مصرف آب و کود در گیاه خیار (*Cucumis sativus cv. Kish F1*). آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۴ (۳): ۶۸۸-۶۷۵.

Abdel-Aziz, A., Arafa, Y. A. and Sadik, A. 2017. Maximizing water use efficiency for some plants by treated magnetic water technique under East Owainat Conditions. *Egyptian Journal of Soil Science*. 57(3): 353-369.

Allen, R. G., Periera, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56, Rome. Italy.

Ashrafuzzaman, M., Abdul Halim, M., Razi Ismail, M. and Shahidullah, S. M. 2011. Effect of plastic mulch on growth and yield of chilli (*Capsicum annum L.*) *Biological and Applied Sciences (Brazilian Archives of Biology and Technology)*. 54(2): 321-330.

۴۰/۸ درصد بود. افزایش میانگین درصد نسبی آب برگ در تیمار استفاده از مالچ پلاستیکی نسبت به عدم استفاده از آن ۶/۵ درصد و در تیمار آب مغناطیسی نسبت به آب غیر مغناطیسی ۶/۸ درصد بود که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار شد. بر اساس نتایج پژوهش، استفاده از مالچ و هم‌چنین آب مغناطیسی در مناطق با خشک و نیمه‌خشک مانند زنجان، جهت حفظ رطوبت خاک و استفاده بهتر گیاه از آن توصیه می‌شود. هم‌چنین استفاده توأم از مالچ و آب مغناطیسی در شرایط تنش خشکی بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و نیز تغییرات رطوبت خاک برای بررسی توسط پژوهشگران پیشنهاد می‌شود.

منابع

افشار، ه.، صدرقاین، س. ح. و مهرآبادی، ح. ر. ۱۳۹۱. ارزیابی کاربرد مالچ پلاستیک بر عملکرد و میزان آب مصرفی در زراعت پنبه. نشریه آب و خاک. ۲۶ (۶): ۱۴۲۷-۱۴۲۱.

امینی، ر. ا.، دباغ محمدی نسب، ع. و قلندرزاده، ا. ۱۳۹۴. اثر مالچ و تنش رطوبتی بر برخی صفات فیزیولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris L.*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳ (۴): ۶۹۹-۶۸۷.

بابازاده، ح.، عبدزاد گوهری، ع. و خنک، آ. ۱۳۹۴. اثر مدیریت آبیاری و سطوح مختلف مالچ کاه بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۴ (۲): ۱۴۰-۱۲۹.

جعفری، پ. و جلالی، ا. ه. ۱۳۹۵. تأثیر کاربرد خاک‌پوش پلاستیکی تیره و شفاف بر عملکرد و اجزای عملکرد خربزه در شرایط تنش شوری. نشریه علوم باغبانی. ۳۰ (۱): ۸۷-۸۰.

رستگار، س. و صادقی لاری، ع. ۱۳۹۴. اثر آب مغناطیسی بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشد اولیه بذر گوجه‌فرنگی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹ (۳): ۴۱۷-۴۰۹.

شاهدی، ب.، بانژاد، ح.، گلدانی، م. و قلی‌زاده، م. ۱۳۹۹. بررسی تأثیر آب مغناطیسی بر خصوصیات رشدی و بذر اسفناج (*Spinacia oleracea*) تحت شرایط کم‌آبیاری. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴ (۵): ۱۵۴۹-۱۵۳۸.

عزیزی، م.، شهرتاری، س.، آروبی، ح. و انصاری، ح. ۱۳۹۴. بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹ (۱): ۲۱-۱۱.

عسکری، م.، کامگار حقیقی، ع. ا.، سپاسخواه، ع. ر.، رزاقی، ف. و رخشنده‌رو، م. ۱۳۹۹. تأثیر کم‌آبیاری، روش کشت و خاک‌پوش بر محصول و بهره‌وری آب گیاه ماش. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۴ (۳): ۱۶۰-۱۵۱.

- (*Vigna unguiculata* L.). *Journal of Research in Chemical*. 3(2): 194-198.
- Sahana, P., Adivappar, N., Srinivasa, V., Girijesh, G. K. and Ganapathi, M. 2018. Effect of nutrients and mulching on growth and yield of pole bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under polyhouse. *Journal of Farm Science*. 31(5): 592-594.
- Samarah, N. H., Bany Hani, M. M. I. and Makhadmeh, I. M. 2021. Effect of magnetic treatment of water or seeds on germination and productivity of tomato plants under salinity stress. *Horticulturae*. 7(8): 1-11.
- Saridas, M. A., Kapur, B., Celiktopuz, E., Sahiner, Y. and Paydas Kargi, S. 2021. Land productivity, irrigation water use efficiency and fruit quality under various plastic mulch colors and irrigation regimes of strawberry in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Agricultural Water Management*. 245(106568): 1-9.
- Selim, A. F. H. and Selim, D. A. 2019. Physio-biochemical behaviour, water use efficiency and productivity of wheat plants exposed to magnetic field. *Journal of Plant Production*. 10(2): 185-191.
- Yaghi, T., Arslan, A. and Naoum, F. 2013. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. *Agricultural Water Management*. 128: 149-157.
- El Sayed, H. El S. A. 2014. Impact of magnetic water irrigation for improve the growth, chemical composition and yield production of broad bean (*Vicia faba* L.) plant. *American Journal of Experimental Agriculture*. 4(4): 476-496.
- Hozayn, M., Abdallha, M. M., Abd El-Monem, A. A., El-Saady, A. A. and Darwish, M. A. 2016. Applications of magnetic technology in agriculture: A novel tool for improving crop productivity (1): canola. *African Journal of Agricultural*. 11(5): 441-449.
- Keller, J. and Bliessner, D. 1990. *Sprinkler and trickle irrigation*. Avi Book, Co. Ltd., New York, USA.
- Kumar, R. and Kumar, M. 2020. Effect of drip irrigated mulch on soil properties and water use efficiency-A review. *Journal of Soil and Water Conservation*. 19(3): 300-309.
- Lin, W., Liu, W., Zhou, Sh. and Liu, Ch. 2019. Influence of plastic film mulch on maize water use efficiency in the Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management*. 224(105710): 1-7.
- Moussa, H. R. 2011. The impact of magnetic water application for improving common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production. *New York Science Journal*. 4(6): 15:20
- Sadeghipour, O. 2016. The effect of magnetized water on physiological and agronomic traits of cowpea

Effect of magnetic irrigation water and transparent plastic mulch on yield and water use efficiency in green beans cv. Alamout

J. Nikbakht^{1*}, F. Mohammadi², T. Barzegar³

Received: Feb.05, 2022

Accepted: Mar.21, 2022

Abstract:

In arid and semiarid regions with limited water resources, using any method that, it is increased crop yield by applying a certain amount of water, it will be an effective management strategy to increase water use efficiency. The aim of this research was, to study of magnetic water and transparent plastic mulch effect on yield and water use efficiency in green beans cv. Alamout. Research was performed as split plots experiment based on completely randomized blocks design with three replications from June to October 2018 at the Research Farm of Agricultural Faculty, University of Zanjan, Iran. The main factor of the experiment was crossing and not crossing irrigation water from the magnetic field and sub factor of the experiment was use and non-use transparent plastic mulch. Crop water requirement was calculated by using real time meteorological parameters data of Zanjan synoptic Station and FAO-Penman-Monteith approach. Results showed, the highest increase in mean leaf chlorophyll content, mean leaf area, mean pot length, mean number of pods per plant, mean crop yield and mean water use efficiency were obtained in the conditions of together use of magnetic water and transparent plastic mulch which compared to control treatment, they were 32.2%, 13.5%, 19.4%, 52%, 40.8% and 40.8% more (respectively). The average leaf relative water content in transplant plastic mulch treatment was 6.5% higher than non-mulch treatment and in magnetic water treatment was 6.8% higher than non-magnetic water treatment (significant increase). As the research results, it is recommended in Zanjan region, magnetic water and transparent plastic mulch are used together in plant cultivation.

Keywords: Irrigation water management, Soil water conservation, Tape drip irrigation.

1- Associate Professor, Department of Water Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

2- M.Sc. Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

3- Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran

(*- Corresponding Author Email: Nikbakht.jaefar@znu.ac.ir)