

تأثیر کم آبیاری، روش کشت و خاکپوش بر محصول و بهره‌وری آب گیاه ماش

مریم عسکری^۱، علی اکبر کامگار حقیقی^{۱*}، علیرضا سپاسخواه^۱، فاطمه رزاقی^۱ و مجید رخشنده‌رو^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹)

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری، خاکپوش آلی و روش کشت بر بهره‌وری آب و محصول ماش در دشت باجگاه انجام شده است. طرح آزمایش در سال اول به صورت بلوک کامل تصادفی و در سال دوم به صورت بلوک‌های دوبار خرد شده کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. بررسی‌ها نشان داد در تیمار آبیاری کامل (۱۰۰ درصد)، با تغییر روش کشت از روی پشته به درون جویچه، محصول دانه به مقدار ۲ درصد در سال اول و ۵ درصد در سال دوم افزایش یافته است. همچنین نتایج در سال اول نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین محصول دانه در تیمارهای بدون خاکپوش با آبیاری کامل و تیمار با خاکپوش با ۷۵ درصد آبیاری وجود ندارد. با اضافه کردن خاکپوش به نوع کشت‌های درون جویچه و روی پشته می‌توان مقدار آب آبیاری را ۲۵ درصد کاهش داد و در نهایت به محصولی با اختلاف کم در مقایسه با حالت بدون تنش آبی دست پیدا کرد. بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل با روش کاشت درون جویچه با خاکپوش، معادل $0/4 \text{ kg/m}^3$ است. که نشان‌دهنده تولید محصول بیشتر به ازای واحد آب داده شده در صورت کاربرد توأم کم آبیاری و خاکپوش است.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، خاکپوش، روش کاشت، ماش

۱. بخش مهندسی آب، دانشگاه شیراز، باجگاه، شیراز

۲. بخش زراعی و باغی مرکز تحقیقات آموزش و منابع طبیعی استان فارس

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: akbarkamgar@yahoo.com

مقدمه

حبوبات با داشتن حدود ۲۱ درصد پروتئین، نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی بشر داشته و مکمل غذایی طبیعی محسوب می‌شوند. ماش از قدیمی‌ترین حبوباتی است که به‌عنوان غذای بشر استفاده می‌شده است. به این گیاه در فارسی ماش سبز و یا ماش می‌گویند و در انگلیسی آن را mung bean ، Green gram و یا golden gram می‌نامند. کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده محصول گیاهان در بسیاری از مناطق جهان از جمله در ایران است، از طرفی ممانعت از تلفات تبخیری در ارتباط با میزان تولید محصول و مصرف بهینه آب حائز اهمیت است. امروزه به‌دلیل کمبود منابع آب، افزایش محصول تولیدی نسبت به واحد آب مصرفی مورد توجه است (۹). یکی از استراتژی‌هایی که می‌توان به‌منظور نیل به این هدف به‌کار گرفت، تکنیک کم‌آب‌اری است. در این تکنیک، که با انواع مختلف روش‌های آبیاری قابل استفاده است، مقدار کمتری آب نسبت به آب مورد نیاز به‌صورت مدیریت شده در اختیار گیاه قرار داده می‌شود (۱۰).

بانا و همکاران (۷) تأثیر کاربرد و عدم کاربرد خاکپوش کاه و کلش برنج، سطوح مختلف آبیاری شامل سه سطح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل و همچنین تأثیر روش کشت (روی پشته و کف جویچه) بر محصول ماش را مورد ارزیابی قرار دادند. این پژوهشگران گزارش کردند که به‌طور میانگین محصول گیاه در نتیجه کاربرد خاکپوش کاه و کلش برنج ۳۵ درصد افزایش یافت. در پژوهشی دیگر تأثیر کودهای نانوکلات آهن و منگنز بر عملکرد گیاه ماش تحت شرایط تنش کمبود آب بررسی شد. نتایج نشان داد با محلولپاشی نانوکلات آهن و منگنز می‌توان عوارض جانبی ناشی از کمبود آب را کاهش داد (۱۴). به‌منظور افزایش راندمان مصرف آب در تکنیک کم‌آب‌اری، بایستی با استفاده از روش‌های مناسب، رطوبت موجود در نیمرخ خاک حفظ شود و از تلف شدن آن در اثر عواملی مانند تبخیر جلوگیری شود (۱۹). استفاده از خاکپوش (آلی و غیرآلی) علاوه بر افزایش راندمان آبیاری باعث افزایش محصول

گیاه می‌شود (۲۲). از جمله موادی که به‌عنوان خاکپوش از آنها استفاده می‌شود می‌توان کاه، علف، کود حیوانی، کمپوست، برگ، روزنامه و پوشش‌های پلاستیکی را نام برد (۲۰). در تحقیقی به بررسی تأثیر تیمارهای حفظ و سوزاندن بقایای گیاهی گندم و روش‌های مختلف خاکورزی بر استقرار گیاه ماش و مواد غذایی خاک پرداخته شد. نتایج نشان داد حفظ بقایای گندم باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری و همچنین افزایش نفوذپذیری خاک در مرحله گلدهی شد (۱۵). هر اندازه مقدار پوشش سطح خاک توسط خاکپوش‌های طبیعی افزایش پیدا کند، به‌همان اندازه نیز کارایی بالاتری در مورد حفاظت از رطوبت خاک مشاهده می‌شود. همچنین افزایش مقدار خاکپوش‌های کلسی به‌دلیل کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش تأثیرات غیرمستقیم در کنترل علف‌های هرز باعث افزایش بیشتر محصول می‌شود (۱۷). وجود بقایای گیاهی در سطح خاک به‌ویژه در شرایط عدم خاکورزی، باعث کاهش ایجاد سله در مقایسه با حالت خاکورزی شده و بدین ترتیب باعث بهبود وضعیت استقرار گیاهچه به‌ویژه در خاک‌های ریزبافت می‌شود (۸). خاکپوش‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که با محدودیت آب مواجه هستند، می‌توانند تا حدودی کمبود آب را در این مناطق تعدیل کنند. وجود بقایای گیاهی (خاکپوش) در سطح خاک موجب حفظ رطوبت لایه سطحی خاک می‌شود (۲۱). یکی از عوامل مؤثر بر محصول گیاهان، روش کشت مورد استفاده است. از فواید روش کشت روی پشته نسبت به روش کرتی می‌توان به گرم‌تر شدن سریع خاک، کنترل فرسایش، کاهش مصرف آب و افزایش محصول اشاره کرد (۱۳). در یک بررسی مشاهده شد که مقدار محصول زعفران در روش کاشت داخل جویچه نسبت به روش کاشت کرتی بیشتر است (۲۵).

در تحقیقی تأثیر الگوی کاشت و روش‌های آبیاری بر جوانه زنی گیاه ماش بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد روش آبیاری بخشی ریشه باعث کاهش جوانه‌زنی شده است (۱). در

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه مورد آزمایش*

بافت خاک	خصوصیات فیزیکی			عمق خاک (cm)
	Pb (g.cm ⁻³)	PWP (درصد حجمی)	FC (درصد حجمی)	
لوم رسی سیلتی	۱/۴۰	۱۷	۳۲	۳۰-۰
لوم رسی سیلتی	۱/۴۷	۱۹	۳۳	۶۰-۳۰

*خصوصیات فیزیکی خاک برگرفته از منبع شماره ۲۵ است.

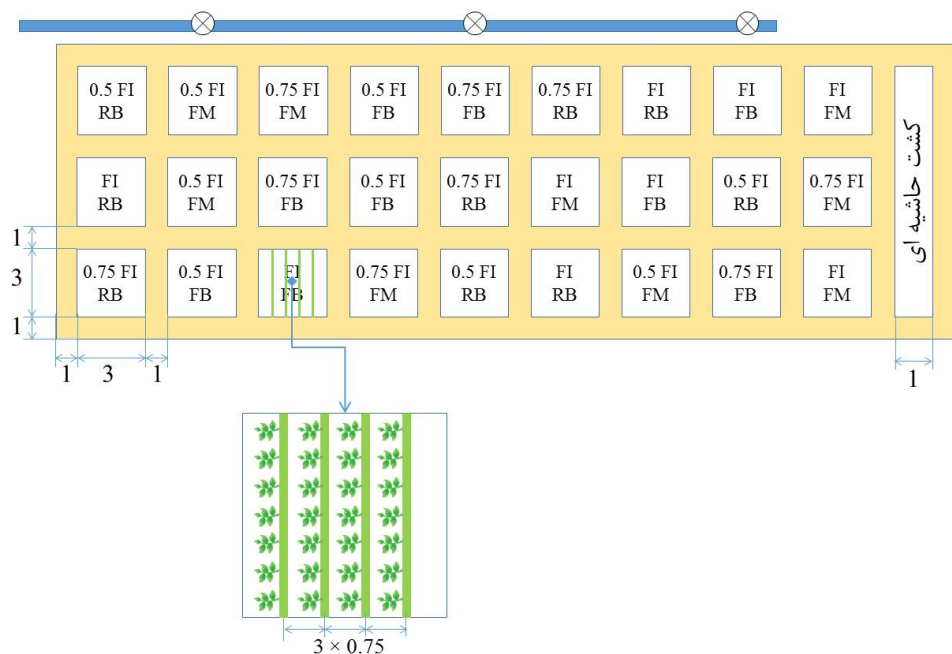
افزایش راندمان کاربرد آب و محصول گیاه را به‌دنبال داشته است (۱۶).

با توجه به اهمیت زراعی و اقتصادی ماش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات و با در نظر گرفتن وجود مشکل کم‌آبی، در پژوهش حاضر به مطالعه و بررسی همزمان اثرات سطوح مختلف آبیاری، روش کشت و خاکپوش بر محصول و بهره‌وری آب در گیاه ماش پرداخته شد.

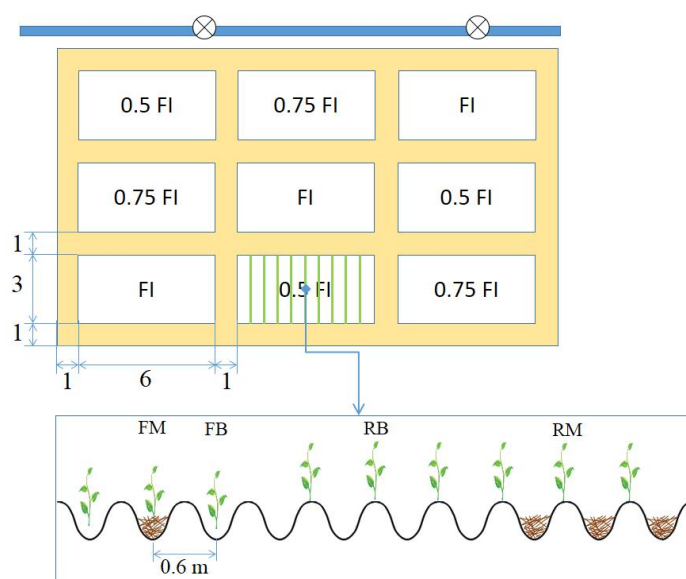
مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در فاصله ۱۶ کیلومتری شمال شرقی شیراز در دشت باجگاه در طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. خصوصیات فیزیکی خاک منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. طرح آزمایش، برای بررسی تأثیر برهم‌کنش کم‌آبیاری، روش کشت و خاکپوش کاه و کلش گندم بر محصول گیاه ماش، در سال اول بلوک کامل تصادفی و در سال دوم، کرت دوبار خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی و در هر دو سال آزمایش در سه تکرار انجام شد. در سال دوم سطوح مختلف آب آبیاری به‌عنوان فاکتور اصلی، روش کشت به‌عنوان فاکتور نیمه اصلی و خاکپوش به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است تیمار کاشت روی پشته با خاکپوش در سال دوم به تیمارها افزوده شد. تصویر نمادین آزمایش مربوط به سال اول در شکل ۱ و تصویر نمادین مربوط به سال دوم در شکل ۲ ارائه شده است. در این شکل‌ها FI تیمار آبیاری کامل (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه)، 0.75FI تیمار ۷۵٪ آبیاری

پژوهشی تأثیر تیمارهای مختلف کم‌آبیاری بر محصول دانه ارقام مختلف گیاه ماش و راندمان مصرف آب آبیاری در شمال آتیوپی بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تنش آبی در مرحله گلدهی، به‌عنوان حساس‌ترین مرحله رشد، باعث کاهش ۲۴/۹ درصدی محصول در مقایسه با تیمار شاهد شده است. همچنین نتیجه گرفته شد که به شرط آنکه از اعمال تنش در مرحله گلدهی اجتناب شود، با توجه به میزان آب در دسترس، می‌توان تنش آبی را در دیگر مراحل رشد اعمال کرد (۴). در تحقیقی تأثیر تنش آبی و کاربرد پتاسیم بر رشد، محصول و تغییرات متابولیکی ماش بررسی و مشاهده شد که وزن خشک، وزن تر و محصول دانه ماش تحت تیمارهای تنش آبی کاهش می‌یابد. همچنین استفاده از پتاسیم باعث کاهش اثر منفی تنش آبی می‌شود (۲۴). پژوهشی دیگر با هدف بهبود محصول ماش و بهره‌وری مصرف آب تحت شرایط آبیاری کامل و کم‌آبیاری با استفاده از ماده آلی هیومیک‌اسید صورت گرفت. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری در محصول دانه، اجزای محصول و راندمان مصرف آب در تیمار ۸۰ درصد آبیاری با ۴۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید، و تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری کامل با ۱۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید وجود ندارد (۲). تأثیر عمق کاشت بر محصول گیاه ماش تحت شرایط کشت آبی و کشت دیم بررسی شد و نتیجه گرفته شد که در شرایط کشت آبی، عمق کاشت کمتر و در شرایط کشت دیم عمق کاشت بیشتر باعث بهبود محصول و اجزای محصول گیاه ماش می‌شود (۳). در تحقیق دیگری مشاهده شد که در اثر استفاده از خاکپوش، تبخیر از سطح مزرعه کاهش یافته که



شکل ۱. تصویر نمادین طرح آزمایش در سال اول (اعداد برحسب متر هستند).



شکل ۲. تصویر نمادین طرح آزمایش در سال دوم (اعداد برحسب متر هستند).

تیمارهای نوع کشت عبارتند از: تیمار کشت در کف جویچه و تیمار کشت روی پشته و در نهایت تیمارهای خاکپوش شامل تیمار بدون خاکپوش و تیمار دارای خاکپوش به مقدار ۱۰ تن در هکتار است. در این پژوهش از بذرهای لاین امیدبخش با کد vc3960_88 که از ارقام جدید است استفاده شد. در هر دو سال

کامل، تیمار 0.5FI تیمار ۵۰٪ آبیاری کامل، F تیمار کشت در کف جویچه، R تیمار کشت روی پشته، B تیمار بدون خاکپوش و M تیمار دارای خاکپوش است. تیمارهای آبیاری در هر دو سال مطالعه شامل تیمار آبیاری کامل، ۷۵ درصد آبیاری کامل و ۵۰ درصد آبیاری کامل است و

ریشه برحسب درصد است. عمق توسعه ریشه در روزهای مختلف پس از کاشت از معادله زیر محاسبه شد (۶):

$$Rd = Rd_{max} \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(3.03 \frac{Dag}{Dtm} - 1.47 \right) \right] \quad (3)$$

که در آن Rd عمق توسعه ریشه (cm)، Rdmax عمق توسعه ریشه در زمان حداکثر رشد گیاه (cm)، Dag تعداد روز بعد از جوانه‌زنی (day) و Dtm تعداد روز از زمان جوانه‌زنی تا زمان حداکثر عمق مؤثر گیاه (day) است. حداکثر مقدار عمق ریشه در تحقیق حاضر معادل ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بهره‌وری آب آبیاری نیز از معادله زیر محاسبه شد:

$$IWP = \frac{Y}{W} \quad (4)$$

که در آن IWP مقدار بهره‌وری آب آبیاری (kg/m^3)، Y مقدار محصول دانه (kg/ha) و W مقدار آب آبیاری در کل دوره رشد گیاه (m^3/ha) است.

محصول که شامل دانه‌های ماش است از کرت‌ها به صورت دستی برداشت شد. عملیات برداشت نمونه برای تعیین وزن ماده خشک تولید شده به صورت دستی و با استفاده از داس انجام گرفت. همچنین تعداد غلاف‌ها و تعداد دانه در هر غلاف به صورت دستی شمارش و بر اساس آن وزن هزاردانه گیاه ماش در هر تیمار مشخص شد. پس از اتمام مرحله برداشت محصول، قسمت‌های هوایی تیمارهای مختلف برای تعیین مقدار ماده خشک برداشت شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. همین‌طور مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مقادیر آب آبیاری در تیمارهای مختلف در سال‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر میانگین محصول دانه ماش در تیمارهای مختلف در هر دو سال مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که با ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش در مقدار آب آبیاری در تیمار کشت روی پشته، محصول دانه به ترتیب ۲۴ و ۳۷ درصد در سال اول و ۲۵ و ۴۲ درصد در سال دوم

میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آمونیوم فسفات به منظور تقویت زمین در زمان شخم به زمین داده شد. کاشت بذر به صورت دستی و فاصله بین بوته‌ها درون جویچه یا روی پشته ۱۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۲-۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بر اساس توصیه محققین مقدار ۱۰ تن بر هکتار کاه و کلش گندم به عنوان خاکپوش به صورت دستی درون کرت‌ها (کف جویچه‌ها) توزیع شد (۵). با توجه به اینکه فاصله ردیف‌ها در سال اول و دوم به ترتیب ۷۵ و ۶۰ سانتی‌متر لحاظ شده است، تراکم بوته‌ها در واحد سطح برای سال‌های اول و دوم به ترتیب ۱۳۳۳۳۳ و ۱۶۶۶۶۷ بوته در هکتار است. راندمان آبیاری در پژوهش حاضر ۱۰۰ درصد و دور آبیاری نیز ۷ روزه در نظر گرفته شد. تعیین مقدار آب مورد نیاز گیاه با استفاده از دستگاه نوترون‌متر و بر مبنای رساندن این رطوبت تا عمق ریشه به حد ظرفیت زراعی مزرعه، انجام شد. در این پژوهش از روش آبیاری جویچه‌ای استفاده شد و همین‌طور آب با استفاده از کتور حجمی در کرت‌ها توزیع شد. مقادیر آب آبیاری در تیمارهای مختلف در سال‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. تبخیر-تعرق واقعی گیاه با استفاده از معادله بیلان آب در خاک (معادله ۱) محاسبه شد:

$$I+R=\pm\Delta s+ET_c+Dp \quad (1)$$

که در آن، ET_c تبخیر-تعرق واقعی گیاه در مزرعه برحسب میلی‌متر، I مقدار آب آبیاری برحسب میلی‌متر، R مقدار بارندگی در فاصله اندازه‌گیری آب خاک برحسب میلی‌متر، Δs تغییرات ذخیره رطوبت خاک که با استفاده از اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل از آبیاری‌های متوالی به دست آمده برحسب میلی‌متر و Dp مقدار نفوذ عمقی برحسب میلی‌متر است. بر اساس قانون داریسی مقدار نفوذ عمقی برابر هدایت هیدرولیکی غیراشباع منظور شد. بنابراین مقدار نفوذ عمقی با استفاده از معادله زیر که برای منطقه باجگاه به دست آمد (۲۳)، محاسبه شد:

$$K(\theta) = 2.715 \times 10^{-19} e^{(1.1) \times \theta} \quad (2)$$

که در آن $K(\square)$ هدایت هیدرولیکی خاک غیراشباع در ناحیه پایین‌تر از عمق توسعه ریشه (نفوذ عمقی) برحسب سانتی‌متر بر روز و \square رطوبت حجمی خاک در ناحیه پایین‌تر از عمق توسعه

جدول ۲. مقادیر آب آبیاری در تیمارهای مختلف در سال‌های مورد مطالعه (m³/ha)

روش کاشت				تیمار آبیاری	سال
کاشت روی پشته		کاشت درون جویچه			
با خاکپوش	بدون خاکپوش	با خاکپوش	بدون خاکپوش		
	۴۵۷۷	۴۱۶۰	۴۴۲۰	FI*	
	۳۷۶۶	۳۴۵۳	۳۶۴۸	۰/۷۵FI	۱۳۹۵
	۲۹۵۵	۲۷۴۷	۲۸۷۷	۰/۵FI	
۴۲۶۷	۴۲۶۷	۴۲۶۷	۴۲۶۷	FI	
۳۵۳۳	۳۵۳۳	۳۵۳۳	۳۵۳۳	۰/۷۵FI	۱۳۹۶
۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۰/۵FI	

*FI، ۰/۷۵FI و ۰/۵FI به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، ۰/۷۵ آبیاری کامل و ۰/۵ آبیاری کامل است.

جدول ۳. مقادیر میانگین محصول دانه ماش در تیمارهای مختلف در سال‌های مورد مطالعه (mg/ha)

روش کاشت				تیمار آبیاری	سال
کاشت روی پشته		کاشت درون جویچه			
با خاکپوش	بدون خاکپوش	با خاکپوش	بدون خاکپوش		
	۱/۲۸ ^b	۱/۵۹ ^a	۱/۳۱ ^{b*}	FI**	
	۰/۹۸ ^d	۱/۲۴ ^b	۱/۰۴ ^{cd}	۰/۷۵FI	۱۳۹۵
	۰/۸۱ ^e	۱/۱۰ ^c	۰/۸۷ ^e	۰/۵FI	
۱/۳۱ ^a	۱/۰۶ ^{bc}	۱/۳۷ ^a	۱/۱۲ ^b	FI	
۱/۰۳ ^c	۰/۸۰ ^e	۱/۰۹ ^b	۰/۸۴ ^e	۰/۷۵FI	۱۳۹۶
۰/۸۱ ^e	۰/۶۲ ^g	۰/۹۰ ^d	۰/۶۸ ^f	۰/۵FI	

*در هر سال اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن دارای اختلاف آماری نیستند.

**FI، ۰/۷۵FI و ۰/۵FI به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، ۰/۷۵ آبیاری کامل و ۰/۵ آبیاری کامل است.

بررسی اثر کم آبیاری و کوددهی ارگانیک بر کارایی مصرف آب ماش مشاهده شد کم آبیاری باعث کاهش محصول دانه شده است.

در تیمار آبیاری کامل (۱۰۰ درصد)، با تغییر روش کشت از روی پشته به درون جویچه، محصول دانه به مقدار ۲ درصد در سال اول و ۵ درصد در سال دوم افزایش یافته است. نتایج آزمون آماری در سال اول نشان داد که تفاوت معنی داری بین محصول دانه در تیمارهای بدون خاکپوش با آبیاری کامل و

نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش می یابد. در صورتی که روش کشت از روی پشته به کشت درون جویچه تغییر یابد، این کاهش محصول به ترتیب ۱۹ و ۳۲ درصد برای سال اول و ۲۱ و ۳۶ درصد برای سال دوم نسبت به تیمار آبیاری کامل خواهد بود. فربد و همکاران (۱۲) نتیجه گرفتند بیشترین مقدار محصول دانه ماش مربوط به آبیاری کامل و کمترین مربوط به تیمار حذف آبیاری در مرحله گلدهی گیاه است. در تحقیق مشابهی که توسط اسماعیلیان و همکاران (۱۱) انجام شد، ضمن

درصد آبیاری و روش کشت درون جویچه با خاکپوش است که نشان می‌دهد کاربرد توأم کم آبیاری و خاکپوش در شرایط کمبود آب منجر به تولید محصول بیشتر به ازای واحد آب داده شده می‌شود. در تحقیقی مشابه نیز چنین نتیجه گرفته شد که با اعمال تنش خشکی در مرحله رشد رویشی گیاه ماش می‌توان راندمان بهره‌وری آب را افزایش داد (۱۸). نتایج آزمون آبیاری در سال اول نشان داد در سطح آبیاری کامل تیمار با خاکپوش تفاوت معنی‌داری با تیمارهای بدون خاکپوش داشته است. همچنین در سال دوم اضافه کردن خاکپوش در هر دو نوع کشت در تیمار آبیاری کامل باعث افزایش معنی‌دار بهره‌وری آب آبیاری شده است. از طرف دیگر در سال اول با کاهش مقدار آب آبیاری به مقدار ۲۵ درصد نسبت به آبیاری کامل در تیمارهای کشت درون جویچه بدون خاکپوش و روی پشته بدون خاکپوش بهره‌وری آب آبیاری به ترتیب ۴ و ۷ درصد کاهش یافت که این تفاوت از نظر آبیاری معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به بررسی برهم‌کنش کم آبیاری، روش کشت و خاکپوش (۱۰ تن در هکتار) بر محصول و بهره‌وری آب در گیاه ماش پرداخته شد. نتایج نشان داد با کاهش میزان آب آبیاری محصول دانه کاهش یافت. در بین تیمارهای مورد بررسی، اضافه کردن خاکپوش باعث افزایش معنی‌دار محصول دانه در هر دو سال شده است به گونه‌ای که محصول دانه در تیمار آبیاری کامل با نوع کشت درون جویچه به مقدار ۲۴ درصد در سال اول و ۲۹ درصد در سال دوم نسبت به تیمار کشت روی پشته بدون خاکپوش در همین سطح آبیاری افزایش یافته است. همچنین با مقایسه تیمارهای کشت روی پشته با خاکپوش در سال دوم ملاحظه می‌شود که محصول دانه در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری، ۲۳ درصد افزایش و در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری به ترتیب ۴ و ۲۴ درصد کاهش در مقایسه با تیمار بدون خاکپوش با آبیاری کامل را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که در هر دو سال پژوهش، تفاوت محصول دانه در

تیمار با خاکپوش با ۷۵ درصد آبیاری وجود ندارد. همین‌طور تفاوت محصول دانه در هر سطح آبیاری در نوع کشت درون جویچه و روی پشته در حالت بدون خاکپوش از نظر آبیاری معنی‌دار نبود. مشابه این نتایج در سال دوم حاصل شد و تفاوت معنی‌داری بین محصول دانه در تیمار درون جویچه با خاکپوش و ۲۵ درصد کم آبیاری با تیمارهای درون جویچه بدون خاکپوش و روی پشته بدون خاکپوش و آبیاری کامل وجود ندارد. به عبارت دیگر با افزودن خاکپوش مقدار بهره‌وری آب افزایش پیدا کرده است. بنابراین ملاحظه می‌شود با اضافه کردن خاکپوش به کشت‌های درون جویچه و روی پشته می‌توان مقدار آب آبیاری را ۲۵ درصد کاهش داد و در نهایت به محصولی با اختلاف کم در مقایسه با حالت بدون تنش آبی دست پیدا کرد.

با توجه به جدول ۳ نتایج حاصل از تیمارهای دارای خاکپوش نشان می‌دهد که محصول دانه در تیمار آبیاری کامل با کشت درون جویچه به مقدار ۲۴ درصد در سال اول و ۲۹ درصد در سال دوم نسبت به تیمار کشت روی پشته بدون خاکپوش در همین سطح آبیاری افزایش یافته است. در مقایسه با تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری، محصول دانه به ترتیب ۴ و ۱۴ درصد در سال اول کاهش می‌یابد ولی در سال دوم به ترتیب ۲ درصد افزایش و ۱۵ درصد کاهش نشان می‌دهد که این مقادیر در مقایسه با کاهش محصول در تیمارهای متناظر بدون خاکپوش مطلوب‌تر بوده است. همچنین با مقایسه تیمارهای کشت روی پشته با خاکپوش در سال دوم ملاحظه می‌شود که محصول دانه در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری، ۲۳ درصد افزایش داشته است که تأثیر استفاده از خاکپوش در نوع کشت روی پشته را نیز به خوبی نشان می‌دهد. در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری به ترتیب ۴ و ۲۴ درصد کاهش در مقایسه با تیمار بدون خاکپوش با آبیاری کامل را نشان می‌دهد. که این نتایج با نتایج بانا و همکاران (۷) مطابقت داشت.

در جدول ۴ مقادیر بهره‌وری آب آبیاری برای تیمارهای مختلف در هر دو سال مورد آزمایش آورده شده است. در هر دو سال مورد مطالعه، بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار ۵۰

جدول ۴. بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف در دو سال مورد مطالعه (kg/m³)

روش کاشت				تیمار آبیاری	سال
کاشت روی پشته		کاشت درون جویچه			
با خاکپوش	بدون خاکپوش	با خاکپوش	بدون خاکپوش		
	۰/۲۸ ^{cd} e	۰/۳۸ ^a	۰/۳۰ ^{cd} *	FI**	
	۰/۲۶ ^e	۰/۳۶ ^b	۰/۲۸ ^{cd}	۰/۷۵FI	۱۳۹۵
	۰/۳۰ ^{de}	۰/۴۰ ^a	۰/۳۰ ^c	۰/۵FI	
۰/۳۱ ^a	۰/۲۵ ^{cd}	۰/۳۲ ^a	۰/۲۶ ^c	FI	
۰/۲۹ ^b	۰/۲۳ ^{ef}	۰/۳۱ ^a	۰/۲۴ ^{de}	۰/۷۵FI	۱۳۹۶
۰/۲۹ ^b	۰/۲۲ ^f	۰/۳۲ ^a	۰/۲۴ ^{de}	۰/۵FI	

* در هر سال اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن دارای اختلاف آماری نیستند.
 ** FI، ۰/۷۵FI و ۰/۵FI به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، ۰/۷۵ آبیاری کامل و ۰/۵ آبیاری کامل است.

کم آبیاری و خاکپوش (۱۰ تن در هکتار) در شرایط کمبود آب است.

سپاسگزاری

از حمایت‌های مرکز مطالعات خشکسالی و قطب علمی مدیریت آب در مزرعه دانشگاه شیراز در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

هر سطح آبیاری با نوع کشت درون جویچه و روی پشته در حالت بدون خاکپوش از نظر آماری معنی‌داری نبود به جز در تیمار ۵۰ درصد آبیاری که کشت درون جویچه باعث افزایش معنی‌دار محصول نسبت به کشت روی پشته شده است بنابراین در حالت کم آبیاری به میزان ۵۰ درصد بهترین نوع کشت، کشت درون جویچه است. بیشترین بهره‌وری آب در هر دو سال مورد مطالعه مربوط به تیمار روش کشت درون جویچه با خاکپوش با ۵۰ درصد کم آبیاری است که نشان‌دهنده تولید محصول بیشتر به ازای واحد آب داده شده در نتیجه کاربرد توأم

منابع مورد استفاده

- Alizadeh-Amraie, A., A. Javanmard and H. Eskandari. 2019. Effect of planting pattern and irrigation method on germination of mung bean (*Vigna radiate*) harvested at different times of maturation. *Iranian Journal of Seed Research* 6(1): 51-63. (In Farsi).
- Al-Shareef, A. R., F. S. El-Nakhlawy and S. M. Ismail. 2017. Enhanced mungbean and water productivity under full irrigation and stress using humic acid in arid regions. *Legume Research* 40: 1-5.
- Amanullah, M., A. Muhammad, K. Nawab and A. Ali. 2016. Effect of tillage and phosphorus interaction on yield of mungbean (*Vigna radiata* L., Wilczek) with and without moisture stress condition. *Ponte* 72(2): 114-139.
- Ambachew, S., T. Alamirew and A. Melese. 2014. Performance of mungbean under deficit irrigation application in the semi-arid highlands of Ethiopia. *Agricultural Water Management* 136: 68-74.
- Baghbani, A. A., A. Kadkhodaie and S. S. A. M. Modarres. 2015. Effect of Wheat and Bean Residue along with Zinc Sulfate on Zinc and Iron Concentration and Grain Yield of wheat. *The Journal of Agricultural Science (University Of Tabriz)* 25(3): 91-102
- Borg, H. and D. W. Grimes. 1986. Depth development of roots with time: An empirical description. *Transactions of the ASAE* 29(1): 0194-0197.

7. Bunna, S., P. Sinath, O. Makara, J. Mitchell and S. Fukai. 2011. Effects of straw mulch on mungbean yield in rice fields with strongly compacted soils. *Field Crops Research* 124(3): 295-301.
8. Cassel, D. K., C. W. Raczowski and H. P. Denton. 1995. Tillage effects on corn production and soil physical conditions. *Soil Science Society of America Journal* 59(5): 1436-1443.
9. Davies, W. J., J. Zhang, J. Yang and I. C. Dodd. 2011. Novel crop science to improve yield and resource use efficiency in water-limited agriculture. *The Journal of Agricultural Science* 149(S1): 123-131.
10. English, M. 1990. Deficit irrigation. I: Analytical framework. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 116(3): 399-412.
11. Esmailian, Y., M. B. Amiri, S. Askari Naeeni and F. Heidari. 2017. The effect of deficit Irrigation and Organic fertilization on increasing water use efficiency of mungbean in the hot and arid climate. The First National Conference of Applied Research in Science and Engineering. Mashhad. Eghbal Lahoori Educational and Research Institute. (In Farsi).
12. Farbod, N., A. Bakhshande and A. Aeenne Band. 2008. Effect of row spacing and non irrigation strategy on the yield and component of mungbeen. In 10th Crop Science Society of Iran (CSSI) Congree. Seed and plant Improvement Institute, 19-22 August, Karaj, Iran. (In Farsi).
13. Griffith, D. R., S. D. Parsons and J. V. Mannering. 1990. Mechanics and adaptability of ridge planting for corn and soybean. *Soil and Tillage Research* 18: 113-126.
14. Izadi, Y. and S. Sanavey. 2018. Effect of nano iron and manganese fertilizers on mung bean growth and yield in water deficit stress condition. *Field Crops Research* 16: 651-664. 10.22067/gsc.v16i3.70133. (In Farsi).
15. Jamshidian, R., and M. R. Khajehpour. 1998. Effects of seedbed preparation methods on compaction and nutrients content of soil and on establishment of mungbean after wheat. *The Journal of Water and Soil Science* 2(3): 35-47. (In Farsi).
16. Li, F. M., P. Wang, J. Wang and J. Z. Xu. 2004. Effects of irrigation before sowing and plastic film mulching on yield and water uptake of spring wheat in semiarid Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management* 67(2): 77-88.
17. Marcia, G., D. Rex and G. Martin. 2005. Practical Lessons Learned from the Sustainable Cotton Project Biological Agriculture Systems in Cotton (BASIC) Program. Sustainable Cotton Project, January 2005.
18. Moradi A, A. Ahmadi and A. Hossein Zadeh. 2008. Agro-physiological responses of mung bean (cv. Partov) to severe and moderate drought stress applied at vegetative and reproductive growth stages. *The Journal of Water and Soil Science* 12(45): 659-671. (In Farsi).
19. Mukherjee, A., M. Kundu and S. Sarkar. 2010. Role of irrigation and mulch on yield, evapotranspiration rate and water use pattern of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*). *Agricultural Water Management* 98(1): 182-189.
20. Munn, D. A. 1992. Comparisons of shredded newspaper and wheat straw as crop mulches. *Hort Technology* 2(3): 361-366.
21. Sanford, J. O. 1982. Straw and Tillage Management Practices in Soybean-Wheat Double-Cropping. *Agronomy Journal* 74(6): 1032-1035.
22. Sarkar, S., M. Paramanick and S. B. Goswami. 2007. Soil temperature, water use and yield of yellow sarson (*Brassica napus L. var. glauca*) in relation to tillage intensity and mulch management under rainfed lowland ecosystem in eastern India. *Soil and Tillage Research* 93(1): 94-101.
23. Sepaskhah, A. R. and S. Ilampour. 1995. Effects of soil moisture stress on evapotranspiration partitioning. *Agricultural Water Management* 28(4): 311-323.
24. Tawfik, K. M. 2008. Effect of water stress in addition to potassiomag application on mungbean. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 2(1): 42-52.
25. Yarami, Nand Sepaskhah, A. R. 2015. Saffron response to irrigation water salinity, cow manure and planting method. *Agricultural Water Management* 150: 57-66.

The Effect of Deficit Irrigation, Planting Method and Mulch on the Yield and Water Productivity of Mungbean

M Askari¹, A. A. Kamgar-Haghighi^{1*}, A. R. Sepaskhah¹, F. Razzaghi¹ and M. Rakhshandehroo²

(Received: June 1-2019; Accepted: January 31-2020)

Abstract

In the present study, the effects of different levels of irrigation, organic mulch and planting method on the mungbean yield in Badjgah were investigated. The experimental plan in the first year was full randomized block, while in the second year, it was full randomized split-split plot block design, in three repetitions. The results showed that in the FI treatments, the yield was increased up to 2% for the first year and 5% for the second year by changing the planting method from on over-ridge planting method to the in-furrow planting one. Also, the results of the first year showed that there was no significant difference between the yield in the fully-irrigated treatments without mulch and the treatment with mulch and 0.75 FI. The amount of the irrigation water could be decreased up to 25% by adding organic mulch in both planting methods, as compared to the fully-irrigated treatments without mulch. The maximum water productivity equal to 0.4 kg/m³ was observed in 0.5 FI, in-furrow planting method with mulch treatment. It can be, therefore, concluded that the water productivity may be maximized with the application of both deficit irrigation and mulching strategies.

Keywords: Deficit irrigation, Mulch, Planting method, Mungbean.

1. Water Engineering Department, Shiraz University, Bajgah, Shiraz, Iran.

2. Agricultural & Natural Resources Research & Education Center of Fars Province.

*: Corresponding author, Email: akbarkamgar@yahoo.com