مجله ترویجی شورورزی

دوره سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱٤۰٤

اثر نوع کود پتاسیمی بر بهبود عملکرد علوفه ارزن پادزهری در شرایط شور

حدیث حاتمی[1*]، حسین پرویزی[1]، محمدجواد بابائی‌زارچ[1]، امیر پرنیان[1]

۱. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*. نویسنده مسئول: حدیث حاتمی، پست الکترونیک: h.hatami@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱٤۰٤/۱۰/۲٦ تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۱۲/۲۷

چکیده

افزایش شوری منابع آب و خاک کشور و کاهش عملکرد گیاهان علوفه‌ای متداول در این شرایط، اهمیت گیاهان شورزیست را در تولید علوفه و جیره دام پررنگ‌تر نموده است. تامین مناسب عناصر غذایی از جمله پتاسیم یکی از فاکتورهای مهم در افزایش تحمل گیاهان به شوری و بهبود عملکرد است. در این راستا این تحقیق مزرعه‌ای با هدف مقایسه تاثیر کودهای کلرید پتاسیم (KCl) و سولفات پتاسیم (K_2SO_4) بر عملکرد گیاه ارزن پادزهری (*Janochloa antidotale* Retz.) در دو سال زراعی در شرایط شور در منطقه چاه افضل اردکان استان یزد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل عدم کاربرد K_2O (شاهد)، سطوح ٤۰ (KCl-1) و ۸۰ (KCl-2) کیلوگرم بر هکتار K_2O از منبع KCl (به‌ترتیب KCl-1 و KCl-2) و سطح ٤۰ کیلوگرم بر هکتار K_2O از منبع K_2SO_4 به‌ازای هر چین-برداشت بود. نتایج نشان داد که در سال اول هیچکدام از تیمارهای کودی سبب افزایش ارتفاع، وزن علوفه تر و خشک در مقایسه با شاهد نشد. اما در سال دوم با افزایش پنجه‌زنی و رشد گیاه تفاوت میان تیمارها مشهودتر بود و تیمار KCl-1 حداکثر مقادیر ارتفاع بوته (۱۰۲ سانتی‌متر) و مجموع علوفه تر (٦۰/٦ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد. افزایش علوفه‌تر در این تیمار ۱۲/۱ درصد بیشتر از تیمار K_2SO_4 بود که این تفاوت از نظر آماری نیز معنی‌دار بود. اگرچه بیشترین مجموع علوفه خشک (۲۰/۸ تن بر هکتار) در تیمار KCl-2 مشاهده شد اما تیمار KCl-1 با تولید ۲۰/٤ تن در هکتار علوفه خشک تفاوت معنی‌داری با KCl-2 نشان نداد. بنابراین، با توجه به اثربخشی و مقرون به‌صرفه بودن کود کلرید پتاسیم، کاربرد ۷۰ کیلوگرم بر هکتار این کود (معادل با ٤۰ کیلوگرم بر هکتار K_2O) به ازای هر چین-برداشت به‌منظور افزایش علوفه تر و خشک گیاه ارزن پادزهری در شرایط شور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، **جیره** دام، سولفات پتاسیم، شورزیست، کلرید پتاسیم.

بیان مسئله

امروزه کشاورزی شورزیست در ایران با توجه به چالش‌های بخش کشاورزی کشور از جمله کمبود دسترسی به منابع آب شیرین، تغییرات اقلیمی و نیاز روزافزون به فرآورده‌های گیاهی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (۱۱). افزایش شوری آب و خاک در ایران به مشکل بزرگی برای تولید محصولات زارعی و همچنین گیاهان علوفه‌ای تبدیل شده است. به‌عبارت دیگر در شرایط تنش شوری بسیاری از گیاهان علوفه‌ای متداول قادر به رشد مطلوب نیستند (۳). در چنین شرایطی کاشت گیاهان علوفه‌ای شورزیست با هدف تامین بخشی از جیره دام می‌تواند راه‌کار مناسبی برای کاهش مشکل کمبود علوفه باشد. از جمله گزینه‌های مناسب برای کشت در شرایط شور، گیاه ارزن پادزهری (*Janochloa antidotale* Retz.) می‌باشد. ارزن پادزهری به عنوان یک گیاه چندساله علاوه بر توانایی رشد در شرایط شور، به خشکی نیز متحمل بوده و می‌تواند چندین بار در طول فصل رشد برداشت گردد (۹).

به‌طورکلی فراهم بودن عناصر غذایی ضروری از جمله پتاسیم، یکی از عوامل تاثیرگذار در کمیت و کیفیت علوفه تولید شده می‌باشد. علاوه‌براین در شرایط شور، یون سدیم با ایجاد اختلال در جذب پتاسیم، عملکرد فیزیولوژیک گیاهان را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۳). در چنین شرایطی کاربرد کودهای پتاسیمی به‌دلیل ماهیت رقابتی آن با یون سدیم برای جایگزینی در محل‌های اتصال و همچنین حفظ وضعیت آبی گیاهان می‌تواند در افزایش تحمل گیاهان به شوری موثر باشد (۸). تحقیقات نشان داده است علاوه‌بر مقدار کود پتاسم، نوع کود پتاسیم (K_2SO_4 و KCl) نیز یکی از عوامل موثر در پاسخ رشدی گیاهان به افزودن پتاسیم است. گزارش شده است که کاربرد کود KCl در خاک‌های با شوری بالا می‌تواند مشکلات این نوع خاک‌ها را به‌دلیل محتوای Cl^- موجود در آن به‌خصوص برای گیاهان حساس به شوری افزایش دهد (۷). همچنین در گیاهان حساس به کلر مانند توتون و انگور احتمال مسمومیت ناشی از کلر محدودیت‌هایی را در مصرف این کود ایجاد می‌نماید (۱). اما با این حال بهبود رشد گیاه در شرایط شور پس از افزودن کود KCl در برخی از مطالعات گزارش شده است (۱۰). علاوه‌براین، جنبه هزینه تولید کود نیز یکی از عوامل مهم در انتخاب کود KCl است زیرا تولید KCl به‌طور قابل توجهی ارزان‌تر از کودهای پتاسیم حاوی سولفات است، که این امر می‌تواند در کاهش هزینه‌ها در طول کشت بسیار موثر باشد (۱۲). بر این اساس در سال ۲۰۲۵ از مجموع ۵۵ میلیون تن کود پتاسیم تولیدی در جهان، ۸۰ درصد از آن به کلرید پتاسیم و ۲۰ درصد به کود سولفات پتاسیم اختصاص یافت (۱٤). در این راستا هدف از این مطالعه بررسی اثر مقادیر مختلف کود KCl (کلرید پتاسیم) در مقایسه با کود K_2SO_4 (سولفات پتاسیم) بر پارامترهای رشدی گیاه علوفه‌ای ارزن پادزهری در سال‌های زراعی ۱٤۰۳ و ۱٤۰٤ در شرایط شور بود.

معرفی دستاورد

به‌منظور بررسی تاثیر نوع منبع پتاسیم بر بهبود عملکرد علوفه ارزن پادزهری، پژوهشی مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات شوری چاه افضل واقع در شهرستان اردکان یزد در سال‌های زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ (سال اول) و ۱٤۰٤-۱٤۰۳ (سال دوم) انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل عدم کاربرد پتاسیم، سطوح ٤۰ و ۸۰ کیلوگرم بر هکتار K_2O به‌ازای هر چین-برداشت از منبع کود کلرید پتاسیم (به‌ترتیب معادل با ۷۰ و ۱٤۰ کیلوگرم بر هکتار KCl) و سطح ٤۰ کیلوگرم بر هکتار K_2O به‌ازای هر چین-برداشت از منبع کود سولفات پتاسیم (معادل با ۸۰ کیلوگرم بر هکتار K_2SO_4) بود. این تیمارها به‌ترتیب با اسامی شاهد، KCl-1، KCl-2 و K_2SO_4 نامگذاری شدند. تعداد تکرار در

تیمارهای آزمایشی ۳ عدد در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که علت کاربرد کود K_2SO_4 به اندازه KCl-1، به شرح زیر بود. بر اساس اطلاعات موجود، پیش بینی می‌شد که کود KCl به عنوان کودی ارزان‌تر و با قابلیت جذب بهتر، می‌تواند در مقایسه با K_2SO_4 عملکرد مناسب‌تری داشته باشد. همچنین، سطح کاربرد معادل با KCl-1، بهینه فرض شد. بر این اساس، اگر در سطح بهینه، KCl بتواند برتری خود را نسبت به K_2SO_4 نشان دهد، عملاً به‌دلیل ارزان تر بودن آن، دیگر نیازی به مقایسه این دو نوع کود در سطح بالاتر نیست. از این رو تنها ضرورت باقی‌مانده، مقایسه سطوح مختلف کود KCl و اثر آن بر عملکرد بود.

در ابتدا یک نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه و برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ درج شده است. اجرای این تحقیق بدین‌نحو بود که عملیات کاشت بذر به‌صورت دستی در کرت‌هایی به ابعاد ۵×۲ متر بر روی ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر انجام شد. بنابراین، در هر کرت تعداد ٦ ردیف کاشت قرار گرفت و فاصله بین گیاهان بر روی ردیف نیز ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای آبیاری تیمارها از آب شور چاه با شوری ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر استفاده شد. برخی از ویژگی‌های شیمیایی اندازه‌گیری شده در آب آبیاری در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان آب مورد نیاز آبیاری با توجه به نیاز آبی گیاه و شرایط اقلیمی منطقه، تقریبا هر ١٤ روز یک‌بار به صورت غرقابی در اختیار گیاه قرار گرفت. با توجه به مقادیر شوری خاک در انتهای فصل کاشت (جدول ۱)، شوری آب آبیاری (جدول ۲) و نسبت EC عصاره اشباع خاک و EC آب آبیاری؛ کسر آبشویی تقریبی نیز برای دو سال پژوهش متفاوت و به‌ترتیب ۲۵ و ۲۰ درصد بود. پس از هر چین-برداشت، ویژگی‌های رشدی گیاه شامل ارتفاع بوته، وزن تر علوفه و وزن خشک علوفه اندازه‌گیری و سپس، تیمار کودی مورد نظر اعمال می‌شد.

جدول ۱: برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مورد مطالعه در زمان‌های مختلف

زمان نمونه‌برداری	تیمار	pH	EC_e	کربن آلی	شن	سیلت	رس	بافت خاک	پتاسیم قابل استفاده
			$dS\ m^{-1}$	٪					$mg\ kg^{-1}$
قبل از کاشت		۷/۳	۲۳/۳	۰/۲	۵۳/۳	٤۳/۱	۳/٦	لوم شنی	۲٤۸/۰
پس از آخرین برداشت در سال زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲	شاهد	۷/٦	۱۰/٦	–	–	–	–		۲۳۷/۳
	KCl-1	۷/٦	۱۰/۰	–	–	–	–		۲۵۵/۰
	KCl-2	۷/٦	۱۰/۲	–	–	–	–		۲٤۷/۳
	K_2SO_4	۷/۷	۱۱/٦	–	–	–	–		۲۷٦/٦
پس از آخرین برداشت در سال زراعی ۱٤۰٤-۱٤۰۳	شاهد	۷/٦	۱۲/۵	–	–	–	–		۲٦۲/۵
	KCl-1	۷/٦	۱۲/۰	–	–	–	–		۲۳٦/۵
	KCl-2	۷/٦	۱۲/٤	–	–	–	–		۲۱۹/۳
	K_2SO_4	۷/٤	۱۲/۱	–	–	–	–		۲۵۰/۰

در انتهای فصل رشد پس از آخرین برداشت، از خاک هر یک از تیمارهای مورد مطالعه نمونه‌برداری انجام شد و ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل pH، EC و پتاسیم قابل استفاده مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (جدول ۱). همچنین، غلظت عناصر سدیم و پتاسیم در نمونه‌های خشک گیاهی در برداشتی که دارای بالاترین عملکرد بود اندازه‌گیری شد. در شکل ۱ نمایی از وضعیت پوشش سبز مزرعه نشان داده شده است.

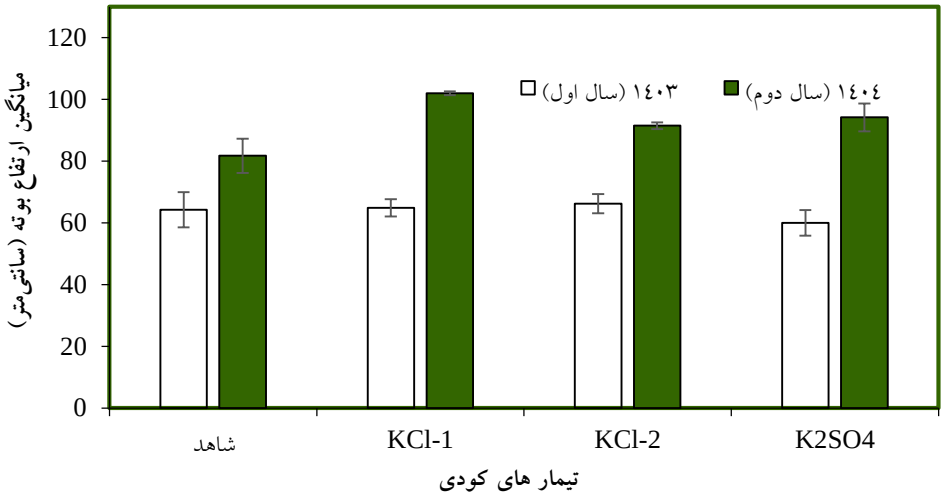
جدول ۲: برخی از ویژگی‌های شیمیایی اندازه‌گیری شده در آب آبیاری

pH	EC	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	CO_3^{2-}	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SAR
	$dS\ m^{-1}$	$meq\ L^{-1}$							
۷/۱	۹/۸	۲۰	۱۷/۳	٦۸/۸	۰/۸	۰	٤/۷	۷۳/٤	۱٥/۹

شکل ۱- نمایی از وضعیت پوشش سبز مزرعه

بر اساس نتایج، با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه در هر سال تعداد ۵ چین-برداشت وجود داشت که تاریخ این برداشت‌ها در سال اول شامل ۱٤۰۳/۰۲/۱۷، ۱٤۰۳/۰۳/۲٦، ۱٤۰۳/۰٤/۳۱، ۱٤۰۳/۰٦/۱۹، ۱٤۰۳/۰۸/٥و در سال دوم شامل ۱٤۰٤/۰۲/۰۷، ۱٤۰٤/۰۳/۱۹، ۱٤۰٤/۰٥/۰٥، ۱٤۰٤/۰٦/۲٤، ۱٤۰٤/۰۸/۱۷ بود. نتایج نشان داد که با افزایش سن گیاه، ارتفاع بوته در همه برداشت‌ها و در کلیه تیمارها افزایش یافته به‌نحوی‌که بلندترین ارتفاع بوته در سال اول در برداشت چهارم و در سال دوم در برداشت سوم مشاهده شد (جدول ۳). علاوه‌براین، بررسی

نتایج میانگین ارتفاع بوته در ۵ برداشت نشان داد که در سال اول، بلندترین میانگین ارتفاع بوته (٦٦/٢ سانتی‌متر) در تیمار KCl-2 و کوتاه‌ترین میانگین ارتفاع (٦٠ سانتی‌متر) در تیمار K_2SO_4 به دست آمد (شکل ۲). به‌دلیل این‌که سال زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ نخستین سال استقرار و آغاز رشد گیاه ارزن پادزهری در این تحقیق بوده و از طرف دیگر با توجه به این‌که مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک اولیه نسبتاً مناسب بوده است (جدول ۱) لذا در این سال، تیمارهای مختلف دارای مقادیر ارتفاع بوته نسبتاً یکسانی بودند و تفاوت معنی‌داری میان تیمارها مشاهده نشد (شکل ۲). اما در سال دوم بلندترین و کوتاه‌ترین میانگین ارتفاع بوته به‌ترتیب با مقادیر ۱۰۲ و ۸۱/۷ سانتی‌متر در تیمارهای KCl-1 و شاهد مشاهده شد (شکل ۲). در واقع در سال دوم با بیشتر شدن پنجه‌زنی و رشد گیاه، تفاوت میان تیمارها بارزتر شده به‌نحوی‌که تیمارKCl-1 به‌صورت معنی‌داری ارتفاع بوته را در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داد (شکل ۲).

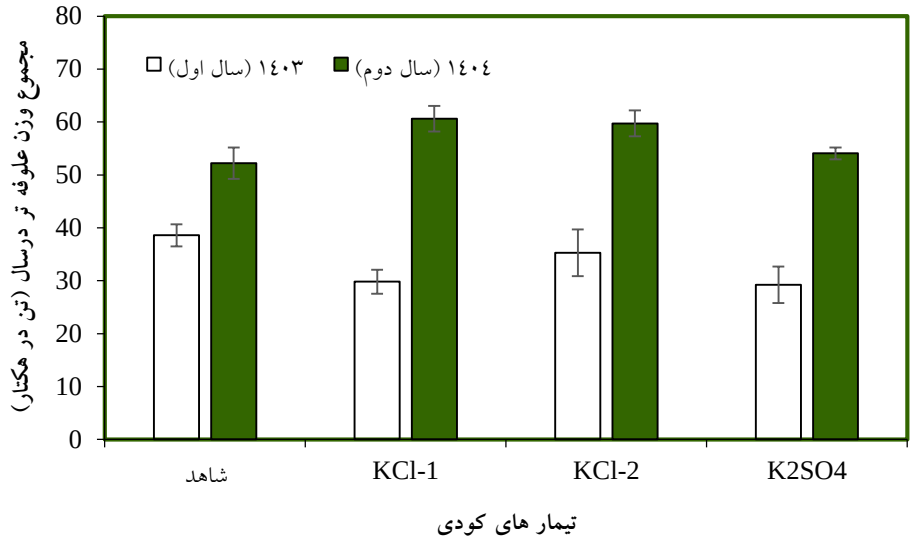


شکل ۲: میانگین ارتفاع بوته در ۵ برداشت در سال‌های زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ و ۱٤۰٤-۱٤۰۳

نتایج اعمال تیمارهای آزمایشی مختلف بر وزن علوفه تر در برداشت‌های مختلف در دو سال مطالعه در جدول ۳ نمایش داده شده است. مشابه با نتایج ارتفاع بوته، در سال اول حداکثر عملکرد علوفه تر در همه تیمارها در چهارمین برداشت و در سال دوم در سومین برداشت مشاهده شد. بررسی نتایج مجموع وزن علوفه تر در ۵ برداشت نشان داد که در سال اول افزودن هیچ‌یک از کودهای پتاسیمی سبب افزایش وزن علوفه تر در مقایسه با تیمار شاهد نشد (شکل ۳). اما در سال دوم تیمارهای KCl-1 و KCl-2 با تولید به‌ترتیب ٦۰/٦ و ۵۹/۷ تن بر هکتار علوفه تر سبب افزایش معنی‌دار این پارامتر در مقایسه با تیمار شاهد (۵۲/۲ تن بر هکتار) شدند (شکل ۳). علاوه‌براین، مقدار علوفه تر در تیمارهای KCl-1 و KCl-2 به‌صورت معنی‌داری بیشتر از علوفه تر در تیمار K_2SO_4 (٥٤/١ تن بر هکتار) بود (شکل ۳). این نتایج نشان می‌دهد که اولاً تاثیرگذاری کود کلرید پتاسیم بر افزایش عملکرد ارزن پادزهری بیشتر از کود سولفات پتاسیم است. دوماً با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار میان KCl-1 و KCl-2 از یک‌سو و لزوم مدیریت مصرف کودهای شیمیایی از سویی دیگر؛ تیمار KCl-1، سطح مصرفی مناسبی به‌ازای هر چین-برداشت برای افزایش علوفه تر در گیاه ارزن پادزهری می‌باشد.

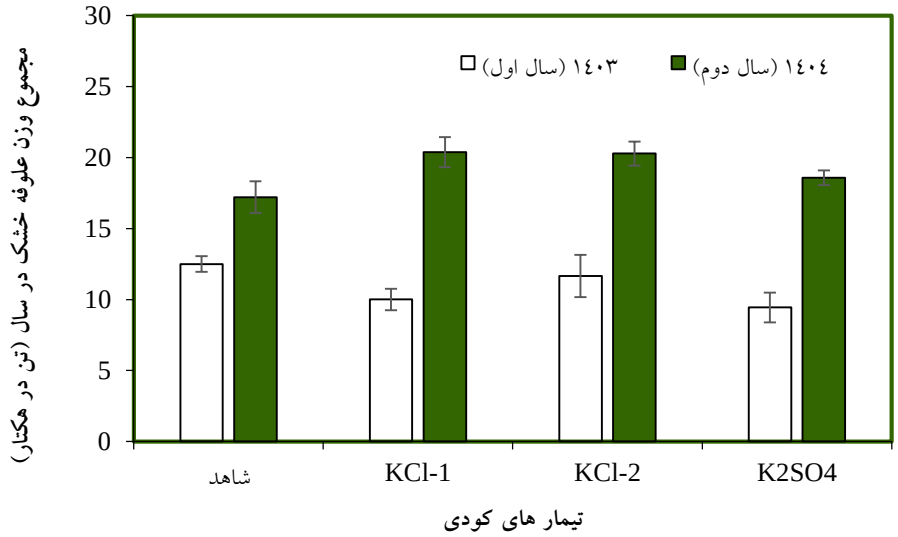
جدول ۳- ارتفاع بوته، وزن علوفه تر و وزن علوفه خشک ارزن پادزهری در برداشت‌های مختلف در سال‌های زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ و ۱۴۰۳-۱۴۰۴

سال	پارامتر	برداشت اول				برداشت دوم				برداشت سوم				برداشت چهارم				برداشت پنجم			
		K_2SO_4	KCl-2	KCl-1	بی‌پتاس	K_2SO_4	KCl-2	KCl-1	بی‌پتاس	K_2SO_4	KCl-2	KCl-1	بی‌پتاس	K_2SO_4	KCl-2	KCl-1	بی‌پتاس	K_2SO_4	KCl-2	KCl-1	بی‌پتاس
سال اول	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۴۳/۲	۵۲/۵	۴۶/۰	۴۹/۰	۶۰/۰	۶۰/۱	۵۰/۰	۶۵/۱	۵۷/۹	۶۰/۱	۱۰۶/۹	۸۹/۴	۹۳/۴	۹۷/۴	۱۰۶/۹	۸۹/۴	۵۷/۶	۶۱/۴	۶۰/۹	۵۷/۰
	وزن علوفه تر (تن در هکتار)	۲/۳	۲/۴	۲/۳	۳/۵	۶/۳	۵/۲	۳/۵	۶/۲	۴/۶	۷/۰	۱۴/۰	۱۶/۵	۱۳/۶	۱۵/۵	۱۴/۰	۱۶/۵	۶/۰	۵/۳	۶/۲	۵/۳	
	وزن علوفه خشک (تن در هکتار)	۰/۶	۰/۸	۰/۷	۱/۰	۱/۹	۱/۵	۱/۰	۲/۱	۱/۶	۲/۱	۴/۹	۵/۵	۴/۵	۵/۳	۴/۹	۵/۵	۱/۹	۱/۷	۱/۹	۱/۷	
سال دوم	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۸۲/۹	۷۱/۹	۹۱/۵	۶۸/۸	۷۰/۳	۷۵/۹	۸۵/۸	۱۰۶/۲	۱۲۹/۷	۱۴۰/۶	۱۳۶/۹	۱۰۰/۰	۱۰۸/۴	۱۰۹/۳	۱۱۲/۹	۱۰۰/۰	۶۳/۴	۸۲/۷	۵۹/۶	۶۷/۰
	وزن علوفه تر (تن در هکتار	۱۰/۳	۱۱/۲	۱۰/۱	۹/۴	۸/۶	۸/۹	۱۰/۳	۱۴/۹	۱۴/۳	۱۷/۹	۱۹/۴	۱۲/۰	۱۲/۸	۱۳/۱	۱۳/۵	۱۲/۰	۷/۳	۷/۳	۸/۶	۸/۱	
	وزن علوفه خشک (تن در هکتار)	۳/۲	۳/۷	۲/۹	۲/۷	۳/۱	۳/۳	۳/۷	۴/۸	۵/۱	۶/۵	۶/۵	۴/۲	۴/۵	۴/۶	۴/۹	۴/۲	۲/۳	۲/۵	۲/۸	۲/۶	



شکل ۳: مجموع وزن تر علوفه ارزن پادزهری در ۵ برداشت در سال‌های زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ و ۱٤۰٤-۱٤۰۳

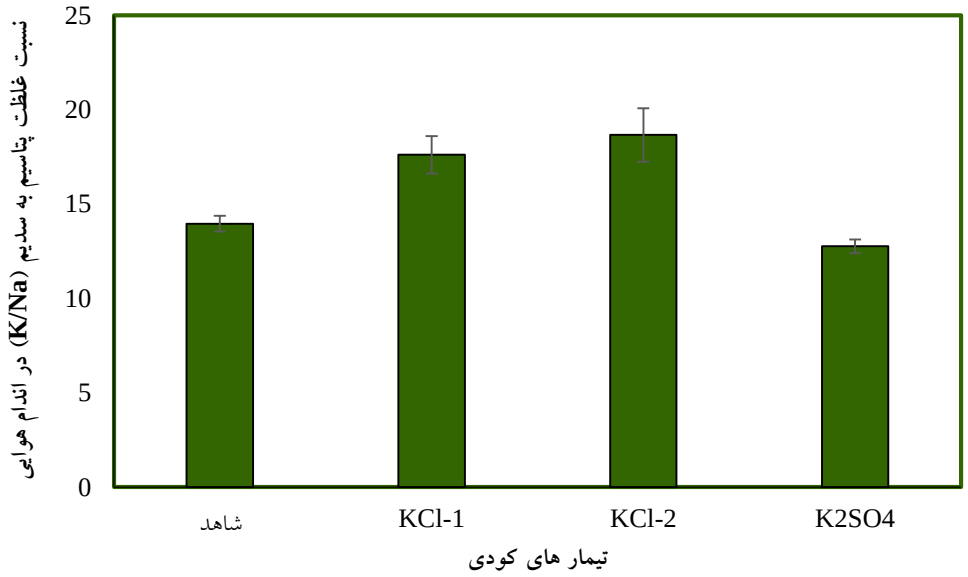
مشابه با نتایج ارتفاع بوته و وزن علوفه تر، حداکثر عملکرد علوفه خشک در همه تیمارها در سال اول در چهارمین برداشت و در سال دوم در سومین برداشت به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین، روند تغییرات مجموع وزن علوفه خشک در ۵ برداشت در تیمارهای مختلف در طی سال‌های زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ و ۱٤۰٤-۱٤۰۳ مشابه با مجموع وزن علوفه تر بود (شکل ٤). بنابراین، اثرگذاری کود KCl (در هر دو سطح کاربردی) در افزایش علوفه خشک تولیدی در مقایسه با کود K_2SO_4 بیشتر بوده است. همچنین با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای KCl-1 و KCl-2، تیمار KCl-1 که معادل با ٤۰ کیلوگرم بر هکتار K_2O به‌ازای هر چین-برداشت می‌باشد، به‌منظور افزایش عملکرد علوفه خشک در گیاه ارزن پادزهری قابل توصیه است.



شکل ٤: مجموع وزن خشک علوفه ارزن پادزهری در ۵ برداشت در سال‌های زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ و ۱٤۰٤-۱٤۰۳

بررسی نتایج آنالیز خاک پس از برداشت نشان داد که تغییرات EC، pH و پتاسیم قابل استفاده خاک پس از کاربرد کودهای کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم مشابه بود (جدول ۱)، لذا از این نظر نیز کاربرد کود کلرید پتاسیم محدودیتی در مقایسه با کود سولفات پتاسیم ایجاد نکرده است. علاوه‌براین، نتایج محاسبه میزان ورود یون کلر از طریق آب آبیاری و کوددهی نشان داد که در بالاترین سطح کود KCl (KCl-2) در طی یکسال، حدوداً ۳۳۱ گرم یون کلر به هر کرت آزمایشی (۱۰ مترمربعی) وارد شده است، درحالی‌که از طریق یکسال آبیاری حدود ٤۹ کیلوگرم یون کلر به هر کرت اضافه شده است. این مقایسه بیانگر این نکته است که سهم کود کلرید پتاسیم در مقایسه با آب آبیاری کاربردی در ورود یون کلر به خاک بسیار ناچیز بوده و لذا از نظر اثرات سمی یون کلر نیز مصرف این کود در مقایسه با سولفات پتاسیم محدودکننده نخواهد بود. با این وجود، انجام مطالعات بیشتر به‌منظور کاربرد طولانی‌مدت کود کلرید پتاسیم پیشنهاد می‌شود.

با توجه به این‌که بزرگ‌ترین مقادیر وزن علوفه تر و خشک در سومین برداشت سال دوم مشاهده شد لذا غلظت عناصر سدیم و پتاسیم در اندام هوایی کلیه تیمارهای آزمایشی این برداشت اندازه‌گیری و نسبت غلظت پتاسیم به سدیم (K/Na) در نمونه‌ها محاسبه شد. بر اساس نتایج، افزودن کود کلرید پتاسیم در هر دو سطح انتخابی سبب افزایش معنی‌دار نسبت غلظت K/Na در این تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد گردید (شکل ۵). درحالی‌که کاربرد K_2SO_4 نتوانست این نسبت را در مقایسه با شاهد افزایش دهد (شکل ۵). بر این اساس به‌نظر می‌رسد مصرف کود کلرید پتاسیم با افزایش جذب پتاسیم از یک‌سو و کاهش جذب سدیم از سویی دیگر؛ سبب کاهش اثرات سمیت سدیم و در نتیجه بهبود رشد گیاه شده است. نتایج مشابهی در این‌باره در مطالعه کشاورز و همکاران (٤) گزارش شده است.



شکل ۵: نسبت غلظت پتاسیم به سدیم (K/Na) در اندام هوایی ارزن پادزهری در سومین برداشت سال زراعی ۱٤۰٤-۱٤۰۳

به‌طورکلی در منابع نتایج متفاوتی درباره اثر کودهای کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان گزارش شده است. به‌عنوان مثال، آدهیکاری و همکاران (٦) در مقایسه اثر محلول‌پاشی کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های رشدی و کیفی گیاه سویا در شرایط شور نشان دادند که کاربرد سولفات پتاسیم در افزایش ویژگی‌هایی نظیر فعالیت اکسیدانت، پلی‌فنول و کلروفیل موثرتر از کلرید پتاسیم بوده است. برخی دیگر از مطالعات، برتری کود کلرید پتاسیم را در مقایسه با سولفات پتاسیم بر بهبود عملکرد کمی و کیفی چغندرقند گزارش کرده‌اند (۵). سیلسیپور (۲) تاثیر منابع سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم را به دو روش کاربرد خاکی و سرک بر رشد پنبه مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف خاکی این کودها تفاوتی در افزایش رشد کمی و کیفی پنبه نداشت اما مصرف سرک کلرید پتاسیم موثرتر از سولفات پتاسیم بود. در این راستا به نظر می‌رسد که عوامل متعددی مثل نوع گیاه، نحوه مصرف کود، میزان شوری و عوامل اقتصادی نقش بسیار مهمی در انتخاب کود کلرید پتاسیم ایفا می‌کنند.

توصیه ترویجی

- با مدیریت صحیح آب و کود در شرایط کاربرد آب شور و در صورت عدم وجود عوامل محدود کننده اقلیمی، می‌توان تا ۵ چین-برداشت علوفه از ارزن پادزهری در شرایط آب و هوایی گرم و خشک مانند یزد تولید کرد.
- در شرایط کاربرد آب شور تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، می‌توان با مدیریت مناسب کود پتاسیم تا ۱۹ تن در هکتار علوفه خشک در سال تولید کرد.
- برای رسیدن به این عملکرد، کاربرد کود پتاسیم به صورت کلرید پتاسیم با توجه به ارزان قیمت‌تر بودن نسبت به سولفات پتاسیم برتری دارد.
- جهت رسیدن به عملکرد مذکور در شرایط وضعیت مناسب پتاسیم اولیه خاک، مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود کلرید پتاسیم به ازای هر چین-برداشت توصیه می‌شود.
- پس از هر برداشت انجام عملیات آبیاری توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. پسندیده، م.، مشیری، ف.، اخیانی، ا.، جعفرنژادی، ع.ر. و رمضانپور، م.ر. (١٤٠٢). ضرورت کاربرد کلرید پتاسیم در رفع نیاز پتاسیمی در برخی از محصولات زراعی ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب، دستورالعمل فنی ٦٣٥ ، کرج، ایران.

۲. سیلسیپور، م. (۱۳۹۱). بررسی اثر مقادیر، منابع و زمان مصرف پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی پنبه رقم ورامین. نشریه زراعت شماره ٩٤ . تهران. ایران.

۳. فضائلی، ع. و بشارتی ح. (۱۳۹۱). تاثیر شوری بر برخی شاخصهای رشد و پروتئین کل یونجه تلقیح شده با جدایه های باکتری *Sinorhizobium meliloti* در شرایط گلخانه. علوم و فنون کشت های گلخانه ای. (۹) ۳ .٣٦-٢٥.

٤. کشاورز، پ.، مرجوی، ع.ا. و میرزاپور، م. (١٤٠٣). مقایسه تاثیر کلرور پتاسیم و سولفات پتاسیم بر عملکرد دانه گندم در شرایط شور. مجله شورورزی، ۹-۱: (۲)۲.

۵. مهراندیش، م.، جامی معینی، م. و آرمین، م. (۱۳۹۷). اثر منبع و مقدار مصرف پتاسیم بر ویژگی های کیفی چغندرقند رقم ارس در شرایط آبیاری کامل و محدود. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاه. ٣٤(١٠):.

6. Adhikari, B., Dhungana, S.K., Kim, I.D., & Shin, D.H. (2020). Effect of foliar application of potassium fertilizers on soybean plants under salinity stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 19, 261–269.
7. Cakmak, I. (2005). The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168(4), 521-530.
8. Capula-Rodríguez, R., Valdez-Aguilar, L.A., Cartmill, D.L., Cartmill, A.D., & Alia-Tejacal, I. (2016). Supplementary calcium and potassium improve the response of tomato (Solanum lycopersicum L.) to simultaneous alkalinity, salinity, and boron stress. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 47 (4), 505–511.
9. FAO. (2002). Panicum antidotale Retz. Grassland Index. Available online at Website: http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/GBASE/data/pf000275.htm.
10. Jungers, J.M., Kaiser, D. E., Lamb, J.F.S., Lamb, J.A., Noland, R.L., Samac, D.A., Wells, M. S., & Sheaffer, C.C. (2019). Potassium Fertilization Affects Alfalfa Forage Yield, Nutritive Value, Root Traits, and Persistence. Agronomy, Soils, and Environmental Quality, 3(6), 1-10.
11. Keshavarz A., Ashrafi, S., Haydari, N., Pouran, M., & Farzaneh, E. (2005). Water allocation and pricing in agriculture of Iran. Water Conservation, Reuse and Recycling: Proceedings of an Iranian-American Workshop, http://www.nap.edu/catalog/11241.html.
12. Mikkelsen, R.L., and Roberts, T.L. (2021). Inputs: potassium sources for agricultural systems, In: Improving Potassium Recommendations for Agricultural Crops, eds. T.S. Murrel, R.L. Mikkelsen, G. Sulewski, R. Norton and M.L. Thompson (Cham: Springer Nature Switzerland AG), 1–455.
13. Tester, M., Davenport, R. (2003). Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Ann. Bot. 91 (5), 503–527.
14. https://www.marketreportanalytics.com/reports/potassium-fertilizer-122809.