

به نام خدا

شوری، یکی از پدیده‌های رو به رشد و تهدیدکننده بخش کشاورزی است که سبب کاهش بهره‌وری عوامل تولید از جمله آب، خاک، بذر، انرژی، سرمایه و نیروی انسانی شده و گاهی می‌تواند سبب از بین رفتن منابع و سرمایه بهره‌برداران، تخریب اکوسیستم و به مخاطره افتادن امنیت غذایی جامعه شود. از اینرو لازم است که ضمن معرفی و ترویج راهکارهای «پیشگیری» و «کنترل» پدیده شوری در بخش کشاورزی، به راهکارهای «سازگاری» و همزیستی با این پدیده از طریق فعالیت‌های شورورزی در کشور نیز توجه ویژه‌ای شود. بدیهی است که انتشار به موقع نتایج پژوهش‌های کاربردی داخلی و خارجی موجود و دسترسی همه تصمیم‌گیران، مدیران اجرایی، کارشناسان و بهره‌برداران بخش کشاورزی کشور به نتایج مذکور می‌تواند گام بسیار مهمی در عملیاتی‌سازی راهکارهای بهره‌برداری پایدار از منابع آب و خاک شور و سازگاری با پدیده شوری در کشور باشد. حتی در عصر حاضر که پردازش‌گرهای تصمیم‌گیر بر پایه هوش مصنوعی به سرعت در حال گسترش و تولید محتوای علمی و کاربردی در حوزه علوم محیطی می‌باشند، اما چنین به نظر می‌رسد که روند تهیه مقالات علمی توسط اندیشمندان این حوزه، داوری اثر توسط داوران متخصص، چاپ و انتشار نتایج تحقیقاتی در قالب نشریات علمی و تخصصی هنوز دارای اهمیت و جایگاه منحصر بفرد بوده و برای بهبود و تکمیل محتوای ماشین‌های یادگیری مصنوعی نیز لازم و ضروری هستند. «مجله علمی شورورزی» که انتشار الکترونیکی آن از سال ۱۴۰۲ و به صورت دوفصلنامه آغاز شده است، از معدود مجلات تخصصی کشور است که به انتشار نتایج و یافته‌های تحقیقات مرتبط با شوری و شورورزی می‌پردازد و سعی دارد که پل ارتباط مطمئنی بین پژوهشگران حوزه شوری و سایر محققین، کارشناسان، مروجین و تولیدکنندگان عرصه کشاورزی برقرار نماید. در این مجله نتایج مطالعات تحقیقی-ترویجی انجام شده در زمینه‌های مدیریت‌های بهره‌برداری پایدار از منابع خاک و آب شور؛ مدیریت و بهبود تولید گیاهان زراعی، دارویی و باغی در شرایط شور؛ تنوع بخشی به محصولات کشاورزی و گونه‌های شورزیست؛ تهیه علوفه و خوراک دام با استفاده از گیاهان شورزی، ارزیابی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی سامانه‌های شورورزی و مساله پایداری اکوسیستم در بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور و بسیار شور مد نظر قرار داشته و مورد استقبال می‌باشند. امید است که با انتشار دستاوردهای علمی، تحقیقاتی و ترویجی کشور در زمینه‌های فوق، قدم‌های مثبت و موثری در مسیر پیشگیری، کنترل و سازگاری با پدیده شوری در بخش کشاورزی برداشته شود.

محمدحسن رحیمیان

مدیر مسئول مجله علمی شورورزی

بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های خربزه (*Cucumis melo* L.)

محمدرضا نارویی راد^۱ و احمد قاسمی^{*}

۱. اعضای هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

*. نویسنده مسئول: احمد قاسمی، پست الکترونیک: ghasemiahmad@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۰۶

چکیده

با توجه به قطع شدن ورود آب رودخانه هیرمند به منطقه سیستان، شور شدن آب چاهک‌ها و پایین آمدن عملکرد محصولات جالیزی نیاز به ژنوتیپ‌های با دامنه تحمل بیشتر به شرایط شور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. به این منظور بررسی اثر تنش شوری بر روی عملکرد و برخی اجزای عملکرد ۲۵ ژنوتیپ خربزه، آزمایشی در قالب طرح مربع لاتیس در دو تکرار در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زهک در استان سیستان و بلوچستان به اجرا در آمد. آزمایش در دو قطعه جداگانه آبیاری با آب معمولی با آب رودخانه هیرمند (شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر) و آبیاری با آب شور با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر با استفاده از آب چاهک انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که همه صفات به جز تعداد میوه، قطر گوشت، قطر حفره، درصد قند و طول بوته اختلاف معنی‌دار نشان دادند. بیشترین میزان عملکرد میوه در شرایط آبیاری نرمال مربوط به توده محلی شماره ۱۲ با میزان ۲۰۵۵۳ کیلوگرم در هکتار و بیشترین آن در شرایط تنش شوری مربوط به همین ژنوتیپ با میزان ۱۷۳۳۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. پس از آن، رقم شادگانی در شرایط آبیاری نرمال با میانگین عملکرد ۱۸۶۱۶ و در شرایط شور با میانگین ۱۷۱۹۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برتری نشان دادند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، به کشاورزان منطقه سیستان که با مشکل شوری آب و خاک مواجه هستند توصیه می‌شود برای افزایش عملکرد و بهره‌وری مزارع خربزه خود، از توده محلی شماره ۱۲ و رقم شادگانی استفاده کنند. این ارقام در شرایط شور نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری داشته‌اند و می‌توانند گزینه مناسبی برای کشت در اراضی شور منطقه باشند.

واژگان کلیدی: چاهک، خربزه، رودخانه هیرمند، شرایط شور، محصولات جالیزی

بیان مسئله

در منطقه سیستان شغل بیش از ۷۰ درصد مردم کشاورزی و دامپروری می‌باشد. با توجه به قطع آب رودخانه هیرمند در این منطقه مردم شغل خود را از دست داده‌اند و به استان‌های همجوار مهاجرت می‌کنند. یکی از راهکارهای توسعه منطقه کاشت محصولات جالیزی متحمل به شوری می‌باشد. در منطقه چاهک‌های زیادی حفر شده است و تقریباً از درجه شوری بالای (۴ تا ۸ دسی‌زیمنس) برخوردار می‌باشند و بدون استفاده رها شده‌اند. شور شدن آب چاهک‌ها و زمین‌های کشاورزی با برداشت آب روزبروز بیشتر می‌شود. بنابراین باید ارقامی از محصولات جالیزی کشت گردد که قادر به تولید حداکثر محصول در شرایط تنش شوری باشند. خربزه یکی از مهم‌ترین گیاهان باغبانی است که در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان که متاثر از شوری می‌باشد کاشت می‌شود (۱۰). کشت و کار این گیاه در فصل بهار با فرهنگ مردم آمیخته می‌باشد و نسبت به کاشت غلات از درآمد بیشتری برخوردار است و در تناوب با غلات باعث افزایش تولید در واحد سطح و کاهش آفات و بیماری‌ها می‌گردد. این گیاه در شرایط بادهای ۱۲۰ روزه سیستان به صورت خوابیده رشد می‌کند و از گیاهان سازگار به شرایط منطقه می‌باشد و چون آبیاری آن به صورت جوی و پشته می‌باشد بهره‌وری مصرف آب نسبت به سایر محصولات که به صورت غرقابی آبیاری می‌شوند بیشتر می‌باشد. بنابراین می‌توان آن را در برنامه ریزی الگوی کشت منطقه قرار داد. در بین ارقام خربزه نیز می‌بایست ارقام متحمل و سازگارتر به شرایط آب و هوایی منطقه و تنش‌های محیطی بویژه تنش شوری مورد آزمایش قرار گیرد. تنش شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که تولید گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. روند نزولی کمی و کیفی آب در مناطق خشک و نیمه خشک و مستعد بودن اراضی کشاورزی می‌تواند تا کاربرد روش‌های مدیریتی برای حداکثر عملکرد مطلوب، در ضمن توسعه کشاورزی مورد ارزیابی قرار گیرند. با

استفاده درست از آب شور به عنوان یک منبع آب آبیاری ضمن افزایش تولیدات کشاورزی، می‌توان از رقابت موجود برای آب غیرشور نیز کم کرد (۲). استفاده از ارقام متحمل به شوری یکی از مهم‌ترین روش‌های مؤثر در بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور در نواحی خشک و نیمه خشک جهان است (۴). در پژوهشی سه سطح شوری آب آبیاری به میزان ۶/۶، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به همراه آبیاری با آب غیر شور بر روی ۱۴ رقم بومی خربزه ایرانی اعمال شد. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش سطوح شوری به ۶/۶، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر شاخص سبزی‌نگی، غلظت یون پتاسیم برگ، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک ریشه در گیاهان شوری دیده نسبت به شاهد کاهش نشان داد. در نهایت ارقام سبز اصفهان، آناناسی، سوسکی و دیاموند به‌عنوان ارقام متحمل به شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر انتخاب شدند (۶). شوری تعادل یونی را در اندام‌های گیاهی برهم می‌زند و افزایش ضریب رقابتی سدیم در برابر سایر عناصر غذایی باعث بروز سوءتغذیه در گیاه می‌شود. کاهش غلظت پتاسیم در خربزه کشت شده در محیط شور ناشی از وجود رقابت بین سدیم و پتاسیم است (۹). گزارش شده است که تحمل به شوری صفاتی پلی ژنیک است که در گیاه باغبانی از جمله خربزه وابسته به رقم است. تحمل ارقام نسبت به شوری متفاوتند و در شوری‌های زیاد این تفاوت بارزتر است (۱۲). تنش غیرزیستی شوری در خربزه بر روی رشد رویشی و زایشی گیاه اثر گذار است و منجر به کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می‌شود (۱۱). نارویی راد و همکاران (۱۳) با ارزیابی ۴۹ توده خربزه بانک ژن گزارش نمودند که دامنه تغییرات عملکرد کل بین ۶ تا ۲۵ تن در هکتار می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین مناطق کشت و کار خربزه در ایران منطقه سیستان می‌باشد که هر ساله در صورت فراهم بودن آب نزدیک به ۱۵۰۰۰ هکتار در منطقه سیستان و چیزی نزدیک به ۱۲۰۰ هکتار در سطح دریاچه هامون توده‌های خربزه که غالباً توده فیروزی (قندک)، سفیدک و

هلمندی می باشند کشت می گردد. برای دسترسی به عملکرد بیشتر، نیاز به ارزیابی ارقام و توده های مطلوب خربزه است که دامنه تحمل آنها به شرایط تنش شوری منطقه بیشتر و دوام و پایداری عملکرد داشته باشند. لذا این پژوهش با هدف مقایسه عملکرد برخی از ژنوتیپ های خربزه در شرایط آبیاری نرمال و تنش شوری در منطقه سیستان انجام گردید.

معرفی دستاورد

به منظور شناسایی و تعیین ژنوتیپ های متحمل به تنش شوری در خربزه، این تحقیق با ۲۵ ژنوتیپ در قالب طرح مربع لاتیس (۵×۵) با دو تکرار در سال زراعی ۱۳۸۶ اجرا گردید. ژنوتیپ های مورد بررسی شامل ۱-

خربزه سفیدک محلی زابل (شاهد)، توده های جمع آوری شده از منطقه سیستان تحت عنوان توده های محلی و ارقام ارسالی از بخش تحقیقات سبزی و صیفی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (جمعاً ۱۴ توده و رقم)، ۱۶- خربزه درگری، ۱۷- خربزه خاقانی، ۱۸- خربزه قصری، ۱۹- خربزه جارچی، ۲۰- خربزه ایوانکی، ۲۱- خربزه شادگانی، ۲۲- خربزه حاج ماشا الهی، ۲۳- سوسکی پوست سبز شماره یک، ۲۴- سوسکی پوست سبز شماره دو و ۲۵- خربزه سبز اصفهان بودند. در ادامه در جداول متن هر کدام از ژنوتیپ ها به همین شماره ای که دارند نوشته خواهند شد.

جدول ۱- نام، کد و منشاء ژنوتیپ های خربزه مورد استفاده در این آزمایش

نام	کد	منشاء	نام	کد	منشاء	نام	کد	منشاء
سفیدک	۱	زابل	۱۰	۱۰	زابل	۱۹	۱۹	کرج
۲	۲	زابل	۱۱	۱۱	زابل	۲۰	۲۰	کرج
۳	۳	زابل	۱۲	۱۲	زابل	۲۱	۲۱	کرج
۴	۴	زابل	۱۳	۱۳	زابل	۲۲	۲۲	کرج
۵	۵	زابل	۱۴	۱۴	زابل	۲۳	۲۳	کرج
۶	۶	زابل	۱۵	۱۵	زابل	۲۴	۲۴	کرج
۷	۷	زابل	۱۶	درگری	کرج	۲۵	سبز اصفهان	کرج
۸	۸	زابل	۱۷	خاقانی	کرج			
۹	۹	زابل	۱۸	قصری	کرج			

آزمایش در دو قطعه جداگانه آبیاری با آب معمولی با آب رودخانه هیرمند و با شوری ۲ دسی زیمنس بر متر و آب شور با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر با استفاده از آب چاهک انجام شد. زمان کاشت ۱۵ اسفندماه ۱۳۸۵ تعیین بود. بر اساس آزمون خاک در موقع تهیه زمین میزان ۴۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده پخش شده و با شخم زیر و رو گردید. میزان و نحوه مصرف کود نیتروژن، فسفر و پتاس بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی

و منابع طبیعی سیستان، ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در نظر گرفته شد. تمامی کود فسفر و پتاسیم به همراه ۵۰ کیلوگرم کود اوره همزمان با کاشت به زمین داده شد. باقیمانده کود اوره به صورت سرک در زمان رشد طولی ساقه و در مراحل بزرگ شدن میوه همراه آبیاری در جوی ها پخش شد. هر ژنوتیپ در یک خط پنج متری به فاصله بوته ۵۰ سانتی متر و فاصله بین ردیف دو متر کشت و فاصله بین تکرارها یک متر در نظر گرفته شد.

توجه به شکافتن پنج میوه و اندازه گیری حفره میوه از قسمت مرکزی میوه، درصد قند، با استفاده از دستگاه رفرکتومتر ساخت کشور آلمان مدل (RSUX-264)، میانگین وزن میوه با انتخاب پنج میوه به صورت تصادفی توزین و سپس محاسبه میانگین تعداد میوه در بوته بر مبنای انتخاب پنج بوته به صورت تصادفی و شمارش میوه‌های آنها صورت گرفت. طول و عرض میوه، با انتخاب میوه‌ها به صورت تصادفی و اندازه گیری طول آنها با خط کش صورت گرفت. محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم افزار MSTATC و SPSS انجام و برای آزمون مقایسه میانگین از روش LSD استفاده شد. در نهایت نتیجه‌گیری بر اساس شاخص‌های رشدی برتر و عملکرد بیشتر در قیاس با شاهد انجام گرفت. لازم به ذکر است با توجه به اینکه مزیت نسبی طرح مربع لاتیس در این آزمایش نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای اکثر صفات در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری برای صفات مورد بررسی کم (کمتر از صد) بود، از این رو برآورد واریانس‌ها و امید ریاضی میانگین مربعات بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت گرفت.

مراقبت‌های زراعی شامل خاک دادن پای بوته، تنک کردن بوته‌های اضافی هدایت بوته‌ها بر روی پشته، وجین در طول فصل کشت انجام پذیرفت. در طول دوره‌ی رشد و نمو در دو شرایط آزمایش نرمال و تنش شوری صفات قابل ارزیابی شامل طول بوته (سانتی‌متر)، وزن میوه (گرم)، وزن بذر (گرم)، تعداد میوه در بوته، طول میوه (سانتی‌متر)، عرض میوه (سانتی‌متر)، قطر گوشت (سانتی‌متر)، قطر حفره میوه (سانتی‌متر)، درصد قند و عملکرد میوه در هکتار (کیلوگرم در هکتار) یادداشت برداری و ثبت شد. آبیاری به روش جوی و پشته ای انجام شد که پس از سبز شدن بوته‌ها در آزمایش نرمال تمامی تیمارها با آب معمولی با شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و آزمایش دیگر پس از سبز شدن تا مرحله برداشت آبیاری با آب شور ۸ دسی‌زیمنس انجام گرفت. دور آبیاری براساس عرف منطقه در آبیاری نرمال هر ۶ روز و در آبیاری شور هر ۴ روز یکبار به مقدار ۶۰۰ متر مکعب در هکتار در هر دور آبیاری انجام گردید. پس از رسیدن میوه عملکرد و اجزای عملکرد آن اندازه‌گیری شد. نحوه اندازه گیری صفات قطر گوشت میوه، با توجه به شکافتن پنج میوه و اندازه گیری ضخامت گوشت از وسط میوه، قطر حفره، با



شکل ۱- مزرعه کشت شده ژنوتیپ‌های خربزه در شرایط شور

(سمت راست) و توده خربزه سفیدک زابل (سمت چپ)

صفاتی که در شرایط نرمال اختلاف معنی‌دار نشان دادند صفت طول بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داده است (جدول ۳ و ۴).

نتایج حاصل در شرایط نرمال نشان داد که بین توده‌ها از نظر صفات طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، وزن بذر و عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج صفات مورد بررسی در شرایط تنش نشان می‌دهد که علاوه بر

جدول ۲- نتایج آمار توصیفی صفات عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های خربزه در شرایط نرمال و تنش شوری

صفت	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
	نمونه	شرایط نرمال			شرایط تنش		
تعداد میوه در بوته	۲۵	۱	۲	۱/۲	۱	۲	۱/۲
طول میوه (سانتی‌متر)	۲۵	۱۵	۳۰/۵	۲۲/۵	۱۳	۲۵/۳	۱۹/۱۵
عرض میوه (سانتی‌متر)	۲۵	۹/۵	۱۶	۱۲/۶۶	۸	۱۴	۱۱
قطر گوشت (سانتی‌متر)	۲۵	۱/۹۵	۳/۸۰	۳	۱/۲	۳/۲	۲/۲
قطر حفره (سانتی‌متر)	۲۵	۴/۸۵	۹/۱۵	۶/۹۳	۳/۷۰	۷/۳۱	۵/۵۰
درصد قند	۲۵	۳/۷۰	۶/۸۰	۵/۱۹	۳/۲۰	۵/۵۲	۴/۳۶
طول بوته (سانتی‌متر)	۲۵	۹۷/۵	۲۱۱	۱۴۰/۴	۸۵/۳۰	۱۹۳	۱۳۹/۱۵
وزن میوه (گرم)	۲۵	۵۱۶/۵	۲۸۹۰	۱۶۹۵/۲۲	۴۸۹/۳	۲۴۲۰	۱۴۵۹/۱۵
وزن بذر (گرم)	۲۵	۸۴	۲۸۲	۱۷۶/۸۴	۷۵	۲۱۱	۱۴۳
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۵	۵۶۲۳	۲۰۵۵۳	۱۱۶۱۳/۷	۴۳۲۰	۱۸۷۰۰	۱۱۵۱۰

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های خربزه در شرایط آبیاری نرمال

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد میوه در بوته	طول میوه	عرض میوه	قطر گوشت	قطر حفره	درصد قند	طول بوته	وزن میوه	وزن بذر	عملکرد میوه
تکرار	۱	۰/۰۸۰	۱۴۹/۶۴	۲۲/۸۸	۰/۲۸۹	۰/۰۰۲	۲/۶۴	۲۳۳۹/۲	۴۶۵۹۹۸/۵۸	۲۰۷۳/۶۸	۷۸۳۲۰۹۰/۴
تیمار	۲۴	۰/۲۰۸	۳۵/۱۲**	۱۶/۴۶**	۰/۵۱۱	۳/۲۰	۱/۴۱	۱۵۵۰/۵	۹۸۷۴۵۹/۵*	۴۹۸۵/۱۹**	۴۰۰۲۳۸۸۸/۱*
خطا	۲۴	۰/۱۲۲	۱۲/۶۷	۶/۹۴	۰/۴۸	۲/۵۹	۲/۱۲	۱۲۸۹/۲	۴۱۷۹۵۹/۴	۱۵۰۶/۲۶	۲۴۲۰۲۸۲۴/۶
C.V	-	۲۹/۰۷	۱۵/۸۲	۲۰/۸۱	۲۳/۰۴	۲۳/۲۵	۲۸/۰۹	۲۵/۵۷	۳۰/۳۵	۲۱/۹۵	۳۱/۳

*و ** به ترتیب معنی داری در سطح پنج درصد و یک درصد

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های خربزه در شرایط آبیاری شور

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد میوه در بوته	طول میوه	عرض میوه	قطر گوشت	قطر حفره	درصد قند	طول بوته	وزن میوه	وزن بذر	عملکرد میوه
تکرار	۱	۰/۰۳۳	۱۱۲/۳۶	۱۹/۴۳	۰/۳۱۲	۰/۰۱۰	۱/۹۵	۲۱۱۵/۲	۴۲۱۲۳۹/۶۳	۱۹۸۹/۳	۷۲۳۲۰۳۰
تیمار	۲۴	۰/۱۱۷	۲۶/۵۰**	۱۴/۳۳**	۰/۲۹۰	۴/۳۰	۱/۲۱	۱۴۶۰/۹*	۸۹۷۳۴۵/۵*	۳۵۴۵/۱**	۲۹۹۴۰۷۲۷*
خطا	۲۴	۰/۱۰۵	۹/۴۶	۷/۲۳	۰/۳۹	۳/۴۱	۳/۱۳	۵۲۳/۳	۳۹۹۶۶۵/۴	۱۴۹۹/۱۳	۲۱۱۵۲۲۶/۶
C.V	-	۲۴/۰۵	۱۷/۲۲	۲۵/۲	۱۸/۰۵	۲۰	۲۹/۰۵	۲۵/۵۷	۲۹/۲	۲۰/۸۵	۲۹/۸

*و ** به ترتیب معنی داری در سطح پنج درصد و یک درصد

جدول ۵- میانگین ژنوتیپ‌های خربزه برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد در دو شرایط نرمال و تنش شوری با استفاده از

LSD آزمون

ژنوتیپ	طول میوه (سانتی-متر)	عرض میوه (سانتی-متر)	وزن میوه (گرم)	وزن بذر (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول میوه (سانتی-متر)	عرض میوه (سانتی-متر)	وزن میوه (گرم)	وزن بذر (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
شرایط تنش شوری					شرایط نرمال					
۱	۲۴/۵	۱۳/۵	۱۲۴۲	۱۸۹/۵	۱۱۵۰۵	۲۰/۵	۱۱/۵	۱۱۸۰	۱۷۵	۱۰۱۵۶/۳
۲	۱۹/۵	۱۶	۱۵۹۱/۵	۲۴۰/۵	۱۰۳۸۵	۱۷/۳	۱۴/۳	۱۴۲۰	۲۱۵/۵	۸۳۷۹
۳	۲۳	۱۰/۲۵	۹۲۲/۵	۱۳۵	۱۰۱۸۳	۲۰	۹/۱۰	۷۵۵	۱۱۴	۷۳۷۳
۴	۲۱	۱۰	۸۴۳/۵	۱۰۱	۵۶۲۳	۱۹/۷	۱۱	۸۱۱	۹۸**	۴۹۴۹
۵	۱۶/۵	۱۱	۵۱۶/۵	۸۴**	۳۲۳۸/۵	۱۴/۳	۱۲/۱	۴۸۹/۳	۶۵**	۲۹۸۰
۶	۱۵/۵**	۱۱	۶۳۳/۵	۱۱۰/۵	۴۲۲۳	۱۳*	۱۰/۱	۵۲۹/۴	۱۰۱/۵**	۴۱۹۰
۷	۲۳/۵	۱۲/۷۵	۲۰۶۰/۵	۲۰۱/۵	۱۳۷۲۶	۲۵/۴	۱۴/۴۵	۱۹۸۰/۴	۱۹۵	۷۹۰۰
۸	۲۸/۵	۱۴	۲۴۸۲/۵	۲۰۱	۲۰۵۴۹	۲۴/۳	۱۲	۲۱۰۰	۱۹۸	۱۵۳۷۱
۹	۲۰/۷۵	۱۱/۵	۲۰۴۹	۲۲۱	۱۲۲۲۶	۱۸/۶۳	۱۲/۲	۱۸۵۵	۲۱۱	۶۷۳۲
۱۰	۲۰	۱۱/۵	۲۰۹۹/۵	۲۱۶	۱۱۵۳۲	۱۸/۳	۱۰/۴	۱۹۲۰	۲۱۳	۱۱۴۰۰
۱۱	۲۲	۱۵/۲۵	۲۱۰۶	۱۸۴/۵	۱۴۰۳۹	۲۰	۱۱/۳	۲۰۰۰/۵	۱۶۸/۳	۹۸۷۰
۱۲	۳۰/۵	۱۵/۲۵	۲۸۹۸**	۲۴۲	۲۰۵۵۳	۲۹/۴*	۱۲/۲	۲۱۲۰	۲۳۹	۱۷۳۳۷
۱۳	۲۹	۱۴/۵	۲۱۲۵	۱۹۵	۱۴۱۶۶	۲۶	۱۴	۱۸۵۴	۱۷۳	۱۱۳۹۰
۱۴	۱۷/۵	۱۳	۱۳۰۱	۱۴۴/۵	۸۶۷۳	۱۱/۳**	۱۱	۱۱۲۳	۱۱۵/۳	۵۵۰۰
۱۵	۲۳	۱۰/۵	۸۷۵/۵	۱۲۷/۵	۵۹۱۵	۱۷	۸/۳	۷۵۴/۸	۱۱۹	۵۸۰۰
۱۶	۲۴/۵	۱۲/۷۵	۱۴۴۷	۱۴۴	۹۶۴۶	۲۱/۳	۱۱	۱۲۲۳	۱۲۳	۴۷۳۰
۱۷	۲۳	۱۵/۲۵	۱۹۶۹	۱۶۶	۱۳۱۲۶	۲۰	۱۱/۲	۱۸۵۶	۱۴۷	۱۰۹۰۰
۱۸	۲۸	۱۲/۵	۱۷۲۳/۵	۱۳۸/۵	۱۱۴۸۹	۲۴	۱۳	۱۵۱۱	۱۲۱	۹۷۰۰
۱۹	۱۵**	۱۱/۵	۱۲۸۷/۵	۱۳۴/۵	۸۵۸۳	۱۳/۳**	۱۰/۵	۱۱۷۰	۱۱۵	۷۹۰۰
۲۰	۲۰/۲۵	۱۲/۲۵	۲۰۰۶/۵	۲۲۸/۵	۱۳۳۷۶	۲۲/۳	۱۱/۳۰	۱۹۵۵/۵	۱۸۵	۸۷۰۷
۲۱	۲۱/۵	۱۳/۷۵	۲۸۰۳**	۲۳۳/۵	۱۸۶۸۶	۲۰/۶	۱۲/۴۵	۲۵۲۳**	۱۸۴	۱۷۱۹۳
۲۲	۲۹/۲۵	۱۴	۲۴۰۴	۲۸۲	۱۶۰۲۶	۲۵/۲	۱۳/۸*	۲۲۵۵	۲۲۹	۱۱۹۷۳
۲۳	۲۲	۱۲/۵	۱۸۵۶/۵	۱۵۰/۵	۱۲۳۷۶	۱۹/۱	۱۰/۵	۱۷۲۹	۱۳۱	۸۴۰۰
۲۴	۲۲	۱۲/۵	۱۷۸۷	۱۸۵	۱۱۹۱۳	۱۷/۵	۱۲/۱	۱۵۶۰	۱۷۴	۶۷۹۴
۲۵	۲۲/۵	۹/۵	۱۱۶۵	۱۶۵	۸۵۶۹	۲۳	۱۰/۱	۱۱۲۰	۱۲۱	۶۹۶۶
LSD 5%	۷/۳۴	۵/۴۳	۱۴۲۳/۳	۸۰/۱	۱۰۱۵۰	۶/۱۸	۴/۹۰	۱۱۴۳/۱	۶۹/۱	۸۹۴۲

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

است. به عبارت دیگر شوری یک عامل محدود کننده رشد می‌باشد. شفیعی و همکاران (۶) گزارش دادند که با افزایش شوری وزن تر و خشک اندام هوایی در تمام

نتایج آمار توصیفی صفات در جدول ۲ برای آبیاری نرمال و شور نشان می‌دهد که کلیه صفات تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفته‌اند و از میزان آنها کاهش یافته

توده‌های خربزه ایرانی مورد آزمایش کاهش یافت. وزن تر و خشک گوشت، پوست و بذر، تعداد و وزن متوسط میوه در توده‌های حساس و نیمه‌متحمل کاهش نشان داد. عملکرد میوه در تمام توده‌ها کاهش یافت. کاهش سطح برگ در توده حساس و طول بوته و میوه در توده نیمه متحمل مشاهده شد.

برطبق نتایج این آزمایش (جدول ۵) در شرایط نرمال مشخص گردید که بیشترین میزان طول میوه مربوط به توده شماره ۱۲ و پس از آن رقم حاج ماشاللهی به ترتیب با میانگین ۳۰/۵ و ۲۹/۲۵ سانتی‌متر بود. کمترین طول میوه مربوط به رقم جارچی با میانگین ۱۵ سانتی‌متر و بعد از آن توده شماره ۶ با میانگین ۱۵/۵ سانتی‌متر در رتبه دوم قرار گرفت. بیشترین عرض میوه در توده‌های شماره ۲، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب با میانگین‌های ۱۶ و ۱۵/۲۵، ۱۵/۲۵ سانتی‌متر مشاهده گردید. توده خربزه سبز اصفهان و توده شماره ۳ و ۱۵ کمترین میانگین عرض میوه را با میانگین‌های ۹/۵ و ۱۰/۲۵ و ۱۰/۵ نشان دادند. کمترین میانگین وزن میوه برای توده شماره ۵ و پس از آن توده شماره ۶ به ترتیب با میانگین‌های ۵۱۶/۵ و ۶۳۳/۵ گرم و بیشترین میزان وزن بذر در توده شماره ۱۲ و رقم شادگانی به ترتیب با میانگین‌های ۲۸۹۸ و ۲۸۰۳ گرم ثبت گردید. در آزمایشی ۱۷ توده بومی در خراسان رضوی مشخص شد که خربزه جعفرآبادی بزرگترین میوه‌ها و خربزه‌های قنات بشرویه و باخرمن سرخس کوچکترین میوه‌ها را تولید کردند (۳). از نظر میزان وزن بذر کمترین به توده شماره ۵ با میانگین وزن ۸۴ گرم و حداکثر آن به توده‌های حاج ماشاللهی و ۱۲ به ترتیب با میانگین‌های عملکرد ۲۸۲ و ۲۴۲ گرم تعلق گرفت. از نظر میزان عملکرد میوه در هکتار بیشترین مربوط به توده شماره ۱۲، ۸ و رقم شادگانی به ترتیب با میانگین عملکرد ۲۰۵۵۳، ۲۰۵۴۹ و ۱۸۶۸۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد به توده شماره ۵ با میانگین ۳۲۳۸/۵ کیلوگرم در هکتار تعلق گرفت (جدول ۵).

همان طور که جدول ۵ نشان می‌دهد در شرایط شور بیشترین طول میوه در توده شماره ۱۲ با میانگین ۲۹/۴ سانتی‌متر و پس از آن توده شماره ۷ و رقم حاج ماشاللهی به ترتیب با میانگین‌های ۲۵/۴ و ۲۵/۲ سانتی‌متر در رتبه های بعدی قرار گرفتند.

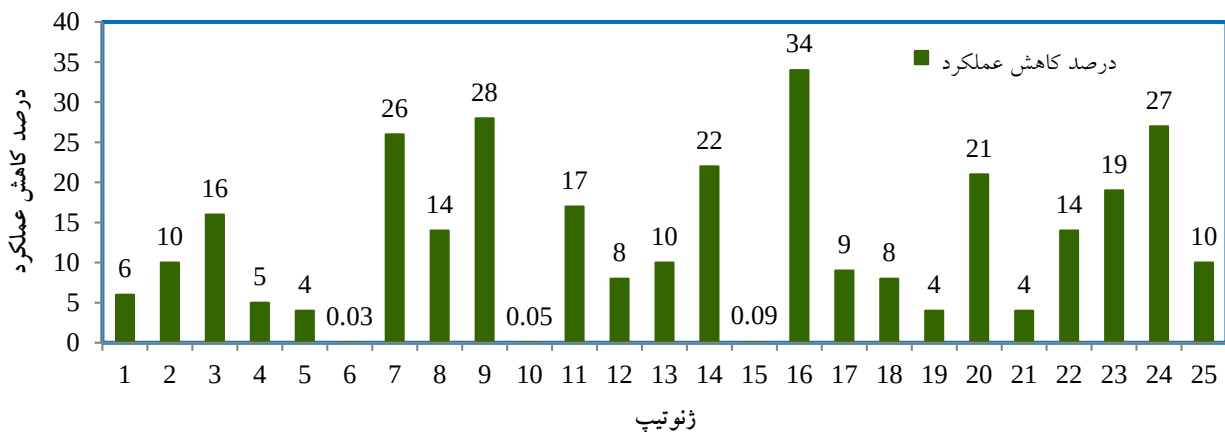
کمترین طول میوه در توده‌های شماره ۱۴، ۶ و رقم جارچی به ترتیب با میانگین‌های ۱۱/۳، ۱۳ و ۱۳/۲ سانتی‌متر وجود داشت (جدول ۵). در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عرض میوه بیشترین آن به توده شماره ۷ و ۲ به ترتیب با میانگین‌های ۱۴/۴۵ و ۱۴/۳ سانتی‌متر تعلق گرفت. کمترین مقدار عرض میوه در شرایط شوری در توده شماره ۱۵ با میانگین ۸/۳ سانتی‌متر به دست آمد. بیشترین وزن میوه در رقم شادگانی و حاج ماشاللهی با میانگین ۲۵۲۳ و ۲۲۵۵ گرم حاصل شد. کمترین وزن میوه در توده‌های شماره ۵ و ۶ به ترتیب با میانگین‌های ۴۸۹ و ۵۲۹ گرم ثبت شد.

وزن بذر در توده شماره ۱۲ و رقم حاج ماشاللهی به ترتیب با میانگین‌های ۲۳۹ و ۲۲۹ گرم بیشترین مقدار بود. در توده‌های شماره ۵، ۴ و ۶ کمترین وزن بذر با میانگین‌های ۶۵، ۹۸، و ۱۰۱ گرم ملاحظه گردید. شفيعی و همکاران (۶) گزارش دادند که شوری باعث کاهش وزن بذر در توده‌های خربزه گردید ولی این کاهش در توده‌های متحمل‌تر کمتر بود.

در شرایط تنش شوری بالاترین وزن میوه در ارقام شادگانی و حاج ماشاللهی به ترتیب با میانگین‌های ۲۵۲۳ و ۲۲۵۵ گرم به دست آمد. کمترین وزن میوه در توده‌های شماره ۵ و ۶ به ترتیب با میانگین‌های ۴۸۹ و ۵۲۹ گرم تولید گردید (جدول ۵). معمولاً شوری باعث کاهش وزن میوه می‌شود و این کاهش در رقم‌های حساس بیشتر می‌باشد (۶). در آزمایشی در یک مزرعه در جنوب ایتالیا اثرات سه سطح شوری آب بر روی خربزه بررسی شد نتایج نشان داد با افزایش شوری شاخص سطح برگ و ماندگاری سطح برگ کاهش یافت و کاهش عملکرد ناشی از کمتر شدن وزن میوه‌ها بود (۱۴).

در آزمایشی که روی گیاه گرمک با روش آبیاری قطره‌ای با سه سطح شوری آب آبیاری (۲، ۵ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شد، نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش معنی‌داری در عملکرد میوه، تعداد میوه و میانگین وزن میوه شد (۷). افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش عملکرد کل و عملکرد بازاری پسندی محصول خربزه می‌شود. با افزایش شوری آب آبیاری، تنش زیادتری به گیاه وارد شده و منجر به کاهش بیشتر در عملکرد گیاه تا ۲۶ درصد نسبت به آب شیرین می‌شود (۱).

بیشترین عملکرد میوه در هکتار در توده شماره ۱۲ و رقم شادگانی به ترتیب با میانگین‌های ۱۷۳۳۷ و ۱۷۱۹۳ کیلوگرم در هکتار تولید شد. کمترین عملکرد میوه در هکتار در توده شماره ۶ و رقم درگزی به ترتیب با میانگین‌های ۴۱۹۰ و ۴۷۳۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۵). گزارشات متعدد نشان داده است که تحمل به شوری در خربزه به رقم وابسته است و ارقام حساسی وجود دارند که به خوبی ارقام متحمل عمل نمی‌کنند (۱۲). اثرات شوری آب آبیاری بر رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی ۹ ژنوتیپ تجاری خربزه نشان داد که افزایش شوری آب اثر یکسانی بر عملکرد و درصد قند خربزه نداشت (۸).



شکل ۲- ارزیابی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر درصد کاهش عملکرد در شرایط شور، نام ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بر اساس جدول شماره یک می‌باشد

توصیه ترویجی

باشند. همچنین در شرایط نرمال نیز توده‌های شماره ۱۲، ۸ و رقم شادگانی از عملکرد بالایی برخوردار هستند و انتخاب آن‌ها می‌تواند موجب افزایش تولید محصول شود. بنابراین، انتخاب ارقام سازگار با شرایط محیطی منطقه نقش مهمی در بهبود عملکرد و پایداری تولید خربزه خواهد داشت.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، به کشاورزان منطقه سیستان که با مشکل شوری آب و خاک مواجه هستند توصیه می‌شود برای افزایش عملکرد و بهره‌وری مزارع خربزه خود، از توده محلی شماره ۱۲ و رقم شادگانی استفاده کنند. این ارقام در شرایط شور نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری داشته‌اند و می‌توانند گزینه مناسبی برای کشت در اراضی شور منطقه

منابع مورد استفاده

۱. باغانی، ج.، عزیزی، م. و کریمی، م. (۱۳۹۳) کاربرد و مدیریت آب شور و لب شور در خربزه دیررس سبزوار. مدیریت آب در کشاورزی. ۲: ۱۸-۱۱.
۲. پیری، ح.، انصاری، ح. و پارسا، م. (۱۳۹۶). بررسی عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای در سطوح مختلف شوری و آب آبیاری در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، (۱) ۳۰: ۴۸۲-۴۶۷.
۳. سبحانی، ع. و کیانی، م. (۱۳۹۵). ارزیابی شاخص‌های مورفولوژیک توده‌های بومی خربزه استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۰ (۴): ۶۱۵-۶۰۵.
۴. سرمدنیا، غ. ح. و کوچکی، ع. (۱۳۷۴). جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. جهاد دانشگاهی واحد مشهد. ۴۴۰ صفحه.
۵. شفیعی، ه.، حقیقی، م. و فرهادی، ع. (۱۳۹۸). ارزیابی تحمل به شوری ارقام بومی خربزه ایرانی. نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ۹ (۱): ۶۳-۵۱.
۶. شفیعی، ه.، حقیقی، م. و فرهادی، ع. (۱۳۹۸). تأثیر شوری بر تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، آناتومی برگ، عملکرد و خصوصیات کیفی توده‌های مختلف خربزه. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۳۳ (۸): ۳۳۸-۳۲۵.
۷. فیضی، م.، فرخنده، ع.، مصطفی‌زاده، ب. و موسوی، م. (۱۳۸۹). اثر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد گرمک به روش آبیاری قطره‌ای. پژوهش آب در کشاورزی، ۲: ۱۵۳-۱۴۵.
۸. محمدزاده، ا. (۱۳۹۰). اثر شوری آب آبیاری بر کیفیت و کمیت ژنوتیپ‌های تجاری خربزه، مقالات نخستین همایش ملی تولید و فراوری خربزه، خراسان رضوی.
9. Bohra, J. S., and Doerffling, K. (1993). Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. Plant and Soil Journal, 152: 299-303.
10. Bustan, A., Cohen, S., De Malach, Y., Zimmermann, P., Golan, R., Sagi, M., and Pasternak, D. (2005). Effects of timing and duration of brackish irrigation water on fruit yield and quality of late summer melons. Agricultural Water Management. 74: 123-134.
11. Kaya, C., Tuna, A.L., Asraf, M., and Altunlu, H. (2007). Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Environmental and Experimental Botany, 60: 397- 403.
12. Kusvuran, S., Ellialtioglu, S., Yasar, F., and Abak, K. (2007). Effects of salt stress on ion accumulation and activity of some antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). Journal of Food Agriculture and Environment, 5: 351.
13. Naroui Rad, M.R., M. Allahdo, and Fanaei, H.R. (2010). Study of some yield traits relationship in melon (*cucumis melo*. L) germplasm gene bank of iran by correlation and factor analysis. Trakia Journal of Sciences, 8 (1): 27-32.
14. Tedeschi, A., Lavini, M., Riccardi, C., Pulvento and dAndria, R. (2011). Melon crops (*Cucumis melo* L cv. Tendral) grown in a Mediterranean environment under saline-sodic conditions: Part I. Yield and quality. Agricultural Water Management, 98 (9): 1329-1338.

بررسی میزان تولید و کیفیت علوفه کینوا رقم سجاما در مقایسه با علوفه یونجه در تغذیه دام

محمد جواد ابرقوئی^{*}

۱. استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

*. نویسنده مسئول: محمد جواد ابرقوئی، پست الکترونیک: mj.abarghuei@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۶

چکیده

در سال‌های اخیر، شرایط نامساعد خشکسالی، کمبود مراتع، تولید ناکافی علوفه و تقاضا برای تولید علوفه با کیفیت و کمیت بالا، چالش‌های مهمی را برای تولیدکنندگان دام ایجاد کرده است. این پژوهش با هدف استفاده از سطوح مختلف کود اوره (۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد، کیفیت علوفه و گوارش‌پذیری علوفه کینوا (رقم سجاما) در مرحله ۱۲۵ روز پس از کاشت (پیش از شیری شدن دانه) در مقایسه با علوفه یونجه با استفاده از آزمون تولید گاز انجام شد. کینوا با تراکم ۸۰ بوته در هر متر مربع در منطقه پاسارگاد کشت و آبیاری با شوری سه دسی‌زیمنس بر متر و هر ۱۵ روز یکبار صورت گرفت. نمونه‌گیری برای انجام آزمایشات دامی (تعیین ترکیبات شیمیایی و گوارش‌پذیری) انجام و تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تعداد ۴ تیمار و ۵ تکرار در هر تیمار صورت گرفت. مقدار خاکستر علوفه کینوا (۱۷-۱۸ درصد) از مقدار خاکستر علوفه یونجه (در حدود ۱۰ درصد) بیشتر بود. مقدار پروتئین خام، چربی خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌های کینوا با یونجه تفاوت معنی‌داری نداشتند. مقدار پروتئین خام فقط در علوفه کینوا با ۱۵۰ گرم کود اوره در مقایسه با سایر تیمارها کاهش یافت. مقدار کیفیت نسبی علوفه کینوا در تحقیق حاضر در حدود ۱۲۸ درصد ماده خشک برآورد گردید. این میزان اگرچه از علوفه یونجه (در حدود ۱۷۹ درصد ماده خشک) کمتر بودند، ولی در دامنه علوفه‌های قابل قبول می‌باشند. مقادیر گوارش‌پذیری ماده آلی در علوفه یونجه بیشتر از علوفه‌های کینوا (۶۸/۶۹) در مقایسه با ۶۲/۱۵، ۶۳/۶۹ و ۶۱/۷۲ درصد ماده خشک) بود و سطوح مختلف کوددهی تأثیر چندانی بر این فراسنجه نداشت. مقادیر علوفه خشک و پروتئین خام علوفه کینوا در مقایسه با گیاه یونجه کمتر بود. بنابراین رقم سجاما کینوا، این پتانسیل را دارد که به عنوان بخشی از جیره نشخوارکنندگان سبک مورد استفاده قرار بگیرد.

واژگان کلیدی: پروتئین خام، شرایط شور، شوریست اختیاری، کیفیت نسبی علوفه، گوارش‌پذیری

بیان مسئله

علوفه‌های مرسوم مورد استفاده در جیره نشخوارکنندگان شامل یونجه، سیلاژ ذرت و کاه و کلش غلات هستند. یونجه و ذرت علوفه‌ای گیاهانی هستند که با شرایط مناسب خاک و آب کافی رشد می‌کنند. اخیراً تغییرات آب و هوایی، گرمایش جهانی، شرایط خشکسالی و کاهش منابع آب باعث کاهش تأمین علوفه‌های مورد نیاز دام و افزایش هزینه‌های محصولات دامی شده است (۹). بنابراین می‌توان با جایگزین کردن برخی منابع خوراکی مقاوم به شرایط خشکی و شوری، ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، تا حدودی هزینه‌های تولیدات دامی را نیز کاهش داد (۷). یکی از این گیاهان، می‌تواند گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa*) باشد. نیاز به آب کم، سازگاری با شرایط شوری خاک و محدوده دمایی ۴- تا ۳۸ درجه سلسیوس، ۴-۵ مرتبه مرتبه آبیاری در دوره رشد، بین ۲۶۴۵ تا ۴۹۷۰ مترمکعب در هکتار و مصرف مقدار کمتر کود از ویژگی‌های این گیاه است که باعث شده تا کشت این محصول به لحاظ اقتصادی بسیار به صرفه باشد (۱ و ۲). این گیاه ارزش تغذیه‌ای بالایی داشته و گزارش شده است که علوفه کینوا تا ۴۵ درصد ماده خشک در جیره نشخوارکنندگان قابل استفاده است (۷ و ۱۲). در پژوهش‌های مختلف، عملکرد علوفه تر ۴۰-۵۰ تن، علوفه خشک ۱۳/۲-۵ تن و تولید دانه ۱-۵ تن ماده خشک در هکتار برآورد گردیده است (۳، ۷ و ۱۲) که نشان می‌دهد این گیاه می‌تواند با توجه به محدودیت‌های منابع آبی در کشور به عنوان یک ماده خوراکی مناسب در صنعت دامپروری مطرح باشد. در سال‌های اخیر استفاده از منابع خوراکی دامی حاوی ترکیبات فعال گیاهی (ترکیبات فنولیک و تانن‌ها) مانند کینوا برای بهبود عملکرد تخمیری شکمبه (کاهش تولید نیترژن آمونیاکی و گازهای متان و دی‌اکسید کربن) و در نتیجه کاهش آلودگی محیط زیست به واسطه نشخوارکنندگان مورد مطالعه قرار گرفته است (۷ و ۹). گیاه کینوا می‌تواند به عنوان یک منبع غذایی مناسب برای

دستیابی به کشاورزی پایدار در بسیاری از مناطق در نظر گرفته شود. با این حال، اطلاعات کمی در مورد تأثیر استفاده از سطوح مختلف کود اوره، برای تولید علوفه این گیاه و ترکیبات فعال گیاهی آن بر اکوسیستم شکمبه در مقایسه با علوفه یونجه وجود دارد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد، ترکیبات شیمیایی و گوارش پذیری رقم علوفه‌ای کینوا (سجاما) در مرحله رشد ۱۲۵ روز پس از کاشت و مقایسه جامع آن با یونجه، به عنوان معیار استاندارد، با هدف ارائه یک راهکار عملی برای تولید علوفه‌ای با کیفیت و کم‌آب‌بر است.

معرفی دستاورد

کاشت، داشت و برداشت گیاه

این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ کرت (تکرار) در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ کشت شد (شکل ۱). این منطقه در ارتفاع ۱۸۶۵ متری از سطح دریا و در عرض و طول جغرافیایی ۲۹/۷۹ درجه و ۳ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی قرار دارد. میانگین دما و بارندگی سالانه از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ به ترتیب ۱۷/۵ درجه سلسیوس و ۲۷۰ میلی‌متر بود. خاک این محل در طبقه‌بندی سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، به عنوان خاک رس (۶۵۰ گرم بر کیلوگرم رس، ۳۰۰ گرم بر کیلوگرم سیلت و ۱۰۰ گرم بر کیلوگرم شن) طبقه‌بندی می‌شود و در رده‌بندی سطح دوم، به عنوان زروسول‌های کلسیمی قرار می‌گیرد. بذرها در اسفند ماه در وسط ردیف‌های کشت با فاصله ۲-۱ سانتی‌متر در عمق خاک کاشته شدند. سه سطح کود اوره (۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم کود در هر هکتار) استفاده شد. هر کرت شامل سه خط به فاصله ۷۰ سانتی‌متر از یکدیگر و به طول چهار متر، سطحی معادل ۱۲ متر مربع بود. کوددهی با اوره در مراحل ۴ تا ۶ برگه‌ای، غنچه‌دهی و گلدهی انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس

ساعت، وزن خشک اندازه گیری شد. نمونه‌های خشک شده با استفاده از آسیاب پودر برای انجام آزمایش‌های بعدی استفاده شدند. گیاه یونجه از مزرعه کشت این گیاه در منطقه کاشت کینوا در سال ۱۴۰۰ نمونه‌گیری و برای آزمایشات بعدی ذخیره گردید.



از کاشت بذر انجام شد و آبیاری‌های بعدی هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. شوری آب سه دسی‌زیمنس بر متر بود. برای ارزیابی عملکرد گیاه در ۱۲۵ روزگی رشد، کرت‌ها به طور کامل برداشت شدند و وزن علوفه سبز هر کرت در مزرعه تعیین شد. پس از خشک نمودن نمونه‌ها در آون در دمای ۶۰ درجه سلیسیوس به مدت ۴۸



شکل ۱- سبز شدن بذر کینوا رقم سجاما (فروردین ماه ۱۴۰۰)



شکل ۲- گیاهچه گیاه کینوا رقم سجاما در مرحله چندبرگی (اردیبهشت ماه ۱۴۰۰)

آزمون تولید گاز

این آزمایش برای تعیین گوارش‌پذیری ماده آلی نمونه‌های مورد نظر و با استفاده از سرنگ‌های تولید گاز انجام شد (۱۷). انجام آزمایش در موسسه تحقیقات علوم دامی در سال ۱۴۰۲ انجام شد. نمونه شیرابه شکمبه، از ۴ رأس گوسفند نر فیستولدار قبل از خوراک دادن صبح گرفته شد و درون آب گرم، به آزمایشگاه انتقال داده شد.

تجزیه شیمیایی

میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام نمونه‌های برداشت شده به روش AOAC (۱۰) تعیین شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی به روش ون‌سوست و همکاران (۲۱) تعیین گردید. کل ترکیبات فنولیک و تانن و کل ترکیبات فنولیک غیرتاننی طبق روش مکار (۱۶) برآورد شد.

کیفیت نسبی علوفه (RFQ): این شاخص از روابط زیر محاسبه شد (۱۳).

رابطه (۲)

$$RFQ = (DMI, \% \text{ of body weight}) \times TDN\% / 1.23$$

رابطه (۳)

$$TDN\% = (NFC \times 0.98) + (CP \times 0.93) + (FA \times 0.97 \times 2.25) + (NDFn \times (NDFD/100) - 7)$$

CP: پروتئین خام (درصد ماده خشک)، FA: اسید

چرب (درصد ماده خشک)، NDF: الیاف نامحلول در

شوینده خنثی (درصد ماده خشک)، NDFn: الیاف

نامحلول در شوینده خنثی بدون نیتروژن (درصد ماده

خشک)، NDFD: گوارش پذیری الیاف نامحلول در

شوینده خنثی (درصد ماده خشک)، NFC: کربوهیدراتهای

غیرفیبری (درصد ماده خشک).

نمونه شیرابه شکمبه به وسیله ۴ لایه پارچه تنظیف صاف گردید و برای آزمایش تولید گاز استفاده شد. درون هر سرنگ (تعداد ۵ سرنگ به عنوان تکرار)، مقدار ۵۰۰ میلی گرم از هر نمونه آزمایشی (علوفه یونجه، علوفه کینوا برداشت شده در مراحل قابل برداشت) و ۴۰ میلی لیتر از محلول براق مصنوعی ریخته شد. سرنگ‌ها در دمای ۳۹ درجه سلیسیوس قرار داده شده و گاز تولیدی در زمان ۲۴ ساعت اندازه گیری شد.

گوارش پذیری ماده‌ی آلی (IVOMD) با استفاده از حجم گاز حاصل از تخمیر ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک در طول ۲۴ ساعت و رابطه (۱) محاسبه شد (۱۸).

رابطه (۱)

$$IVOMD = 2.2 + 0.136GP + 0.57XP$$

GP: حجم گاز تولیدی تصحیح شده برای ۲۴ ساعت

(میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)

XP: پروتئین خام (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک)



شکل ۳- گیاه کینوا در مرحله ۱۲۵ روز پس از کاشت

صورت گرفت. دیگر محاسبات و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل صورت گرفت.

ترکیبات شیمیایی علوفه کینوا

مقادیر ترکیبات شیمیایی علوفه‌های یونجه و کینوا در جدول ۱ آورده شده است. ترکیبات شیمیایی گیاه وابسته

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۵ تکرار انجام شد. با استفاده از نرم افزار SAS (۱۹) تجزیه واریانس انجام شد و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن

به عواملی مانند رقم گیاه، شرایط آب و هوایی در طول کاشت، داشت و برداشت گیاه، زمان برداشت، شرایط تغذیه گیاه (مقدار و زمان کوددهی) و شرایط ذخیره گیاه است (۷). مقدار خاکستر خام علوفه کینوا، بین ۱۷/۵۸ تا ۱۸/۰۵ درصد ماده خشک بود و از مقدار خاکستر خام علوفه یونجه به میزان ۸۴/۷۵-۷۹/۹۴ درصد بیشتر بود. مقدار زیاد خاکستر خام در علوفه کینوا، احتمالاً به این دلیل است که کینوا یک گیاه شورزی اختیاری است. این گیاه مکانیسمی برای تحمل سطوح بالای شوری در خاک دارد. کینوا یونهای سدیم و کلر اضافی را از خاک جذب می‌کند و در واکوئلهای سلولهای برگ خود ذخیره می‌کند. همزمان این گیاه مقادیر بسیار بالایی از کاتیونهای مفید مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم و آنیونهای مانند فسفات و سولفات را نیز جذب و در بافتهای خود ذخیره می‌کند (۵ و ۷). مقدار پروتئین خام، عصاره اتری و الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه کینوا با یونجه تفاوتی نداشتند. مقدار پروتئین خام در علوفه کینوا با ۱۵۰ گرم کود اوره در مقایسه با علوفه یونجه و علوفه کینوا با ۲۰۰ و ۲۵۰ گرم کود اوره کاهش یافت. مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در علوفههای کینوا کمتر از یونجه تعیین شد. با افزایش سطح کود نیتروژن، مقدار پروتئین خام در علوفه کینوا بیشتر شد. کمبود عنصر نیتروژن به دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. نیتروژن علاوه بر تأثیر بر عملکرد سبب افزایش سطح برگ و نسبت برگ به ساقه و درصد پروتئین می‌شود (۲۲). مشابه با تحقیق حاضر، در پژوهشهای دیگر نشان داده شد که با افزایش مقدار نیتروژن گیاه نیز افزایش یافت (۶). مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی ترکیبی از کربوهیدراتهای ساختاری مانند سلولز، همی سلولز و لیگنین است و همچنین مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ترکیبی از کربوهیدراتهای ساختاری مانند سلولز و لیگنین است و رابطه مهمی با نسبت ساقه به برگ در

گیاهان دارند. کمتر بودن محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی در علوفه کینوا در مقایسه با یونجه احتمالاً به این دلیل است که ساختار دیواره سلولی در کینوا حاوی مقادیر کمتری از لیگنین و سلولز است. همچنین کینوا دارای ترکیبات فنولی مانند تانن است که در مقایسه با یونجه تأثیر کمتری بر افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی دارند. در تحقیقی در کشور چین نشان داده شد که مقدار پروتئین خام علوفه کینوا (شامل سه گونه تجاری تیتیکاکا، رینبو و ایلپا، شش گونه منتخب محلی از جهشهای گونههای مختلف و شش گونه اصلاح شده در سایر نقاط چین کاشته شده در گلخانه) بیشتر از علوفه یونجه و مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی علوفه کینوا کمتر از علوفه یونجه بود که نشان دهنده این است که گیاه کینوا علوفه با کیفیت خوبی تولید می‌کند. لازم به ذکر است خاک مورد استفاده از نوع رسی شنی بود و دارای ۶/۷۵ گرم بر کیلوگرم ماده آلی، ۵۶/۸۳ میلی گرم بر گرم فسفر قابل جذب، ۰/۰۸ درصد نیتروژن کل، pH برابر با ۷/۲۵ و رسانایی الکتریکی ۱۰۴/۸۷ میکرومولار بر سانتی متر مربع بود (۲۰).

بیشتر مطالعات در مورد ترکیبات ثانویه گیاهی کینوا، بر روی دانههای کینوا انجام شده است. در تحقیقی، مقادیر ترکیبات فنولیک کل و تانن کل در علوفه یونجه و بقایای گیاه کینوا به ترتیب ۲۱/۷، ۶/۷ و ۴/۴، ۲۲/۱ گرم بر کیلوگرم ماده خشک تعیین شد (۴) که بیشتر از نتایج ما بود. تفاوت در غلظت ترکیبات ثانویه ممکن است به دلیل دوره رویشی، روش نگهداری، شرایط خشک کردن، گونه‌ها، محل رشد گیاه و روشهای مختلف استخراج باشد. همچنین، این ترکیبات با ثبات متابولیکی در بین بیوسنتز گیاهی، کاتابولیسم و اختلالات محیطی مرتبط هستند (۱۵). کیفیت نسبی علوفه، از میزان کل مواد مغذی قابل هضم و مصرف ماده خشک محاسبه شده و برآوردی از کیفیت کلی علوفه است (۱۳).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک) علوفه‌های یونجه و کینوا

ترکیبات شیمیایی	یونجه	کینوا تحت تأثیر سطوح مختلف کود اوره (کیلوگرم در هکتار)			انحراف استاندارد	سطح معنی‌داری
		۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰		
ماده خشک (گرم در کیلوگرم وزن تر)	۳۳/۷۵ ^a	۲۰/۱۷ ^b	۲۰/۱۶ ^b	۲۰/۲۰ ^b	۰/۰۸۶	< ۰/۰۰۰۱
خاکستر خام	۹/۷۷ ^b	۱۸/۰۵ ^a	۱۷/۷۵ ^a	۱۷/۵۸ ^a	۰/۳۲۶	< ۰/۰۰۰۱
پروتئین خام	۱۴/۴۵ ^{ab}	۱۳/۵۳ ^c	۱۴/۰۴ ^b	۱۴/۶۲ ^a	۰/۱۴۹	۰/۰۰۴
عصاره اتری	۱/۶۱ ^{ab}	۱/۵۸ ^b	۱/۶۳ ^{ab}	۱/۶۷ ^a	۰/۰۲۲	۰/۱۴۵
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۰/۸۳	۴۵/۴۸	۴۵/۵۶	۴۵/۷۳	۱/۴۲۴	۰/۱۰۹
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۳۳/۷۵ ^a	۲۸/۴۷ ^b	۲۸/۶۰ ^b	۲۸/۲۷ ^b	۰/۳۵۶	< ۰/۰۰۰۱
ترکیبات فنولیک	۰/۶۶ ^c	۱/۲۸ ^b	۱/۴۹ ^a	۱/۵۲ ^a	۰/۰۱۱	< ۰/۰۰۰۱
تانن کل	۰/۴۱ ^c	۰/۷۷ ^b	۰/۹۰ ^a	۰/۹۱ ^a	۰/۰۰۶	< ۰/۰۰۰۱
ترکیبات فنولیک غیر تاننی	۰/۲۵ ^c	۰/۵۱ ^b	۰/۶۰ ^a	۰/۶۱ ^a	۰/۰۰۹	< ۰/۰۰۰۱
کیفیت نسبی علوفه	۱۷۹/۴۰ ^a	۱۲۸/۷۱ ^b	۱۲۸/۷۵ ^b	۱۲۸/۳۶ ^b	۹/۱۰۰	۰/۰۰۹

حروف لاتین غیرمشابه در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < ۰/۰۵$).

مقادیر گوارش‌پذیری ماده آلی در علوفه یونجه بیشتر از علوفه‌های کینوا بود و سطوح مختلف کوددهی تأثیر چندانی بر این فراسنجه نداشت (شکل ۴). کاهش گوارش‌پذیری در علوفه‌های کینوا در مقایسه با علوفه یونجه احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات ثانویه گیاهی به ویژه ترکیبات فنولیک و تانن در کینوا است. در تحقیقی، مقادیر گوارش‌پذیری ماده خشک علوفه کینوا برداشت شده در مرحله رسیدگی دانه ۵۸/۳۲ درصد ماده خشک برآورد گردید که کمتر از نتایج تحقیق حاضر بود (۱۱).

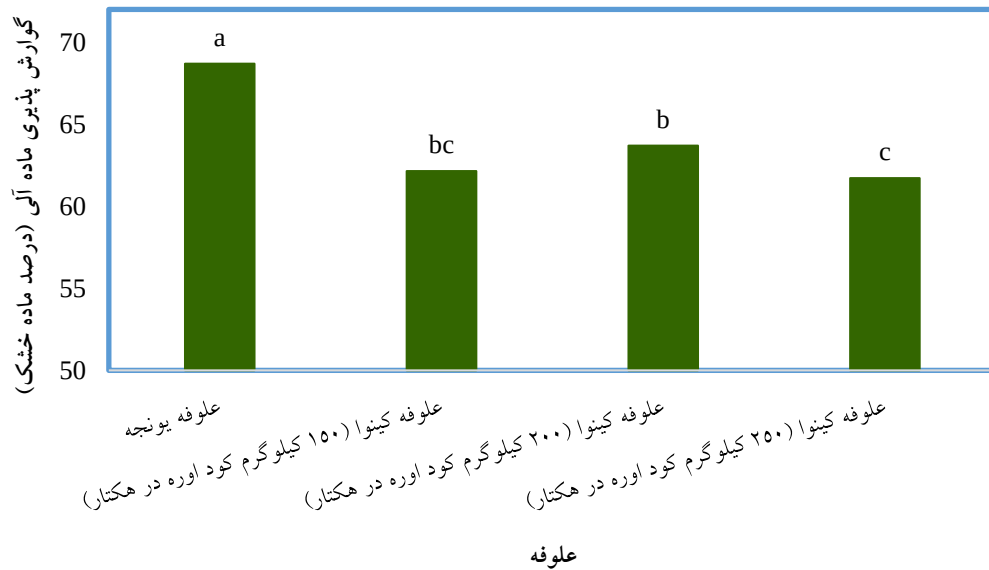
در پژوهشی دیگر، ارزش کمی و کیفی سه رقم گیاه کینوا (گیزا یک، روزادا و کیو ۱۰۲) در سه مرحله برداشت (شروع دانه‌بندی، شیری شدن دانه و رسیدگی کامل دانه) بررسی و نشان داده شد که در ارقام روزادا و کیو ۱۰۲ با افزایش زمان برداشت، مقدار گوارش‌پذیری ماده آلی کاهش یافت (۵). اختلافات بین نتایج مطالعات، احتمالاً به دلیل ژنوتیپ‌های متفاوت استفاده شده، فصل، شرایط آب‌وهوایی، بلوغ گیاه، مرحله برداشت و وجود ترکیبات ثانویه گیاهی (که بر مقدار تجزیه‌پذیری و گوارش‌پذیری خوراک مؤثر هستند) می‌باشد (۷).

بر اساس این شاخص اگر میزان کیفیت نسبی علوفه کمتر از ۹۰ درصد باشد، محتوی فیبر آن زیاد بوده و جزء مواد خشبی طبقه‌بندی می‌شود و اگر مقدار این شاخص بیشتر از ۹۰ درصد محاسبه شود، کیفیت علوفه قابل قبول خواهد بود. مقدار این شاخص برای علوفه کینوا در تحقیق حاضر بین ۱۲۸/۷۵-۱۲۸/۳۶ درصد برآورد گردید و از علوفه یونجه کمتر بودند، ولی به هر حال در دامنه علوفه‌های قابل قبول می‌باشند. کیفیت نسبی علوفه تحت تأثیر کوددهی قرار نگرفت که می‌تواند به دلیل یکسان بودن مقادیر مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی باشد. نتایج تحقیقی حاضر تقریباً معادل نتایج کینوا برداشت شده در مرحله گلدهی (۱۶۲/۲-۲۲۵/۷) و کمتر از کینوا برداشت شده در مرحله رسیدگی دانه (۱۴۹/۹-۲۷۳/۳) در مقایسه با

تحقیق دیگران (۲۰) بود. اختلافات در بین پژوهش‌ها می‌تواند به دلیل ژنوتیپ، مرحله بلوغ، شرایط آب و هوایی، شرایط کاشت و داشت و مرحله برداشت باشد (۱).

مقدار علوفه خشک بدست آمده در مراحل گلدهی، شیری و خمیری، به ترتیب ۱۰/۲۹، ۱۲/۵۸ و ۱۵/۴۷ تن در هکتار بود (۵). در پژوهشی دیگر، تاثیر تیمارهای کود نیتروژن مختلف بر تولید پروتئین خام در هکتار علوفه کینوا بررسی شد و مقدار پروتئین خام بین ۱۲۵۰ تا ۲۴۸۱ کیلوگرم در هکتار گزارش گردید (۱۴).

مقدار علوفه خشک و محتوای پروتئین خام در هکتار گیاه کینوا در مقایسه با گیاه یونجه کمتر بود. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که عملکرد علوفه گیاه کینوا تحت تاثیر ژنوتیپ، شرایط کاشت و داشت، فصل کاشت و منطقه جغرافیایی می‌باشد (۵). در پژوهشی گزارش گردید که اثر مراحل برداشت و ژنوتیپ‌ها بر عملکرد علوفه خشک معنی‌دار بود. این محققان نشان دادند که



شکل ۴- گوارش پذیری ماده آلی (درصد ماده خشک) علوفه‌های یونجه و کینوا
حروف لاتین غیرمشابه بر روی هر نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

جدول ۲- تولید علوفه تر، خشک و عملکرد پروتئین خام گیاهان یونجه و کینوا

متغیر (کیلوگرم در هکتار)	یونجه	کینوا تحت تاثیر سطوح مختلف کود اوره (کیلوگرم در هکتار)			انحراف استاندارد	سطح معنی‌داری
		۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰		
علوفه تر	۴۵۷۱۴/۶۰ ^c	۴۶۳۰۰/۰۰ ^c	۴۷۵۰۰/۰۰ ^b	۴۸۲۰۰/۰۰ ^a	۲۱۱/۴۸۲	۰/۰۰۰۱
علوفه خشک	۱۵۴۲۹/۱۰ ^a	۹۳۳۷/۳۰ ^c	۹۵۷۹/۲۰ ^{bc}	۹۷۳۶/۴۰ ^b	۸۷/۰۸۵	< ۰/۰۰۰۱
عملکرد پروتئین خام	۲۲۳۰/۰۳ ^a	۱۲۶۳/۷۴ ^c	۱۳۴۵/۳۱ ^{bc}	۱۴۲۳/۱۰ ^b	۲۷/۸۱۰	< ۰/۰۰۰۱

حروف لاتین غیرمشابه در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

توصیه ترویجی

پروتئین خام بوته، گوارش‌پذیری ماده آلی و ارزش نسبی علوفه، قابل مقایسه با علوفه یونجه است.

- بر اساس نتایج تحقیق حاضر، علوفه‌های کینوا برداشت شده در ۱۲۵ روزگی از پس از کاشت (پیش از شیری شدن دانه)، از نظر ترکیب شیمیایی به‌ویژه درصد

- بر اساس نتایج پژوهش، رقم سجاما کینوا در ۱۲۵ روز پس از کاشت با تولید حدود ۹/۵۸ تن در هکتار علوفه خشک قابل مقایسه با یونجه (با مقدار حدود ۱۵/۴۳ تن علوفه خشک در هکتار) است.

- رقم سجاما کینوا به عنوان یک منبع علوفه‌ای مقرون به صرفه و با نیاز آبی کم می‌تواند در شرایط خشکسالی و کمبود منابع آبی در برخی مناطق باشد که گونه‌های علوفه‌ای دیگر به دلیل شوری و خشکی خاک نمی‌توانند رشد کنند مورد استفاده قرار گیرد. اما برای دستیابی به بهترین نتایج، مدیریت صحیح کوددهی و ترکیب آن با سایر علوفه‌ها ضروری است. ترویج این گیاه نیازمند آموزش کشاورزان و حمایت نهادهای تحقیقاتی و ترویجی است.

- با توجه به پتانسیل مناسب کینوا (رقم سجاما) از نظر ترکیبات شیمیایی و ارزش نسبی علوفه، می‌توان آن را به عنوان بخشی (۳۰ تا ۴۰ درصد ماده خشک) از جیره علوفه‌ای دام‌ها (به ویژه نشخوارکنندگان سبک مانند گوسفند و بز) استفاده کرد. به هر حال انجام تحقیقات بیشتر بر روی ارقام دیگر در هر منطقه و همچنین انجام آزمایشات بر روی دام زنده برای حصول نتایج بیشتر ضروری می‌باشد.

- سطوح مختلف کوددهی تأثیر چندانی بر ترکیبات شیمیایی علوفه کینوا بجز محتوای پروتئین نداشتند و حداقل سطح کودی نیز برای حفظ ارزش غذایی علوفه کینوا قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

1. ابرقوئی، م.ج. (۱۴۰۲). تعیین ترکیبات شیمیایی، گوارش پذیری و تجزیه پذیری علوفه کینوا در مراحل قابل برداشت. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات علوم دامی.
2. جمالی، ص. و انصاری، ح. (۱۴۰۰). بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب کینوا (رقم Giza-1) تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری. مجله پژوهش آب ایران. ۱۵(۳): ۹۹-۹۱.
3. طاوسی، م.، کردونی، ع. و مهدوی مجد، ج. (۱۳۹۸). بررسی امکان تولید بذر-علوفه از گیاه کینوا در فصول مختلف و تعیین ارزش غذایی آن. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. ۳۸-۱.
4. قوی پنجه، ن.، فتحی نسری، م. ح.، باشتی، م. و فرهنگ فر، ه. (۱۴۰۰). تعیین ترکیب شیمیایی و برآورد ارزش غذایی بقایای زراعی کینوا با استفاده از روش‌های کیسه‌های نایلونی و تولید گاز. تولیدات دامی. ۲۳(۱): ۳۵-۴۵.
5. کردونی، ع.، طاوسی، م.، مهدمی مجد، ج.، طاهری دزفولی، ب. و عنافجه، ز. (۱۳۹۹). تعیین ارزش غذایی سه رقم کینوا (گیزا یک، روزادا و کیو ۱۰۲) در سه مرحله برداشت. فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی. ۳۶: ۱۲-۳.
6. نبی پور، ز.، زمانی، غ. ر. و قیصری، ی. (۱۴۰۱). اثر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کینوا (*Chenopodium quinoa L.*) تحت تراکم‌های مختلف کاشت. تحقیقات کاربردی خاک. ۱۰(۴): ۷۵-۶۱.
7. Abarghuei, M.J., and Boostani, A. (2025). Investigating the use of *Chenopodium quinoa* to improve rumen biofermentability and reduction of methane and carbon dioxide production. Veterinary and Animal Science, 27, 100433.
8. Abbasi, D., Rouzbehan, Y., and Rezaei, J. (2012). Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). Animal Feed Science and Technology, 171, 6-13.
9. Adegbeye, M.J., Ravi Kanth Reddy, P., Obaisi, A. I., Elghandour, M.M.M., Oyebamiji, K.J., Salem, A.Z.M., Morakinyo-Fasipe, O.T., Cipriano-Salazar, M., and Camacho-Díaz, L.M. (2020). Sustainable agriculture options for production, greenhouse gasses and pollution alleviation, and nutrient recycling in emerging and transitional nations - An overview. Journal of Cleaner Production, 242, 118319.
10. AOAC. (1990). 15th ed. Official Methods of Analysis, vol. I. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

11. Barros-Rodríguez, M., Cajas-Naranjo, M., Núñez-Torres, O., Mera-Andrade, R., Artieda-Rojas, J., Sandoval-Castro, C., and Solorio-Sánchez, J. (2018). *In situ* rumen degradation kinetics and *in vitro* gas production of seed, whole plant and stover of *chenopodium quinoa*. Journal of Animal and Plant Sciences, 28(1), 327-331.
12. Ebeid, H.M., Kholif, A.E., El-Bordeny, N., Chrenkova, M., Mlynekova, Z., and Hansen, H.H. (2022). Nutritive value of quinoa (*Chenopodium quinoa*) as a feed for ruminants: *in sacco* degradability and *in vitro* gas production. Environmental Science and Pollution Research, 29, 35241–35252.
13. Jeranyama, P., and Garcia, A.D. (2004). Understanding Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ). Extension Extra. Paper 352.
14. Kakabouki, I., Bilalis, D., Karkanis, A., Zervas, G., Tsiplakou, E., and Hela. D. (2014). Effects of fertilization and tillage system on growth and crude protein content of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An alternative forage crop. Emirate Journal of Food Agriculture. 26(1), 18-24.
15. Li, L., Lietz, G., and Seal, C.J. (2021). Phenolic, apparent antioxidant and nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. International Journal of Food Science & Technology, 56, 3245–3254.
16. Makkar, H.P.S. (2000). Quantification of Tannins in Tree Foliage. A Laboratory Manual for the FAO/IAEA Co-Ordinated Research Project on Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage. Joint FAO/IAEA of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Animal Production and Health Sub-Programme, FAO/IAEA Working Document. IAEA, Vienna, Austria.
17. Makkar, H.P.S. (2010). *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. In: Vercoe, P.E., Makkar, H.P.S., Schlink, A.C. (Eds.), *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: Nuclear and Related Methodologies. IAEA, Dordrecht, the Netherlands, pp: 107–144.
18. Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., and Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. Journal of Dairy Science, 92, 217–222.
19. SAS (2002). SAS User's Guide: Statistics. Ver 9.0. SAS Institute, Cary, N.C. USA. 956 pp.
20. Shah, S.S., Shi, L., Li, Z., Ren, G., Zhou, B., and Qin, P. (2020). Yield, Agronomic and forage quality traits of different quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) genotypes in northeast China. Agronomy, 10, 1908.
21. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch poly-saccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74, 3583–3597.
22. Vos, J., Van der Putten, P.E.L., and Birch, C.J. (2005). Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic cap-acity in maize (*Zea mays* L.). Field Crops Research, 93, 64–73.

اثر کاربرد مالچ شنی بر کنترل شوری و کاهش تلفات رطوبت خاک

حسین بیرامی^{۱*}، امیرهدا تاجیکی^۲، غلامحسین رنجبر^۱، مراد مرتاض^۳، سمانه غزالی^۴ و مهدی شیران^۵

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

۲. کارشناس ارشد، سازمان جهاد کشاورزی استان یزد

۳. دانش آموخته دانشکده علوم گیاهی، دانشگاه کالیفورنیا- دیویس

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

۵. محقق مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

* نویسنده مسئول: حسین بیرامی، پست الکترونیک: beyrami.h@hotmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶

چکیده

فرایند تبخیر از سطح خاک نه تنها سبب اتلاف آب می‌گردد، بلکه موجب شور شدن خاک‌ها نیز می‌شود. یکی از راهکارهای مناسب برای حفظ منابع موجود، جلوگیری از تلفات آب است که تبخیر از سطح خاک بخشی از آن می‌باشد. کاهش تبخیر از سطح خاک و حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از شور شدن خاک‌های زراعی دو هدف مهمی است که کارشناسان و صاحب‌نظران بخش آب و خاک بر آن اتفاق نظر دارند. انجام اقدامات مدیریتی جهت نیل به این اهداف در مناطقی مانند استان یزد که دارای شرایط اقلیمی گرم و خشک می‌باشد، بسیار حائز اهمیت است. یکی از روش‌های مورد استفاده به منظور کاهش تبخیر و حفظ رطوبت به مدت طولانی در خاک، استفاده از مالچ در سطح خاک می‌باشد. بنابراین در این پژوهش مالچ شنی که به سهولت در دسترس می‌باشد، جهت کاهش تلفات رطوبت خاک و همچنین کنترل میزان شوری خاک سطحی در باغات پسته منطقه مرتاضیه شهرستان تفت در مقایسه با خاک لخت مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور در ردیف‌های مختلف درختان پسته مساحتی حدود ۱۲۰۰ متر مربع از ردیف‌ها با مالچ شنی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر پوشانده شد. خاک فاقد مالچ در این ردیف‌ها نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. جهت بررسی میزان رطوبت خاک و همچنین میزان شوری خاک اقدام به نمونه‌برداری در عمق‌های مختلف در سه بازه از سال گردید و مقدار تغییرات این دو پارامتر مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که لایه مالچ شنی موجب شد که میزان تلفات تبخیر کاهش یافته و رطوبت بیشتری در خاک ذخیره گردد. مقدار شوری پروفیل خاک (میانگین هدایت الکتریکی؛ EC) تا عمق ۱۲۰ سانتی‌متری در تیمار دارای لایه مالچ ۶/۷ دسی زیمنس بر متر کمتر از تیمار خاک لخت (تیمار شاهد) بود.

واژگان کلیدی: پسته، ذخیره رطوبت خاک، کاهش تبخیر، هدایت الکتریکی (EC)

بیان مسئله

در زنجیره آب، خاک-گیاه- اتمسفر آب مستقیماً از سطح خاک و یا توسط گیاه به داخل اتمسفر وارد می‌شود. انتقال آب از سطح خاک به هوا را تبخیر و خارج شدن آن از گیاه را تعرق گویند. بیش از ۶۰ درصد آب مصرفی در کشاورزی به‌صورت تبخیر و نفوذ عمقی از دسترس گیاه خارج می‌شود. آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک دنیا می‌باشد. تبخیر از سطح خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک نقش مهمی در چرخش آب در طبیعت دارد. در این نواحی، بخش قابل توجه آبی که وارد خاک می‌شود، از طریق تبخیر از سطح خاک به جو برمی‌گردد. همچنین املاح انتقال یافته از عمق خاک به سطح خاک در اثر تبخیر نیز در لایه سطحی خاک تجمع یافته و موجب شور شدن خاک سطحی می‌گردند. بنابراین ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش هر کدام از عوامل بسیار مهم خواهد بود. یکی از راهکارهای مناسب برای حفظ منابع موجود، جلوگیری از تلفات آب است که تبخیر از سطح خاک بخشی از آن می‌باشد. مالچ یا خاک‌پوش لایه متفاوتی از مواد است که سطح خاک را از اتمسفر به منظور اعمال تغییرات مفید جدا می‌کند (۶). از جمله این تغییرات، حفاظت از آب و خاک، افزایش عملکرد محصول با کنترل دما و رطوبت خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک است (۵). همچنین بیان شده است که مالچ‌پاشی روشی است که خاک را از تخریب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محافظت و منجر به افزایش تولید محصول و افزایش بهره‌وری از آب می‌گردد. به منظور کاهش تبخیر و حفظ رطوبت به مدت طولانی در خاک، استفاده از مالچ در سطح خاک و یا شخم زدن بعد از آبیاری می‌تواند مؤثر واقع گردد (۱، ۲، ۴). همچنین نمک‌ها با انتقال به شکل موئینگی در اثر تبخیر سطحی از لایه‌های پایین‌تر خاک به لایه‌های سطحی خاک، موجب افزایش شدید شوری در ناحیه توسعه ریشه گیاهان می‌گردند (۳). این تجمع موجب افت عملکرد محصول

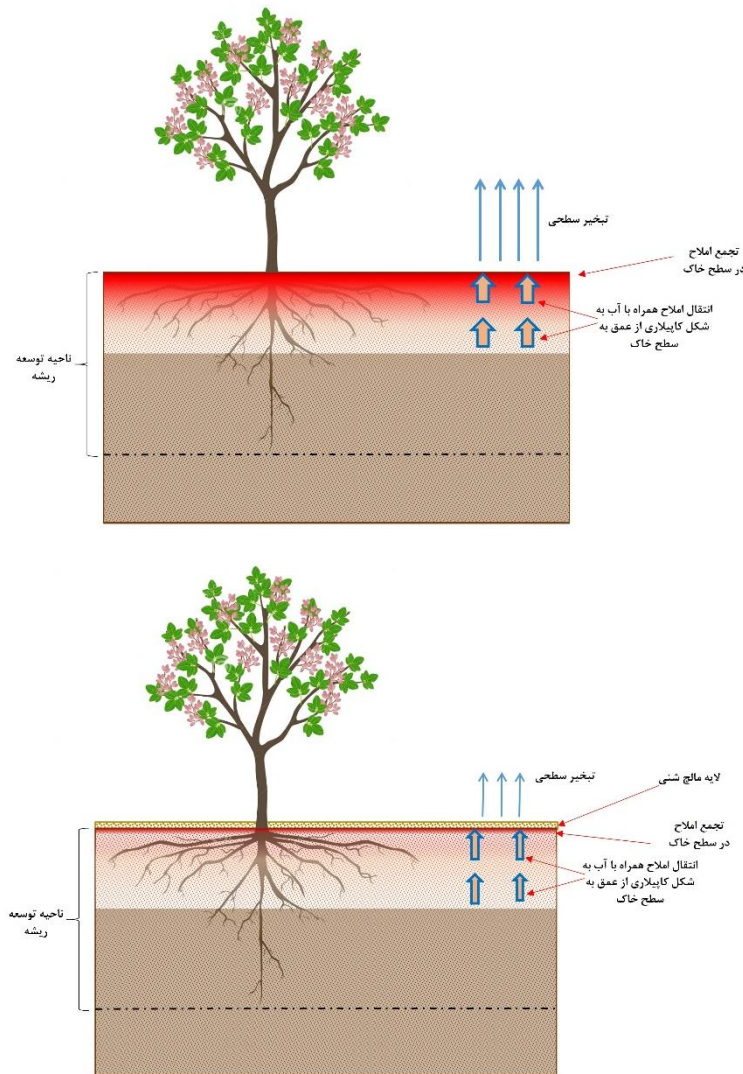
ناشی از تنش اسمزی و همچنین سمیت یون‌ها می‌گردد که موجب کاهش درآمد کشاورزان و بهره‌برداران و همچنین افزایش هزینه‌های آبشویی و تلفات آب مورد نیاز گیاه می‌گردد. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه و شدت بالای تبخیر سطحی در این منطقه و وسعت بالای باغات پسته در آن و مشکلات شوری آب و خاک که در منطقه وجود دارد نیاز شدید به مدیریت آب و خاک می‌باشد. مکانسیم عمل مالچ در کاهش تبخیر سطحی و همچنین کنترل شوری خاک‌رخ در شکل ۱ نشان داده شده است.

با توجه به اینکه بخش وسیعی از آب مصرفی باغات پسته به‌صورت تبخیر سطحی از دسترس خارج می‌شود، با کاهش آن می‌توان در مصرف آب صرفه‌جویی نمود و همچنین با کاهش تبخیر سطحی انتقال نمک‌ها به سطح خاک کمتر شده و از افت عملکرد ممانعت خواهد شد (شکل ۱). بنابراین با توجه به گزارشات موجود در مورد کارایی بالای مالچ شنی در کنترل شوری خاک و همچنین کاهش تلفات تبخیری این پژوهش در باغات پسته منطقه مرتاضیه انجام یافت.

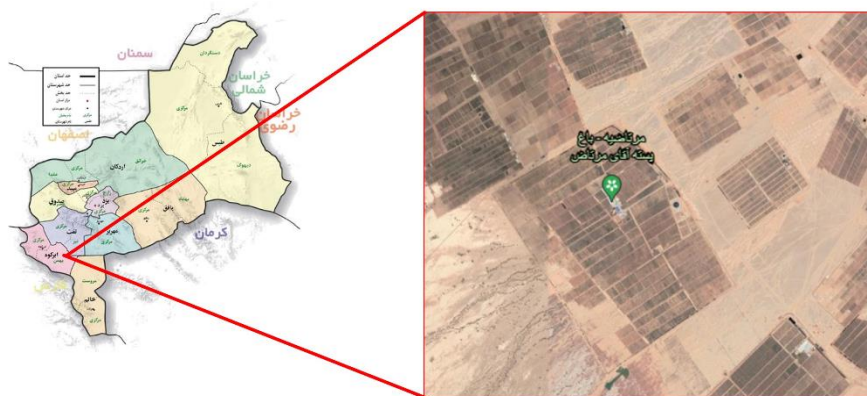
معرفی دستاورد

درختان پسته در میان محصولات درختی به دلیل تحمل بالا و رشد در شرایط شور خاک و آب متمایز می‌باشند، اما در این زمینه محدودیت‌هایی وجود داشته و اگر اقداماتی برای کاهش تنش ناشی از تجمع نمک‌ها در خاک انجام نشود، ممکن است در نهایت تولید محصول تحت تأثیر شدید قرار گیرد. با توجه به شوری بالای آب و خاک منطقه مورد مطالعه، اگر اقدامات مدیریتی در زمینه کاهش مصرف آب و کنترل شوری خاک صورت نگیرد، عملکرد تولیدی پسته با کاهش شدید مواجه خواهد شد. بنابراین، در این پژوهش مقایسه بین میزان تلفات آب در خاک دارای مالچ سطحی شنی و خاک لخت در باغ پسته در منطقه مرتاضیه استان یزد (شکل ۲) و همچنین شوری خاک در ردیف درختان پسته در دو

حالت دارای مالچ شنی و خاک لخت انجام و جهت ارائه به کشاورزان و بهره‌برداران در دسترس می‌باشد.



شکل ۱- مکانیسم عمل مالچ شنی در کاهش تبخیر سطحی و کنترل شوری خاکرخ



شکل ۲- موقعیت منطقه مطالعاتی در استان یزد

انجام یافت. شیوه آبیاری این باغ به‌صورت بابلر بوده و آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی (شوری) حدود ۱۶ دسی زیمنس بر متر (۱۶۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر)

ویژگی‌های خاک و آب منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در یک باغ پسته با وسعت حدود ۴۰۰ هکتاری در منطقه مرتاضیه شهرستان تفت استان یزد

بود. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری در جدول ۱ بیان شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود شوری (هدایت الکتریکی) آب آبیاری بسیار بالا بوده و از نظر نسبت جذب سدیم (SAR) هم مقدار بالایی داشته و آبیاری در بلندمدت با این آب موجب سدیمی شدن خاک می‌گردد و اگر مدیریت مناسبی انجام نیابد در نهایت درختان از بین خواهند رفت. در بین کاتیون‌ها نیز سدیم بیشترین غلظت را دارا می‌باشد که علاوه بر مشکل

نفوذپذیری می‌تواند مشکلات سمیت نیز داشته باشد. بر اساس نمونه‌برداری‌های انجام یافته (شکل ۳)، خاک غالب منطقه دارای کلاس بافت لوم شنی و شن لومی در اعماق مختلف می‌باشد. همچنین تجمع شوری در لایه‌های سطحی خاک وجود داشت که براساس کلاس‌بندی شوری خاک، شوری خاک سطحی بسیار شدید و در لایه‌های پایینی دارای شوری شدید بود. دلیل شوری خاک آبیاری درختان با استفاده از آب بسیار شور می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

هدایت الکتریکی (EC)	واکنش خاک (pH)	کربنات (CO_3^{2-})	بی‌کربنات (HCO_3^-)	کلسیم (Ca^{2+})	منیزیم (Mg^{2+})	سدیم (Na^+)	کلرور (Cl^-)	نسبت جذب سدیم (SAR)
(dS/m)				(meq/l)				(mmol/l) ^{0.5}
۱۶/۳	۷/۵۸	۰/۰	۶/۱	۳۸/۶	۲۸/۴	۱۰۲/۵	۱۲۱/۳	۱۷/۷



شکل ۳- نمونه‌برداری از خاک باغ جهت تعیین ویژگی‌های اولیه

روش اجرا پژوهش

برای اجرای این پژوهش، ۱۲ ردیف از ردیف‌های درختان پسته به‌طوری‌که مساحت حدودی هرکدام از آن‌ها ۱۰۰ مترمربع بود انتخاب گردید (در مجموع مساحت ۱۲۰۰ مترمربع). در کنار این ردیف‌ها، قطعاتی با مساحت برابر به‌عنوان فاقد مالچ (خاک لخت) یا تیمار شاهد انتخاب گردیدند. با توجه به در دسترس بودن ماسه (شن) در منطقه اقدام به تهیه آن و انتقال به باغ گردید (توجه گردد که در انتقال ماسه انتقالی به مزرعه شوری آن

قبل از انتقال آزمون گردد که مقدار بالایی نداشته باشد). پیش از توزیع مالچ شنی، قطعات انتخاب شده به‌طور مناسب تسطیح گردیدند تا توزیع آب در دوره‌های آبیاری در سطح ردیف‌ها یکنواخت باشد. سپس اقدام به توزیع مالچ شنی (شن با اندازه غالب ذرات حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر) به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر به‌طور یکنواخت در سطح قطعات انتخاب شده گردید (شکل ۴). نمونه‌برداری اولیه در انتهای فصل پاییز و بعد از عملیات آبیاری زمستانه انجام گرفت. آبیاری باغ مورد نظر طبق روال

ماه‌های اسفند، خرداد و شهریور انجام یافت. بدین صورت که در روز قبل از آبیاری بعدی نمونه‌برداری از قطعات دارای مالچ و همچنین خاک لخت در اعماق صفر تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری برداشته شد. در نمونه‌های برداشته شده میزان رطوبت (به روش وزنی) و همچنین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک که مشخص کننده شوری خاک می‌باشد، اندازه‌گیری شد.

رایج در فصل رشد با استفاده از آب آبیاری چاه با شوری حدود ۱۶ دسی زیمنس بر متر انجام یافت. جهت بررسی میزان رطوبت خاک و همچنین میزان شوری خاک اقدام به نمونه‌برداری با آگر (مته) در سه بازه از سال گردید. نمونه‌برداری سطحی از زیر لایه مالچ شنی شروع شد. برای تعیین مقدار رطوبت خاک و همچنین شوری خاک زمان‌های نمونه‌برداری‌ها در فصل رشد و در اواخر



شکل ۴- پخش مالچ شنی در سطح قطعات انتخاب شده

لایه مالچ شنی موجب شد که میزان تلفات تبخیر کاهش یافته و رطوبت بیشتری در خاک ذخیره گردد. مقایسه تغییرات میانگین رطوبت خاک در پروفیل خاک در سه بازه متفاوت در تیمارهای خاک لخت و خاک دارای لایه مالچ در شکل ۵ آورده شده است. همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود لایه مالچ با حفظ ذخیره رطوبت خاک موجب می‌گردد که با کاهش اتلاف آب، میزان بیشتری از آب صرف تعرق گیاه گردد و در نتیجه در دوره‌های تنش آبی، مقدار بیشتری آب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. این کاهش اتلاف آب باعث می‌گردد که بهره‌وری آب نیز افزایش یابد. بنابراین از نظر اقتصادی نیز در مزرعه تنها با اعمال مالچ می‌توان با کاهش آب مصرفی، عملکرد بیشتری را به دست آورد.

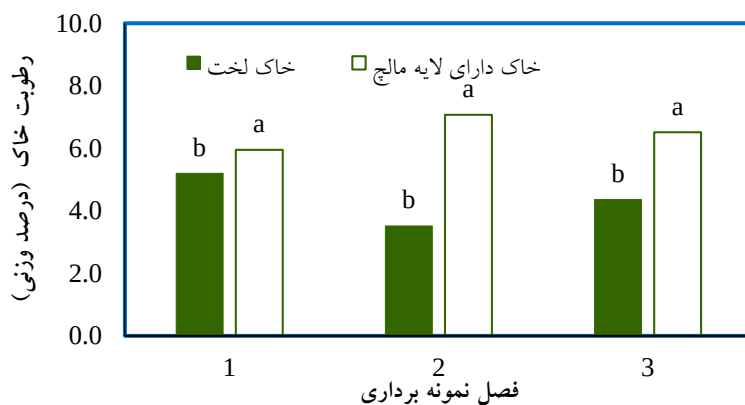
نتایج آزمایشات رطوبت ذخیره خاک

نتایج نشان‌دهنده این بود که در اعمال تیمار مالچ شنی به صورت میانگین در نمونه‌های برداشته شده موجب حفظ بیشتر رطوبت خاک در تیمار دارای لایه سطحی مالچ شنی شد. اثر لایه مالچ سطحی در کاهش تبخیر می‌تواند ناشی از تغییر در مقدار انتقال گرما به سطح خاک و برعکس، تغییر قدرت جذب انرژی خورشید و کاهش نیروهای موینگی خاک و در نتیجه نرسیدن آب به سطح خاک باشد. این عامل مانع از رسیدن آب به سطح تبخیر می‌گردد و در یکی از شرایط لازمه تداوم تبخیر که تأمین یا انتقال رطوبت به سطح تبخیر (خاک) است، اختلال ایجاد می‌کند و موجب کاهش اتلاف آب می‌گردد. حداکثر اختلاف مشاهده شده در میانه فصل رشد (خردادماه) بود که رطوبت خاک در تیمار دارای لایه مالچ بیش از دو برابر خاک لخت (فاقد مالچ) بود. به عبارتی

نتایج آزمایشات شوری خاک

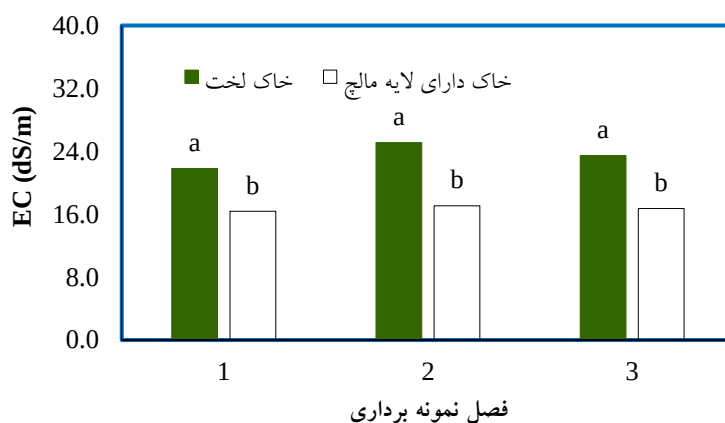
نتایج نشان‌دهنده این بود که در اعمال تیمار مالچ شنی به صورت میانگین در نمونه‌های برداشته شده موجب اختلاف حدود ۲۸/۷ درصدی بین هدایت الکتریکی (EC) خاک لایه سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) در تیمار دارای لایه سطحی مالچ شنی و خاک لخت (فاقد مالچ) شد. به عبارتی لایه مالچ شنی موجب شد که با کاهش انتقال رطوبت به سطح خاک در اثر کاهش تبخیر سطحی، میزان انتقال نمک‌ها نیز به خاک سطحی کاهش یابد و از تجمع نمک در سطح خاک جلوگیری نماید. مقایسه تغییرات هدایت الکتریکی خاک (EC) در سه بازه متفاوت به صورت میانگین در پروفیل خاک در تیمارهای

خاک لخت و خاک دارای لایه مالچ در شکل ۶ آورده شده است. همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود، بیشترین اختلاف بین میانگین هدایت الکتریکی (EC) در خرداد ماه (بازه دوم نمونه‌برداری) مشاهده گردید و اختلاف بین تیمار دارای مالچ و تیمار خاک لخت ۸ واحد بود. در شهریور و اسفند نیز این اختلاف به ترتیب ۶/۸ و ۵/۴ واحد بود. بنابراین همان‌گونه که در شکل ۶ نیز دیده می‌شود مالچ شنی به خوبی توانسته بر مقدار شوری در سطح خاک تأثیر گذاشته و مانع از تجمع شوری در سطح خاک گردد، با اینکه آب آبیاری دارای شوری ۱۶/۳ دسی زیمنس بر متر بود.



شکل ۵- میانگین رطوبت وزنی خاک لایه مالچ و خاک لخت در فصول مختلف

(مقایسه میانگین در هر فصل به صورت جداگانه بین تیمار لایه مالچ و خاک لخت انجام شده است)



شکل ۶- میانگین هدایت الکتریکی (EC) خاک لایه مالچ و خاک لخت در فصول مختلف

(مقایسه میانگین در هر بازه به صورت جداگانه بین تیمار لایه مالچ و خاک لخت انجام شده است)

توصیه ترویجی

- مالچ شنی (ماسه) به دلیل در دسترس بودن و همچنین کارا بودن آن در کنترل تبخیر سطحی و کاهش تلفات سطحی، به عنوان یکی از روش های مناسب کاهش تلفات آب در باغات پسته مناطق مرکزی ایران که اقلیم گرم و خشک دارند، بسیار مفید خواهد بود.
- با توجه به افزایش شوری آب آبیاری به ویژه در منطقه مورد مطالعه، اقداماتی مانند مالچ پاشی (نظیر مالچ شنی) می تواند در کنترل انتقال املاح به سطح خاک و
- ممانعت از تجمع شوری و همچنین کاهش عملکرد ناشی از تنش شوری موثر باشد.
- نوع و ضخامت مالچ استفاده شده پارامتر مهمی در کاهش تلفات آب و ممانعت از تجمع شوری در خاک سطحی است و در تعیین نوع مالچ و ضخامت آن بایستی دقت نمود تا بتوان بهترین کارایی را با توجه به اهداف داشت.

منابع مورد استفاده

۱. اسلامی، ا. و فرزاد نیا، م. (۱۳۸۸). اثر انواع مالچ بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۳(۲): ۷۹-۸۷.
۲. بیرامی، ح. و رضائی، ح. (۱۴۰۰). اثر مالچ های مختلف بر کاهش تبخیر و تغییرات شوری در خاک هایی با بافت متفاوت. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱۵(۳): ۵۵۸-۵۶۶.
۳. تیشه زن، پ. (۱۳۹۰). بررسی تغییرات شوری ناحیه ریشه تحت شرایط سطح ایستابی و کاربرد خاک پوش (مالچ) در مرحله گیرایی نهال خرما. پایان نامه دکتری، رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۳ صفحه.
۴. شرایعی، م. و حقایقی مقدم، س.ا. (۱۳۹۹). مروری بر روش های کاهش تبخیر از سطح آزاد آب و معرفی شیوه های مناسب کاربردی و اقتصادی. آب و توسعه پایدار، ۷(۲): ۵۳-۶۲.
۵. یوسفی، ا.، فرخیان فیروزی، ا.، و امین زاده، م. (۱۳۹۸). اثر مالچ بر تغییرات رطوبت، دما و شار گرمایی خاک در حضور سطح ایستابی کم عمق. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۰(۹): ۲۲۲۵-۲۲۱۳.
6. Pramanik, P., Bandyopadhyay, K., Bhaduri, D., and Bhattacharyya, R. (2015). Effect of mulch on soil thermal regimes-a review, International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology. 8 (3): 667-681.

کینوا، گیاه جایگزین مناسب برای تولید در مناطق شور شرق اصفهان

زهره صادقی^{۱*} و مهدی پناهی^۲

۱. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۲. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات خاک آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

*. نویسنده مسئول: زهره صادقی^۱، پست الکترونیک: za.sadeghi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۳

چکیده

افزایش شهرنشینی و صنعتی شدن، به همراه تغییر کاربری اراضی مرغوب کشاورزی در اطراف شهرها و تقاضای روزافزون جهانی برای غذا، کشاورزان را ناگزیر به استفاده از زمین‌هایی که تحت تأثیر شوری و آب شور باکیفیت پایین قرار دارند، کرده است. در چنین شرایطی، یکی از رویکردهای امیدوارکننده، تنوع‌بخشی به محصولات کشاورزی و یافتن منابع جدید مانند گیاهان متحمل به شوری یا محصولات است که کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این محصولات به‌طور معمول در شرایط ایده‌آل به دلیل بازدهی پایین‌تر، کمتر از محصولات زراعی دیگر استفاده می‌شوند، اما در شرایط شور می‌توانند به‌عنوان جایگزینی مناسب مورد استفاده قرار گیرند. در این مقاله، فرصت‌های بهره‌برداری از تنوع طبیعی شورزیست‌ها، به‌ویژه کینوا در الگوی کشت، مورد بررسی قرار می‌گیرد. سازگاری این گونه به‌ویژه برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک که دارای شرایط شوری هستند، اهمیت زیادی خواهد داشت. از این رو این گیاه می‌تواند جایگزینی مناسب در مناطق شور شرق اصفهان باشد؛ منطقه‌ای که در آن وارته‌های کینوا برای کشت تحت تنش‌های غیرزیستی با هدف تولید دانه‌های با کیفیت غذایی بالا سازگار شده‌اند و به‌طور متوسط در محدوده شوری آب آبیاری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر دارای ۲/۵ تن در هکتار تولید دانه هستند.

واژگان کلیدی: الگوی کشت، تنوع‌بخشی، شرایط شور، شورزیست، کشت جایگزین

بیان مسئله

تغییرات اقلیمی اثرات ناخوشایندی بر کشاورزی جهانی دارند که به دلیل شرایط غیرزیستی مختلف از جمله شوری، بر گیاهان اعمال می‌شوند. در حال حاضر تخمین زده می‌شود که حدود ۴۰ درصد از سطح زمین تحت تأثیر شوری و آب شور قرار دارد و این میزان ممکن است در سال‌های آینده به ۵۰ درصد افزایش یابد. با این حال، تأثیر شوری بر کشاورزی در آینده به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت، چرا که شهرها و صنایع، نیاز بیشتری به استفاده از آب با کیفیت خوب خواهند داشت و آب‌های شور عمدتاً برای کشاورزی باقی خواهد ماند. بنابراین، بزرگ‌ترین چالش کشاورزی در آینده نزدیک، افزایش تولید محصول در شرایط شوری خواهد بود (۹).

تحمل گیاه به تنش شوری نتیجه فرایندهای مختلفی است که پاسخ‌های فیزیولوژیکی متفاوتی را در بخش‌های هوایی و ریشه گیاه ایجاد می‌کنند. باوجود پیشرفت‌های مهمی که تاکنون به دست آمده است، هنوز نتایج متفاوت و گاه متناقضی در مورد ویژگی‌های فیزیولوژیکی که تحمل به شوری را در ریشه‌ها و ساقه‌ها هماهنگ می‌کنند، وجود دارد. یکی از دلایل این امر این است که آزمایش‌های مربوط به شوری بیشتر در شرایطی انجام شده‌اند که فاصله زیادی با گزینه‌های واقعی کشاورزی دارند، به‌ویژه با استفاده از سطوح بالای تنش که گیاهان در آن نمی‌توانند چرخه زندگی خود را کامل کنند؛ بنابراین، ویژگی‌ها و ژن‌های فیزیولوژیکی انتخاب شده، اغلب آن‌هایی هستند که در بقای تحت استرس شوری نقش دارند (۶).

تالابی و همکاران (۱۰) این محصولات را با استفاده از اصطلاحاتی همچون «محصولات یتیم»، «نیمه‌خانگی»، «کمتر استفاده‌شده» یا «فراموش‌شده» تعریف کرده‌اند، که با وجود پتانسیل تغذیه‌ای آن‌ها، این محصولات با بی‌توجهی توسط جامعه علمی رها شده‌اند. با این حال، این محصولات به‌طور محلی در مناطق محدودی از جهان

توسط کشاورزان کشت می‌شوند، به‌طوری‌که یک گونه گیاهی ممکن است در یک منطقه خاص به‌عنوان محصول یتیم یا کمتر بهره‌برداری شده در نظر گرفته شود، اما در مناطق دیگر این‌گونه نباشد. یکی از جالب‌ترین مثال‌ها، کینوا است که از آمریکای جنوبی به سایر نقاط جهان گسترش یافته است و به مدت هزاران سال بخشی از رژیم غذایی در ارتفاعات آند بوده و مصرف آن مشابه مصرف غلات است، ضمن اینکه به دلیل فاقد گلوتن بودن غذای مناسبی برای بیماران مبتلا به سلیاک می‌باشد (۴).

بیشتر مرورهایی که درباره وضعیت فعلی و پیشرفت‌های اخیر در زمینه محصولات کمتر بهره‌برداری شده منتشر شده‌اند، بر روی محصولات اصلی تمرکز دارند. به‌عنوان مثال، چپمن و همکاران (۵) بر برنج و ذرت به‌عنوان دو محصول اصلی با کشت زیاد تمرکز کرده‌اند و همچنین به برخی از محصولاتی که ممکن است به‌عنوان کمتر استفاده‌شده توصیف شده اما به جریان اصلی تبدیل شده‌اند، پرداخته‌اند. آن‌ها همچنین در جدولی محصولات کمتر استفاده‌شده‌ای را که ژنوم‌های مرجع آن‌ها در دسترس است، خلاصه کرده‌اند. تالابی و همکاران (۱۰)، تعداد ۱۳ محصول را در سه دسته مختلف شامل غلات و شبه غلات، حبوبات، و محصولات روغنی مرور کرده‌اند. در این مقاله وضعیت فعلی دو رقم کینوا که در سال‌های اخیر به میزان زیادی موردتوجه قرار گرفته‌اند، مورد بررسی قرار گرفته است. شایان ذکر است که کشت کینوا در منطقه اصفهان گسترش یافته است، در ضمن در این منطقه به دلیل کمبود منابع آبی باکیفیت بالا، از آب‌های شور در محدوده‌ی ۴ تا ۱۵ دسی‌زیمنس برای آبیاری استفاده می‌شود. علاوه بر این، منطقه سابقه شناخته‌شده‌ای در مواجهه با تأثیرات مستقیم تنش‌های مختلف دارد که این امر تولید کشاورزی را پیچیده‌تر می‌کند.

معرفی دستاورد

انتخاب گونه‌های کینوا برای کشت در شرق

اصفهان

محدوده منطقه شرق اصفهان دشتی است که در سمت شرق شهر تاریخی اصفهان واقع شده است بر اساس آخرین تقسیمات کشوری در پایان سال ۱۳۹۵ این محدوده در دو شهرستان اصفهان و برخوار قرار می‌گیرد. این منطقه متشکل از شهرها و مناطقی از جمله زیار، جرقویه، ورزنه، اژی، هرنه، برآن و خوراسگان می‌باشد. برای دستیابی به افزایش پایدار عملکرد و بهبود کیفیت تغذیه‌ای در کنار حفظ تنوع زیستی، انجام آزمایش‌های کشت با گیاهان انتخاب شده امری ضروری است. این هدف چالش برانگیز نیازمند آزمایش‌های متنوع با گونه‌های مختلف در سیستم‌های کشاورزی متنوع و تحت تأثیر تنش‌های محیطی مختلف است. منطقه خشک و نیمه‌خشک، به‌ویژه ناحیه جنوب شرقی اصفهان، به دلیل تولید کشاورزی با عملکرد بالا و همچنین تأثیرات منفی شدید تغییرات اقلیمی، اهمیت زیادی دارد. طبق گزارش اقلیم‌شناسی، اقلیم منطقه شرق اصفهان از نوع خشک و سرد بوده و میانگین سالانه دما در ایستگاه هواشناسی شرق اصفهان ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالانه بارندگی حدود ۱۰۱ میلی‌متر است. رطوبت نسبی بین ۳۰ تا ۴۷ درصد و متوسط سرعت باد ۱/۹ تا ۳/۷ متر بر ثانیه بوده و با توجه به داده‌ها این منطقه با دماهای تابستانی بسیار بالا و شدت بالای تابش نور، به همراه تبخیر زیاد و کاهش منابع آبی شدید مواجه است. این شرایط منجر به شوری خاک‌ها می‌شود، چرا که کشاورزان معمولاً مجبور به استفاده از آب‌های باکیفیت پایین برای آبیاری هستند. منطقه اصفهان به‌خاطر سنت دیرینه خود در تولید محصولات کشاورزی برجسته و سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجه در تحقیق و پرورش گیاهان شناخته می‌شود. این منطقه میزبان بسیاری از مؤسسات تحقیقاتی و شرکت‌های بخش کشاورزی است که تأثیر زیادی بر

کشاورزی دارند. با این حال، منطقه جنوب شرق اصفهان یکی از مناطقی است که به‌شدت تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار دارد.

برای مقابله با این چالش‌ها، ضروری است که آزمایش‌هایی با گیاهان متحمل به شرایط دشوار انجام شود، تا بتوان به افزایش پایدار تولید و بهبود کیفیت تغذیه‌ای در کنار حفظ تنوع زیستی دست یافت. چنین مطالعاتی نیازمند آزمایش‌های گسترده با گونه‌های مختلف در شرایط محیطی متنوع و تغییرات اقلیمی است. این رویکرد می‌تواند به ارتقای تولید کشاورزی در این منطقه و مقابله با مشکلات ناشی از تغییرات اقلیمی کمک کند.

پروژه‌های مختلفی به بررسی چالش‌های کشاورزی در شرق اصفهان و مطالعه کشت گیاهان نویدبخشی مانند کینوا می‌پردازد. این پروژه‌ها به تحلیل پتانسیل این گیاه برای سازگاری با تغییرات اقلیمی و بررسی ویژگی‌های ارگانولپتیک و تغذیه‌ای آن اختصاص دارد. به طور خلاصه، مهم‌ترین پیشرفت‌های حاصل شده تاکنون شامل ارزیابی‌های کشت در مزرعه از رقم‌های منتخب کینوا در مکان‌های مختلف منطقه شرق اصفهان، غذاهای جدید تهیه شده از آن‌ها، و تحقیقات در مورد پاسخ‌های زراعی، فیزیولوژیکی و مولکولی آن‌ها به تنش شوری است.

آزمایش‌های کشت متنوعی با رقم‌های مختلف کینوا با نام علمی (*Chenopodium quinoa*) (شکل ۱) در این منطقه آغاز شده است. کینوا به دلیل تنوع گسترده‌ای که دارد شناخته شده است و رقم‌هایی دارد که به شرایط اقلیمی خشک مقاوم هستند. این گیاه با نیاز به استفاده از نهاده‌های کم قابل‌کشت بوده و دارای کیفیت غذایی خوبی هست که شامل ترکیبات عملکردی مفید برای سلامت انسان و حیوانات می‌باشد (۷). در آزمایش انجام شده در منطقه رودشت در شرق اصفهان با شوری آب آبیاری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به مدت دو سال میانگین عملکرد رقم Titicaca به میزان ۲۵۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (۱).



شکل ۱- کشت کینوا در شرق اصفهان، ایستگاه رودشت (۱۳۹۸)

منجر به کاهش وزن تر برگ، ساقه و ریشه؛ عملکرد دانه و وزن هزار دانه به میزان ۲۲/۸، ۲۳/۷، ۳۴/۱، ۸/۱ و ۷/۷ درصد شد. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که استفاده از تیمار آب شور با هدایت الکتریکی ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر در کل دوره رشد به‌ترتیب منجر به کاهش ۲۰/۸ و ۲۰/۰ درصد عملکرد دانه و وزن هزار دانه شد. در این پژوهش تیمار آبیاری زیر سطحی با آب چاه عملکرد بیشتری داشت و تیمار بهینه بود. در صورت استفاده از آب شور تیمار آبیاری یک در میان نسبت به دیگر تیمارها توصیه شد (۲).

شریفان و همکاران (۳) به منظور بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف شوری بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک گیاه دارویی کینوا رقم Sajama در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی گرگان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه سطح آبیاری ۷۵، ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده با استفاده از تشت تبخیر کلاس A و پنج سطح شوری ۰/۵، ۴/۳، ۸، ۱۱/۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر کم آبیاری بر شاخص سطح برگ، شاخص سبزی‌نگی و محتوای نسبی آب برگ و بر طول برگ و عرض برگ معنی‌دار بود. اثر شوری بر شاخص سطح برگ، شاخص سبزی‌نگی، طول برگ، عرض برگ، محتوای نسبی آب برگ و وزن مخصوص برگ و بر طول دم‌برگ معنی‌دار شد. اثر متقابل کم آبیاری و تنش شوری بر شاخص سبزی‌نگی و محتوای نسبی آب برگ و عرض برگ معنی‌دار شد. گیاه کینوا به کم آبیاری مقاوم بود، زیرا کاهش میزان آب آبیاری از

هدف کلی بررسی‌ها این است که آیا رقم‌های مختلف کینوا قادر به رشد بهینه در شرایط آب‌وهوایی و اقلیمی منطقه شرق اصفهان هستند و آیا می‌تواند به‌عنوان گزینه‌ی مناسب برای محصولات غالب فعلی در تغییرات آب‌وهوایی عمل کنند. به همین منظور طرح‌های تحقیقاتی انجام گرفته که می‌توان به نمونه‌هایی اشاره کرد. انصاری و جمالی (۲) به منظور بررسی اثر آبیاری با روش تلفیق آب شور و آب چاه بر عملکرد و خواص رشدی و بیوشیمیایی گیاه کینوا رقم Titicaca، آزمایشی در قالب طرح کامل تصادفی با شش تیمار (آب چاه با هدایت الکتریکی ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد)، آب شور با هدایت الکتریکی ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، اختلاط ۵۰:۵۰ آب شور با آب چاه با هدایت الکتریکی ۷/۲ دسی‌زیمنس بر متر، آبیاری یک در میان با آب شور و آب چاه، آبیاری زیر سطحی با آب شور، آبیاری زیر سطحی با آب چاه تحت شرایط گلخانه‌ای با سه تکرار در زمستان سال ۱۳۹۶ اجرا کردند. آن‌ها گزارش دادند که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر طول و وزن تر ریشه، کل کربوهیدرات محلول در برگ و ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده، ولی بر وزن تر برگ و ساقه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. آبیاری زیر سطحی با آب شور منجر به کاهش وزن تر برگ، ساقه و ریشه؛ عملکرد دانه و وزن هزار دانه به ترتیب به میزان ۰/۱۴، ۱۲/۱، ۴۷/۹، ۶/۵ و ۵/۶ درصد شد. آبیاری زیر سطحی با آب شور منجر به افزایش کربوهیدرات محلول برگ و ساقه نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۵۵/۳ و ۷۰/۱ درصد شد. آبیاری یک در میان با آب شور و چاه نیز

آماده‌سازی خاک برای کشت کینوا مخصوصاً در مناطق شور و کم‌آب، یکی از عوامل کلیدی موفقیت در تولید این گیاه مقاوم است. با وجود مقاومت کینوا به شوری و خشکی، داشتن بستر مناسب خاک باعث افزایش عملکرد، بهبود کیفیت دانه، و کاهش فشارهای محیطی می‌شود. برای این منظور در اوایل پاییز برای شکستن لایه سخت و حذف بقایای گیاهی تا عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر خاک را شخم زده و برای بهبود حاصلخیزی و کاهش شوری ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده استفاده شود. در صورت بالا بودن نسبت سدیم قابل تبادل (ESP)، استفاده از گچ توصیه می‌گردد. جهت افزایش جذب آب و کاهش تبخیر می‌توان از کمپوست و بقایای آلی استفاده نمود.

دیسک‌زنی پس از شخم برای خرد کردن کلوخ‌ها، استفاده از تسطیح‌کننده برای تسطیح زمین، مخصوصاً در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای یا نواری کمک می‌کند بستر نسبتاً نرم و یکنواختی برای کینوا فراهم کرد. کاشت باید در عمق نیم تا یک سانتی‌متر انجام شود، در اراضی شور، بهتر است از کاشت روی داغاب پشته‌ها استفاده شود تا تجمع نمک در اطراف بذر کمتر شود. در صورت خشکی خاک، یک آبیاری سبک قبل از کاشت برای فعال‌سازی بذر مفید است. این کار کمک می‌کند نمک‌های سطحی شسته شوند و جوانه‌زنی بهتر انجام گیرد.

پیش از کشت، انجام یک آزمون خاک برای اندازه‌گیری میزان شوری (EC)، pH، فسفر، پتاسیم، ازت و درصد مواد آلی توصیه می‌شود تا کوددهی هدفمند و دقیق‌تری انجام شود. زمان کاشت کینوا بسته به شرایط اقلیمی منطقه فرق می‌کند، در مناطق شور و کم‌آب (بیشتر در مناطق گرم و خشک ایران مثل اصفهان، یزد، کرمان، سیستان، یا خراسان جنوبی)، زمان‌بندی دقیق کاشت بویژه در کشت بهاره اهمیت زیادی دارد بطوری که هم گیاه از سرمای اولیه در امان باشد و هم گرمای شدید زمان گلدهی کنترل گردد.

۱۰۰ به ۵۰ درصد تبخیر از تشت، شاخص سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ را تنها به میزان $\frac{6}{24}$ و $\frac{3}{7}$ درصد کاهش داد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد گیاه کینوا متحمل به شوری آب آبیاری بوده، به طوری که افزایش اختلاط آب دریا خزر با شوری ۳۶ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۳۰ درصد با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری در تمامی صفات نداشت (۳).

رزاقی و بهادری قصرالدشتی (۸) در شرایط مزرعه‌ای (زرقان فارس) به منظور بررسی اثرات تیمارهای مختلف آبی بر رشد و محصول گیاه کینوا، دو سطح آبیاری کامل (F) و ۵۰ درصد آبیاری کامل (D) را در دوره‌های مختلف رشد رویشی، گلدهی و پرکردن دانه بکار برد. نتایج نشان داد بیشترین ارتفاع و شاخص سطح برگ در تیمار آبیاری کامل در هر سه مرحله رشد رویشی، گلدهی و پر کردن دانه و کمترین آن در تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل در هر سه دوره رشد مذکور رخ داده است. از طرف دیگر بالاترین مقدار عملکرد دانه برابر ۵۱ گرم بر مترمربع و عملکرد کل ماده خشک برابر ۷۲۰ گرم بر مترمربع بود. بیشترین مقدار بهره‌وری به ازای ماده خشک در تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل در هر سه مرحله رشد (DDD) حاصل گردید که بعد از تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل در مرحله رویشی و آبیاری کامل در دو مرحله گلدهی و پر کردن دانه (DFF) کمترین مقدار عملکرد ماده خشک را داشته است. با توجه به نتایج حاصل، تیمار DDD علیرغم دریافت ۵۰ درصد نیاز آبی در کلیه مراحل رشد، عملکردی مشابه با تیمارهای ۵۰ درصد آبیاری کامل در دو مرحله رویشی و پر کردن دانه و آبیاری کامل در مرحله گلدهی (DFD)، تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل در دو مرحله رویشی و گلدهی و آبیاری کامل در مرحله پر کردن دانه (DDF) و تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل در مرحله رویشی و آبیاری کامل در دو مرحله گلدهی و پر کردن دانه (DFF) داشته است که نشان‌دهنده آن است که این گیاه پتانسیل رشد در شرایط خشک و نیمه‌خشک را دارد (۸).

جدول ۱- زمانبندی مراحل کاشت، داشت و برداشت کینوا در منطقه اصفهان (۱)

ردیف	مرحله رشد	کشت تابستانه	کشت بهاره	فعالیت‌ها	توضیحات تخصصی
۱	آماده‌سازی خاک	اوایل مرداد	اوایل پاییز	شخم، افزودن کود دامی پوسیده، گوگرد، دیسک‌زنی، تسطیح	خاک شور با EC بالاتر از ۴ بهتر است با آبخویی و گوگرد اصلاح شود
۲	کاشت بذر	نیمه مرداد	۱۵ اسفند تا ۲۰ فروردین	بذرپاشی با عمق ۰,۵ تا ۱ سانتی‌متر، آبیاری اولیه	دمای جوانه‌زنی بین ۱۵ تا ۲۰ درجه باشد
۳	رشد رویشی اولیه	مرداد	فروردین	آبیاری سبک، کوددهی نیتروژنی مرحله اول، کنترل علف‌های هرز	استفاده از نیتروژن برای رشد سبزی‌نگی مناسب
۴	رشد رویشی ثانویه	اوایل شهریور	اردیبهشت	کوددهی دوم، احتمال محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها	مدیریت شوری با آبیاری منظم و کود پتاسیم
۵	گلدهی	اوایل مهر	اواخر اردیبهشت	حفظ رطوبت، محلول‌پاشی در صورت نیاز	دمای بالای ۳۵ درجه در این مرحله مضر است
۶	پر شدن دانه	نیمه دوم مهر	خرداد	کاهش آبیاری، مراقبت از بیماری‌ها پوسیدگی طوقه، سپیدک سطحی و لارو برگ‌خوار	افزایش پتاسیم به پر شدن دانه کمک می‌کند
۷	برداشت	اواسط آبان	اواخر خرداد تا تیر	قطع کامل آبیاری، خشک‌سازی و برداشت	رطوبت دانه زیر ۱۵٪ مناسب برداشت است

شرق اصفهان یکی از مناطق نیمه‌خشک تا خشک ایران هست که خاک نسبتاً شور و منابع آبی محدودی دارد که بر اساس اقلیم شرق اصفهان، زمان کاشت بهاره بین ۱۵ اسفند تا اوایل فروردین مناسب خواهد بود و باعث می‌شود که بذر در هوای معتدل و خاک نسبتاً گرم (۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) جوانه بزند و مرحله گلدهی در اواخر اردیبهشت تا اوایل خرداد، یعنی قبل از شروع گرمای شدید تیرماه اتفاق بیفتد. همچنین کشت تابستانه نیز در مناطق گرم استان رایج بوده و بر این اساس می‌توان مراحل مختلف کاشت تا برداشت کینوا را برای کشت بهاره و تابستانه در جدول ۱ خلاصه کرد. جدول (جدول ۲) نکات مهم در مورد کینوا را نشان می‌دهد.

یکی از اهداف این مقاله ترویج کشت این گیاه، تولید مواد غذایی نوین با استفاده از کینوا است. به دنبال آزمایش‌های انجام‌شده، در نظر است که بیسکویت با شکلات و همبرگر گیاهی با کینوا به بازار عرضه گردد. در مورد اول، محصولی شیرین و انرژی‌زا با طعم‌پذیری بالا تولید می‌شود. همبرگر گیاهی محصولی است که در تهیه آن از محصولات حیوانی استفاده نمی‌شود و بنابراین برای گیاه‌خواران مناسب است. با این محصول می‌توان یک غذای مناسب برای مصرف گیاه‌خواران تولید کرد.

کینوا ظرفیت بسیار خوبی برای تبدیل به محصولات غذایی متنوع و با ارزش افزوده بالا دارد. محصول کینوا در دسته غذاهای فراسودمند^۱ قرار می‌گیرد. تهیه‌ی غذاهای بدون گلوتن و قابلیت تبدیل به فرآورده غذایی

^۱ Functional Food

وگان باعث افزایش قیمت چند برابری آن نسبت به فروش خام می‌شود. از کینوا می‌شود غذاهای متنوع، مغذی و خوشمزه‌ای تهیه کرد که هم برای رژیم‌های گیاهی مناسب هستند و هم برای کسانی که دنبال غذاهای سالم، بدون گلوتن و مقوی می‌گردند. دانه کینوا پختی

شبیه به برنج یا بلغور دارد و می‌تواند جایگزین خوبی برای نشاسته‌های ساده‌تر باشند. همچنین برای انواع رژیم‌های غذایی مثل: رژیم وگان، رژیم بدون گلوتن و ... عالی است. تعدادی از غذاهای قابل تهیه را در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۲- جمع بندی نکات مهم در مورد کینوا

ردیف	ویژگی‌ها	کینوا (Quinoa)
۱	خانواده گیاهی	خانواده اسفناجیان
۲	نوع مصرف اصلی	دانه برای خوراک انسان و طیور- علوفه برای دام
۳	ارزش تغذیه‌ای	پروتئین بالا (۱۴-۱۸٪)، بدون گلوتن، حاوی لیزین
۴	تحمل به شوری و خشکی	بالا
۵	دوره رشد (از کاشت تا برداشت)	۹۰ تا ۱۲۰ روز
۶	عملکرد دانه در هکتار	۲-۳ تن
۷	تراکم پایه	۱۰۰,۰۰۰ تا ۱۵۰,۰۰۰ بوته/هکتار
۸	مقدار بذر مورد نیاز/هکتار	۶-۱۰ کیلوگرم
۹	نیاز آبی کل	۵۰۰۰-۶۰۰۰ مترمکعب در فصل رشد
۱۰	آفات و بیماری‌ها	عمدتاً شته‌ها و سفیدک در شرایط مرطوب پوسیدگی طوقه در ابتدای دوره رشد و لارو برگ‌خوار
۱۱	قابلیت فروش و بازار	صادرات، بازار داخلی و رژیمی
۱۲	سختی فراوری بعد از برداشت	نیاز به حذف ساپونین از دانه
۱۳	مزیت	بازار صادراتی قوی‌تر، ارزش اقتصادی بالاتر

جدول ۳- غذاهای پیشنهادی با کینوا

نوع غذا	توضیح
سالاد کینوا	با سبزیجات تازه، لیمو، روغن زیتون، آووکادو، گوجه‌فرنگی و جعفری
کینوا پلو	مشابه پلو ایرانی یا پلو سبزیجات؛ جایگزین برنج
کنتل کینوا	ترکیب کینوا پخته‌شده با سیب‌زمینی، هویج، تخم‌مرغ و ادویه‌ها
سوپ کینوا	با عدس، سبزیجات، کرفس و گوجه‌فرنگی برای غذای سبک و مقوی
کینوا با مرغ یا گوشت	کینوا به عنوان پلو با خوراک مرغ، گوشت چرخ‌کرده یا قارچ سرو می‌شود
فرنی کینوا	صبحانه‌ای مغذی با شیر، دارچین، عسل یا خرما
کیک و نان کینوا	با آرد کینوا برای شیرینی‌جات بدون گلوتن

توصیه ترویجی

بهاره) یا Q26 (بومی‌سازی‌شده برای ایران، متحمل به شوری) برای کینوا بسیار مناسب است. بذره‌های کینوا ریز هستند و اگر خیلی

- استفاده از ارقام مقاوم مانند *Titicaca* (رقم زودرس، مناسب برای مناطق گرم و کشت

- عمیق کاشته شوند، توانایی جوانه‌زنی خوبی ندارند.
- (نیمه مرداد) و کشت بهاره در اوایل دوم انجام شود.
- چون زمستان شرق اصفهان (به‌ویژه در شب‌ها) گاهی دمای نزدیک صفر یا زیر صفر است احتمال یخ‌زدگی و توقف رشد در کشت پاییزه بالاست. لذا پیشنهاد می‌شود کشت تابستانه
- بهترین روش آبیاری در این منطقه روش آبیاری جویچه‌ای است و با کشت در محل داغاب و یا روش کرتی توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. تافته، آ.، مسکینی، ف.، پناهی، م. و حقیقتی، ب. (۱۴۰۱). تعیین ضرایب حساسیت به آب گیاه کینوا (Ky) در مراحل مختلف رشد. گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب. شماره فروست ۶۲۱۰۲.
۲. جمالی، ص. و انصاری، ح. (۱۳۹۸). اثر کیفیت آب و مدیریت آبیاری روی رشد و عملکرد گیاه کینوا. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۳: ۳۳۹-۳۵۱.
۳. شریفان، ح.، جمالی، ص. و سجادی، ف. (۱۳۹۷). بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه کینوا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲: ۱۵-۲۷.
4. Alandia, G., Rodriguez, J. P., Jacobsen, S.-E., Bazile, D., and Condori, B. (2020). Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. *Global Food Security*, 26, 100429.
5. Chapman, M. A., He, Y., and Zhou, M. (2022). Beyond a reference genome: pangenomes and population genomics of underutilized and orphan crops for future food and nutrition security. *New Phytologist*, 234, 1583-1597.
6. Egea, I., Estrada, Y., Flores, F. B., and Bolarin, M.C. (2022). Improving production and fruit quality of tomato under abiotic stress: Genes for the future of tomato breeding for a sustainable agriculture. *Environmental and Experimental Botany*, 204, 105086.
7. Egea-Fernandez, J. M., Egea, Jose., M., Egea, I., and Rivera, D. (2015). "Recursos fitogenéticos [Plant genetic resources] ," in *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar al mundo. Una propuesta agroecológica para tierra de iberos [Promising crops to cool the climate and feed the world. An agroecological proposal for land of berians]* (Integral, Sociedad para el Desarrollo Rural), 13-24, Murcia (Spain) ISBN: 978-84-608 3897-5.
8. Razzaghi, F., Bahadori-Ghasroldashti, M.R., Henriksen, S., Sepaskhah, A.R., Jacobsen, S.E. (2020). Physiological characteristics and irrigation water productivity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in response to deficit irrigation imposed at different growing stages—A field study from Southern Iran. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206(3), 390-404.
9. Munns, R., Passioura, J.B., Colmer, T.D., and Byrt, C.S. (2020). Osmotic adjustment and energy limitations to plant growth in saline soil. *New Phytologist*, 225, 1091-1096.
10. Talabi, A.O., Vikram, P., Thushar, S., Rahman, H., Ahmadzai, H., Nhamo, N., et al. (2022). Orphan crops: A best fit for dietary enrichment and diversification in highly deteriorated marginal environments. *Frontiers in Plant Science*, 24(13), 839704.