

همگن و یکنواخت گندم از نظر رقم، تاریخ کاشت، فاصله کاشت، خصوصیات خاک و شرایط آبیاری و کوددهی یکسان در منطقه شاهد دانشکده کشاورزی شیراز انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در چهار قطعه زمین زراعی همگن و یکنواخت گندم در مزرعه دانشگاه کشاورزی شیراز (مساحت بخش زراعی حدود ۵۴۷ هکتار) انجام شده است. جهت انجام این مطالعه از سه قطعه زمین با تراکم‌های مختلف بادشکن درختی (تراکم بالای ۹۰ درصد، بین ۴۰ تا ۹۰ درصد و همچنین کمتر از ۴۰ درصد) و یک قطعه زمین بدون بادشکن استفاده شده است. جهت بررسی تأثیر فاصله از بادشکن بر روی پارامترهای ذخیره رطوبتی خاک و میزان محصول فواصل ۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ برابر از ارتفاع بادشکن (ارتفاع متوسط ۱۲ متر) در اراضی با تراکم بالا، متوسط و پایین و فاقد بادشکن مشخص شد و بر اساس طرح بلوک کاملاً تصادفی در سه تکرار از هر فاصله نمونه‌های خاک و همچنین میزان محصول برداشت شده است. جهت اندازه‌گیری میزان رطوبت پس از برداشت نمونه و انتقال به آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها توزین شده سپس به مدت ۲۴ ساعت نمونه‌ها در آون گذاشته شد و مجدد توزین شد. همچنین جهت اندازه‌گیری میزان محصول پس از برداشت یک پلات (یک مترمربع) از گندم در تکرارهای کاملاً تصادفی و در فواصل مشخص از تیمارهای مختلف به صورت جداگانه نمونه‌ها را جمع‌آوری نموده و چهار روز در محیط نگهداشته تا رطوبت موجود در علوفه آن‌ها به‌طور کامل خشک شد. ابتدا محصول برداشت شده توزین و سپس گندم را از علوفه جدا نموده و وزن خالص گندم و وزن علوفه خشک توزین شد.

نتایج و بحث

پارامترهای مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار SPSS در سطح معنی‌دار ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین درصد نگهداشت رطوبتی خاک در سه تراکم بالا، متوسط و پایین یک روند مشابه نسبت به ارتفاع را نشان داده‌است، به‌طوری که کمترین رطوبت از دست رفته در فاصله یک برابر ارتفاع از بادشکن بوده و در قطعه زمین با تراکم بالای ۹۰ درصد بوده است. قطعه زمین با تراکم زیر ۴۰ درصد در فاصله ۱۰ متری ارتفاع از بادشکن عملکردی مشابه با زمین فاقد بادشکن داشته و تأثیری در کاهش رطوبت از دست رفته نشان نداده است. در رابطه با میزان تولید محصول نیز تراکم بالای ۹۰ درصد اختلاف معناداری

تأثیر تراکم و فاصله از بادشکن بر میزان تولید گندم و نگهداشت رطوبت خاک (مطالعه موردی: دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز)

معصومه حیدری^۱، محمدرضا اختصاصی^۲، محمدحسین مختاری^۳ و جهانبخش میرزاوند^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۸

<https://doi.org/10.22034/18.67.7>

چکیده مبسوط مقدمه

بادشکن‌ها به‌عنوان موانع طبیعی یا مصنوعی عمل می‌کنند که با کاهش سرعت باد، از فرسایش خاک، کاهش رطوبت و آسیب به محصولات کشاورزی جلوگیری می‌کنند و موجب افزایش راندمان محصول می‌شوند. به‌خاطر شرایط خاص اقلیمی استان فارس که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی واقعیت انکارناپذیر آن است، در همین راستا، می‌توان گفت آب آبیاری مهمترین نهاده تولید کشاورزی است و هر گونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع محدود استان است. بررسی پژوهش‌های انجام شده در سطح ملی نشان می‌دهد که با وجود افزایش راندمان و بهره‌وری آب آبیاری در مزرعه در سال‌های اخیر، به دلایل مختلف از جمله بی‌توجهی به پتانسیل‌های اقلیمی و منابع آب و بی‌برنامه بودن توسعه زمین‌های کشاورزی برای تأمین نیاز غذایی جمعیت در حال رشد کشور، شاهد برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی و نابودی آبخوان‌ها بوده است. هدف این مطالعه بررسی تأثیر تراکم و فاصله از بادشکن بر میزان تولید گندم و علوفه خشک و همچنین نگهداشت رطوبت خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری بوده است. این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ از چهار قطعه زمین زراعی

- ۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
- ۲- استاد و نویسنده مسئول، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. mr_ekhtesasi@Yazd.ac.ir
- ۳- دانشیار، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
- ۴- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، فارس، شیراز، ایران.

بیشتری با سایر تراکم‌ها دارد، به‌طوری‌که میانگین تولید محصول در فواصل مختلف (۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ برابر از ارتفاع بادشکن) ۲/۲۴ کیلوگرم در مترمربع بوده که همین میانگین در تراکم متوسط به ۲/۱۳ و در تراکم پایین به ۱/۹۷ و در قطعه زمین بدون بادشکن ۱/۹۴ به کیلوگرم در مترمربع کاهش پیدا می‌کند. به عبارتی در شرایط یکسان زراعی میزان محصول تولیدی در قطعه زمین با تراکم متوسط ۴/۹ درصد و در قطعه زمین با تراکم پایین ۱۲/۰۵ درصد و در قطعه زمین بدون بادشکن ۱۳/۴ درصد از قطعه زمین با تراکم بالا کمتر بوده است. در قطعه زمین با تراکم پایین در تمامی فواصل از بادشکن میزان محصول تولید شده در سطح اندازه‌گیری شده رفتاری مشابه با قطعه زمین بدون بادشکن داشته و تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به بررسی تأثیر تراکم و فاصله از بادشکن بر میزان تولید گندم و علوفه خشک و همچنین نگهداشت رطوبت خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک پرداخته است. بادشکن‌ها با کاهش سرعت باد در نواحی اطراف خود، می‌توانند تبخیر آب از سطح خاک و گیاهان را کاهش دهند. از این رو، رطوبت خاک در اراضی دارای بادشکن بیشتر حفظ می‌شود که این امر به نفع رشد گیاهان و راندمان تولید محصول خواهد بود. همانگونه که از نتایج مشخص شد میزان تولید و رطوبت از سطح خاک تابعی از ارتفاع از فاصله از بادشکن بوده و حداکثر تولید در فاصله پنج برابر از ارتفاع بادشکن بوده است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات مرتبط با این موضوع یک قطعه زمین هم بدون کشت گندم و تنها برای بررسی میزان رطوبت خاک در فواصل مختلف از بادشکن مورد بررسی قرار گیرد. همچنین برای احداث بادشکن در اطراف مزارع شيراز، برنامه‌های آموزشی و ترویجی برای کشاورزان در زمینه مزایای بادشکن‌ها و نحوه احداث آن‌ها ارائه شود؛ مزارع زیرکشت شناسایی، پارسل‌بندی و اولویت‌بندی شود؛ همچنین گونه‌های بومی چند منظوره و اقتصادی مناسب ایجاد بادشکن شناسایی و معرفی شوند. شایان ذکر است که ایجاد تسهیلات مالی و مشاوره‌ای ضمن تشویق کشاورزان می‌تواند به تسریع در اجرای این استراتژی کمک کند.

کلید واژه‌ها: بادشکن زنده، تراکم بادشکن، تولید گندم، رطوبت خاک، دانشکده کشاورزی شیراز.

مقدمه

احداث بادشکن‌های غیرزنده با شاخه‌های درختان و درختچه‌ها و الوار و همچنین مصالح ساختمانی یکی از شیوه‌های رایج در کاهش خسارت‌ها است. با توجه به وقوع خشکسالی در سال‌های اخیر و لزوم افزایش استفاده بهینه از آب موجود در بخش کشاورزی، استفاده از بادشکن‌های غیرزنده مناسب‌تر به نظر می‌رسد [۱۲].

بادشکن درختی به عنوان یکی از سازه‌های تلفیقی جنگل و زراعت به شمار می‌رود. ایجاد بادشکن‌های زنده و غیر زنده نه تنها

از اثرات منفی باد بر سطح مزرعه می‌کاهد بلکه با کاهش سرعت باد و کنترل فرسایش بادی، باعث افزایش عملکرد محصول، کاهش و مهار گردوغبارهای محلی، افزایش راندمان مصرف آب، کاهش تبخیر و تعرق سالیانه و نیاز آبی گیاه می‌شود. مضاف بر این، کمک به احیاء جنگل‌های کشور از طریق تولید چوب، ترسیب کربن، تولید اکسیژن، سلامت شهروندان، ارزش‌های زیبایی منظر و فراهم آوردن زیستگاهی برای حیات وحش از دیگر فواید مهم احداث بادشکن‌های زنده در دشت‌ها و مزارع کشاورزی کشور به خصوص در حومه شهرها و مراکز جمعیتی خواهد بود [۱۹]. مزایای بادشکن بسیار زیاد است و به عملکرد مورد نظر بادشکن بستگی دارد. هنگامی که این سیستم‌ها برای اهداف کاهش باد طراحی می‌شوند، می‌توانند شرایط مطلوب‌تری را ایجاد کنند که تولید محصولات زراعی و باغی را افزایش می‌دهد [۱۷]. به عبارتی، بادشکن می‌تواند به صورت محلی سرعت باد را در زمین‌های باز کاهش دهند و آسیب‌های ناشی از باد را برای کشاورزی تعدیل کنند و شرایط رشد محصولات را بهبود بخشند [۳۲].

قاسمی و همکاران تأثیر الگوی کاشت و تراکم بادشکن زنده بر میزان سرعت باد در دشت حسین‌آباد سربیشه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری داده‌های باد نشان داد که آرایش مثلثی و تراکم ناشی از فاصله کاشت ۶۰ سانتی‌متر بر روی ردیف مطلوب‌ترین آرایش و تراکم در کاهش سرعت باد بوده است و مسافت بیشتری از پشت بادشکن را محافظت نموده و به عنوان موثرترین بادشکن در منطقه موردنظر پیشنهاد شده است [۹]. تحقیقات انجام شده در کشور نشان می‌دهد که بادشکن‌ها اعم از غیرزنده و زنده تا فاصله حدود ۱۲-۱۰ برابر ارتفاع خود، میزان تبخیر از سطح خاک را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهند و به طور متوسط ۱/۵ برابر افزایش محصول را به دنبال دارند [۲۶]. جان‌محمدی و ملایی‌نیا تأثیر بادشکن درختی اکالیپتوس بر کاهش سرعت باد، دما و تغییر رطوبت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که درختان اکالیپتوس می‌توانند سرعت باد را تا فاصله ۹۰ متر بعد بادشکن‌ها کاهش دهند. بیشترین میزان کاهش سرعت باد در فاصله ۱۵ و ۳۰ متری بعد بادشکن‌ها و در فاصله ۱۵ متری قبل بادشکن‌ها بوده است. همچنین دما در قبل و بعد بادشکن اکالیپتوس کاهش یافته است. رطوبت در قبل و بعد بادشکن‌ها به طور کلی افزایش یافته است که بیشترین میزان افزایش رطوبت در فاصله ۲H و 4H بعد بادشکن‌ها بوده است [۱۵].

بیرد و همکاران اثرات احداث بادشکن مصنوعی را در افزایش محصول مراتع در اثر طولانی نمودن دوره رشد گیاهان مرتعی مفید ارزیابی نمودند و این افزایش تولید را با افزایش تعداد واحد دامی در فصل بیان نمودند [۴].

کاربرری و همکاران در پژوهش خود افزایش میزان محصولات کشاورزی را در مناطق بادخیز در اثر احداث بادشکن مطالعه نموده و بهبود شرایط رشد گیاهان را عامل افزایش محصول بیان نمودند [۵].

ارازی و همکاران با بررسی تأثیر بادشکن درختی گز بر روی شوری خاک اراضی کشاورزی در مناطق خشک در اردکان نشان دادند که میزان املاح خاک در منطقه بادپناه بادشکن بیشتر از منطقه بدون بادشکن (شاهد) بوده است. به نحوی که میزان EC خاک نسبت به منطقه شاهد ۱۵ درصد افزایش معنی داری یافته است. میزان یونهای Na^+ ، Mg^{+2} و Ca^{+2} خاک نیز در محدوده بادپناه یا پشت بادشکن بیشتر از اراضی شاهد یا بدون بادشکن بوده و در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری را نشان می دهد. مقادیر Cl^- ، HCO_3^- ، SAR، خاک از نوارهای درختی گز تبعیت نکرده و نسبت به منطقه شاهد اختلاف معنی داری را نشان نداده است [۲].

خوشحال و همکاران مطالعه ای با هدف بررسی اثرات باد بر روی شرایط زراعی توسط بادشکن غیرزنده نفوذناپذیر بر روی گندم رقم روشن در محمد آباد جرقویه اصفهان انجام دادند. نتایج مقایسه میانگین وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر سنبله و عملکرد دانه بیانگر یک روند مشابه نسبت به فاصله از بادشکن داشته است، به طوری که با افزایش فاصله از بادشکن تا ۵ برابر ارتفاع همه پارامترهای مزبور افزایش پیدا می کنند و با افزایش فاصله بیشتر از پنج برابر ارتفاع کاهش پیدا می کنند. در ۱۵ برابر ارتفاع بادشکن مقادیر پارامترهای وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر سنبله و عملکرد دانه با شاهد فرقی ندارد. اما پارامترهایی مانند تعداد سنبله متاثر از بادشکن نبوده و مستقل از بادشکن است [۱۶].

پری و همکاران مروری بر تحقیقات بر روی اثر بادشکن های زنده طی سال های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۰ در پاتاگونیا، جایی که بادهای قوی مانعی برای تولید محصولات کشاورزی است، بادشکن های زنده اغلب در مزارع کشاورزی کاشته می شوند تا از محصولات، دام ها و خاک ها در برابر خطرات باد محافظت کنند؛ انجام دادند. نتایج نشان داد تخلخل و فاصله از بادشکن اثرات عمده ای بر کاهش نسبی سرعت باد دارد همچنین محصولات مختلف واکنش و عملکرد متفاوتی به تنش باد نشان دادند [۲۵].

کمپی و همکاران در مطالعه خود برآوردی از میزان تبخیر و تعرق از محصولات محافظت شده توسط بادشکن در منطقه مدیترانه پرداختند و از یک نسخه اصلاح شده جدید از مدل FAO56 با نام FAO56-wb، که اثرات بادشکن را در نظر می گیرد استفاده کردند. نتایج نشان دادند که اثرات کاهش ET با استفاده از بادشکن با تخلخل کم (۲۰٪) و ارتفاع ۳ متر به وضوح بیشتر دیده شد. در این حالت، حداکثر کاهش ۳۱ درصدی تبخیر و تعرق در یک محصول تابستانی مانند لوبیا، در فاصله ای معادل ۱۵ برابر ارتفاع از بادشکن رخ می دهد [۷]. گرالا و همکاران تأثیر بادشکن های صحرایی بر ظاهر بصری زمین های کشاورزی بررسی نمود که نمونه ای متشکل از ۱۵۰۰ کشاورز و ۲۰۰۰ غیرکشاورز طی سال های ۲۰۰۵-۲۰۰۶ برای بررسی تأثیر بادشکن های مزرعه ای بر ظاهر بصری زمین های کشاورزی در آیووا، ایالات متحده مورد بررسی قرار گرفتند. حدود ۷۳ درصد از پاسخ دهندگان نشان دادند که بادشکن های صحرایی

ظاهر بصری مناظر کشاورزی را متنوع می کنند [۱۰].

باکر و همکاران اثرات بادشکن ها را بر ریزاقلم (سرعت باد، دما، رطوبت نسبی و کمبود فشار بخار (VPD)) در مقیاس های زمانی بررسی کردند. نتایج نشان داد از نظر مکانی، زمانی و با شرایط محیطی، دما، رطوبت نسبی و VPD روندهای روزانه و فصلی را در واکنش خود به بادشکن ها نشان دادند، که بیشترین اثرات آن در تابستان و بعد از ظهر مشاهده شد. جهت گیری باد نیز یک عامل کلیدی بوده است و بیشترین تغییرات ریزاقلم مشاهده شده زمانی بود که باد مستقیماً از پشت بادشکن منشأ گرفته است، اگر چه کورت هایی که نزدیک به بادشکن ها بوده اند هنگامی که باد از همه جهات می آمد تغییرات ریزاقلم داشتند. این مطالعه نشان داد که هنگام پیش بینی مزایای بادشکن، توجه به دینامیک مکانی و زمانی و همچنین شرایط محیطی سایت مهم است [۳]. اسمیت و همکاران در مطالعه بادشکن ها در ایالات متحده به بررسی سیستماتیکی از مزایا، چالش ها، فعالیت های مدیریتی و محرک های پذیرش پرداختند. نتایج نشان داد که بادشکن ها یک عمل کشاورزی زراعتی هستند که برای ارائه هم زمان منافع اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی استفاده می شود و زمانی اتفاق می افتد که درختان عمداً در یک بوم سازگان کشاورزی ادغام شوند [۲۸]. کمپی و همکاران اثرات بادشکن درختی بر ریزاقلم و بهره وری گندم در محیط مدیترانه ای بررسی نمودند. مطالعه میدانی ایشان سه ساله با ادغام رویکردهای زراعی و ریزاقلم انجام شده است. مطالعه مربوط به رشد گندم دوروم در مزرعه باز، در یک محیط معمولی مدیترانه ای بود. بادگیر با ارتفاع سه متر در شمال میدان آزمایشی قرار داشته است. در منطقه حفاظت شده راندمان مصرف آب گندم (WUE^2) محاسبه شده به عنوان نسبت بین عملکرد و تبخیر و تعرق فصلی به حداکثر مقدار ۱/۱۵ رسیده و منطقه بدون حفاظت بادشکن (WUE) ۰/۷ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است [۶].

لالوزایی و همکاران تأثیر دو بادشکن گز و اوکالپتوس روی خصوصیات خاک دشت هامون در منطقه سیستان بررسی نمودند. نتایج حاصل نشان داد که در دو بادشکن میزان هدایت الکتریکی، ماده آلی، کلسیم، پتاسیم، سدیم و نسبت کربن به نیتروژن خاک در مقایسه با منطقه شاهد به طور معنی داری (سطح اطمینان ۹۵ درصد) افزایش داشته است. همچنین، گونه گز در مقایسه با اوکالپتوس علی رغم این که باعث افزایش ماده آلی، نسبت کربن به ازت، کلسیم و پتاسیم خاک شده است، سبب افزایش بیشتر سدیم، هدایت الکتریکی و شوری خاک شده است [۱۸].

آلئمو مطالعه ای با هدف بررسی نقش اکولوژیکی درختان به عنوان بادشکن و کمر بند سرپناه برای افزایش تولیدات کشاورزی و حفظ تنوع زیستی انجام داد. با کاشت درختان به عنوان بادشکن و کمر بند های سرپناه می توان سیستم های تولید کشاورزی، اکولوژی

1. Vapor Pressure Deficit

2. Water Use Efficiency

محلی، شرایط زندگی و ... را بهبود بخشید. این رویکرد همچنین تأثیر مثبت فوق‌العاده‌ای بر رفاه حیات‌وحش دارد زیرا به دادن غذا، پوشش و فضا به حیوانات وحشی کمک می‌کند. یافته‌های پژوهش ایشان نشان داد که بادشکن‌ها به عنوان بخشی از نقش اکولوژیکی خود، در افزایش عملکرد محصول به میزان ۲۵ درصد، عملکرد مرتع ۲۰ تا ۳۰ درصد و تولید شیر لبنی ۱۰ تا ۲۰ درصد بهبود یافته‌اند [۱]. اوسوریو و همکاران با استفاده از رویکرد GIS به برآورد اثرات عملکرد محصول در اراضی دارای بادشکن پرداختند. این مطالعه داده‌های مزارع حفاظت‌شده و حفاظت‌نشده را طی چندین سال در سراسر کانزاس و نبراسکا با بررسی تفاوت‌های عملکرد نسبی سویا و گندم زمستانه مورد مقایسه قرار داد. نتایج نشان داد: سویا با افزایش معنی‌دار عملکرد در ۶۶ درصد مواقع، با افزایش متوسط ۱۶ درصدی (۲۸۳ کیلوگرم در هکتار) بیشترین پاسخ مثبت را به اثر بادشکن نشان داد. همچنین افزایش عملکرد گندم در ۳۰ درصد مواقع با افزایش متوسط ۱۰ درصدی (۳۱۹ کیلوگرم در هکتار) قابل توجه بوده است [۲۳].

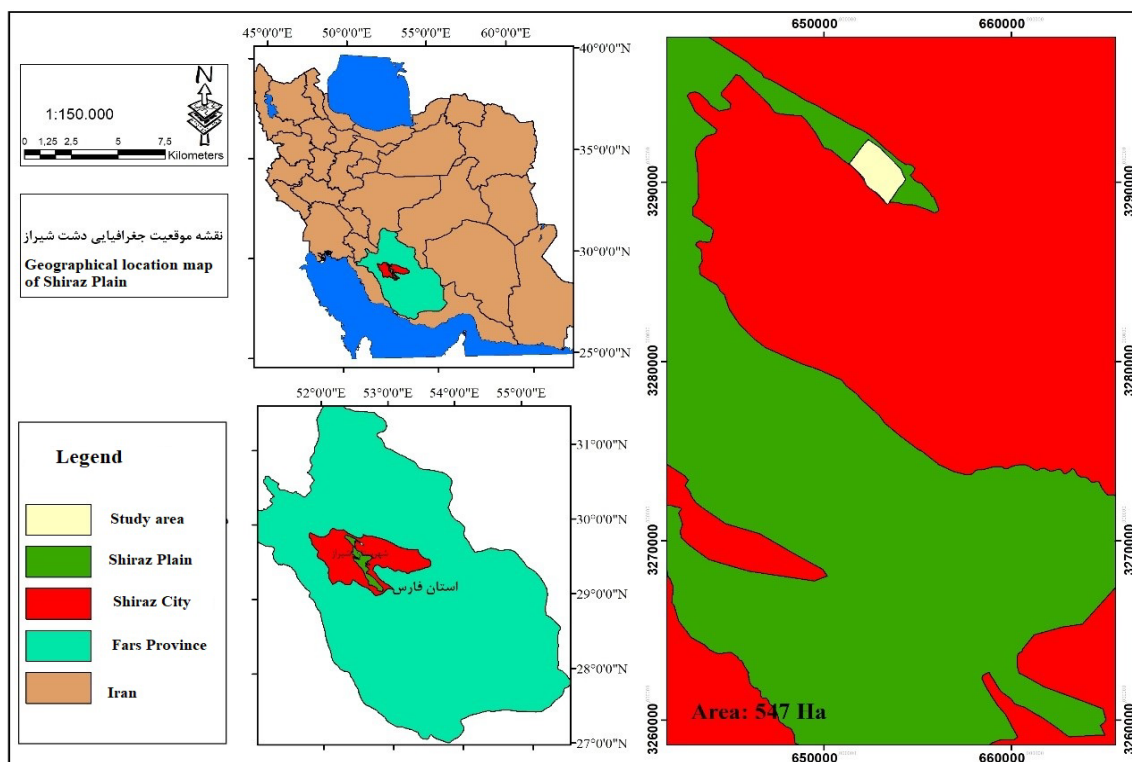
تیوز به بررسی بهره‌وری آب در سیستم‌های زراعت جنگی با وجود بادشکن‌های درختی در دره فرغانه قرقیزستان پرداختند. نتایج نشان داد سیستم‌های بادشکن درختی به بهره‌وری آب بالاتری در همه محصولات منجر شده است. هر چند که بازده محصولات متفاوت بود. سیستم‌های بادشکن درختی در فاصله ۲۰۰ متری نسبت به سیستم‌های بادی در فاصله ۱۰۰۰ متری به بهره‌وری آب بالاتری دست یافتند. مازاد بر اینکه بادشکن درختی را می‌توان به عنوان منبع اضافی درآمد مزرعه، منابع چوبی و کمک به کاهش کل آب در کشاورزی آبی قرار داد [۳۰]. ایواساکی و همکاران یک مدل مبتنی بر فرآیند ساده برای تخمین اثرات ساختار بادشکن بر عملکرد ذرت در آب و هوای مرطوب ایجاد کردند. نتایج نشان داد که طراحی بادشکن به نحوی که سرعت باد را به حداکثر ممکن کاهش دهد لزوماً عملکرد ذرت را به حداکثر نمی‌رساند و تراکم کل منطقه بسته به جهت بادشکن، حتی در شرایط هواشناسی یکسان، متفاوت بود. برای بادشکن‌های بلندتر از پنج تا ۱۵ متر، بادشکن‌هایی که در ضلع غربی و جنوب غربی قرار گرفته‌اند، تراکم سطح کل بهینه کمتری نسبت به بادشکن‌های سمت جنوبی به دلیل اثرات سایه بیشتر داشتند [۱۴]. قربانی و کامکار اثر فاصله ردیف و تراکم بوته بر رطوبت خاک، تولید ماده خشک، عملکرد و کارایی مصرف آب در گندم در شرایط دیم مورد بررسی قرار داده و تیمارهای استفاده شده شامل چهار تراکم بوته (۱۲۵، ۲۵۰، ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در مترمربع) و دو فاصله ردیف کشت (۱۲/۵ و ۲۵ سانتی‌متر) بودند. نتایج نشان داد فاصله ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متر و افزایش تراکم از ۱۲۵ تا ۳۷۵ بوته در مترمربع، سبب افزایش عملکرد دانه (حدود ۹/۵ و ۴۶ درصد)، تولید ماده خشک (۶/۵ و ۵۰ درصد)، کارایی مصرف آب در تولید دانه (۰/۷ و ۳/۷ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر) و کارایی مصرف آب در تولید ماده خشک (۲ و ۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر) در واحد

سطح شد [۱۱]. ساداتی نژاد و همکاران نیز به بررسی اثر درختان تاغ بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و همچنین رطوبت خاک پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که میزان پتاسیم، سدیم، pH و EC نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری در زیر درختان افزایش اما مقدار رطوبت خاک به‌طور معنی‌داری در زمان مطالعه کاهش یافته است. افزایش میزان املاح خاک می‌تواند از هم پاشیدگی ذرات خاک و حمل آسان‌تر آن‌ها را به همراه داشته باشد ولی اضافه شدن لاشبرگ‌ها می‌تواند باعث بهبود ساختار خاک شود [۲۷].

در بسیاری از مناطق میزان بارش باران در طول فصل کشت گندم محدود است و تنش آبی سبب کاهش عملکرد می‌شود [۳۲]. با توجه به اهمیت و نقش بادشکن‌ها در افزایش راندمان تولید محصول - کاهش تبخیر و تعرق و افزایش راندمان آبیاری - جلوگیری از فرسایش بادی خاک و کاهش حاصل‌خیزی اراضی در نظر دارد تا در یکی از مهمترین دشت‌های با سابقه کشاورزی طولانی از جمله دشت شیراز وضعیت کمی و کیفی بادشکن اطراف مزارع را مورد ارزیابی قرار داده و اثرات آن را بر عملکرد محصول و نگهداشت رطوبت خاک در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ از چهار قطعه زمین زراعی همگن و یکنواخت در منطقه شاهد دانشکده کشاورزی شیراز مورد بررسی قرار دهد. امید می‌رود از نتایج بدست آمده بتوان بستری برای تحقیقات بعدی فراهم نمود و یا به عنوان الگویی برای تعمیم به سایر نقاط و دشت‌های تحت امر کشاورزی در کشور مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی دانشکده کشاورزی شیراز با مساحتی برابر با ۵۴۷ هکتار است. منطقه مذکور با داشتن مختصات ۵۲°۱۹' تا ۵۲°۵۳' طول شرقی و ۲۹°۰۵' تا ۲۹°۵۱' عرض شمالی در استان فارس قرار دارد (شکل ۱). میانگین بارندگی در یک دوره ۳۰ ساله (۱۳۷۰-۱۴۰۰) معادل ۳۹۱ میلی‌متر، جمع ماهانه تبخیر معادل ۲۶۱۸ میلی‌متر، میانگین بارندگی در سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ معادل ۲۱۷ میلی‌متر و جمع ماهانه تبخیر ۲۸۰۵ میلی‌متر بوده است. همچنین سرعت میانگین باد در شیراز بین دو تا پنج متر بر ثانیه بوده که جهت اصلی باد شمال غرب و غرب است. سرعت باد غالب در شیراز بین ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر در ساعت است و جهت آن به‌طور معمول از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق است. در بررسی صورت‌گرفته درصد مساحت بادشکن زنده سال ۲۰۲۳ با استفاده از تصاویر گوگل ارث در محدوده مورد مطالعه ۳/۱ بوده است (محدوده فاقد بادشکن غیرزنده است). شکل ۲ نحوه نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری میزان نگهداشت رطوبت و و محصول را نشان می‌دهد. همانگونه که اشاره شد نمونه‌برداری در سه قطعه زمین با تراکم‌های مختلف از بادشکن درختی (D1, D2, D3) و یک قطعه زمین بدون بادشکن در فواصل یک، پنج، ۱۰ و ۱۵ برابر ارتفاع بادشکن (H1, H5, H10, H15) صورت گرفته است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دشت شیراز
Fig1 . Geographical location of Shiraz Plain

در مزارع منطقه شاهد باجگاه گندم رقم سیروان کشت می شود که مشخصات مربوط به این رقم از گندم در جدول شماره ۱ بیان شده است.

جهت نمونه برداری در تکرارهای مختلف طول زمین مورد نظر در هر قطعه را به سه قسمت تقسیم بندی نموده و پس از برداشت یک کرت (یک مترمربع) از گندم در تکرارهای کاملاً تصادفی و در فواصل مشخص از تیمارهای مختلف به صورت جداگانه نمونه ها را جمع آوری شد و چهار روز در محیط نگهداشته تا رطوبت موجود در علوفه آن ها بطور کامل خشک شود. ابتدا محصول برداشت شده توزین و سپس گندم را از علوفه جدا نموده و وزن خالص گندم توزین شد.

آزمون آماری

پارامترهای مورد بررسی پس از اندازه گیری جهت تجزیه و تحلیل در نرم افزار SPSS وارد و در مرحله اولیه اقدام به انجام آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) شد تا معنی داری کلی اختلاف بین میانگین ها را بررسی شود. با توجه به اینکه مقدار Sig یا پی ویو کمتر از ۰/۰۵ می است، از این رو، نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف نمونه های موجود در هر سایت وجود دارد. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS در سطح معنی دار ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که نتایج برای هر پارامتر به طور مورد بررسی قرار گرفت.

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ از چهار قطعه زمین زراعی همگن و یکنواخت گندم از نظر رقم، تاریخ کاشت، فاصله کاشت، خصوصیات خاک و شرایط آبیاری و کوددهی یکسان در مزرعه دانشگاه کشاورزی شیراز (باجگاه) استفاده شد. سه قطعه بوسیله بادشکن زنده درختی با ارتفاع متوسط ۱۲ متر در سه تراکم بالای ۹۰ درصد، بین ۴۰ تا ۹۰ درصد و همچنین کمتر از ۴۰ درصد قرار داشته و یک قطعه بدون حصار بادشکن بوده است. بافت غالب خاک در این مزرعه لومی رسی بوده و کشت غالب آن گندم از نوع سیروان و روش آبیاری در تمامی قطعات از نوع بارانی است. همچنین فواصل آبیاری ۱۰ روزه بوده است.

جهت برآورد میزان تغییرات رطوبت خاک اقدام به برداشت ۱۰۰ گرم خاک در عمق ۱۰ سانتی متر از سطح خاک شد. با توجه به استاندارد و متناسب با اندازه اغلب ذرات خاک حداقل وزن نمونه بین ۲۰۰-۱۰۰ گرم است [۱۳ و ۲۹] که در فواصل یک، پنج، ۱۰ و ۱۵ برابر از ارتفاع بادشکن در اراضی با تراکم بالا، متوسط و پایین و فاقد بادشکن بر اساس طرح بلوک کاملاً تصادفی در سه تکرار از هر فاصله انجام شد. این آزمایش در سه مرحله تکرار و هر نمونه برداری به جهت اندازه گیری تغییرات رطوبت پنج روزه بوده است. تعداد کل نمونه جهت اندازه گیری میزان رطوبت خاک ۱۱۷ مورد بوده است. معیار انتخاب فواصل اندازه گیری نسبت به بادشکن بر اساس مطالعات مایوس است [۲۰]. پس از برداشت نمونه و انتقال به آزمایشگاه و انجام توزین به مدت ۲۴ ساعت نمونه ها در آن گذاشته و مجدد توزین شد.

Block1			Block2			Block3			No Windbreak
H1D1 	H1D1 	H1D1 	H1D2 	H1D2 	H1D2 	H1D3 	H1D3 	H1D3 	No windbreak 
H5D1 	H5D1 	H5D1 	H5D2 	H5D2 	H5D2 	H5D3 	H5D3 	H5D3 	No windbreak 
H10D1 	H10D1 	H10D1 	H10D2 	H10D2 	H10D2 	H10D3 	H10D3 	H10D3 	No windbreak 
H15D1 	H15D1 	H15D1 	H15D2 	H15D2 	H15D2 	H15D3 	H15D3 	H15D3 	No windbreak 

تراکم بادشکن بالا <90%	Block1
High windbreak density >90%	
تراکم بادشکن متوسط بین 40 تا 90 درصد	Block2
Medium windbreak density between 40 and 90 percent	
تراکم بادشکن پایین >40%	Block3
Low windbreak density <40%	
بدون بادشکن	NO Wind break
ارتفاع از بادشکن به متر	H
Height from windbreak(m)	
تراکم	D
density	
برداشت محصول از یک پلات به مساحت یک مترمربع	
Harvest from a plot of one m ²	
برداشت 100 گرم نمونه خاک	
100 g of soil sample	

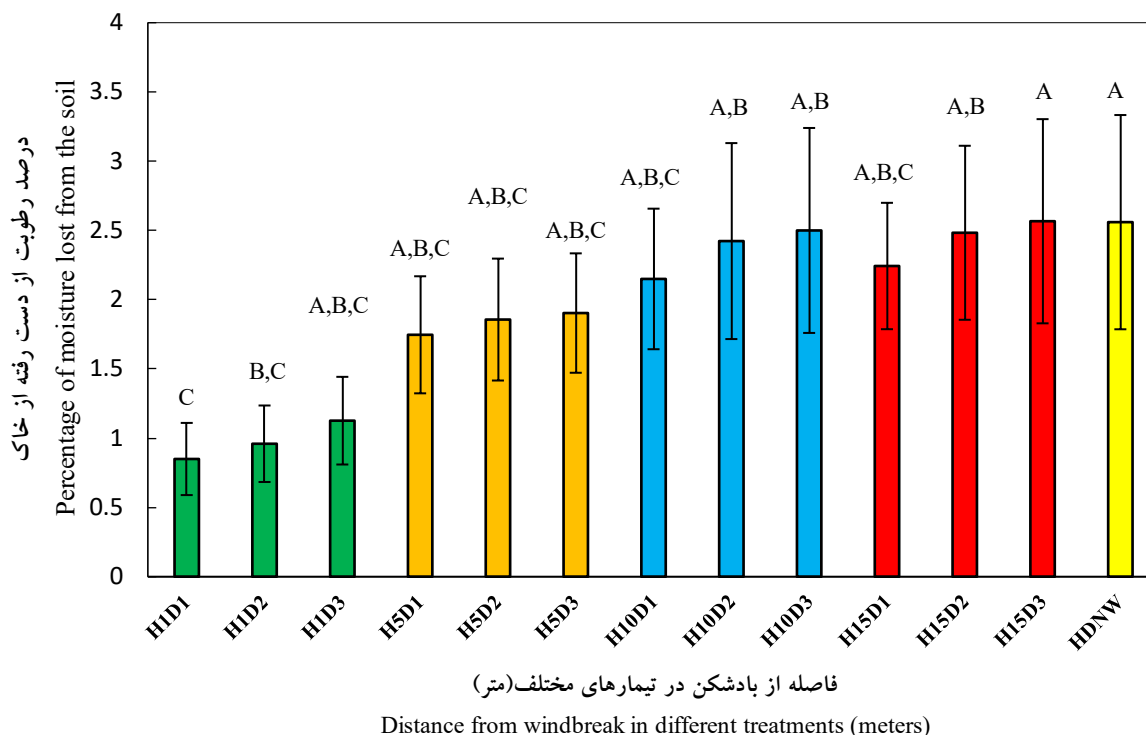
شکل ۲- نحوه نمونه برداری در مطالعه حاضر

Fig 2. Sampling method in current study

جدول ۱- مشخصات گندم رقم سیروان

Table 1. Characteristics of Sirvan wheat

گندم رقم سیروان Wheat variety Sirvan			
زرد کهربایی Amber yellow 40	رنگ دانه Grain color	بهاره Spring	تیپ رشد Growth type
12	میانگین وزن هزار دانه Average weight of 1000 grains	معتدل Moderate	مناطق مناسب کشت Suitable cultivation areas
سفید دانه با گلوتن قوی، ۵۴ White grain with strong gluten, 54	میانگین درصد پروتئین Average protein percentage	200-210	میانگین دوره رشد Average growth period
	سختی دانه، کیفیت Grain hardness, quality	94 cm	میانگین ارتفاع بوته Average plant height
		مقاوم Resistant	خوابیدگی بوته Plant dormancy



شکل ۳-مقایسه نگهداشت رطوبتی خاک در تیمار بادشکن با تراکم های مختلف و بدون بادشکن (حروف لاتین مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار).

Fig 3. Comparison of soil moisture retention in windbreak treatment with different densities and without windbreak (Latin letters similar to the absence of significant difference and different Latin letters indicate a significant difference).

دما رطوبت موجود در هوا و متغیر و افزایش یافته است که در شکل (۴) نمایش داده شده است.

شکل (۵) مقایسه میزان محصول برداشت شده از یک کرت به مساحت یک مترمربع در تیمارهای مختلف را نشان می دهد.

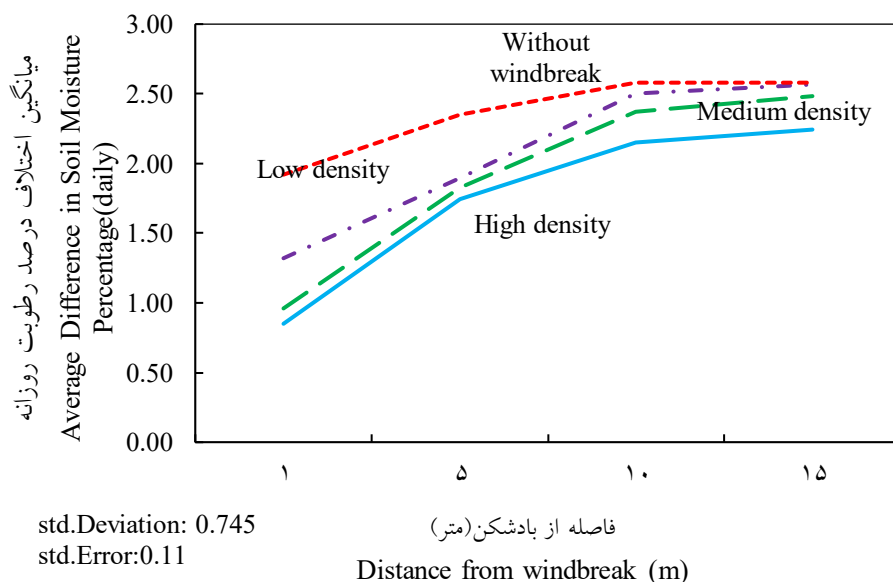
شکل های ۶ تا ۸ تغییرات وزن محصول، علوفه خشک و گندم برداشت شده از سطح کرت یک مترمربعی را نشان می دهند. همانگونه که از نتایج نشان می دهد میزان محصول برداشت شده، وزن گندم و همچنین مقدار علوفه خشک شده از یک قطعه به مساحت یک مترمربعی در فاصله یک برابر ارتفاع به علت سایه اندازی میزان محصول در تمامی قطعات کمتر نشان داده شده است. در واقع در این فاصله میزان نور کافی توسط گیاه جذب نشده و بنابراین راندمان تولید محصول در این فاصله پایین بوده و تأثیر معنی داری بر تولید گندم در این منطقه نداشته است. سایه اندازی موجب می شود نرخ رشد، تعداد ساقه ها و توانایی جایگزینی مساحت برگ از دست رفته کاهش یابد [۲۴] در بسیاری از گیاهان سایه اندازی به دلیل کاهش تشعشع نوری، ویژگی های رشدی و عملکرد آن ها را تحت تأثیر قرار می دهد. با وجود این گیاهان توانایی قابل ملاحظه در سازگاری با رژیم های مختلف نوری از طریق ایجاد تغییر در ویژگی های برگ و ساختار کانوپی را دارند [۲۲]. در فاصله پنج برابر از ارتفاع بادشکن میزان تولید به حداکثر رسیده و در تمامی تراکم های بالا، متوسط و پایین اختلاف معنی داری بین پارامترهای اندازه گیری در این فاصله

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری مربوط به تأثیر تراکم و فاصله از بادشکن بر میزان رطوبت خاک و تولید محصول به تفکیک انجام شد. شکل ۳ مقایسه نگهداشت رطوبتی خاک در تیمارهای مختلف را نشان می دهد.

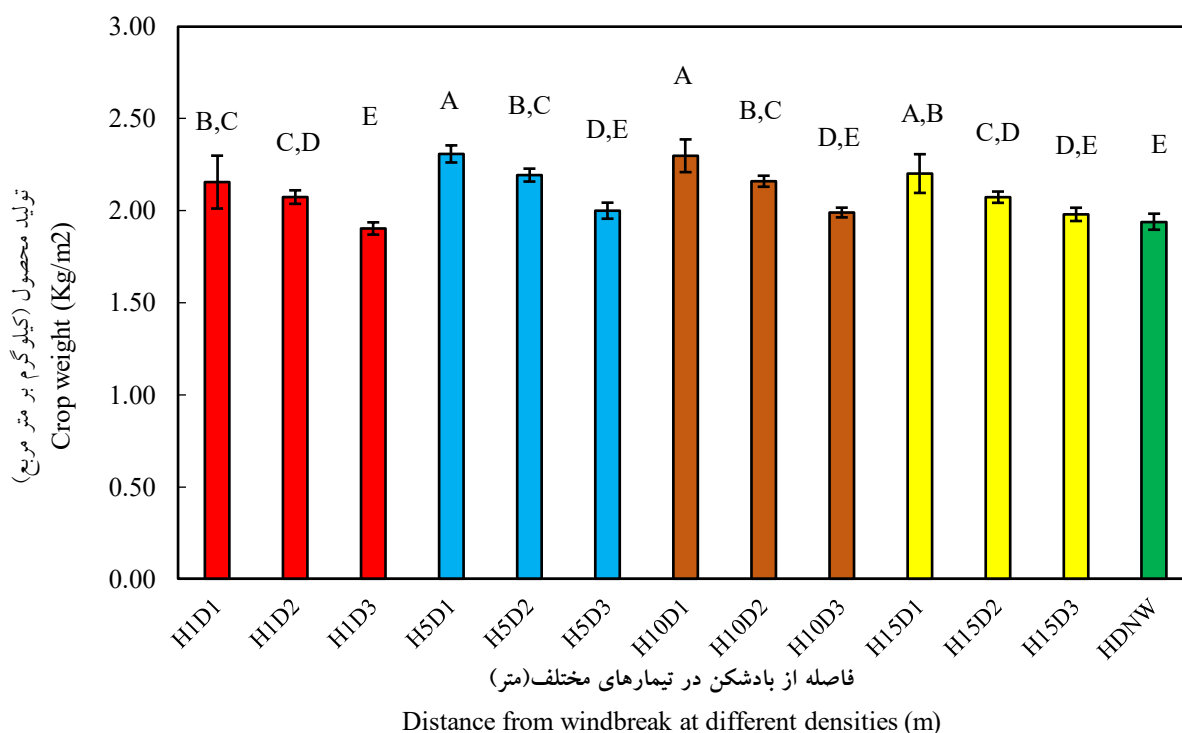
نتایج مقایسه میانگین درصد نگهداشت رطوبتی خاک در سه تراکم بالا، متوسط و پایین یک روند مشابه نسبت به ارتفاع را نشان داده فاصله یک برابر ارتفاع به علت سایه اندازی درختان در تیمارهای دارای بادشکن کمترین میزان هدررفت آب از سطح خاک را داشته و با توجه به افزایش فاصله این مقدار هدررفت بیشتر شده و نگهداشت کمتر می شود. همچنین از نظر تراکم قطعه دارای بادشکن بالای ۹۰ درصد بیشترین نگهداشت را در تمامی فواصل نسبت به تیمارهای دیگر داشته است و این مقدار در تراکم های متوسط و پایین کمتر می شود.

قطعه زمین با تراکم پایین با تراکم زیر ۴۰ درصد پوشش در فاصله ۱۰ متری ارتفاع از بادشکن عملکردی مشابه با زمین فاقد بادشکن داشته و تأثیری در کاهش رطوبت از دست رفته نشان داده نشده است. نتایج نشان داد که روند افزایش در تمامی تراکم و فاصله از بادشکن به این علت بوده که نمونه برداری در سه نوبت اسفند، اردیبهشت و خرداد بوده است. از این رو، میزان رطوبت از دست رفته به مرور زمان و با توجه به شرایط هواشناسی مختلف از جمله



شکل ۴- میانگین نگهداشت رطوبت در عمق ۱۰ سانتی متر از سطح خاک در تیمارهای مختلف

Fig 4. Average moisture retention at a depth of 10 cm from the soil surface in different treatments

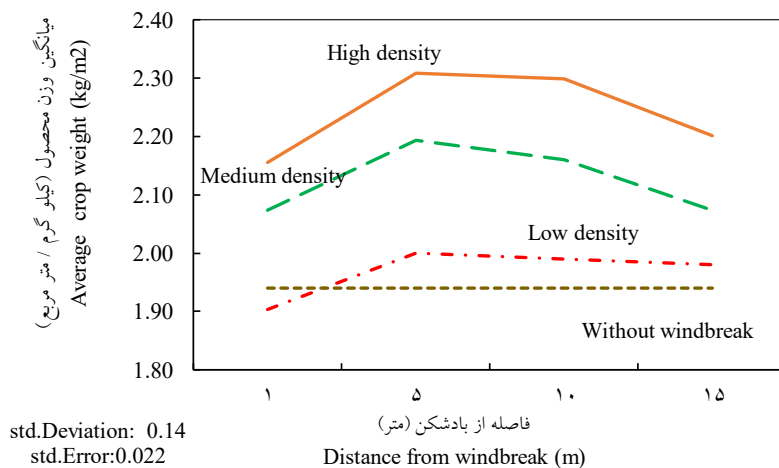


شکل ۵- مقایسه میزان محصول برداشت شده از یک کرت به مساحت یک مترمربع در تیمارهای مختلف (حروف لاتین مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار).

Fig 5. Comparison of the amount of crop harvested from a plot with an area of 1 square meter in different treatments (Similar Latin letters indicate the absence of significant difference and different Latin letters indicate a significant difference).

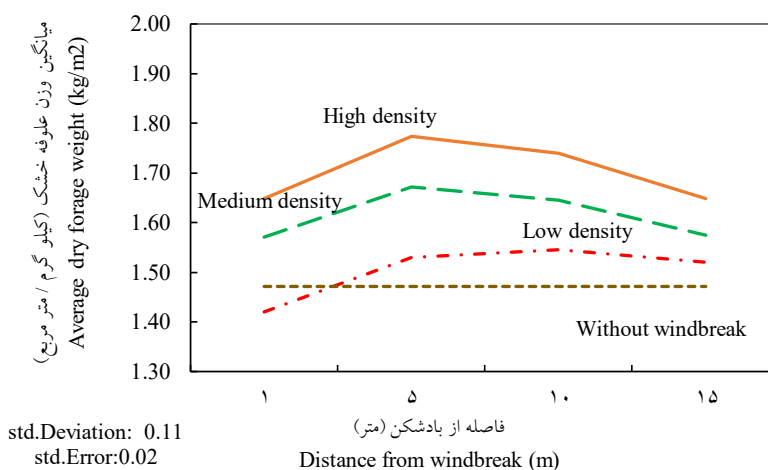
بعد از فاصله ۱۵ برابر ارتفاع تفاوت معنی داری با مزارع فاقد بادشکن نداشته است. در واقع در فاصله ۱۵ متری ارتفاع از بادشکن و بعد از آن دیگر اثر بادشکن بر روی صفات بی تأثیر می شود. تراکم بالای ۹۰ درصد اختلاف معنی داری بیشتری با سایر تراکم ها

مشاهده شد. میزان تولید محصول در بادشکن با تراکم بالا در این فاصله ۲۳/۱ تن در هکتار بوده که در بادشکن های متوسط و کم به میزان های ۲۱/۹ و ۲۰ تن در هکتار کاهش پیدا می کند. با افزایش فاصله از بادشکن میزان تولید محصول روند نزولی داشته به طوری که



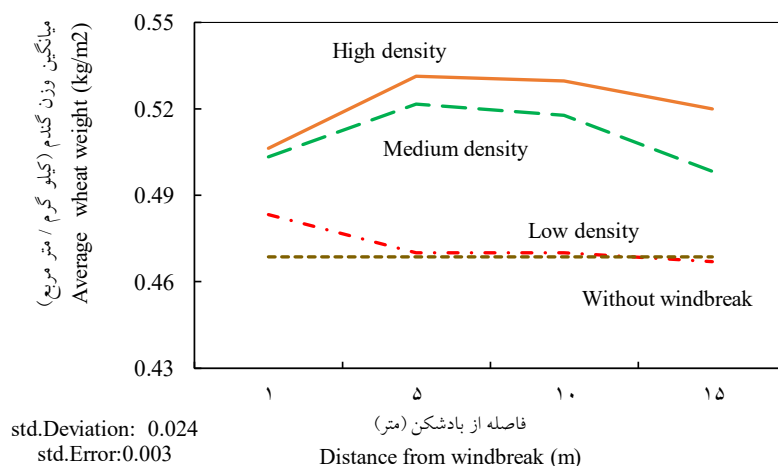
شکل ۶- تغییرات وزن محصول برداشت شده از یک مترمربع در تیمارهای مختلف

Fig 6. Changes in the weight of the harvested product from one square meter in different treatments



شکل ۷- تغییرات وزن علوفه خشک برداشت شده از یک مترمربع در تیمارهای مختلف

Fig 7. Changes in the weight of dry forage harvested from one square meter in different treatments



شکل ۸- تغییرات وزن گندم برداشت شده از یک مترمربع در تیمارهای مختلف

Fig 8. Changes in the weight of wheat harvested from one square meter in different treatments

جدول ۲- مقادیر اندازه‌گیری شده محصول و رطوبت در تیمارهای مختلف

Table2. Measured values of product and moisture in different treatments

تأثیر فاصله از بادشکن و تراکم	درصد رطوبت از دست رفته از سطح خاک	تولید از واحد سطح	تولید از واحد سطح	وزن گندم	وزن گندم	میزان علوفه خشک	میزان علوفه خشک
Effect of distance from windbreak and density	Percentage of moisture lost from the soil surface	Production per unit area	Production per unit area	Wheat weight (Kg/m ²)	Wheat weight (Kg/m ²)	Amount of dry fodder (Ton/Ha)	Amount of dry fodder (Kg/m ²)
H1D1	0.85 ^C	2.16 ^{B,C}	21.6 ^{B,C}	0.506 ^{B,C,D}	5.06 ^{B,C,D}	1.65 ^{C,D}	16.5 ^{C,D}
H1D2	0.96 ^C	2.08 ^{C,D}	20.8 ^{C,D}	0.503 ^{C,D}	5.03 ^{C,D}	1.57 ^{D,E}	15.7 ^{D,E}
H1D3	1.32 ^{B,C}	1.90 ^E	19.0 ^E	0.483 ^E	4.83 ^E	1.42 ^F	14.2 ^F
H5D1	1.75 ^{A,B,C}	2.31 ^A	23.1 ^A	0.531 ^A	5.31 ^A	1.77 ^A	17.7 ^A
H5D2	1.83 ^{A,B,C}	2.16 ^{B,C}	21.6 ^{B,C}	0.518 ^{A,B,C}	5.18 ^{A,B,C}	1.64 ^{C,D}	16.4 ^{C,D}
H5D3	1.89 ^{A,B,C}	1.99 ^{D,E}	19.9 ^{D,E}	0.471 ^{E,F}	4.71 ^{E,F}	1.55 ^{D,E}	15.5 ^{D,E}
H10D1	2.15 ^{A,B}	2.30 ^A	23.0 ^A	0.532 ^A	5.32 ^A	1.74 ^{A,B}	17.4 ^{A,B}
H10D2	2.37 ^{A,B}	2.19 ^{A,B}	21.9 ^{A,B}	0.522 ^A	5.22 ^A	1.67 ^{A,B,C}	16.7 ^{A,B,C}
H10D3	2.5 ^A	2.00 ^{D,E}	20.0 ^{D,E}	0.470 ^{E,F}	4.70 ^{E,F}	1.53 ^{E,F}	15.3 ^{E,F}
H15D1	2.24 ^{A,B}	2.20 ^{A,B}	22.0 ^{A,B}	0.520 ^{A,B}	5.20 ^{A,B}	1.65 ^{C,D}	16.5 ^{C,D}
H15D2	2.48 ^A	2.07 ^{C,D}	20.7 ^{C,D}	0.498 ^D	4.98 ^D	1.58 ^{D,E}	15.8 ^{D,E}
H15D3	2.56 ^A	1.98 ^{D,E}	19.8 ^{D,E}	0.467 ^F	4.67 ^F	1.52 ^{E,F}	15.2 ^{E,F}
(HDNW)	2.56 ^A	1.94 ^E	19.4 ^E	0.469 ^{E,F}	4.69 ^{E,F}	1.47 ^{E,F}	14.7 ^{E,F}

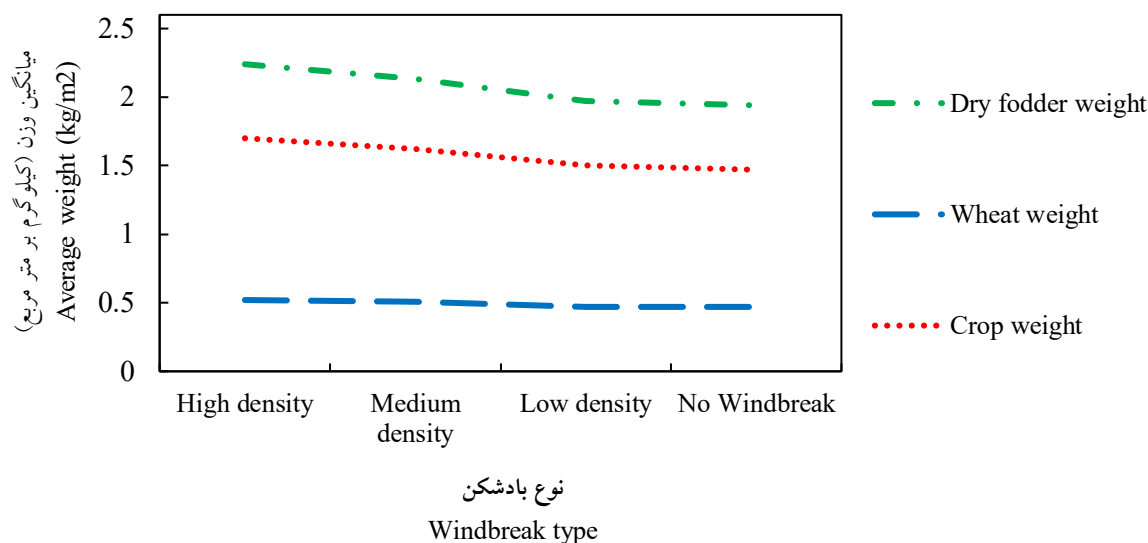
جدول ۳- میانگین محصول برداشت شده در تیمارهای مختلف

Table 3. The average harvest in different treatments

پارامترهای مورد اندازه‌گیری	تراکم بالا	تراکم متوسط	تراکم پایین	فاقد بادشکن
Parameters to be measured	High density	Medium density	Low density	Without windbreak
مقدار محصول (کیلوگرم بر مترمربع) Crop amount (Kg/m ²)	2.24	2.13	1.97	1.94
وزن گندم (کیلوگرم بر مترمربع) Wheat weight (Kg/m ²)	0.52	0.51	0.47	0.47
وزن علوفه خشک (کیلوگرم بر مترمربع) Dry fodder weight (Kg/m ²)	1.7	1.62	1.5	1.47

در قطعه زمین با تراکم پایین ۱۲/۰۵ درصد و در قطعه زمین بدون بادشکن ۱۳/۴ درصد از قطعه زمین با تراکم بالا کمتر بوده است. نتایج فوق با مطالعات کمپی و همکاران، [۷]، اسمیت و همکاران، [۲۸]، کاکرین و دی وریس [۸]، تیوز و همکاران، [۳۰] همخوانی دارد.

داشته است. بطوری‌که میانگین تولید محصول در فواصل مختلف (یک، پنج، ۱۰ و ۱۵ برابر از ارتفاع بادشکن) ۲/۲۴ کیلوگرم در مترمربع بوده که همین میانگین در تراکم متوسط به ۲/۱۳ و در تراکم پایین به ۱/۹۷ و در قطعه زمین بدون بادشکن ۱/۹۴ به کیلوگرم در مترمربع کاهش پیدا کرده است. به عبارتی در شرایط یکسان زراعی میزان محصول تولیدی در قطعه زمین با تراکم متوسط ۴/۹ درصد و



شکل ۹- میانگین تغییرات محصول برداشت شده در تراکم و فاصله‌های مختلف بادشکن

Fig 9. The average changes of the harvested crop in density and different wind break distances

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به بررسی تأثیر تراکم و فاصله از بادشکن بر میزان تولید گندم و علوفه خشک و همچنین نگهداشت رطوبت خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک پرداخته است. بادشکن‌ها با کاهش سرعت باد در نواحی اطراف خود، می‌توانند تبخیر آب از سطح خاک و گیاهان را کاهش دهند، از این رو، رطوبت خاک در اراضی دارای بادشکن بیشتر حفظ می‌شود که این امر به نفع رشد گیاهان و راندمان تولید محصول خواهد بود. همانگونه که از نتایج مشخص شد میزان تولید و رطوبت از سطح خاک تابعی از ارتفاع از فاصله از بادشکن بوده و حداکثر تولید در فاصله پنج برابر از ارتفاع بادشکن بوده است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات مرتبط با این موضوع یک قطعه زمین هم بدون کشت گندم و تنها برای بررسی میزان رطوبت خاک در فواصل مختلف از بادشکن مورد بررسی قرار گیرد. همچنین برای احداث بادشکن در اطراف مزارع شیراز، برنامه‌های آموزشی و ترویجی برای کشاورزان در زمینه مزایای بادشکن‌ها و نحوه احداث آن‌ها ارائه شود؛ مزارع زیرکشت شناسایی، پارس‌بندی و اولویت‌بندی شود؛ همچنین گونه‌های بومی چندمنظوره و اقتصادی مناسب ایجاد بادشکن شناسایی و معرفی شوند. شایان ذکر است که ایجاد تسهیلات مالی و مشاوره‌ای برای کشاورزان می‌تواند به تسریع در اجرای این استراتژی کمک کند.

تشکر و قدردانی

پژوهش انجام شده با همکاری استاد راهنما و اساتید مشاور و کمک‌های بی دریغ آقای دکتر جعفری در دانشکده کشاورزی شیراز انجام شده که بدین وسیله از کلیه عزیزانی که ما را در این راه کمک نموده‌اند، تشکر می‌شود.

تعارض منافع

تعارض منافع در این مقاله تضاد منافی وجود ندارد و این مساله مورد تأیید همه نویسندگان است.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

مشارکت نویسندگان

معصومه حیدری: انجام آزمایشات، تحلیل‌های نرم‌افزاری و آماری، نگارش نسخه اولیه مقاله
محمدرضا اختصاصی: راهنمایی، ویرایش و بازبینی مقاله و ویرایش نهایی و کنترل نتایج
محمدحسین مختاری: راهنمایی و کمک در انجام آزمایشات و بررسی و بازبینی مقاله
جهانبخش میرزاوند: مشاوره در هنگام آزمایشات و بررسی و بازبینی مقاله

منابع

1. Alemu, M.M. 2016. Ecological Benefits of Trees as Windbreaks and Shelterbelts. International Journal of Ecosystem 20166(1):1013.DOI:10.5923/j.ije.20160601.0.
2. Arazi, A.Q. Emtahani, M.H. Ekhtesasi, M.R. and Sodaizadeh, H. 2011. The effect of Gaz tree windbreak on soil salinity of agricultural land in dry areas (case study: Ardakan). watershed research, 99, 53-59.
3. Baker, T.P. Moroni, M.T. Hunt, M.A. Worledge, D. and Mendham, D.S. 2021. Temporal, environmental and spatial changes in the effect of windbreaks on pasture microclimate. Agricultural

Agricultural and Forest Meteorology. 308-309 (2021)108552. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108552>.

15. Janmohammadi, R. and Mollaeinia, M.R. 2017. Article: The effect of eucalyptus tree windbreaks on changes in wind speed, temperature and humidity. First International Conference on New Advances in Civil Engineering.

16. Khushal, J. Vali, A.A. and Pourkhosravani, M. 2011. Investigating the role of windbreaker on some agricultural characteristics of wheat in Mohammad Abad, Isfahan. scientific and research journal of Geography and Planning (Geography Faculty). year 16, number 42, pages 139-153.

17. Kort, J. 1988. Benefits of windbreaks to field and forage crops, Agric. Ecosyst. Environ., 22 (/23) (1988), pp. 165-190,

18. Lalouzaei, A. Dehmardeh Qale-No, M.R. and Ebrahimi, M. 2015. The effect of windbreaks of azalea and eucalyptus trees on some physical and chemical properties of soil in the Hamoon Plain, Journal of Watershed Engineering and Management, No. 4.

19. Matbohe Riahi, M. and Matbohe Riahi, M. 2015. The construction and development of living windbreaks and protective green belts using indigenous species; A neglected necessity for the control of local dust generating centers, increasing water efficiency and crop production efficiency in the country. Public Policy Studies Network, No. 52.

20. Mayus, M. (1998). millet growth in windbreak-shielded fields in the sahel. Tropical Resource Management Paper, ISSN 0926-9495, No. 21.

21. Osorio, R.J. Barden, C.J. Ciampitti, I.A. 2019. GIS approach to estimate windbreak crop yield effects in Kansas-Nebraska. Agroforest Syst (2019) 93:1567-1576. [https://doi.org/10.1007/s10457-018-0270-2\(0123456789\).-,volIV](https://doi.org/10.1007/s10457-018-0270-2(0123456789).-,volIV).

22. Nasrollah Zadeh, P. Ghasemi-Gol'adzani, K. and Zara'i, Y. 2011. Investigation of the effects of shading on some growth and yield indices of broad bean seeds, Agricultural Knowledge and Sustainable Production. Volume: 21/2, Issue: 3, Pages: 75-87

23. Osorio, R.J. Barden, C.J. and Ciampitti, I.A. 2019. GIS approach to estimate windbreak crop yield effects in Kansas-Nebraska, Agroforest Syst, 93:1567-1576.

24. Pierson, E.A. Mack, R.N. and Black, R.A. (1990). The effect of shading on photosynthesis, growth, and regrowth following defoliation for Bromus tectorum. Oecologia 84, 534-543 <https://doi.org/10.1007/BF00328171>

25. Peri, P.L. and Bloomberg, M. 2002. Windbreaks in southern Patagonia, Argentina: A review of research on growth models. windspeed reduction, and effects on crops. Agroforestry Systems

and Forest Meteorology. 297 108265. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108265>.

4. Bird, P.R. Jackson, T.T. and Williams, K.W. 2002. Effect of Synthetic Windbreaks on Pasture Growth in South West Victoria, Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 42 (6), 831-840.

5. Carberry, P.S. H.Minke, P.L. Poulton, J.N.G. Hargreaves, A.J. and Sudmeyer, R.A. 2002. Modelling Crop Growth and Yield under the Environmental Changes Induced by Windbreak. Australian Journal of Experimental Agriculture. 42 (6), 887-886.

6. Campi, P. Palumbo, A.D. and Mastrorilli, M. 2009. Effects of tree windbreak on microclimate and wheat productivity in a Mediterranean environment. Europ. J. Agronomy 30, 220-227. doi:10.1016/j.eja.2008.10.004.

7. Campi, P. Palumbo, A.D. and Mastrorilli, M. 2012. Evapotranspiration estimation of crops protected by windbreak in a Mediterranean region. Agricultural Water Management 104, 153-162. doi:10.1016/j.agwat.2011.12.010.

8. Cochrane, T. A. and de Vries, T. T. 2014. The Role of Windbreaks in Reducing Water Resources Use in Irrigated Agriculture. American Geophysical Union, Fall Meeting, abstract id. H33H-0944.

9. Ghasemi, H. Shahriari, A.R. Fakhira, A. Jafari, M. and Hardabadi, G.R. 2010. The effect of planting pattern and density of living windbreaks on wind speed in the studied Hossein Abad Sarbisheh plain, Journal of Watershed Management Research (Research and Construction). No. 89.

10. Grala, R.K. Tyndall, J. and Mize, C. 2010. Impact of field windbreaks on visual appearance of agricultural lands, Agroforest Syst, 80:411-422.

11. Ghorbani, M.H. and Kamkar, B. 2010. The effect of row spacing and density on soil moisture, dry matter production, yield and water use efficiency in wheat under. Journal of Plant Production Research (17). Issue (3) 1.

12. Ghaemina, A.M. and Hakimzadeh, M.A. 2016. Investigating the role of non-living windbreak porosity arrangement in changing flow behavior. Desert Ecosystem Engineering Scientific Research Journal, 6th year, 16th issue. page 49-58.

13. Iranian Standard No. 7883. Soil - Determination of moisture percentage - Test method, Introduction to the Iranian Standards and Industrial Research Institute.

14. Iwasaki, K. Torita, H. Touze, M. Wada, H. and Abe, T. 2021. Modeling optimal windbreak design in maize fields in cool humid climates: Balancing between positive and negative effects on yield.

30. Thevs, N. Aliev, k. and Lleshi, R. 2021. Water productivity of tree wind break agroforestry systems in irrigated agriculture An example from Ferghana Valley. Kyrgyzstan. *Trees, Forests and People* 4,100085. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100085>.
31. Villareal, R.L. Banvelos, O. Mujeeb-Kazi, A. and Rajaram, S. 1998. Agronomic performance of chromosomes 1B and T1BL.1RS near-isolines in the spring bread wheat Seri M82. *Euphytica*. 103: 195-202.
32. Wang, J. Patruno, L. Zhao, G. and Tamura, Y. 2023. Windbreak effectiveness of shelterbelts with different characteristic parameters and arrangements by means of CFD simulation. *Agricultural and Forest Meteorology*. 344 (15), 109813.
- 56: 129-144.
26. Refahi, H.GH., 1999. Wind erosion and its control, Tehran University Printing and Publishing Institute. 320 pages.
27. Sadatinejad, S.J. Zarepour, H. Ghazawi, R. and Vali, A.A. 2012. Investigating the effects of windbreaks on some physical, chemical and soil moisture properties in arid regions and its impact on soil erodibility (Case study: desert lands of Aran and Bidgol counties), *Journal of Environmental Erosion Research*, 5, 53-62.
28. Smith, M. Bentrup, G. Kellerman, T. MacFarland, K. Straight, R. and Ameyaw, L. 2021. Windbreaks in the United States: A systematic review of producer-reported benefits, challenges, management activities and drivers of adoption, *Agricultural Systems*, 187, 103032.
29. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. Book of Standards Volume: 04.08, Developed by Subcommittee: D18.03. Pages: 7. DOI: 10.1520/D2216-19, ICS Code: 93.020

The Effect of Density and Distance From the Windbreak on the Amount of Wheat Production and Soil Moisture Retention (Case study: Faculty of Agriculture, Shiraz University)

Masoumeh Heidari¹, Mohammad Reza Ekhtesasi^{2*}, Mohammad Hossein Mokhtari³
Jahanbakhsh Mirzavand⁴

Received: 26-10-2024 Accepted: 08-12-2024

Extended Abstract

Introduction

Windbreaks act as natural or artificial barriers that, by reducing wind speed, prevent soil erosion, reduce humidity, and damage to agricultural products, and increase crop efficiency. Due to the specific climatic conditions of Fars Province, where drought and inappropriate temporal and spatial distribution of rainfall are undeniable realities, it can be said that irrigation water is the most important input for agricultural production, and any sustainable food production and agriculture depends on the correct and rational use of the province's limited resources. A review of research conducted at the national level shows that despite the increase in the efficiency and productivity of irrigation water in the field in recent years, for various reasons, including disregard for climate potential and water resources and unplanned development of agricultural lands to meet the food needs of the country's growing population, excessive extraction of groundwater resources and the destruction of aquifers have been witnessed. The aim of this study was to investigate the effect of density and distance from windbreak on the production of wheat and dry fodder, as well as soil moisture retention at a depth of 10 cm. This study was conducted in the 1401-1402 crop year on four homogeneous and uniform wheat plots with identical varieties, planting dates, planting distances, soil characteristics, and irrigation and fertilization conditions in the Shahed area of the Faculty of Agriculture of Shiraz.

Material and Methods

This research was conducted in the 1401-1402 crop year in four homogeneous and uniform wheat crop plots at the Shiraz University of Agriculture farm (crop area about 547 hectares). For this study, three plots with different densities of tree windbreaks (density above 90%, between 40 and 90% and also less than 40%) and one plot without windbreaks were used. To investigate the effect of distance from windbreaks on soil moisture storage parameters and crop yield, distances of 1, 5, 10 and 15 times the height of the windbreak (average height 12 m) were determined in lands with high, medium and low density and without windbreaks, and soil samples and crop yield were collected in three replications from each distance based on a completely

1-PhD Student in Watershed Science and Engineering, Rangeland and Watershed Management Department, Faculty of Natural Resources and Desertification, Yazd University, Yazd, Iran.

2-Professor, Rangeland and Watershed Management Department, Faculty of Natural Resources and Desertification, Yazd University, Yazd, Iran. Yazd University, Yazd, Rangeland and Watershed Management. E-mail: mr_ekhtesasi@Yazd.ac.ir

3-Assistant Professor, Department of Arid and Desert Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

4-Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Fars, Shiraz, Iran

randomized block design. To measure the moisture content after sample collection and transfer to the laboratory, the samples were first weighed, then placed in an oven for 24 hours and weighed again. Also, to measure the yield after harvesting a plot (one square meter) of wheat in completely random replications and at specific intervals from different treatments, samples were collected separately and kept in the environment for four days until the moisture in their forage was completely dried. First, the harvested crop was weighed, then the wheat was separated from the forage, and the net weight of wheat and the weight of dry forage were weighed.

Results

The parameters studied were analyzed using SPSS software at a significant level of 5% using Duncan's test. The results of comparing the average percentage of soil moisture retention in three densities, high, medium and low, showed a similar trend with respect to height, such that the lowest moisture loss was at a distance of one height from the windbreak and in the plot of land with a density above 90%. The plot of land with a density below 40% at a distance of 10 meters from the windbreak had a similar performance to the land without a windbreak and did not show an effect in reducing moisture loss. In relation to the amount of crop production, the density above 90% has a more significant difference with other densities, so that the average crop production at different distances (1, 5, 10 and 15 times the height of the windbreak) was 2.24 kg/m², which decreased to 2.13 kg/m² at medium density, 1.97 kg/m² at low density, and 1.94 kg/m² in the plot of land without a windbreak. In other words, under the same agricultural conditions, the amount of crop produced in the plot of land with medium density was 4.9%, in the plot of land with low density was 12.05%, and in the plot of land without a windbreak was 13.4% less than the plot of land with high density. In the plot of land with low density at all distances from the windbreak, the amount of crop produced in the measured area behaved similarly to the plot of land without a windbreak and did not differ significantly from each other.

Conclusion

The present study investigated the effect of density and distance from windbreaks on the production of wheat and dry fodder, as well as the maintenance of soil moisture at a depth of 10 cm from the soil surface. Windbreaks can reduce water evaporation from the soil and plant surface by reducing wind speed in the areas around them. Therefore, soil moisture is maintained more in lands with windbreaks, which will benefit plant growth and crop production efficiency. As shown in the results, the production and moisture from the soil surface are a function of the height of the distance from the windbreak, and the maximum production was at a distance of five times the height of the windbreak. It is suggested that in studies related to this subject, a plot of land without wheat cultivation and only to examine the soil moisture at different distances from the windbreak should be investigated. Also, for the construction of windbreaks around Shiraz farms, educational and promotional programs should be provided for farmers on the benefits of windbreaks and how to construct them; cultivated fields should be identified, parceled, and prioritized; Also, multipurpose and economically suitable native species for creating windbreaks should be identified and introduced. It is worth noting that creating financial and advisory facilities while encouraging farmers can help accelerate the implementation of this strategy.

Keywords: Living windbreak, soil moisture, Shiraz Faculty of Agriculture, windbreak density, wheat production.



Acknowledgements

The research was conducted with the cooperation of the supervisor and advisors and the generous help of Mr. Dr. Jafari at the Faculty of Agriculture, Shiraz. We would like to thank all those who helped us in this way.

Conflict of Interest

Conflict of Interest There is no conflict of interest in this article, and this is confirmed by all authors.

Data Availability Statement

The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.

Authors' contribution

Masoumeh Heidari: Conducting experiments, software and statistical analysis, writing the first version of the article.

Mohammad Reza Ekhtesasi: Guiding, editing and revising the article, controlling the results.

Mohammad Hossein Mokhtari: Guidance and assistance in conducting experiments and reviewing and revising the article

Jahanbakhsh Mirzavand: Guidance and assistance in conducting experiments and reviewing and revising the article