



## بررسی تأثیر مدیریت زراعی بر عملکرد گیاه آفتابگردان در غرب استان گلستان،

فرهاد ثابتی<sup>۱</sup>، ابوالفضل فرجی<sup>۱\*</sup> و علی موسی‌خانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، <sup>۲</sup>دانشیار بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، <sup>۳</sup>کارشناس‌ارشد سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان

### چکیده

یکی از مشکلات تولید آفتابگردان در کشور، اختلاف بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل حصول (یعنی خلاء عملکرد) است. از این رو شناخت عوامل موثر بر عملکرد اهمیت بسیار دارد. بدین منظور این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در ۶۰ مزرعه از دو شهرستان گمیشان و بندر ترکمن به اجرا درآمد. در این بررسی تمامی اطلاعات مربوط به عوامل مدیریتی مزارع ثبت شد. سپس رابطه بین عملکرد و متغیرهای بررسی شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد میانگین پتانسیل عملکرد در این مزارع ۱۳۰۲ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد ۶۰ مزرعه در دو شهرستان ۵۳۳ کیلوگرم در هکتار بود. براساس نتایج، دلایل مختلفی از جمله مصرف کودهای شیمیایی، مبارزه صحیح با آفات، بیماری‌ها و به‌خصوص علف‌های هرز تأثیر مشخصی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه آفتابگردان داشته و می‌تواند در نهایت باعث افزایش و یا کاهش عملکرد این محصول در مناطق مختلف شود.

**واژه‌های کلیدی:** آفتابگردان، خلاء عملکرد، عملکرد واقعی، مدیریت زراعی

### مقدمه

آفتابگردان با نام علمی *Helianthus annuus*، یکی از گیاهان روغنی است که با توجه به ویژگی‌های زراعی آن توسعه تولید آن مهم است. در بین گیاهان اقتصادی جهان، آفتابگردان یکی از کوتاه‌ترین دوره‌های رویش را دارد. پتانسیل عملکرد و ویژگی‌های برتر ارقام جدید آفتابگردان روغنی باعث افزایش تولید و نیز افزایش درصد روغن دانه و در نهایت افزایش تولید روغن می‌گردد. از مشکلات تولید

\*مسئول مکاتبه: [abolfazlfaraji@yahoo.com](mailto:abolfazlfaraji@yahoo.com)

محصولات زراعی، اختلاف بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل دستیابی است که خلاء عملکرد نامیده می‌شود که یک جزء مهم در طراحی استراتژی‌های تأمین غذا در مقیاس منطقه‌ای، ملی و در سطح جهانی است (Van Wart *et al.*, 2013). در سیستم‌های کشت تحت آبیاری، عملکرد پتانسیل یک رقم وقتی اتفاق می‌افتد که آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به‌طور کامل فراهم بوده و محیط رشد عاری از هر گونه علف هرز، آفت یا بیماری باشد. در شرایط دیم، عملکرد پتانسیل آب محدود توسط میزان فراهمی آب و همچنین توزیع آن در طی فصل رشد گیاه تعیین می‌شود. طی سال‌های گذشته بررسی‌های مربوط به خلاء عملکرد گیاهان زراعی در ایران عمدتاً بر روی گیاه گندم متمرکز بوده است. طی سال‌های اخیر، آنالیز خلاء عملکرد گیاهان زراعی به شکل وسیعی و در سطوح مختلف بررسی شده است، این مطالعات را می‌توان در چهار سطح منطقه‌ای (Lu and Fan, 2013)، ملی (Meng *et al.*, 2013; Hochman *et al.*, 2013)، قاره‌ای (Boogaard *et al.*, 2013) و جهانی (Neumann *et al.*, 2010; Mueller *et al.*, 2012)، جای داد. اختلاف بین عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی مزارع در بیشتر موارد به نامناسب بودن عوامل خاکی و ضعف در مدیریت زراعی کشاورزان بستگی دارد. قنبری و تایی‌سمیری (Ghanbari and Taei-Semiromi, 2012) به بررسی خلاء عملکرد با استفاده از ترکیب مدل‌های گیاهی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در جلگه بروجن استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق بهبود ژنتیکی، علی‌رغم اینکه می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش تولید غذا باشد اما در یک دوره کوتاه بسیار مشکل می‌باشد (Meng *et al.*, 2013). برای کاهش خلاء عملکرد مشخص کردن محدودیت‌های عملکرد در یک ناحیه خاص ضروری می‌باشد. عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد، محدودیت‌های عملکرد نام دارند. از بین بردن فاصله بین عملکردی که در حال حاضر به دست می‌آید و عملکردی که می‌تواند به‌وسیله استفاده از بهترین ارقام سازگار با محیط و بهترین روش‌های مدیریت آب، خاک و گیاه به دست آید، راه کار کلیدی جهت غلبه بر چالش تغذیه‌ای جمعیت در حال رشد جهان است (Hochman *et al.*, 2013). عملکرد بالاتر ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیمی در گذشته نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی این جمعیت در حال رشد داشته است که ممکن است در آینده ادامه نداشته باشد. به نظر می‌رسد در آینده افزایش عملکرد از طریق راه حل‌های ژنتیکی به ویژه افزایش شاخص برداشت به این دلیل که گیاهان به حد نهایی ظرفیت تولید خود رسیده‌اند، مشکل خواهد بود (Fischer and Edmeads, 2010).

### مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت میدانی در ۶۰ مزرعه آفتابگردان از دو شهرستان بندر ترکمن (۳۰ مزرعه) و گمیشان (۳۰ مزرعه) واقع در غرب و شمال غربی استان گلستان انجام شد. جدول ۱ موقعیت جغرافیایی مزارع مورد بررسی را نشان می‌دهد. در مزارع بررسی شده از سه رقم هایسان ۳۵، هایسان

## فرهاد ثابتی و همکاران

۲۲ و لاکومکا آفتابگردان استفاده شد که این ارقام جز ارقام مرسوم در منطقه بوده و در شهرستان‌های مورد بررسی کشت می‌شدند. کاشت مزارع به وسیله دو دستگاه ردیف‌کار پنبه و عمیق کار غلات انجام گرفت و تعداد مزارعی که از هر یک از دستگاه‌ها استفاده کرده بودند یادداشت‌برداری شد.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مزارع آفتابگردان بررسی شده

ردیف	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	ردیف	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	ردیف	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا
۱	۲۶۰۸۱۵	۴۰۹۵۹۰۸	-۱۰	۲۱	۲۶۱۰۸۲	۴۰۹۵۶۷۵	-۷	۴۱	۲۵۳۲۰۲	۴۰۸۷۹۹۴	-۳۹
۲	۲۶۱۱۶۱	۴۰۹۶۱۷	-۹	۲۲	۲۵۹۳۴۰	۴۰۹۵۹۱۵	-۹	۴۲	۲۵۹۲۰۹	۴۰۸۹۶۵۷	-۴۴
۳	۲۶۱۳۴۱	۴۰۹۶۳۵۳	-۶	۲۳	۲۵۹۹۰۳	۴۰۹۵۵۸۹	-۱۷	۴۳	۲۵۷۱۸۰	۴۰۸۹۶۹۷	-۴۳
۴	۲۶۱۵۰۸	۴۰۹۶۴۵۰	-۳	۲۴	۲۴۹۰۲۰	۴۱۰۰۲۳۵	-۱۵	۴۴	۲۵۷۹۴۸	۴۰۹۱۹۷۴	-۲۲
۵	۲۶۰۷۶۴	۴۰۹۶۴۹۱	-۶	۲۵	۲۴۹۶۹۷	۴۱۰۰۸۸۳	-۱۸	۴۵	۲۵۸۰۳۲	۴۰۹۱۸۸۷	-۲۳
۶	۲۶۱۰۹۴	۴۰۹۶۴۹۷	۶	۲۶	۲۵۱۸۰۳	۴۱۰۰۹۷۳	-۱۹	۴۶	۲۵۳۲۰۲	۴۰۸۷۹۹۴	-۳۹
۷	۲۶۱۵۲۴	۴۰۹۶۶۷۷	۷	۲۷	۲۵۴۱۷	۴۰۹۵۴۲۸	-۱۰	۴۷	۲۴۶۰۹۹	۴۰۸۶۱۱۸	-۱۷
۸	۲۶۰۹۱۷	۴۰۹۶۱۱۸	-۱۱	۲۸	۲۴۷۳۷۹	۴۰۹۷۲۰	-۱۳	۴۸	۲۴۸۰۱۳	۴۰۸۶۱۳۲	-۱۶
۹	۲۶۰۸۳۵	۴۰۹۵۸۰۹	-۱۲	۲۹	۲۴۵۰۱۷	۴۰۹۸۸۱۵	-۱۲	۴۹	۲۵۵۰۱۹۷	۴۰۸۵۵۰۰	-۱۵
۱۰	۲۵۵۳۷۲	۴۰۹۸۴۹۶	-۱۵	۳۰	۲۵۰۹۵۶	۴۱۰۰۸۱۷	-۱۳	۵۰	۲۴۹۷۷۰	۴۰۸۵۴۰۵	-۱۳
۱۱	۲۵۴۶۷۴	۴۰۹۸۰۷۵	-۲۵	۳۱	۲۶۲۸۶۲	۴۰۹۶۴۵۸	-۱۳	۵۱	۲۵۰۱۷۸	۴۰۸۵۵۱۹	-۱۸
۱۲	۲۴۷۴۶۹	۴۰۹۷۲۳۳	-۱۳	۳۲	۲۵۷۹۴۸	۴۰۹۲۰۰۲	-۲۵	۵۲	۲۵۳۲۰۲	۴۰۸۷۹۹۴	-۳۹
۱۳	۲۴۸۸۲۸	۴۰۹۷۴۱۵	-۱۵	۳۳	۲۴۸۰۳۶	۴۰۸۶۲۰۲	-۱۹	۵۳	۲۵۰۱۶۶	۴۰۸۵۵۲۲	-۱۷
۱۴	۲۵۵۲۳۲	۴۰۹۸۵۷۲	-۱۶	۳۴	۲۵۷۹۴۰	۴۰۹۱۸۶۸	-۲۲	۵۴	۲۴۸۵۰۱	۴۰۸۶۱۳۴	-۱۷
۱۵	۲۵۵۲۴۲	۴۰۹۸۵۷۷	-۱۶	۳۵	۲۵۲۲۹۴	۴۰۹۳۴۴۲	-۱۰	۵۵	۲۵۷۱۶۰	۴۰۹۶۱۸	-۴۲
۱۶	۲۴۹۶۹۸	۴۱۰۰۵۰۰	-۲۲	۳۶	۲۵۲۹۴۳	۴۰۹۳۲۱۵	-۸	۵۶	۲۵۸۰۳۲	۴۰۹۱۸۸۷	-۲۳
۱۷	۲۵۰۵۱۸	۴۱۰۰۷۴۰	-۲۰	۳۷	۲۵۷۳۰۲	۴۰۸۹۵۹۳	-۴۵	۵۷	۲۴۸۳۹۲	۴۰۸۶۱۵۹	-۱۶
۱۸	۲۵۱۳۰۳	۴۱۰۰۸۶۶	-۱۸	۳۸	۲۵۷۲۲۸	۴۰۸۹۶۴۶	-۴۴	۵۸	۲۵۷۹۷۱	۴۰۹۱۹۵۴	-۲۳
۱۹	۲۴۸۹۰۱۰	۴۱۰۰۳۲۵	-۱۴	۳۹	۲۵۷۹۷۱	۴۰۹۱۹۵۴	-۲۳	۵۹	۲۴۸۴۷۳	۴۰۸۶۲۷۲	-۱۶
۲۰	۲۴۹۶۸۵	۴۱۰۰۸۱۵	-۱۰	۴۰	۲۵۵۷۶۳	۴۰۸۹۶۰۸	-۴۰	۶۰	۲۵۳۱۹۷	۴۰۸۷۸۹۷	-۴۰

در مزارعی که مورد بررسی قرار گرفت، کشاورزان از دو روش برای کاشت بذرهای آفتابگردان استفاده کردند، یکی به وسیله ردیف‌کار پنبه و دیگری عمیق کار غلات. محصولات قبلی کشت شده شامل گندم، جو و کلزا بودند. نظام‌های کودی مورد استفاده شامل کودهای فسفر، نیتروژن، پتاسیم و همچنین اعمال یا عدم کود دامی و کنترل علف‌های هرز نیز شامل وجین دستی، استفاده از سوپرگلانت و عدم مبارزه بود. در این تحقیق عوامل مختلفی همچون طول و عرض جغرافیایی مزرعه، ارتفاع از سطح دریا، وضعیت ضد عفونی بذر، میزان فسفر و نوع آن، میزان پتاسیم و نوع آن، میزان

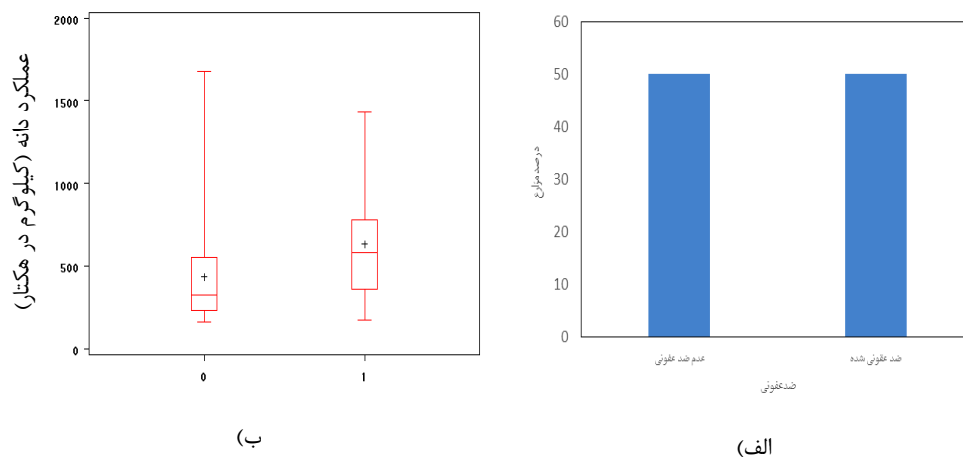
نیتروژن و نوع آن، سایر عناصر غذایی کاربردی، تیمارهای قارچ کش، تیمارهای حشره کش، تیمارهای علف کش، رسیدگی فیزیولوژیک، تراکم بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه بررسی شد و در نهایت خلاء عملکرد و عوامل موثر بر آن تعیین شد.

در هر صفت رابطه بین حداکثر و حداقل عملکردهای را در آن صفت بررسی و متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده بررسی و جهت تحلیل بیشتر مورد استفاده قرار گرفت. در بخش دوم، از طریق رگرسیون رابطه بین تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده (کمی و کیفی کدگذاری شده) و عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. در بخش سوم، از میان مزارع، ۶ عدد (۱۰ درصد) آن‌هایی که دارای بالاترین عملکرد بودند میانگین گرفته شده و به عنوان عملکرد قابل حصول در نظر گرفته شد، سپس از تفاضل این مقدار و میانگین عملکرد کلیه مزارع، مقدار خلاء عملکرد محاسبه شد (Soltani *et al.*, 2010). اختلاف حاصل ضرب مقدار متوسط مشاهده شده برای همان متغیر در ضریب همان متغیر نشان دهنده مقدار خلاء عملکرد ایجاد شده برای آن متغیر است و نسبت مقدار خلاء عملکرد برای هر متغیر به کل خلاء عملکرد سهم آن متغیر در ایجاد خلاء عملکرد را نشان می‌دهد که به صورت درصد بیان می‌شود (Soltani *et al.*, 2010). تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسات میانگین توسط نرم‌افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و Excel 2010 صورت گرفت.

## نتایج و بحث

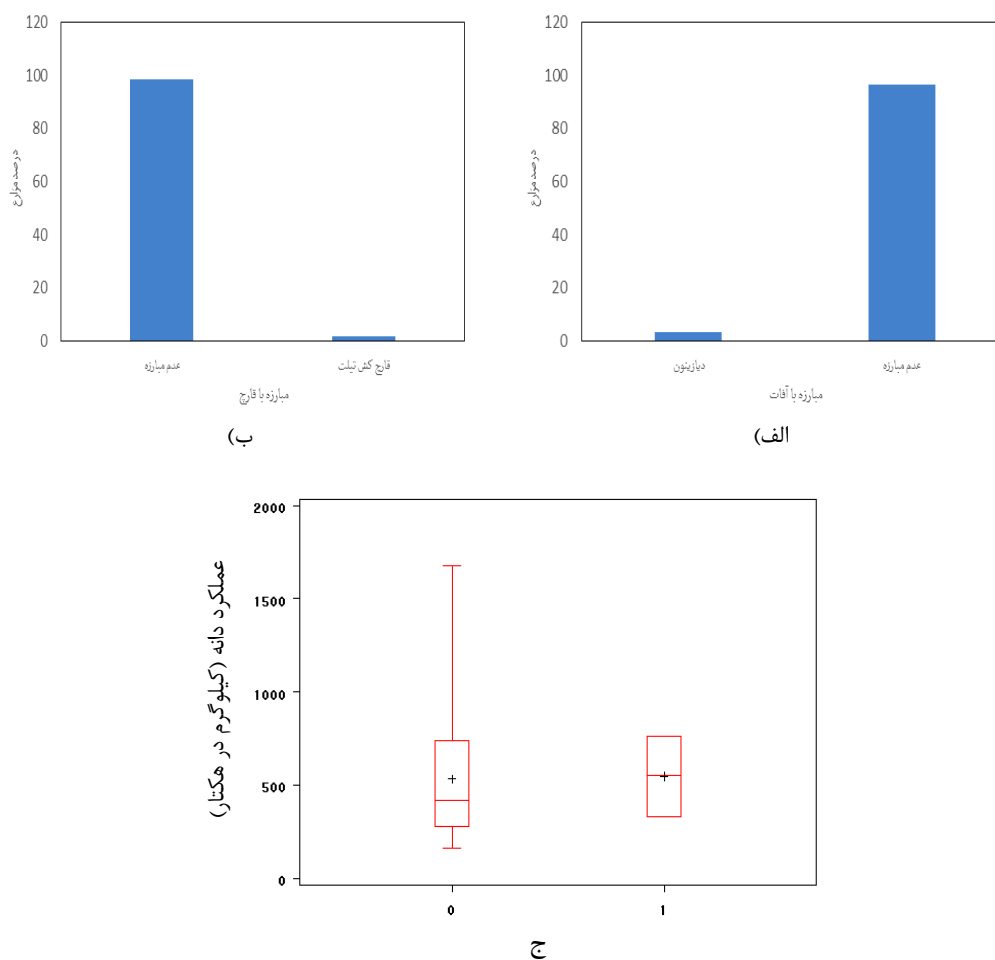
### تأثیر پارامترهای مختلف بر عملکرد

**ضدعفونی بذر:** ضدعفونی بذر موجب کاهش مصرف بذر به دلیل پیش‌گیری از حمله آفات و حشرات خاکزی شده و هزینه‌های کاشت را کاهش می‌دهد. از طرفی با جلوگیری از آسیب بذر در جوانه‌زنی یکنواخت مزرعه و سبز شدن مناسب موثر است و به کشاورز این امکان را می‌دهد تا با دقت بیشتری تراکم نهایی را انتخاب کرده و به آن دست یابند. در ضمن از میزان عمل تنک کاسته و موجب کاهش دفعات ورود به مزارع می‌گردد. در این پژوهش در ۵۰ درصد از مزارع بررسی شده عمل ضد عفونی بذر صورت گرفت اما در باقی مزارع قبل از کاشت بذر ضدعفونی بذر اعمال نگردید (شکل ۱-الف). میانگین عملکرد دانه مزارع در شرایط ضدعفونی و عدم ضدعفونی بذر به ترتیب برابر ۶۳۱ و ۴۳۴ کیلوگرم در هکتار بود که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه ضدعفونی بذر بر عملکرد دانه آفتابگردان است (شکل ۱ ج). داده‌ها نشان می‌دهد که ضدعفونی بذر سبب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد دانه آفتابگردان در مزارع مورد بررسی شده است.



شکل ۱- الف) درصد مزارع ضد عفونی شده آفتابگردان. ب) عملکرد آفتابگردان در شرایط ضد عفونی بذر (۱) و عدم ضد عفونی (۰).

**مصرف آفت کش:** استفاده از ارقام مقاوم به آفات، مراجعه به مراکز خدمات کشاورزی، استفاده از سموم شیمیایی در مقدار و زمان مناسب که مصرف سم در آن زمان منجر به بیشترین سود اقتصادی می شود و به ویژه مبارزه تلفیقی آفات می توانند راهکارهایی جهت کاهش افت عملکرد به واسطه هجوم آفات باشند. با توجه به این که استفاده از آفت کش ها به دلیل اثرات مضر زیست محیطی توصیه نمی شود، بکارگیری ارقام مقاوم به آفات جایگزین بهتری نسبت به آفت کش ها است. در این مطالعه، به طور کلی، در مزارع آفتابگردان مورد بررسی، در ۹۸ درصد از مزارع از هیچ نوع قارچ کشی جهت کنترل قارچ ها استفاده نشد (شکل ۲-الف). همچنین در مزارع منطقه از آفت کش دیازینون جهت مبارزه با ملخ استفاده شد، که از میان ۶۰ مزرعه موجود تنها در ۳ مزرعه این کار صورت گرفت (شکل ۲-ب). میانگین عملکرد دانه در شرایط مصرف حشره کش و عدم مصرف آن به ترتیب برابر ۵۴۷ و ۵۳۲ کیلوگرم در هکتار بود که نشان دهنده مدیریت مناسب در ارتباط با کنترل آفات یا عدم خسارت جدی آفات در مزارع بدون مصرف آفت کش بود (شکل ۲-ج).

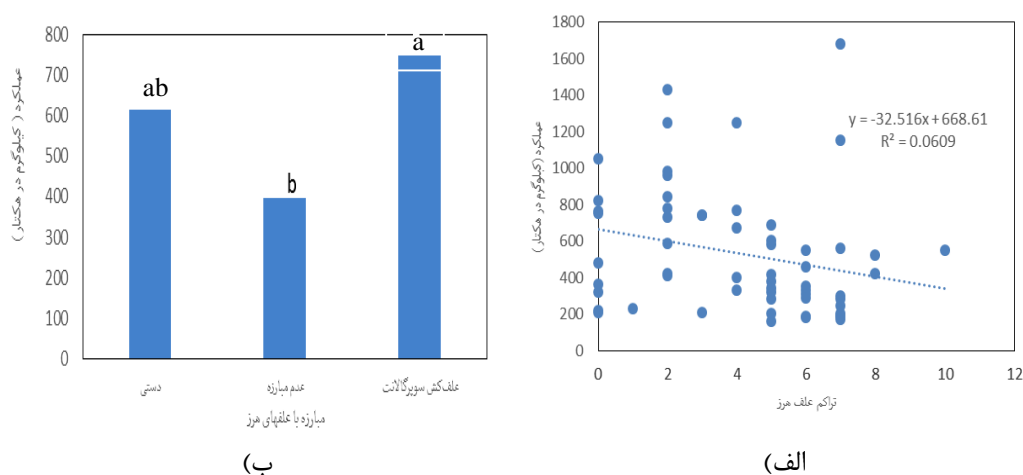


شکل ۲- درصد مزارع آفتابگردان براساس استفاده از الف) قارچ کش و ب) حشره کش. ج) عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط مصرف حشره کش (۱) و عدم مصرف آن (۰)

**علف‌های هرز:** علف‌های هرز تاثیر قابل توجهی بر رشد گیاه اصلی (آفتابگردان) داشته و موجب مصرف آب و مواد غذایی مورد نیاز آن شده، رقابت بین گونه‌ای را افزایش داده و در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. در شکل ۳-الف رابطه میان انتخاب روش‌های مبارزه با علفکش و عملکرد آفتابگردان نشان داده شده است. در این مطالعه شمارش علف‌های هرز در مرحله گلدهی اتفاق افتاد. مشاهده می‌شود در مزارع مورد بررسی بیشترین عملکرد دانه زمانی اتفاق افتاد که کنترل شیمیایی

## فرهاد ثابتی و همکاران

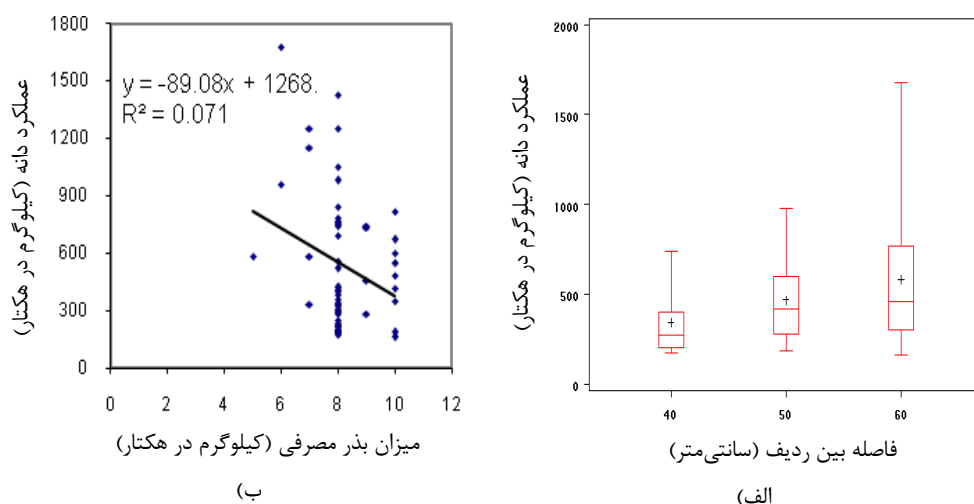
علف‌های هرز با علف‌کش سوپر گالانت صورت گرفت (شکل ۳-الف). اختلاف عملکرد دانه بین مزارعی که به یکی از روش‌های کنترل شیمیایی یا دستی با علف‌های هرز مبارزه شده بود در مقایسه با حالت عدم کنترل بسیار قابل توجه بود. به هر حال افزایش تراکم علف‌های هرز سبب کاهش قابل توجه عملکرد دانه شد (شکل ۳-ب)، اگرچه بر اساس رگرسیون برازش داده شده به مجموع نقاط مربوط به عملکردهای مربوط به انتخاب روش‌های مبارزه با علف‌های هرز (شکل ۳-ب)، رابطه معنی‌داری بین این متغیر کمی و عملکردهای مزارع مورد بررسی مشاهده نشد، اگرچه شکل نشان‌دهنده روند کاهشی عملکرد با افزایش تراکم علف هرز است.



شکل ۳- الف) اثر روش‌های مختلف مبارزه با علف‌های هرز بر عملکرد آفتابگردان.  
ب) رابطه بین تراکم علف هرز در متر مربع و عملکرد آفتابگردان

**میزان بذر و تراکم بوته:** انتخاب فاصله ردیف و تراکم بوته از مهمترین ویژگی‌های زراعی تعیین‌کننده عملکرد است که باعث استفاده بهتر از منابع محیطی مانند نور، آب و تبادلات گرمایی کانوپی می‌شود (Lobell *et al.*, 2009). انتخاب تراکم کاشت از اهمیت خاصی برخوردار است، تراکم کاشت باید به نحوی انتخاب شود که حداقل رقابت بین بوته‌های گیاه به وجود آید و از طرف دیگر فضای خالی در اختیار علف‌های هرز قرار نگیرد (Mueller *et al.*, 2012). اثرات تراکم گیاهی روی عملکرد دانه آفتابگردان بسته به واریته و شرایط آزمایش متفاوت است. با وجود این، آفتابگردان در دامنه‌ای از تراکم‌ها با تنظیم اندازه طبق، اندازه و تعداد دانه در طبق خاصیت جبران‌کنندگی دارد (Khah *et al.*, 1999). روند کاهشی عملکرد دانه با افزایش میزان بذر مصرفی در شکل ۴-الف نشان داده شده است.

همچنین در شکل ۴ عملکرد دانه آفتابگردان در فواصل بین ردیف مختلف در مزارع مورد بررسی ارائه شده است. به طور کلی با افزایش فاصله بین ردیف و در نتیجه کاهش تراکم بوته عملکرد افزایش یافت. میانگین عملکرد دانه در ۶۰ مزرعه مورد بررسی ۵۳۳ کیلوگرم در هکتار بود. تعداد مزارع با فاصله بین ردیف ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر به ترتیب برابر ۶، ۱۳ و ۴۱ مزرعه و میانگین عملکرد دانه در فواصل بین ردیف ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر به ترتیب برابر ۳۴۲، ۴۶۷ و ۵۸۱ کیلوگرم در هکتار بود که نشان‌دهنده افزایش عملکرد با افزایش فاصله بین ردیف است. از آن جایی که تقریباً تمامی مزارع مورد بررسی تحت شرایط دیم کشت شده بودند، لذا به نظر می‌رسد تحت شرایط مقادیر بذر کمتر و فاصله بین ردیف بیشتر نسبت‌های متعادل‌تری از اندام‌های رویشی و زایشی تولید شده و در نتیجه عملکردهای بالاتری به دست آمد.



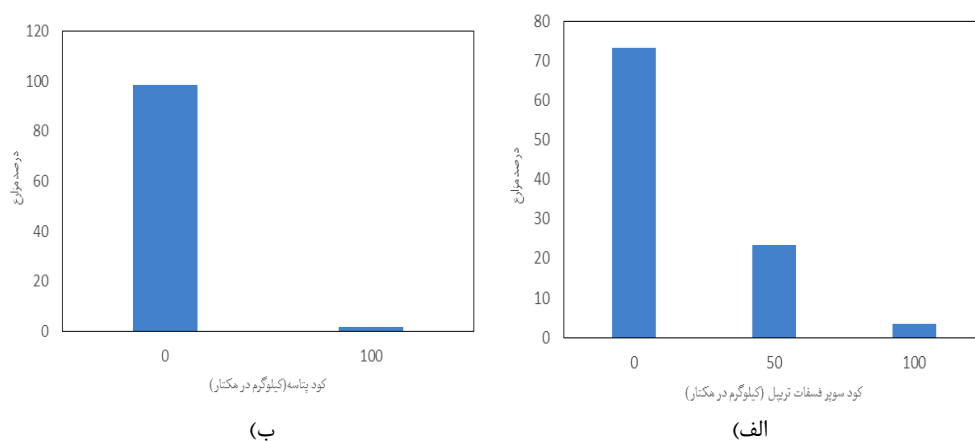
شکل ۴- الف) رابطه بین میزان بذر مصرفی با عملکرد آفتابگردان. ب) عملکرد دانه آفتابگردان در فواصل ردیف مختلف

**تغذیه گیاه:** مصرف کودهای شیمیایی از جمله کودهای فسفاته و پتاسه قبل از کاشت و کود ازته به صورت سرک در طول فصل رشد، امکان تغذیه بهتر گیاه را فراهم می‌آورد (Boogaard *et al.*, 2013). در این مطالعه مشخص شد که در مزارع مورد بررسی در شهرستان‌های گمیشان و بندرترکمن در ۹۸ درصد از مزارع کشت آفتابگردان از کود پتاسیم استفاده نشد و تنها در ۲ درصد از مزارع از کود پایه پتاس به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد (شکل ۵-الف). سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*,

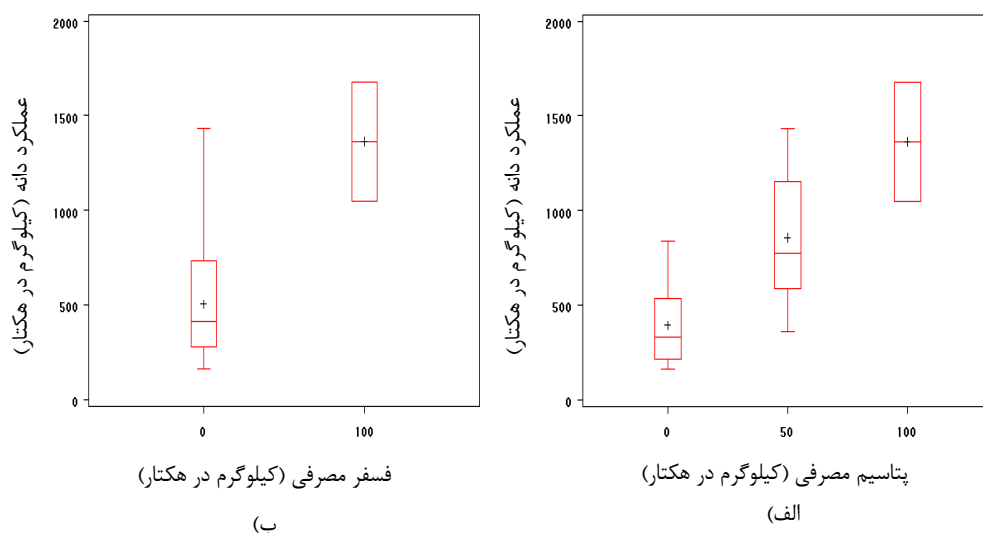


2010) به تحلیل عوامل محدود کننده عملکرد گندم در شرایط گرگان پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که میزان مصرف پتاسیم، ۲۰ درصد در خلا عملکرد نقش داشت و با بهینه‌سازی آن می‌توان عملکرد گندم در گرگان را به میزان قابل توجهی در هر هکتار افزایش داد. به همین ترتیب ۷۳ درصد از مزارع آفتابگردان بدون استفاده از کود فسفر پایه اقدام به کشت شده، ۲۳ درصد از مزارع از ۵۰ کیلوگرم و تنها ۴ درصد از مزارع از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر استفاده کردند (شکل ۵-ب).

از طرفی شکل ۶ نشان می‌دهد با افزایش مصرف کودهای فسفر و پتاس در مزارع مورد بررسی عملکرد دانه آفتابگردان افزایش یافت. میانگین عملکرد دانه در شرایط مصرف پتاس (تنها دو مزرعه) ۱۳۶۵ و در شرایط عدم مصرف پتاس ۵۰۴ کیلوگرم در هکتار بود، که نشان دهنده برتری ۲۷۱ درصدی عملکرد تحت شرایط مصرف پتاسیم است. همچنین مصرف فسفر به میزان ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۲۱۸ و ۳۴۸ درصد عملکرد دانه را نسبت به عدم شرایط مصرف فسفر افزایش داد. میانگین عملکرد دانه در شرایط مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به ترتیب برابر ۸۵۶ و ۱۳۶۵ کیلوگرم در هکتار و در شرایط عدم مصرف پتاس برابر ۳۹۲ کیلوگرم در هکتار بود، که نشان‌دهنده افزایش عملکرد با افزایش مصرف کودهای پایه فسفر و پتاس است.

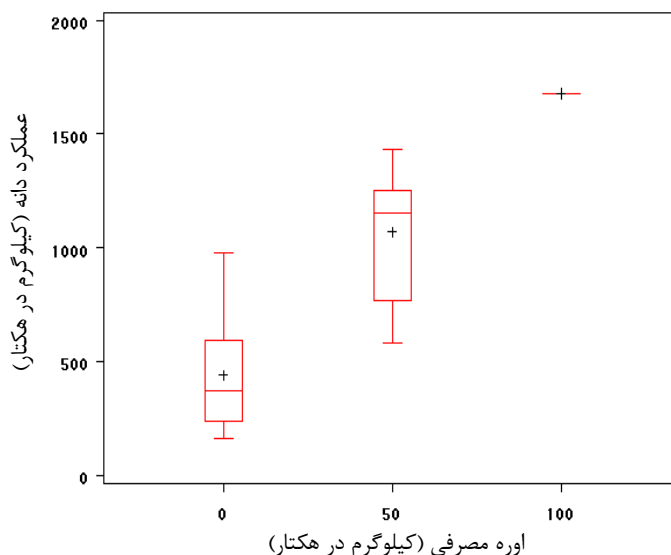


شکل ۵- درصد مزارع مورد بررسی براساس میزان کود پتاس (الف) و فسفر (ب)



شکل ۶- مقایسه عملکرد دانه در مزارع مورد بررسی براساس میزان کود پتاس (الف) و فسفر (ب)

نظر به نقش مهم نیتروژن در عملکرد و بهبود فرایندهای حیاتی و کمبود آن در اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، این عنصر به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل محدود کننده عملکرد آفتابگردان محسوب می‌گردد. با این حال مصرف زیاد نیتروژن، عملکرد را به دلیل افزایش رشد رویشی (Scheiner *et al.*, 2002) و کیفیت دانه‌ها را به دلیل کاهش درصد روغن (Steer and Seiler, 2009) تحت تأثیر قرار می‌دهد. شکل ۷ رابطه میان اثر کود نیتروژن و عملکرد نشان داده شده است. از ۶۰ مزرعه مورد مطالعه تنها در ۸ مزرعه از کود اوره استفاده شده بود و در ۵۲ مزرعه هیچ گونه کود نیتروژنی استفاده نشد. عملکرد دانه (تنها یک مزرعه) در شرایط مصرف ۱۰۰ کیلوگرم اوره ۱۶۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین میانگین عملکرد دانه در شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم اوره ۱۶۰۸ کیلوگرم در هکتار و در شرایط عدم مصرف اوره ۴۳۸ کیلوگرم در هکتار بود. این موضوع نشان داد که مصرف کود اوره به میزان ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۳۶۷ و ۳۸۴ درصد عملکرد دانه را نسبت به عدم شرایط مصرف اوره افزایش داد.



شکل ۷- رابطه بین میزان اوره مصرفی و عملکرد آفتابگردان در مزارع مورد بررسی

چو و همکاران (Cho *et al.*, 1987) گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن، طول دوره پر شدن دانه و وزن هزار دانه افزایش می‌یابد. آن‌ها اظهار داشتند افزایش نیتروژن میزان اسیمیلاسیون را افزایش می‌دهد و از طریق افزایش نقل و انتقال مواد به دانه، موجب افزایش سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه شده و در نهایت وزن دانه سیر صعودی پیدا می‌کند. چو و همکاران (Cho *et al.*, 1987)؛ تسونو و همکاران (Tsunno *et al.*, 1994) علت بیشتر شدن سرعت پر شدن دانه در بوته‌هایی که کود نیتروژن را به صورت سرک دریافت کرده بودند به غلظت بالای نیتروژن برگ در طی مرحله پر شدن دانه نسبت دادند. آن‌ها اظهار داشتند مصرف نیتروژن در طول دوره رشد به‌ویژه دوره پر شدن دانه موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ‌های بالایی و تأخیر در پیری برگ می‌شود، که این موضوع موجب افزایش میزان مواد فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده (Murchie *et al.*, 2002)، افزایش وزن دانه و در نتیجه عملکرد می‌گردد (Yamaguchi *et al.*, 1995).

امروزه هدف اصلی در تولید محصولات کشاورزی افزایش عملکرد همراه با کاهش اثرات زیست محیطی سیستم‌های کشاورزی است (Mueller *et al.*, 2012). این امر از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح و کاهش خلاء بین عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل قابل دستیابی است. بر اساس نتایج به دست آمده پتانسیل عملکرد تولید دانه در گیاه آفتابگردان در دو شهرستان گمیشان و بندر ترکمن، مقدار

۱۳۰۲ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد ۶۰ مزرعه در دو شهرستان ۵۳۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (اختلاف عملکرد به مقدار ۷۶۹ کیلوگرم در هکتار). شرایط رشدی مطلوب تر و مدیریت زراعی بهتر مقدار خلاء عملکرد را کاهش خواهد داد. در نتیجه در صورتی که بتوان گزینه‌های مدیریتی درستی را در نظام‌های تولید بکار گرفت، می‌توان عملکرد این محصول را تا دو الی سه برابر افزایش داد.

#### منابع

- Boogaard, H., Wolf, J., Supit, I., Niemeier, S., and van Ittersum, M. 2013. A regional implementation of WOFOST for calculating yield gaps of autumn sown wheat across the European Union. *Field Crops Res.* 143: 130-142.
- Cho, D.S., Jong, S.K., Park, Y.K., and Son, S.Y. 1987. Studies on the duration and rate of grain filling in rice (*Oryza sativa* L.). I. Varietal difference and effects of nitrogen. *Korean J. Crop Sci.* 32 (1): 103-111.
- Fischer, R. and Edmeads, G.O. 2010. Breeding and Cereal Yield Progress. *Crop Science.* 50: 85-98.
- Ghanbari, A., and Taei-Semiromi, J. 2012. New approach for regional crop yield gap analysis in the Borujen Plain, Iran. *Afr. J. Biotech.* 11: 6368-6376.
- Hochman, Z., Gobbett, D., Holzworth, D., McClelland, T., Van-Rees, H., Marinoni, O., Garcia, J.N. and Horan, H. 2013. Quantifying yield gaps in rained cropping systems: A case study of wheat in Australia. *Field Crops Res.* 143:98-105.
- Khah, E.M., Roberts, E.H., and Ellis, R.H. 1999. Effect of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant population densities. *Field Crop Res.* 20: 175-190.
- Lobell, D.B., Cassman, K.G., and Field, C.B. 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. *Annual Rev. Environ. & Res.* 34: 179-204.
- Lu, C., and Fan, L. 2013. Winter wheat yield potentials and yield gaps in the North China Plain. *Field Crops Res.* 143: 98-105.
- Meng, Q., Hou, P., Wu, L., Chen, X., Cui, Z., and Zhang, F. 2013. Understanding production potentials and yield gaps in intensive maize production in China. *Field Crops Res.* 143: 91-97.
- Mueller, N.D., Gerber, J.S., Johnston, M., Ray, D.K., Ramankutty, N., and Foley, J.A. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature.* 490: 254-257.
- Murchie, E.H., Yang, J., Hubbart, S., Horton, P. and Peng, S. 2002. Are there associations between grain-filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field-grown Rice. *J. Euro. Sci.* 53: 2217-2224.

- Neumann, K., Verburg, P.H., Stehfest, E. and Müller, C. 2010. The yield gap of global grain production: A spatial analysis. *J. Agri. Syst.* 103: 316-326.
- Scheiner, J.D., Gutierrez-Boem, F.H. and Lavado, R.S. 2002. Sunflower nitrogen requirement and 15N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *Eur. J. Agron.* 17: 73-79.
- Soltani, A., Torabi, B. Galeshi, S. and Zeinali, E. 2010. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan with Comparative Performance Analysis (CPA) method. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 67 p.
- Spiets, J.H.J., and Vos, J. 1985. Grain growth of wheat and its limitation by carbohydrate and nitrogen supply. *Crop Sci.* 36: 541-549.
- Steer, B.T., and Seiler, G.I. 2009. Changes in fatty acid composition of sunflower seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. *J. Sci. Food Agric.* 51: 11-26.
- Tsuno, Y., Yamaguchi, T., and Nakano, J. 1994. Potential dry matter production and grain filling process of rice plant from the viewpoint of source-sink relationships and the role of root respiration in its relationship. *Bulletin of the faculty of Agriculture, Tottori University.* 47: 1-10.
- van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Titttonell, P., and Hochman, Z. 2013. Yield gap analysis with local to global relevance-A review. *Field Crops Res.* 143:4-17.
- van Wart, J., van Bussel, L.G.J., Wolf, J., Licker, R., Grassini, P., Nelson, A., Boogaard, H., Gerber, J., Mueller, N. D., Claessens, L., van Ittersum, M.K., and Cassman, K.G. 2013. Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. *Field Crops Res.* 143: 44-55.
- Yamaguchi, T., Tsuno, Y., Nakano, J. and Miki, K. 1995. Influence of nitrogen content on grain weight at the early ripening stage and relationship between root respiration and leaf area per spikelet of rice plants. *Agron. J.* 33:251-258.

