



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

صفحه‌های ۸۶-۷۳

مقاله پژوهشی:

تحلیل عامل‌های زراعی مؤثر بر کاهش عملکرد ذرت دانه‌ای در ایران با استفاده از روش فراتحلیل

علی ماهرخ^{۱*}، فرید گل‌زردی^۱، فرهاد عزیزی^۱، سید محمد علی مفیدیان^۱، محمد زمانیان^۱، وحید رهجو^۱، مسعود ترابی^۲، الیاس سلطانی^۳

۱. استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۲. استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

۳. استادیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰۴

چکیده

به‌منظور شناسایی عامل‌های محدودکننده تولید ذرت دانه‌ای در کشور، مطالعه‌ای با هدف جزئی‌سازی عامل‌های مدیریتی تأثیرگذار و تأثیرپذیر در امر تولید ذرت دانه‌ای کشور انجام شد. در این بررسی داده‌های به‌دست‌آمده از ۹۵ مورد گزارش نهایی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و با مقاله‌های مستخرج از آن‌ها طی ده سال اخیر با استفاده از روش فراتحلیل (متاآنالیز) تجزیه و تحلیل شدند. براساس نتایج حاصل از این مطالعه، تراکم ۲/۹۳ درصد، آرایش کاشت ۶/۸۱ درصد، تناوب زراعی ۱۱/۱۲ درصد، کشاورزی حفاظتی ۲/۲۸ درصد، تنش خشکی ۲۵/۲۸ درصد، رقم ۴/۹۹ درصد، تاریخ کاشت ۴/۴۶ درصد و کود نیتروژن ۲۵/۸۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه ذرت را توجیه کردند. بر این اساس، تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، آرایش کاشت دو ردیف زیگزاگ، الگوی کشت گیاهان خانواده لگومینوز- ذرت، کشت در داخل بقایا، شرایط آبیاری نرمال و بدون تنش خشکی (به شرط فراهمی آب آبیاری)، ارقام با گروه رسیدگی ۷۰۰ (به شرط کفایت فصل رشد)، تاریخ کاشت در اقلیم‌های معتدل و معتدل گرم، اردیبهشت‌ماه و در اقلیم‌های گرم، کشت تابستانه مردامه و در نهایت مصرف حداکثر ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره جهت کاهش خلأ عملکرد ذرت دانه‌ای توصیه می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: تاریخ کاشت، تراکم بوته، تناوب زراعی، تنش خشکی، کشاورزی حفاظتی، کود نیتروژن.

Agronomical Factor Analysis on Grain Maize Yield Decline in Iran with Meta-Analysis Method

Ali Mahrokh^{1*}, Farid Golzardi¹, Farhad Aziz¹, Seyed Mohammad Ali Mofidian¹, Mohammad Zamanian¹, Vahid Rahjoo¹, Masoud Torabi², Elias Soltani³

1. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

2. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Agronomy Sciences and Plant Breeding, College of Aburayhan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

Received: November 25, 2019

Accepted: August 16, 2020

Abstract

To identify the limiting factors in grain maize production in Iran, a study has been carried out to particulate effective and influential management factors of this crop's production in the country. The data come from 95 final reports or extracted articles in Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), undergoing meta-analysis. Based on this study, of all grain maize variation, 2.93% is justified by plant density, 6.81% by planting structure, 11.12% by planting rotation, 2.28% by conservation agriculture, 25.28% by drought stress, 4.99% by cultivar, 4.46% by planting date, and 25.84% by nitrogen fertilizer. Accordingly, 100 thousand plants per hectare, zigzag double rows planting structure, maize-leguminous crops planting pattern, cultivating in residue, optimum irrigation without drought stress (in case of water availability), 700 maturity group cultivar (in case of adequate growing season), planting in May and early August in temperate and tropical climate, and using maximum 100-300 kg urea fertilizer per hectare are recommended to decrease yield gap in grain maize production.

Keywords: Conservation agriculture, crop rotation, drought stress, nitrogen fertilizer, planting date, planting density.

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر تأثیر برخی عامل‌های مدیریتی بر کاهش عملکرد ذرت دانه‌ای در کشور، در قالب پروژه‌ها و طرح‌های پژوهشی به‌طور مجزا و مستقل مورد بررسی قرار گرفته است و نقش هر کدام از این عامل‌ها به‌طور مجزا بر کاهش عملکرد مشخص شده است ولی لازم است که نتایج این پژوهش‌های متعدد در کنار یکدیگر بررسی شوند تا به یک جمع‌بندی در مورد عامل‌های مؤثر بر عملکرد ذرت دانه‌ای دست یافت. از طرف دیگر، به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی و ویژگی‌های خاک در آزمایش‌های مختلف، به‌ندرت ممکن است که نتایج یکسانی از پژوهش‌های مشابه حاصل شود (Soltani & Soltani, 2014)، بنابراین لازم است که پژوهش‌های مختلف در یک جمع‌بندی به‌صورت آماری بررسی شوند تا بتوان با اطمینان (از لحاظ آماری) در مورد اثر هر عامل بر عملکرد و صفات گیاهی اظهار نظر کرد (Sutton & Higgins, 2008). اگر نتیجه این جمع‌بندی حاصل تجزیه آماری تعداد زیادی از مقالات و پژوهش‌های مختلف باشد، به‌لحاظ آماری می‌توان گفت که در مجموعه‌ای از مطالعات چه نتیجه‌ای حاصل شده است (Soltani & Soltani, 2014). به این نحوه تحلیل آماری که قابلیت برآورد اثرات کلی از مطالعات متنوع انجام‌شده تحت شرایط مختلف را دارد در اصطلاح روش فراتحلیل (متاآنالیز) گفته می‌شود (Pelzer et al., 2014).

Khaliliaqdam et al. (2018) با بررسی تأثیر برخی عامل‌های مؤثر بر عملکرد گندم در ایران با روش فراتحلیل گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه گندم با مصرف ۱۵۰-۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. در این مطالعه مشخص شد که انجام خاک‌ورزی ثانویه در قیاس با خاک‌ورزی رایج، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گندم را کاهش داد و این

کاهش در اراضی دیم مشهودتر بود. Soltani & Soltani (2015) در بررسی اثر پرایمینگ بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و عملکرد گیاهان زراعی با استفاده از فراتحلیل دریافتند که پرایمینگ بذر باعث افزایش عملکرد محصول، درصد ظهور گیاهچه (سبز شدن)، سرعت جوانه‌زنی، سرعت ظهور گیاهچه و درصد جوانه‌زنی بذر به‌ترتیب به میزان ۲۸، ۱۹، ۱۷، ۱۵ و ۴ درصد شد. در این مطالعه مشخص شد که با پرایمینگ بذر به‌مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت، بیش‌ترین افزایش در درصد جوانه‌زنی (۱۴ درصد) حاصل شده است، درحالی‌که پرایمینگ بذر به‌مدت کم‌تر از ۱۲ ساعت، باعث بیش‌ترین افزایش در عملکرد محصول (به میزان ۲۶ درصد) شد (Soltani & Soltani, 2015).

نتایج فراتحلیل انجام‌شده روی ۳۳۱۳ مقاله منتشرشده در زمینه کشت مخلوط که توسط Yu et al. (2015) انجام شد نشان داد که کشت مخلوط گیاهان سه‌کربنه با چهارکربنه می‌تواند بهره‌وری اراضی کشاورزی دنیا را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد. هم‌چنین نتایج یک فراتحلیل که اخیراً انجام شده است، نشان می‌دهد که در سراسر دنیا نظام‌های کشت مخلوط می‌توانند عملکرد و پایداری عملکرد را افزایش دهند و در نتیجه سهم مهمی را در تولید پایدار و اکولوژیکی محصولات کشاورزی برای پاسخگویی به تقاضای جهانی غذا داشته باشند (Raseduzzaman & Jensen, 2017).

Khaliliaqdam & Mosanaiey (2019) با فراتحلیل اثر کود نیتروژن بر عملکرد گیاهان صنعتی گزارش کردند که سطح بهینه مصرف کود نیتروژن برای افزایش عملکرد سویا ۲۰۰ کیلوگرم، سیب‌زمینی ۱۰۰-۸۰ کیلوگرم، گلرنگ ۱۰۰-۹۰ کیلوگرم، آفتابگردان ۱۵۰ کیلوگرم، پنبه ۳۰۰ کیلوگرم، چغندر قند ۲۰۰-۱۸۰ کیلوگرم و کنجد ۵۰ کیلوگرم بود. در این مطالعه مشخص شد که مصرف این مقادیر کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه این

۲. مواد و روش‌ها

براساس جدول (۱)، برای انجام این بررسی از نتایج ۹۵ مطالعه که در ده سال گذشته انجام شده بودند، استفاده شد. جهت بررسی داده‌ها از روش فراتحلیل استفاده شد. در این روش نه تنها به اختلاف بین نتایج کمی مطالعات، بلکه به واریانس اندازه اثر نیز توجه می‌شود (Soltani & Soltani, 2014). به این منظور در هر پژوهش مقادیر میانگین، انحراف معیار و اندازه نمونه (تعداد تکرار در هر آزمایش) برای تیمار شاهد و تیمار اعمال شده که در جدول (۱) نشان داده شده‌اند استخراج شد. سپس ضمن دسته‌بندی داده‌ها، نسبت واکنش (R) و لگاریتم طبیعی آن به ترتیب مطابق رابطه‌های (۱) و (۲) به دست آمد:

$$R = \frac{\bar{x}_E}{\bar{x}_C} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$L = \ln R = \ln\left(\frac{\bar{x}_E}{\bar{x}_C}\right) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه (۱)، \bar{x}_E و \bar{x}_C به ترتیب مقدار میانگین صفت در تیمار اعمال شده و تیمار شاهد هستند. به دو دلیل بهتر است که نسبت واکنش برحسب مقیاس لگاریتم به صورت خطی تبدیل شود (Soltani & Soltani, 2014).

محصولات به ترتیب به میزان ۰/۷۱، ۰/۸۵/۶۷، ۰/۸۵/۴۸، ۰/۱۷/۴۳، ۰/۸۴/۲۸ و ۰/۶۳/۴۹ درصد شده است. در مطالعه‌ای که توسط Linquist et al. (2013) به منظور فراتحلیل تأثیر کودهای نیتروژن با کارایی بالا بر عملکرد و جذب نیتروژن در مزارع برنج انجام شد، مشخص گردید که کاربرد این کودها باعث افزایش ۰/۷ درصدی عملکرد و ۸ درصدی جذب نیتروژن توسط گیاه شده است. با این فراتحلیل مشخص شد که افزایش اسیدیته خاک، میزان عملکرد و جذب نیتروژن توسط برنج را افزایش داد. Huang et al. (2013) در بررسی تأثیر بقایای گیاهی بر عملکرد برنج در کشور چین با استفاده از روش فراتحلیل گزارش کردند که در مجموع مطالعات، استفاده از بقایای گیاهی منجر به افزایش معنی‌دار و حدود ۰/۲ درصدی عملکرد برنج شد.

هدف از مطالعه حاضر جمع‌آوری نتایج آزمایش‌های انجام شده در یک دهه اخیر در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جهت بررسی عامل‌های مدیریتی کاهش عملکرد دانه ذرت با استفاده از روش فراتحلیل است تا به یک نتیجه نهایی در رابطه به عامل‌های مؤثر بر کاهش عملکرد گیاه یادشده، دست یافت.

جدول ۱. تعداد مطالعه‌ها و نوع تیمار بررسی شده در ذرت دانه‌ای در روش فراتحلیل

ردیف	تیمار	شاهد	تعداد مطالعه	مرجع
۱	زراکم بوته	۷۵۰۰۰ بوته در هکتار	۱۴	
۲	آرایش کاشت	نک‌ردیفه وسط پشته	۱۱	گزارش‌های نهایی
۳	تناوب زراعی	گندم-ذرت	۵	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج
۴	کشاورزی حفاظتی	کشاورزی مرسوم	۴	کشاورزی / مقالات
۵	ننش خشکی	عدم تنش خشکی	۲۳	مستخرج از آنها
۶	رقم	سینگل کراس ۷۰۴	۱۹	
۷	ناریخ کاشت	کشت اول (اردیبهشت‌ماه) و کشت تابستانه (تیرماه)	۸	
۸	کود نیتروژن	عدم مصرف کود / کم‌ترین میزان مصرف	۱۱	

سپس میانگین‌های آنتی‌لگاریتم شده (μ_p) مقایسه و حدود اطمینان برای (μ_p) براساس رابطه (۷) محاسبه گردید (Soltani & Soltani, 2014):

$$\exp(CL_L) \leq \mu_p \leq \exp(CL_U) \quad (۷)$$

البته باید توجه داشت که حدود اطمینان برای لگاریتم نسبت واکنش متقارن است، ولی حدود اطمینان داده‌هایی که معکوس تبدیل روی آن‌ها انجام شده (μ_p) متقارن نخواهد بود. در این رابطه با استفاده از این آزمون تعیین شد که کدام تیمار دارای اثر افزایشی و کدام تیمار اثر کاهش‌ی روی عملکرد گیاه مورد مطالعه را دارد، ضمن این‌که تیمارهایی که هیچ نوع اثر مثبت یا منفی روی اجزای یادشده نداشتند، نیز مشخص شدند. کلیه مراحل آماری و رسم نمودار درصد تغییرات در محیط نرم‌افزار اکسل انجام گردید.

۳. نتایج و بحث

براساس نتایج به‌دست‌آمده از روش فراتحلیل، درصد تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه ذرت به‌صورت کلی عبارت بودند از تراکم ۲/۹۳ درصد و معنی‌دار، آرایش کاشت ۶/۸۱ درصد و غیرمعنی‌دار، تناوب ۱۱/۱۲ درصد غیرمعنی‌دار، کشاورزی حفاظتی ۲/۲۸ درصد و غیرمعنی‌دار، تنش خشکی ۲۵/۲۸- درصد و معنی‌دار، رقم ۴/۹۹- درصد و معنی‌دار، تاریخ کاشت ۴/۴۶ درصد و معنی‌دار و کود نیتروژن ۲۵/۸۴ درصد و معنی‌دار (جدول ۲). در مجموع ۸۳/۷۱ درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت توسط عوامل فوق توجیه شد (جدول ۲).

۳.۱. تراکم بوته

براساس نتایج فراتحلیل چهارده مطالعه انجام شده در رابطه با تراکم بوته در هکتار و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت، تراکم به‌طورکلی باعث تغییرات عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری به میزان ۲/۹۳ درصد گردید (شکل ۱).

دلیل اول این‌که، برخلاف نسبت (R) که بیش‌تر تحت تأثیر تغییرات مخرج کسر (به‌ویژه وقتی مخرج کوچک باشد) است، مقیاس لگاریتم خطی با انحرافات صورت و مخرج کسر رفتار مشابهی دارد. به این مفهوم که لگاریتم این نسبت به‌طور مساوی تحت تأثیر تغییرات صورت و مخرج کسر قرار دارد. دلیل دوم این است که توزیع نسبت واکنش (R) معمولاً چولگی دارد، ولی توزیع نسبت واکنش به‌صورت لگاریتمی (L) به‌صورت معمول نرمال خواهد بود.

بهترین راه برای مقایسه مطالعه‌های مختلف، استفاده از میانگین اثر آن‌ها است. چون در تخمین اندازه تأثیر آزمایش‌های مختلف، دقت‌های متفاوتی وجود دارد. بنابراین قبل از فراتحلیل، بهتر است وزن‌دهی داده‌ها صورت گیرد، به‌طوری‌که مطالعه‌هایی که دقت آزمایشی بالاتری دارند، وزن بیش‌تری نیز داشته باشند که این موجب افزایش دقت اندازه تأثیر تخمین‌زده خواهد شد. برای این منظور میانگین وزنی لگاریتم نسبت واکنش که بیش‌ترین دقت (کم‌ترین واریانس) را ایجاد می‌کند، با استفاده از رابطه‌های (۳) و (۴) محاسبه شد:

$$\ln R = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln R_i \times W_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{L^*} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \times L_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (۴)$$

که در این رابطه i و w به‌ترتیب شماره مطالعه و تعداد تکرار در هر مشاهده هستند. حدود اطمینان برای میانگین لگاریتم نسبت واکنش ($\mu_{\lambda} \ln R$) که با (CL_U, CL_L) نشان داده می‌شوند، نیز از طریق رابطه‌های (۵) و (۶) به‌دست آمد (Soltani & Soltani, 2014):

$$CL = \bar{L}^* \pm (-z_{\alpha/2} \times SEM(\bar{L}^*)) \quad (۵)$$

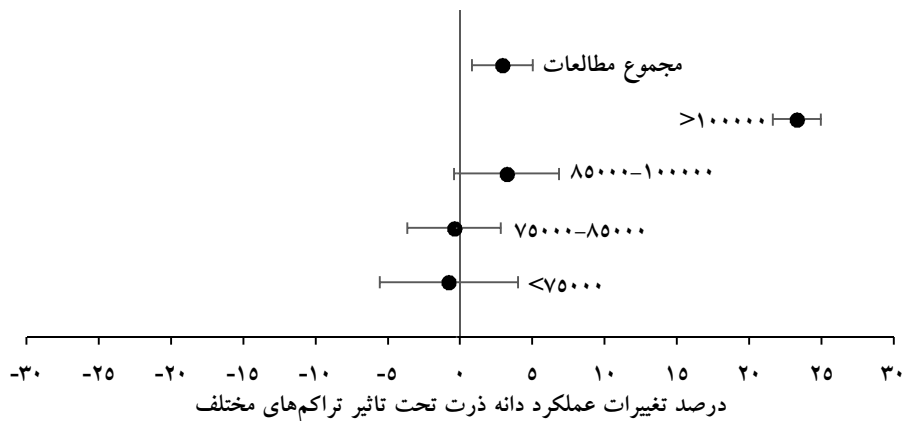
$$(CL_L) \leq \mu_{\lambda} \leq (CL_U) \quad (۶)$$

درگام بعدی از مقادیر (μ_{λ})، آنتی‌لگاریتم گرفته شد.

جدول ۲. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش به صورت کلی

تیمار	درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت	فاصله اطمینان	سطح احتمال
تراکم بوته	+۲/۹۳	۲±۰/۹	*
آرایش کاشت	+۶/۸۱	۲۹±۰/۲۲	ns
تناوب	+۱۱/۱۲	۲۰±۰/۰۵	ns
کشاورزی حفاظتی	+۲/۲۸	۱۴±۰/۲۴	ns
تنش خشکی	-۲۵/۲۸	۲۰±۰/۱۲	*
رقم	-۴/۹۹	۳±۰/۹۷	*
تاریخ کاشت	+۴/۴۶	۳±۰/۸۰	*
کود نیترژن	+۲۵/۸۴	۸±۰/۲۳	*

* و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد و عدم معنی‌داری است.



شکل ۱. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تراکم‌های مختلف (تعداد بوته در هکتار)

در مقایسه با تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار.

(میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را در خود گنجانده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشند.)

(شکل ۱). این در حالی است که در برخی از آزمایش‌های انجام‌شده در این مطالعه تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار به عنوان بهترین تراکم برای تولید حداکثر عملکرد معرفی شده بود. به نظر می‌رسد این افزایش عملکرد به دلیل افزایش تعداد دانه در هکتار باشد. نتایج مطالعه Azizi & Mahrokh (2013) نشان می‌دهد که تراکم بوته اثر مهمی بر توزیع ماده خشک در گیاه ذرت دارد، به طوری که در تراکم‌های بالا به علت کاهش مواد فتوسنتزی طی دوره گل دهی عمیقی دانه

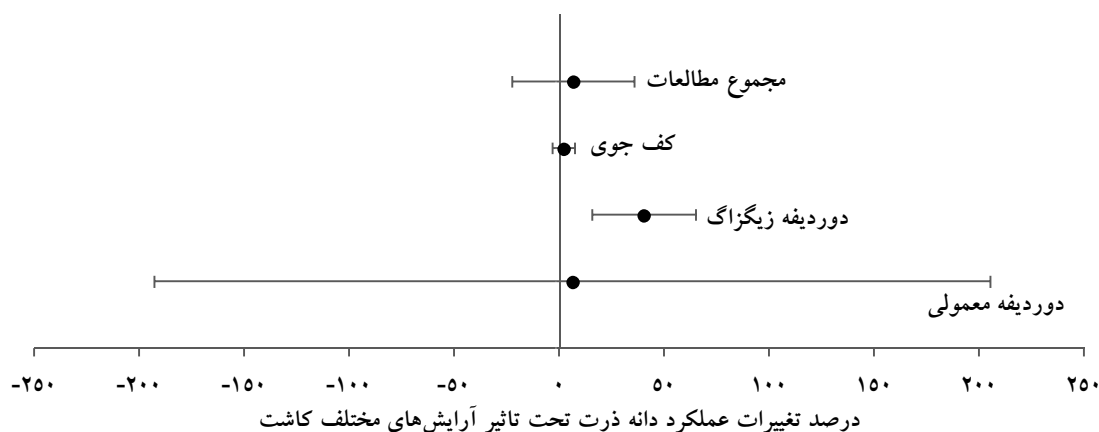
در تراکم‌های کم‌تر از ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار عملکرد دانه کاهش می‌یابد که این مقدار معنی‌دار نبود (شکل ۱). با افزایش تراکم بوته از ۷۵ تا ۸۵ هزار بوته در هکتار درصد تغییرات عملکرد دانه به صفر نزدیک شد (شکل ۱)، ولی با افزایش تراکم از ۸۵ تا ۱۰۰ هزار بوته، عملکرد حدود ۵ درصد افزایش داشت که این مقدار معنی‌دار نبود (شکل ۱). با افزایش تراکم بوته بیش‌تر از ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، عملکرد حدود ۲۵ درصد افزایش معنی‌داری یافت

کشت دو ردیف به صورت زیگزاگ است. Izadi & Emam (2010) بیان می کنند که تغییر در ساختار سایه انداز گیاهی برای ایجاد شرایطی که بوته ها بتوانند حداکثر تابش را جذب کنند، یکی از مهم ترین راه کارها در جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی است. در آزمایش آن ها تأثیر آرایش کاشت بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود و بیش ترین شاخص برداشت از آرایش کاشت زیگزاگی به دست آمد. هم چنین عملکرد دانه در این نوع آرایش کاشت با میانگین ۱۴۸۴۰ کیلوگرم در هکتار بیش ترین میزان عملکرد تولیدی بود. به طور کلی، هرچه در طراحی آرایش کاشت، شکل مستطیل به شکل مربع تغییر یابد علاوه بر این که گیاهان از سرعت رشد و شاخص سطح برگ بیش تری برخوردار خواهند بود، شرایط دسترسی بوته ها به نور، آب و عناصر غذایی آسان تر خواهد شد. هم چنین در حال حاضر در مناطق شور کشور الگوی کاشت کف فارو به دلیل شست و شوی املاح از اطراف ریشه ذرت و تجمع بیش تر نمک در وسط پشته جهت اجتناب از تنش شوری مرسوم است.

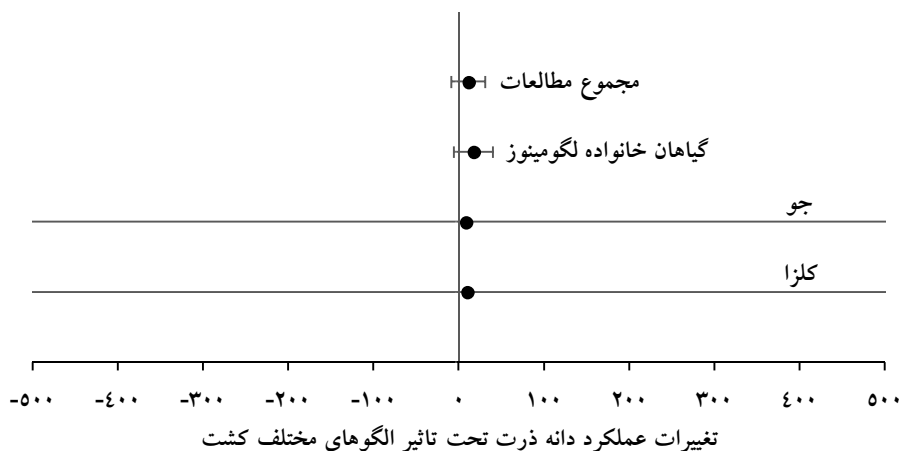
اتفاق می افتد. Izadi & Emam (2010) گزارش کردند که بیش ترین عملکرد دانه ذرت با میانگین ۱۳۴۸۰ کیلوگرم در هکتار از تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل شد، اما Mousavi Nik (2011) گزارش کرده است که در هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، تراکم مطلوب برای تولید حداکثر عملکرد ۷۵ هزار بوته در هکتار است.

۲.۳. آرایش کاشت

نتایج فراتحلیل در مورد آرایش کاشت و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت نشان داد که به طور کلی آرایش کاشت باعث تغییرات عملکرد دانه به میزان ۶/۸۱ درصد به صورت غیر معنی دار می شود (شکل ۲). با کشت ذرت در آرایش های مختلف دو ردیف معمولی و کف جوی درصد تغییرات عملکرد دانه در مقایسه با کشت تک ردیفه وسط پشته، مثبت بود ولی معنی دار نبودند (شکل ۲). در آرایش کشت دو ردیفه به صورت زیگزاگ بیش ترین تغییرات مثبت و معنی دار عملکرد دانه با حدود ۵۰ درصد ایجاد شد (شکل ۲). به نظر می رسد بهترین نوع آرایش کاشت ذرت دانه ای برای جذب بیش ترین منابع محیطی،



شکل ۲. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر آرایش های مختلف کاشت در مقایسه با کشت تک ردیف در وسط پشته (میانگین هایی که فاصله اطمینان آن ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را در خود گنجانده اند، معنی دار نمی باشند).



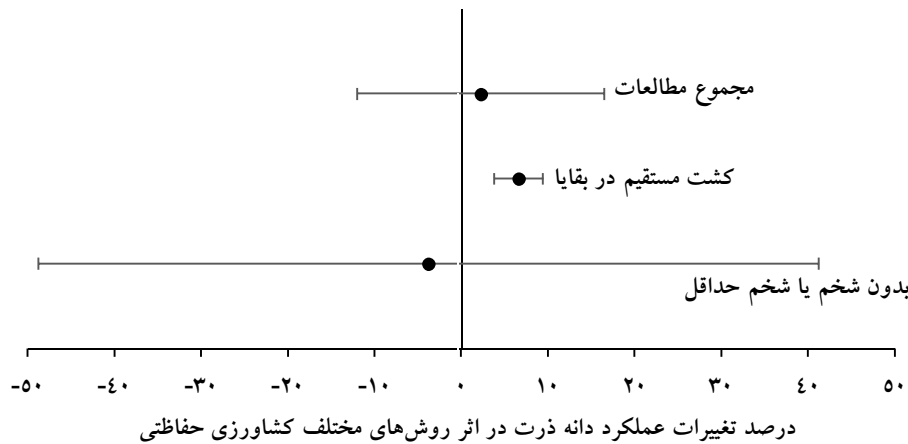
شکل ۳. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تناوب زراعی در مقایسه با کشت ذرت پس از گندم (میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را درخود گنجانده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشند).

۳.۳. تناوب زراعی

براساس نتایج فراتحلیل مربوط به داده‌های پنج مطالعه انجام‌شده در مورد تناوب زراعی و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت، به‌طور کلی، تناوب باعث تغییرات عملکرد دانه به میزان ۱۱/۱۲ درصد گردید (شکل ۳). کشت ذرت پس از جو و کلزا باعث افزایش عملکرد به ترتیب به میزان ۸/۴۶ و ۹/۷۶ درصد شد (شکل ۳). بیش‌ترین میزان عملکرد دانه از الگوی کشت گیاهان خانواده لگومینوز- ذرت به میزان ۱۷/۱۸ درصد حاصل گردید، همان‌طور که در شکل (۳) دیده می‌شود هیچ‌کدام از این تغییرات معنی‌دار نبودند (شکل ۳). این در حالی است که Roudy (2007) گزارش کرد که عملکرد دانه ذرت در تناوب گندم- ذرت بیش‌تر از تناوب کلزا- ذرت بود. Soleimanpour Shamas (2012) در پژوهشی بیان می‌کند که عملکرد دانه ذرت پس از کشت کلزا بیش‌تر از عملکرد دانه ذرت پس از کشت گندم و جو بوده است. در آزمایش Siadat et al. (2009) نشان می‌دهد که کشت باقلا یا شبدر به‌عنوان گیاه پیش کشت ذرت در مقایسه با گندم، عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۲ و ۱۹ درصد افزایش داده است.

۴.۳. کشاورزی حفاظتی

براساس نتایج به‌دست‌آمده از روش فراتحلیل روی داده‌های چهار مطالعه انجام‌شده در مورد کشاورزی حفاظتی و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت، به‌طور کلی کشاورزی حفاظتی باعث تغییرات عملکرد دانه به میزان ۲/۲۸ درصد گردید، که معنی‌دار نبود (شکل ۴). در سیستم بدون شخم یا شخم حداقل در مقایسه با کشت مرسوم ذرت عملکرد دانه ۳/۷۸ درصد کاهش یافت که این مقدار معنی‌دار نبود (شکل ۴)، ولی کشت در داخل بقایا در مقایسه با کشت مرسوم باعث افزایش عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری به میزان ۶/۶۱ درصد شد (شکل ۴). به‌نظر می‌رسد سیستم‌های شخم حداقل به‌دلیل افزایش رقابت علف‌های هرز و کاهش تهویه باعث کاهش عملکرد شوند و کشت در بقایا احتمالاً به‌دلیل حفظ بیش‌تر رطوبت خاک توانسته باعث افزایش عملکرد دانه شود. نتایج دو ساله آزمایش Roudy (2007) نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت در دو شرایط انجام عملیات خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.



شکل ۴. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشت ذرت به صورت مرسوم (میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را در خود گنجانده‌اند، معنی دار نمی‌باشند).

تغییرات عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری به میزان ۲۵/۲۸ درصد گردید (شکل ۵). در شرایط تنش ملایم عملکرد دانه ذرت ۱۴/۷۷ درصد در مقایسه با شرایط عدم تنش، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۵). با افزایش تنش شدید خشکی عملکرد ۳۳/۷۷ درصد کاهش معنی‌داری یافت (شکل ۵) و در شرایط تنش خیلی شدید عملکرد دانه ۳۷/۸۰ درصد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۵). به‌نظر می‌رسد گیاه ذرت برای تولید دانه به شرایط کمبود رطوبت بسیار حساس است و حتی در شرایط تنش خفیف نیز کاهش عملکرد دارد. براساس بیش‌تر مطالعات صورت گرفته در رابطه با تنش خشکی در ذرت، برای دستیابی به حداکثر محصول در مزرعه ذرت عملیات آبیاری باید پیش از آن‌که کاهش رطوبت منطقه ریشه به مقدار ۴۰ تا ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده گیاه برسد صورت گیرد.

Mahrokh (2019) گزارش کرد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه ذرت (به‌ترتیب ۷/۶۴ و ۳/۳۴ تن در هکتار) در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی شدید به‌دست می‌آید و میزان کاهش عملکرد حدود ۵۶ درصد بود.

در آزمایش Najafi Nejad (2016) کشت ذرت در بستر کلزا به‌صورت خاک‌ورزی مرسوم نسبت به خاک‌ورزی حداقل از عملکرد دانه و ارتفاع بوته بیش‌تری برخوردار بود، اما در آزمایش کشت‌شده در بستر گندم، تیمار خاک‌ورزی مرسوم در دو سال اول آزمایش به‌طور معنی‌داری نسبت به خاک‌ورزی حداقل از عملکرد دانه بیش‌تری برخوردار بود، اما در سال سوم تفاوت معنی‌داری بین دو روش خاک‌ورزی از لحاظ عملکرد دانه مشاهده نشد. در آزمایش Mirzashahi *et al.* (2016) اثر مدیریت بقایا بر کربن آلی خاک معنی‌دار گردید و در مجموع بالاترین عملکرد دانه از (۷۷۲۴ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۱۴۲۷۳ کیلوگرم در هکتار) از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و حفظ بقایای گیاهی حاصل شد.

۳.۵. تنش خشکی

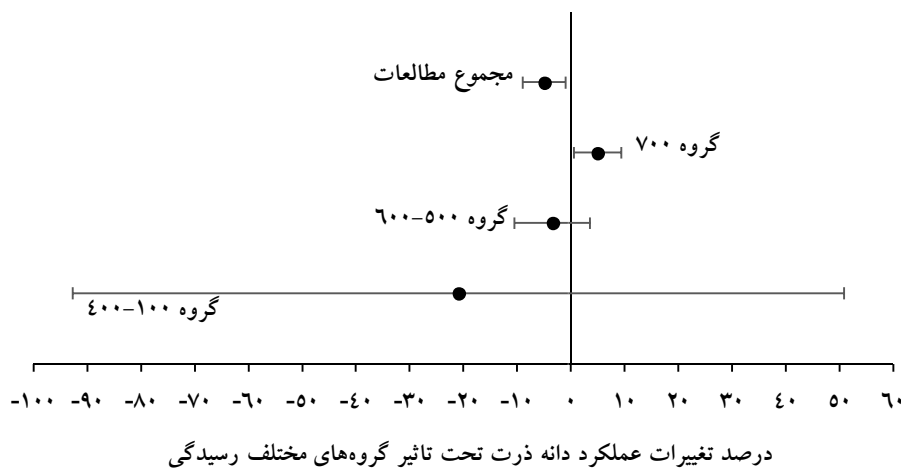
براساس نتایج فراتحلیل مربوط به نتایج بیست و سه مطالعه انجام‌شده در رابطه با تنش خشکی و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت، تنش خشکی به‌طور کلی باعث

تحلیل عامل‌های زراعی مؤثر بر کاهش عملکرد ذرت دانه‌ای در ایران با استفاده از روش فراتحلیل



شکل ۵. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تنش خشکی در مقایسه با شرایط بدون تنش

(میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را درخود گنجانده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشند).



شکل ۶. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر ارقام مختلف در مقایسه با رقم ۷۰۴

(میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را درخود گنجانده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشند).

۶.۳. رقم

براساس نتایج فراتحلیل نوزده مطالعه انجام‌شده در رابطه با ارقام مختلف و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت، رقم به‌طور کلی باعث تغییرات عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری به میزان ۴/۹۹ درصد گردید (شکل ۶). ارقامی که در گروه رسیدگی ۱۰۰ تا ۴۰۰ قرار داشتند، ۲۰/۹۳ درصد در مقایسه با رقم ۷۰۴ کاهش عملکرد داشتند که این مقدار معنی‌دار نبود (شکل ۶).

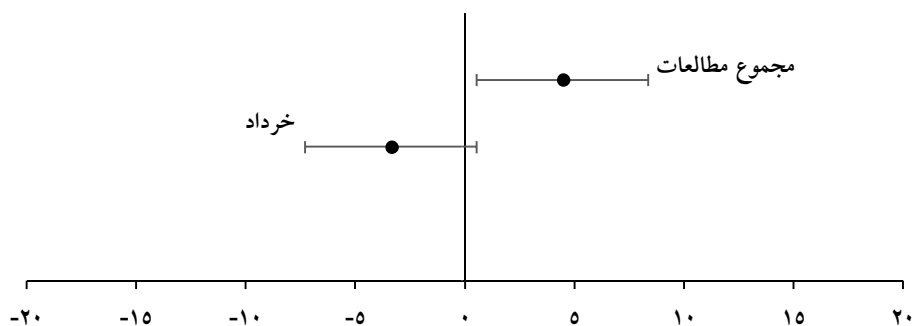
هم‌چنین *Golzardi et al.* (2017) گزارش داد که میزان کاهش عملکرد دانه ذرت تحت تنش خشکی ملایم و شدید (انجام آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق گیاهی) نسبت به تیمار آبیاری نرمال (پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق) به‌ترتیب برابر ۱۲/۳ و ۲۷/۷ درصد بود.

با تاریخ کاشت و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت، تاریخ کاشت به طور کلی باعث تغییرات عملکرد دانه به میزان ۴/۶۶ درصد گردید که در کشت اول معنی دار بود و در کشت تابستانه اقلیم گرم معنی دار نبود (شکل های ۷ و ۸). در کشت بهاره اقلیم معتدل، با تأخیر در کشت تا خردادماه، عملکرد ۳/۳۷ درصد کاهش یافت که این مقدار معنی دار نبود (شکل ۷). به نظر می رسد در کشت اول ذرت (قبل از برداشت گندم) با تأخیر در کشت تا خردادماه، کاهش فصل رشد باعث کاهش درصدی از عملکرد گردد هرچند که در این هشت مطالعه موردی این مقدار معنی دار نبود (شکل ۷). در کشت تابستانه اقلیم گرم (خوزستان، جنوب کرمان و جنوب کرمانشاه) با تأخیر در کشت از تیرماه به مردادماه عملکرد ۴۳/۹۹ درصد افزایش معنی داری یافت (شکل ۸). در این اقلیم و اقلیم های مشابه با کاشت ذرت در تیر ماه باعث برخورد مرحله گل دهی با درجه حرارت بسیار گرم اواخر مردادماه و اوایل شهریورماه این مناطق می گردد و با کاهش درصد لقاح، عملکرد به صورت چشم گیری کاهش می یابد، ولی با تأخیر در کاشت تا مردادماه و برخورد دوره گل دهی ذرت با هوای خنک تر درصد تلقیح و عملکرد افزایش می یابد.

ارقامی که در گروه ۵۰۰ تا ۶۰۰ بودند، ۳/۴۲ درصد کاهش غیرمعنی داری داشتند و در نهایت گروه ۷۰۰، ۴/۹۶ درصد افزایش عملکرد معنی داری داشت (شکل ۶). ارقام دیررس با توجه به این که مهلت بیشتری در تولید و تخصیص مواد فتوسنتزی دارند، به طور طبیعی از عملکرد بالاتری نیز برخوردارند و با شرط این که فصل رشد کافی برای تکمیل مراحل فنولوژی در اختیار داشته باشند پتانسیل نهایی تولید بالاتری از ارقام زودرس و میانرس خواهند داشت. انتخاب گروه رسیدگی مناسب جهت کاشت در هر منطقه، از جمله کلیدی ترین مراحل تولید ذرت محسوب می شود. بنابراین، کشاورزان جهت تولید این محصول با تعداد زیادی رقم روبه رو هستند که باید از بین آنها انتخاب صورت پذیرد. از سوی دیگر، با توجه به اختلاف عملکرد بین گروه های مختلف رسیدگی ذرت، اهمیت انتخاب رقم مناسب با گروه رسیدگی منطبق با شرایط محیطی هر منطقه، جای تأمل بیشتری دارد (Choucan, 2010).

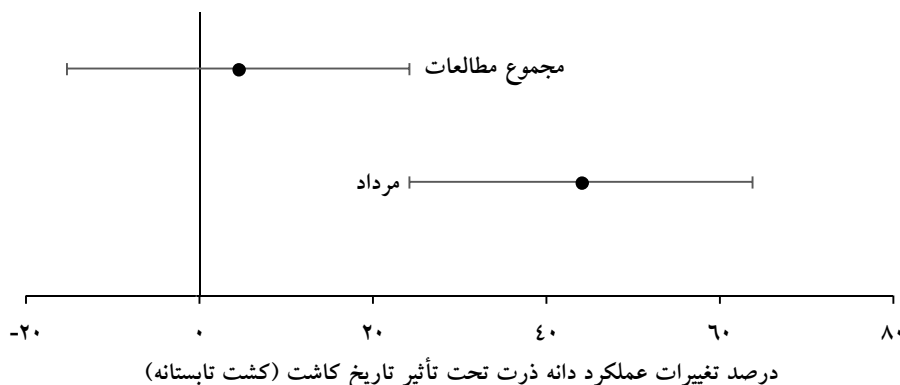
۷.۳. تاریخ کاشت

براساس نتایج فراتحلیل هشت مطالعه انجام شده در رابطه



درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تاریخ کاشت (کشت اول)

شکل ۷. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تاریخ کاشت در مقایسه با تاریخ اردیبهشت ماه در کشت اول (میانگین هایی که فاصله اطمینان آن ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را در خود گنجانده اند، معنی دار نمی باشند).



شکل ۸. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تاریخ کاشت در مقایسه با تاریخ تیرماه در کشت تابستانه اقلیم گرم (میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را درخود گنجانده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشند).

باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد بلکه احتمالاً باعث آبشویی نیتروژن به منابع آب‌های زیرزمینی و آلودگی منابع آبی نیز می‌گردد. مدیریت کود و حاصل‌خیزی خاک نیز از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تولید هستند که باید با توجه به تناوب مزرعه و میزان موجودی خاک و حتی گیاه صورت گیرد. گیاه ذرت قدرت کودپذیری بالایی دارد و با توجه به بررسی‌های انجام‌شده نسبت به کاربرد کودهای نیتروژن واکنش خوبی نشان می‌دهد. یکی از عوامل مؤثر توسعه سطح برگ هر بوته و به تبع آن، توسعه سایه‌انداز، میزان نیتروژن است که با تأثیر بر اندازه و طول عمر هر برگ موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر زیادی بر تولید و گسترش سطح برگ دارد. براساس نظریه Modhej *et al.* (2014) کمبود مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن یکی از عوامل مهم محدودکننده تولید هیبریدهای ذرت به‌شمار می‌رود. در یک پژوهش با بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی دو هیبرید ذرت گزارش شد که واکنش هیبریدها به نیتروژن در سال‌های مختلف آزمایش متفاوت بود (Vanyine *et al.*, 2012). در این پژوهش، بیش‌ترین عملکرد دانه به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختصاص داشت.

تأثیر تاریخ کاشت بر پتانسیل عملکرد ذرت توسط Nielsen (2010) مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی مشخص شد که تغییرات دما در تاریخ‌های مختلف کشت در پتانسیل تولیدی ذرت به‌طور معنی‌داری تأثیرگذار است. وی گزارش کرد که اگر تاریخ کاشت ذرت قبل از اول ژوئن (۱۱ خردادماه) باشد بیش‌ترین عملکرد از هیبریدهای دیررس حاصل می‌گردد و در همان شرایط اگر بعد از ۱۱ خردادماه اقدام به کشت شود باید از ارقام زودرس استفاده گردد.

۸.۳. کود نیتروژن

براساس نتایج فراتحلیل مطالعات انجام‌شده در رابطه با مصرف کود اوره و تأثیر آن بر عملکرد دانه ذرت، کود اوره به‌طورکلی باعث تغییرات عملکرد دانه به‌صورت معنی‌داری به میزان ۲۵/۸۴ درصد گردید (شکل ۹). بیش‌ترین افزایش عملکرد دانه ذرت با مصرف ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به میزان ۳۵/۱۶ درصد حاصل گشت که این مقدار معنی‌دار نبود (شکل ۹).

در مجموع به‌نظر می‌رسد، بیش‌ترین درصد افزایش عملکرد دانه ذرت، از مصرف ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن حاصل شود و مصرف بیش از این مقدار نه تنها



شکل ۹. درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم مصرف کود (میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را در خود گنجانده‌اند، معنی دار نمی‌باشند).

۴. نتیجه گیری

دانه ذرت به ترتیب ۱۴/۷۷، ۳۳/۷۷، ۳۷/۸۰ درصد، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هم‌چنین در باره‌ی با ارقام مختلف و گروه‌های مختلف رسیدگی، گروه ۷۰۰، ۴/۹۶ درصد افزایش عملکرد معنی‌داری نسبت به سایر گروه‌ها داشت. بهترین تاریخ کاشت ذرت دانه‌ای نیز در اقلیم‌های معتدل و معتدل گرم، اردیبهشت‌ماه در مقایسه با فروردین‌ماه و در اقلیم‌های گرم، کشت تابستانه مردادماه در مقایسه با تیرماه معرفی گردید. در نهایت بیش‌ترین درصد افزایش عملکرد دانه ذرت، از مصرف ۱۰۰-۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن حاصل شد و مصرف بیش از این مقدار باعث کاهش عملکرد دانه گردید.

براساس نتایج تجزیه فراتحلیل، تراکم ۲/۹۳ درصد، آرایش کاشت ۶/۸۱ درصد، تناوب ۱۱/۱۲ درصد، کشاورزی حفاظتی ۲/۲۸ درصد، تنش خشکی ۲۵/۲۸ درصد، رقم ۴/۹۹ درصد، تاریخ کاشت ۴/۴۶ درصد و کود نیتروژن ۲۵/۸۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه ذرت را توجیه می‌کنند و در مجموع ۸۳/۷۱ درصد تغییرات عملکرد دانه ذرت توسط عامل‌های یادشده تعیین می‌شود.

براساس نتایج حاصل از این مطالعه، با افزایش تراکم بوته بیش‌تر از ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، عملکرد حدود ۲۵ درصد افزایش معنی‌داری یافت. بهترین آرایش کاشت، آرایش دو ردیف زیگزاگ بود و در این روش بیش‌ترین تغییرات مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با حدود ۵۰ درصد ایجاد شد. بیش‌ترین میزان عملکرد دانه از الگوی کشت گیاهان خانواده لگومینوز- ذرت به میزان ۱۷/۱۸ درصد به‌دست آمد. در سیستم بدون شخم یا شخم حداقل در مقایسه با کشت مرسوم ذرت عملکرد دانه ۳/۷۸ درصد کاهش یافت، ولی کشت در داخل بقایا در مقایسه با کشت مرسوم باعث افزایش عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری به میزان ۶/۶۱ درصد شد. در شرایط تنش ملایم، تنش شدید و تنش خیلی شدید خشکی، عملکرد

۵. تشکر و قدردانی

این مطالعه توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و با حمایت مالی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (پروژه با کد مصوب ۹۷۰۱۷۴-۹۷۰۱۷-۰۳-۰۳-۰۴) انجام شده است. بدین‌وسیله از حمایت‌های ریاست و کارکنان محترم این مؤسسه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Azizi, F., & Mahrokh, A. (2013). Plant density effect in different planting dates on growth indices, yield and yields components of sweet corn cultivar KSC403su. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(4), 764-773. (in Persian)
- Choucan, R. (2010). Determination of thermal indices and suitability of different maturity groups of maize for different maize growing regions in Iran. *Report of Project, Seed and Plant Improvement Institute (SPII)*, p. 225. (in Persian)
- Golzardi, F., Baghdadi, A., & Keshavarz Afshar, R. (2017). Alternate furrow irrigation affects yield and water-use efficiency of maize under deficit irrigation. *Crop and Pasture Science*, 68(8), 726-734. <https://doi.org/10.1071/CP17178>
- Huang, S., Zeng, Y., Wu, J. Shi, Q., & Pan, X. (2013). Effect of crop residue retention on rice yield in China: A meta-analysis. *Field Crops Research*, 154, 188-194. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.08.013>
- Izadi, M. H., & Emam, Y. (2010). Effect of planting pattern, plant density and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize cv. SC704. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(3), 239-251. (in Persian)
- Khaliliaqdam, N., & Mosanaiey, H. (2019). Meta-analysis of effects level of nitrogen fertilizer on production of industrial plants. *Journal of Crop Production*, 12(1), 63-78. <https://doi.org/10.22069/ejcp.2019.14936.2119> (in Persian)
- Khaliliaqdam, N., Hasani, R., & Mir Mahmoudi, T. (2018). Meta-analysis of some effective factors on wheat production in Iran. *Journal of Crops Improvement*, 20(1), 191-204. <https://doi.org/10.22059/jci.2017.60475> (in Persian)
- Linquist, B. A., Liu, L., Van Kessel, C., & Van Groenigen, K. J. (2013). Enhanced efficiency nitrogen fertilizers for rice systems: Meta-analysis of yield and nitrogen uptake. *Field Crops Research*, 154, 246-254. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.08.014>
- Mahrokh, A. (2019). Yield and yield components of four maize hybrids with different stomata resistance in response to drought stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50(3), 99-110. <https://doi.org/10.22059/ijfcs.2018.247658.6544> 17. (in Persian)
- Mirzashahi, K., Paknejad, A. R., & Omidvari, Sh. (2016). Effect of rotation, management of nitrogen application, and plant residue on corn (cv. SC704) yield and some soil chemical properties. *Iranian Journal of Soil Research*, 30(2): 115-124. <https://doi.org/10.22092/ijsr.2016.106714> (in Persian)
- Modhej, A., Lack, S., & Kiani Ghaleh Sorkhi, F. (2014). Effect of nitrogen and defoliation on assimilate redistribution and grain yield of maize (*Zea mays* L.) under subtropical conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 84, 765-770. <https://doi.org/10.1007/s40011-014-0315-x>
- Mousavi Nik, M. (2011). Density on seed yield and yield components of corn hybrids. *Journal of Crop Ecophysiology*, 5(1), 89-98. (in Persian)
- Najafi Nejad, H. (2016). Effects of wheat and canola residues management and tillage methods on corn yield and some soil properties. Final Report of Project, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), p. 48. (in Persian)
- Nielsen, R. L. (2010). Field drydown of mature corn grain. Purdue University Extension, West Lafayette, Indiana. Retrieved from <http://www.kingcorn.org/news/timeless/GrainDrying.html>
- Pelzer, E., Hombert, N., Jeuffroy, M., & Makowski, D. (2014). Meta-analysis of the effect of nitrogen fertilization on annual cereal-legume intercrop production. *Agronomy Journal*, 106, 1775-1786. <https://doi.org/10.2134/agronj13.0590>
- Raseduzzaman, M. D., & Jensen, E. S. (2017). Does intercropping enhances yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, 91, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.009>
- Roudy, D. (2007). Maize hybrids after rapeseed and wheat as a second crop in no-tillage and conventional tillage systems. Final Report of Project, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), p. 43. (in Persian)
- Siadat, S. A., Hemayati, S. S., Fathi, G., & Abdali Mashadi, A. (2009). Determination of the most suitable crop rotation systems in Ahwaz region. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 11(2), 174-192. (in Persian)
- Soleimanpour Shams, Sh. (2012). Determination of planting date and plant density on grain yield quantity of early maturity corn varieties Dehghan and Fajr as second crop in the moderate region of Kermanshah province. Final Report of Project, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), p. 28. (in Persian)
- Soltani, E., & Soltani, A. (2014). Necessity of using meta-analysis in field crops researches. *Journal of Crop Production*, 7(3), 203-216. (in Persian)
- Soltani, E., & Soltani, A. (2015). Meta-analysis of seed priming on seed germination, seedling emergence and crop yield: Iranian studies. *International Journal of Plant Production*, 9(3), 1735-8043. <https://doi.org/10.22069/ijpp.2015.2224>

Sutton, A. J., & Higgins, J. P. T. (2008). Recent developments in meta-analysis. *Statistic in Medicine*, 27, 625-650. <https://doi.org/10.1002/sim.2934>

Vanyine, V., Toth, A. S., & Nagy, J. (2012). Effect of nitrogen doses on the chlorophyll concentration, yield and protein content of different genotype maize hybrids in Hungary. *African Journal of Agricultural Research*, 7(16), 2546-2552.

<https://doi.org/10.5897/AJAR11.979>

Yu, Y., Stomph, T. J., Makowski, D., & Van Der Werf, W. (2015). Temporal niche differentiation increases the land equivalent ratio of annual intercrops: A meta-analysis. *Field Crops Research*, 184, 133-144. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.09.010>