



# بهره‌زایی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

صفحه‌های ۸۰۵-۷۹۳

DOI: 10.22059/jci.2021.326061.2570

مقاله پژوهشی:

## فرا تحلیل برخی عامل‌های زراعی مؤثر بر کاهش عملکرد ذرت علوفه‌ای در ایران

فرهاد عزیزی<sup>۱</sup>، علی ماهرخ<sup>۱</sup>، ویدا قطبی<sup>۱</sup>، فرید گل‌زردی<sup>۱</sup>، سید محمد علی مفیدیان<sup>۱</sup>، محمد زمانیان<sup>۲</sup>، وحید رهجو<sup>۱</sup>، مسعود ترابی<sup>۳</sup>، الیاس سلطانی<sup>۴</sup>  
۱. استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.  
۲. دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.  
۳. استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.  
۴. دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.  
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۲۱

### چکیده

این مطالعه به منظور جزئی‌سازی عامل‌های مدیریتی تأثیرگذار و تأثیرپذیر در امر تولید ذرت علوفه‌ای در کشور و شناسایی عوامل محدودکننده آن انجام شد. در این بررسی داده‌های به‌دست‌آمده از ۴۳ مورد گزارش نهایی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و یا مقاله‌های مستخرج از آن‌ها طی ۱۰ سال اخیر با استفاده از روش فراتحلیل (متاآنالیز) تجزیه و تحلیل شدند. براساس نتایج حاصل از این مطالعه در رابطه با گیاه ذرت علوفه‌ای مشاهده شد که تراکم ۵/۶۵ درصد، تنش خشکی ۱۳/۴۴- درصد، رقم ۰/۳۱ درصد، تاریخ کاشت ۲/۵۴- درصد و کود نیتروژن ۲۴/۰۰ درصد از تغییرات عملکرد علوفه ذرت را توجیه کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش تراکم بوته بین ۸۰ تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، عملکرد حدود ۹/۴۹ درصد افزایش معنی‌داری یافت. در شرایط تنش ملایم، تنش شدید و تنش خیلی شدید خشکی، عملکرد علوفه ذرت به ترتیب ۲۵/۳۰، ۱۴/۳۸، ۸/۹۹ درصد، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هم‌چنین در مورد ارقام مختلف و گروه‌های مختلف رسیدگی، گروه ۷۰۰، ۳/۸۳ درصد افزایش عملکرد معنی‌داری نسبت به سایر گروه‌ها را موجب شده است. برای تاریخ‌های کاشت ذرت علوفه‌ای بررسی‌شده نسبت به شاهد که نیمه اول خردادماه است کاهش عملکرد علوفه مشاهده شد. در نهایت بیش‌ترین درصد افزایش عملکرد علوفه ذرت، از مصرف ۴۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار حاصل شد. به‌طورکلی کود نیتروژن، تنش خشکی و تراکم کاشت به ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر عملکرد علوفه ذرت در ایران شناخته شدند.

**کلیدواژه‌ها:** تاریخ کاشت، تراکم بوته، تنش خشکی، کود نیتروژن، گروه رسیدگی.

## Meta-Analysis of Some Agronomic Factors Affected on Decreasing Forage Maize Yield in Iran

Farhad Azizi<sup>1</sup>, Ali Mahrokh<sup>1</sup>, Vida Ghotbi<sup>1</sup>, Farid Golzardi<sup>1</sup>, Seyed Mohammad Ali Mofidian<sup>1</sup>, Mohammad Zamanian<sup>2</sup>,  
Vahid Rahjoo<sup>1</sup>, Masoud Torabi<sup>3</sup>, Elias Soltani<sup>4</sup>

1. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
2. Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agronomy Sciences and Plant Breeding, College of Aburairhan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

Received: June 26, 2021

Accepted: October 13, 2021

### Abstract

To identify the limiting factors in forage maize production in Iran, this study has been carried out in order to separate the effective and influential management factors in forage maize production in the country with data. It is obtained from 43 final reports or their derived extracted articles in Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) with meta-analysis method. According to the results, plant density (5.65%), drought stress (-13.44%), cultivar (0.31%), planting date (2.54%), and nitrogen fertilizer (24%) justify the amount of forage maize variation. Based on the results of this study, forage yield has increased by about 9.49%, increasing plant density between 80 to 100 thousand plants per hectare. Maize forage yield has decreased significantly under mild stress, severe stress, and very severe drought stress by 25.30%, 14.38% and 8.99%, respectively. Also, for different cultivars and different groups of maturity, group-700 has had a significant increase of 3.83% compared to other groups. For the planting dates of forage maize compared to the control, which is the first half of June, a decrease in forage yield is observed. Finally, the highest percentage of increase in maize forage yield has been obtained from the use of 450 kg ha<sup>-1</sup> of urea fertilizer. Overall, nitrogen fertilizer, drought stress, and planting density are recognized as the most important factors affecting corn forage yield in Iran, respectively.

**Keywords:** Drought stress, maturity group, nitrogen fertilizer, planting date, planting density.

## ۱. مقدمه

است که نتیجه این پژوهش‌های متعدد در کنار یکدیگر بررسی شوند تا به یک جمع‌بندی به‌صورت آماری در مورد عوامل مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی دست یافت (Sutton & Higgins, 2008). نتیجه جمع‌بندی حاصل از تجزیه آماری تعداد زیادی از مقالات و پژوهش‌های مختلف به لحاظ آماری (Soltani & Soltani, 2014) 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). فراتحلیل علم جمع‌بندی و ترکیب نتایج مستقل حاصل از تعداد زیادی مقالات و پژوهش‌های مختلف است که در نتیجه آن می‌توان گفت که در مجموعه‌ای از مطالعات چه نتیجه‌ای حاصل شده است (Sutton & Higgins, 2008). در واقع فراتحلیل، تحلیل آماری مجموعه‌ای بزرگ از نتایج آماری مربوط به مطالعات مختلف به‌منظور یکپارچه‌سازی یافته‌های آن است (Izanlo & Habibi, 2011).

در متاآنالیز با ادغام نتایج مطالعه‌های کوچک‌تر و با یک یا چند آنالیز آماری اطلاعات بیشتری از اطلاعات موجود به‌دست می‌آید. در حقیقت روش فراتحلیل قابل‌مشاهده‌تر از روش‌های مرور و بررسی منابع معمول است و محقق کم‌تر در پیش‌داوری‌های ذهنی درگیر می‌شود. هم‌چنین فراتحلیل خصوصیات مطالعات را با اصطلاحات کمی توصیف می‌کند، بنابراین در روش فراتحلیل با کدگذاری پژوهش‌ها، نتایج صدها پژوهش توصیفی، خلاصه و تجزیه‌وتحلیل می‌شود. در نتیجه خلاصه زمینیه پژوهش‌های بعدی را به پژوهش‌گر نشان می‌دهد. در واقع فراتحلیل روشن می‌کند که موضوع تا چه حد شناخته شده است و تا چه اندازه‌ای نیاز به پژوهش برای تحلیل کامل موضوع نیاز است (Soltani & Soltani, 2014). از سال ۱۹۷۶ پژوهش‌های بی‌شماری در حوزه‌های پزشکی، تربیتی

ذرت علوفه‌ای یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای در ایران و جهان، با عملکرد ماده خشک بالا است که یکی از موارد استفاده مهم آن به‌عنوان سیلو جهت تغذیه دام است. از آنجایی که خصوصیات تغذیه‌ای و علوفه‌ای در این گیاه در حد مطلوبی قرار دارد (Baghdadi et al., 2017)، این گیاه نقش به‌سزایی در امنیت غذایی و به‌ویژه تولید پروتئین و فرآورده‌های غذایی دارد و یکی از مهم‌ترین علوفه‌های مورد استفاده در صنعت دامپروری است (Khodabandeh, 2009). ذرت در ایران معمولاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک و در ابتدای فصل تابستان بعد از برداشت گندم و جو کشت می‌شود. سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای در کشور در سال ۱۳۹۵ به ترتیب ۱۵۸/۵ و ۲۲۵/۵ هزار هکتار و میانگین عملکرد علوفه تر و دانه به ترتیب ۵۰/۵ و ۷/۴ تن بوده است (Anonymous, 2017).

در سال‌های اخیر تأثیر برخی عامل‌های مدیریتی بر کاهش عملکرد ذرت علوفه‌ای در کشور، در قالب پروژه‌ها و طرح‌های پژوهشی موردبررسی قرار گرفته و نقش هر یک از این عامل‌ها به‌طور مجزا بر کاهش عملکرد مشخص شده است. با این حال لازم است که نتایج این پژوهش‌های متعدد در کنار یکدیگر بررسی شوند تا به یک جمع‌بندی در مورد عامل‌های مؤثر بر عملکرد ذرت علوفه‌ای دست یافت. در این راستا مطالعه‌های بسیاری در زمینه تأثیر تاریخ و تراکم کاشت، تنش‌های محیطی، ارقام و کود بر عملکرد علوفه ذرت انجام شده است (Golzardi et al., 2012; Baghdadi et al., 2017; Nazari et al., 2012). اگرچه هر پژوهشی به‌طور جداگانه دارای ارزش ویژه‌ای است، اما به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی و ویژگی‌های خاک در آزمایش‌های مختلف و سایر عوامل به‌ندرت ممکن است که نتایج یکسانی از پژوهش‌های مشابه حاصل شود (Soltani & Soltani, 2014)؛ بنابراین لازم

کاربرد کود فسفر در اغلب گیاهان زراعی سبب افزایش عملکرد تا حدود ۱۱ درصد شده است. Knapp et al. (2018) در فرا تحلیل برای ارزیابی پایداری زمانی عملکرد (در طی سال‌ها) سه سیستم عمده کشت، کشاورزی ارگانیک و کشاورزی حفاظتی (بدون خاک‌ورزی) در مقابل کشاورزی معمولی، براساس ۱۹۳ مطالعه گزارش کردند کشاورزی ارگانیک در هر واحد عملکرد، در مقایسه با کشاورزی معمولی دارای پایداری زمانی قابل توجهی است. تجزیه و تحلیل بیش‌تر نشان می‌دهد استفاده از افزایش کود سبز و کوددهی می‌تواند شکاف پایداری عملکرد را بین کشاورزی آلی و معمولی کاهش دهد.

در مطالعه فرا تحلیل آثار بلندمدت کشاورزی حفاظتی بر عملکرد ذرت در شرایط دیم نیز نتایج نشان داد ارتباطی قوی بین عملکرد دانه ذرت و میزان بارندگی سالانه وجود دارد. بدین‌صورت که ۹۲ درصد داده‌های پژوهش نشان دادند که پوشش مالچ در مناطق با میزان بارش زیاد، به دلیل آثار غرقابی، به کاهش عملکرد منجر شد. در ضمن ۸۵ درصد نتایج نیز به اثر مهم بافت خاک در بهبود آثار حفاظتی کشاورزی تاکید داشتند این اثر مشابه تأثیر مثبت خاک‌های با زهکشی مطلوب و اثر مثبت آن‌ها در بهبود عملکرد محصولات است (Rusinamhodzi et al., 2011). Wang et al. (2018) با استفاده از روش متاآنالیز اثرات روش بدون خاک‌ورزی را بر عملکرد، تبخیر و تعرق و کارایی مصرف آب در گندم و ذرت بررسی کردند. نتایج نشان داد به‌طور متوسط در کل مکان‌های جغرافیایی، روش بدون خاک‌ورزی هیچ تأثیری بر عملکرد، تبخیر و تعرق و یا کارایی مصرف آب در گندم در شمال غربی و شمال چین نداشت و هم‌چنین هیچ تأثیری بر عملکرد یا تبخیر و تعرق در ذرت نداشت، اما به‌طور قابل توجهی کارایی مصرف آب را در ذرت تا ۵/۹ درصد افزایش داد. Mahrokh et al. (2021) نیز مطالعه‌ای با

و علوم محیطی با استفاده از این روش انجام شده است که از دلایل اصلی گرایش به این رویکرد می‌توان به قدرت آماری بالای این روش در جایگاه مرورگر اشاره کرد. این روش آماری در علوم کشاورزی روش نسبتاً جدیدی محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است (Valkama et al., 2009). طی سال‌های اخیر پژوهش‌گران علوم زراعی از روش آماری فرا تحلیل برای مقایسه نتایج پژوهش‌های مختلف استفاده کرده‌اند (Tonmito et al., 2006; Wang et al., 2013; Linquist et al., 2013; Koocheki, et al., 2017).

بررسی تأثیر برخی عامل‌های مؤثر بر عملکرد گندم در ایران با روش فرا تحلیل نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه گندم با مصرف ۱۲۵ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (Khaliliaqdam et al., 2018). Khaliliaqdam & Mosanaiey (2019) با فرا تحلیل 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 مطالعه دیگری که توسط Linquist et al. (2013) به منظور فرا تحلیل تأثیر کودهای نیتروژن با کارایی بالا بر عملکرد و جذب نیتروژن در مزارع برنج انجام شد، مشخص شد کاربرد این کودها باعث افزایش ۵/۷ درصدی عملکرد و ۸ درصدی جذب نیتروژن توسط این گیاه شد. در یک بررسی فرا تحلیل برای تأثیر بقایای گیاهی بر عملکرد برنج در کشور چین گزارش شد که استفاده از بقایای گیاهی منجر به افزایش معنی‌دار و حدود ۵/۲ درصدی عملکرد برنج شد (Huang et al., 2013). نتایج فرا تحلیل تأثیر مقادیر مختلف کود فسفر بر عملکرد گیاهان زراعی توسط Valkama et al. (2009) نشان داد

در روش فراتحلیل استفاده شده در این مطالعه، علاوه بر این که به اختلاف نتایج کمی مطالعات توجه می شود، به واریانس اندازه اثر نیز پرداخته می شود (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 شده اند، استخراج شد. سپس ضمن دسته بندی داده ها، نسبت واکنش (R) و لگاریتم طبیعی آن به ترتیب مطابق رابطه های (۱) و (۲) به دست آمد:

$$R = \frac{\bar{x}_E}{\bar{x}_C} \quad (1)$$

$$L = \ln R = \ln \left( \frac{\bar{x}_E}{\bar{x}_C} \right) \quad (2)$$

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 بر حسب مقیاس لگاریتم به صورت خطی تبدیل شود (Soltani & Soltani, 2014). اول این که، برخلاف نسبت واکنش که بیش تر تحت تأثیر تغییرات مخرج کسر (به ویژه وقتی مخرج کوچک باشد) است، مقیاس لگاریتم خطی با انحرافات صورت و مخرج کسر رفتار مشابهی دارد. به این مفهوم که لگاریتم این نسبت به طور مساوی تحت تأثیر تغییرات صورت و مخرج کسر قرار دارد. دلیل دوم این است که توزیع نسبت واکنش معمولاً چولگی دارد، ولی توزیع نسبت واکنش به صورت لگاریتمی (L) به صورت معمول نرمال خواهد بود.

هدف جزئی سازی عامل های مدیریتی تأثیرگذار و تأثیرپذیر در امر تولید ذرت دانه ای کشور با استفاده از روش فراتحلیل (متاآنالیز) انجام دادند. 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.

با توجه به مطالب ذکر شده و انجام پژوهش های متعدد و پراکنده از نظر تأثیر عامل های زراعی مختلف بر عملکرد ذرت علوفه ای در کشور، لازم است نتایج این مطالعه ها در کنار یکدیگر بررسی و تجزیه و تحلیل شوند تا بتوان به یک جمع بندی مناسب در مورد عامل های مؤثر بر عملکرد ذرت علوفه ای دست یافت. بنابراین مطالعه حاضر با هدف جمع آوری نتایج آزمایش های انجام شده در یک دهه اخیر در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جهت بررسی عامل های مدیریتی کاهش عملکرد علوفه ذرت با استفاده از روش فراتحلیل انجام شد تا از آن به عنوان ابزار کمکی در جهت رسیدن به یک نتیجه نهایی در رابطه با عوامل مؤثر بر کاهش یا افزایش عملکرد علوفه ذرت استفاده شود.

## ۲. مواد و روش ها

در این پژوهش از نتایج ۴۳ مطالعه مختلف که در ۱۰ سال گذشته بر روی ذرت علوفه ای از جنبه های مختلف انجام شده بود، استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱. تعداد مطالعه ها و نوع تیمارهای بررسی شده در ذرت علوفه ای در روش فراتحلیل

ردیف	تیمار	شاهد	تعداد مطالعه	مرجع
۱	تراکم کاشت	۸۵۰۰۰ بوته در هکتار	۸	گزارش های نهایی
۲	تنش خشکی	عدم تنش خشکی	۵	سازمان تحقیقات،
۳	رقم	سینگل کراس ۷۰۴	۱۹	آموزش و ترویج
۴	تاریخ کاشت	کشت اول (۱-۱۵ خردادماه) و کشت تابستانه (تیرماه)	۵	کشاورزی/ مقالات
۵	کود نیتروژن	عدم مصرف کود / کمترین میزان مصرف	۶	مستخرج از آن ها

کاهشی روی عملکرد گیاه مورد مطالعه را دارد، ضمن این‌که تیمارهایی که هیچ نوع اثر مثبت یا منفی روی اجزای یاد شده نداشتند، نیز مشخص شدند. کلیه مراحل آماری و رسم نمودار درصد تغییرات در محیط نرم‌افزار اکسل انجام شد.

### ۳. نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از روش فراتحلیل، درصد تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد علوفه ذرت به صورت کلی عبارت بودند از تراکم کاشت ۵/۵۵ درصد و معنی دار، تنش خشکی ۱۳/۴۴- درصد و معنی دار، رقم ۰/۳۱- درصد و غیر معنی دار، تاریخ کاشت ۲/۵۴- درصد و معنی دار و کود نیتروژن ۲۵/۸۴ درصد و معنی دار (جدول ۲). در مجموع ۴۵/۹۴ درصد تغییرات عملکرد علوفه ذرت توسط عوامل فوق توجیه شد (جدول ۲).

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

تیمار	درصد تغییرات عملکرد علوفه ذرت	فاصله	سطح احتمال <sup>†</sup>
تراکم بوته	+۵/۶۵	±۱/۲۸	*
تنش خشکی	-۱۳/۴۴	±۲/۴۸	*
رقم	+۰/۳۱	±۰/۴۵	ns
تاریخ کاشت	-۲/۵۴	±۳/۹۴	ns
کود نیتروژن	+۲۴/۰۰	±۴/۲۹	*

\* و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال پنج درصد و عدم معنی داری است.

#### ۱.۳. تراکم کاشت

بر اساس نتایج فراتحلیل هفت مطالعه انجام شده در رابطه با تأثیر تراکم کاشت بر عملکرد علوفه ذرت، این عامل به طور کلی باعث تغییرات معنی دار عملکرد علوفه به میزان ۵/۶۵+ درصد شد (شکل ۱). تراکم‌های کم‌تر از ۸۰ هزار بوته در هکتار، باعث کاهش غیر معنی دار عملکرد علوفه

بهترین راه برای مقایسه مطالعه‌های مختلف، استفاده از میانگین اثر آن‌هاست. چون در تخمین اندازه تأثیر آزمایش‌های مختلف، دقت‌های متفاوتی وجود دارد. بنابراین قبل از فراتحلیل، بهتر است وزن‌دهی داده‌ها صورت گیرد، به طوری که مطالعه‌هایی که دقت آزمایشی بالاتری دارند وزن بیشتری نیز داشته باشند که این موجب افزایش دقت اندازه تأثیر تخمین زده 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:

$$\frac{1}{\ln R} = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln R_i \times W_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (3)$$

$$\frac{1}{L^*} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \times L_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (4)$$

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

$$CL = \bar{L}^* \pm (-z_{\alpha/2} \times SEM(\bar{L}^*)) \quad (5)$$

$$(CL_L) \leq \mu \leq (CL_U) \quad (6)$$

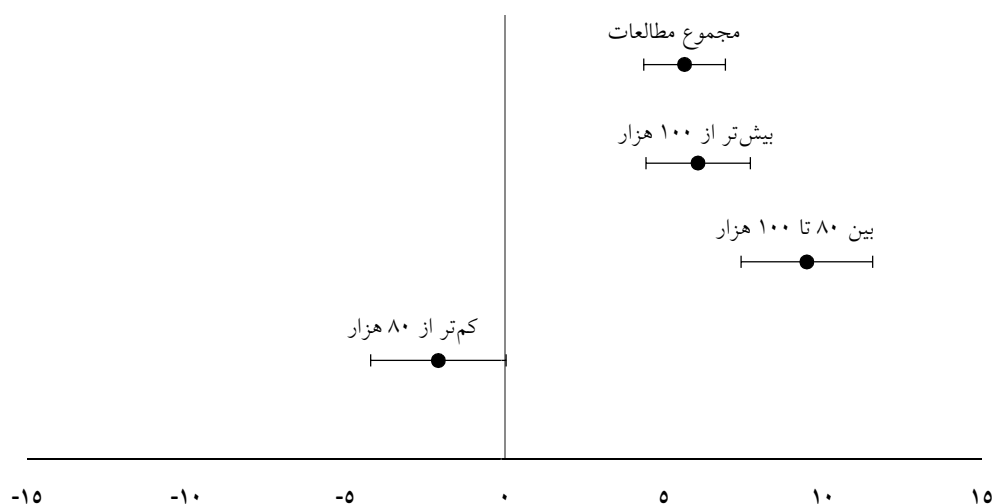
در گام بعدی از مقادیر  $(\mu_i)$ ، آنتی لگاریتم گرفته شد. سپس میانگین‌های آنتی لگاریتم شده  $(p\mu)$  مقایسه و حدود اطمینان برای  $(p\mu)$  بر اساس رابطه (۷) محاسبه شد (Soltani & Soltani, 2014):

$$\exp(CL_L) \leq \mu_p \leq \exp(CL_U) \quad (7)$$

البته باید توجه داشت که حدود اطمینان برای لگاریتم نسبت واکنش، متقارن است، اما حدود اطمینان داده‌هایی که معکوس تبدیل روی آن‌ها انجام شده  $(p\mu)$  متقارن نخواهد بود. در این رابطه با استفاده از این آزمون تعیین شد که کدام تیمار دارای اثر افزایشی و کدام تیمار اثر

افزایش تراکم بین ۸۰ تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل شد و با افزایش بیش تر تراکم کاشت (بالاتر از ۱۰۰ هزار بوته در هکتار)، از سودمندی این عامل بر عملکرد علوفه کاسته شد (شکل ۱). در مطالعه Azizi & Mahrokh (2013) نیز مشخص شد که تراکم بوته اثر مهمی بر توزیع ماده خشک در گیاه ذرت دارد، به طوری که در تراکم های بالا به علت کاهش مواد فتوسنتزی طی دوره گل دهی، عقیمی دانه اتفاق می افتد. Zamanian & Najafi (2002) بهترین تراکم بوته برای ذرت هیبرید ۷۰۴ را ۸۰ هزار بوته در هکتار برای منطقه کرج اعلام کردند، در حالی که Safari et al. (2014) بیش ترین عملکرد علوفه تر را در تراکم ۱۰۰ و ۱۲۵ هزار بوته در هکتار به دست آوردند. هم چنین Heidari Pour et al. (2017) مناسب ترین تراکم بوته برای تولید حداکثر عملکرد علوفه تر را ۲۰۰ هزار بوته در هکتار گزارش کردند. در مطالعه ای دیگر افزایش تراکم کاشت از ۷۵ به ۱۲۵ هزار بوته در هکتار، عملکرد علوفه ذرت را ۴۲ درصد افزایش داد (Saadatzaheh et al., 2011).

ذرت به میزان ۲/۰۹- درصد شده اند، در حالی که در تراکم های بالاتر از ۸۰ هزار بوته در هکتار، عملکرد علوفه به طور معنی داری افزایش یافته است (شکل ۱). افزایش تراکم بوته ذرت سبب افزایش شاخص سطح برگ و بهبود جذب نور شده و به دنبال آن میزان فتوسنتز و تولید بیوماس در واحد سطح افزایش می یابد (Lashkari et al., 2011). بیش ترین افزایش عملکرد علوفه (۹/۵۰+ درصد) در تراکم بین ۸۰ تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل شده و تراکم های بالاتر از ۱۰۰ هزار بوته در هکتار باعث افزایش ۶/۰۸ درصدی عملکرد علوفه ذرت شده است (شکل ۱). نتایج مطالعات نشان داده است که با افزایش تراکم کاشت ذرت، عملکرد آن تا حد مشخصی افزایش می یابد، پس از آن در محدوده ای از تراکم، عملکرد ثابت باقی می ماند و افزایش بیش تر در تراکم کاشت، به علت تشدید رقابت درون گونه ای باعث کاهش عملکرد می شود (Dolatmand Shahri & Tahmasebi, 2014; Nasrolah Alhossini et al., 2016). نتایج این فراتحلیل نیز نشان داد بیش ترین عملکرد علوفه ذرت با



شکل ۱. درصد تغییرات عملکرد علوفه ذرت تحت تأثیر تراکم های مختلف (تعداد بوته در هکتار) در مقایسه با تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار. 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.

### ۲.۳. تنش خشکی

نتایج فراتحلیل تأثیر تنش خشکی بر عملکرد علوفه ذرت نشان داد این عامل به‌طور کلی باعث تغییرات معنی‌دار عملکرد علوفه به‌میزان  $13/44$  - درصد شد (شکل ۲). در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال (بدون تنش)، تنش خشکی ملایم، شدید و خیلی شدید عملکرد علوفه ذرت را به‌ترتیب به‌میزان  $8/99$ ،  $14/38$  و  $25/30$  درصد کاهش دادند که تمامی این تغییرات عملکرد در سطوح مختلف تنش خشکی معنی‌دار بودند (شکل ۲). نتایج این فراتحلیل، حساسیت زیاد ذرت علوفه‌ای به کمبود رطوبت را نشان می‌دهد، به نحوی که حتی تنش خشکی ملایم نیز باعث افت معنی‌دار عملکرد علوفه شده است (شکل ۲). برای دستیابی به حداکثر عملکرد ذرت با توجه به کمبود بارندگی و شرایط آب‌وهوایی و همچنین فقر مواد آلی و ظرفیت پایین نگهداری آب در خاک‌های کشور، عملیات آبیاری باید پیش از آن‌که کاهش رطوبت منطقه ریشه به مقدار  $40$  تا  $50$  درصد رطوبت قابل‌استفاده گیاه برسد، صورت گیرد و در هر نوبت آبیاری بیش‌تر از  $90$  درصد

نیاز آبی گیاه تأمین شود ( Afshoon *et al.*, 2021; Golzardi *et al.*, 2017). نتایج این مطالعه نیز نشان داد حتی سطوح خفیف تنش خشکی می‌تواند باعث افت قابل‌توجه عملکرد علوفه ذرت شود (شکل ۲). تنش خشکی می‌تواند با ایجاد آسیب‌های مختلف در فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مرتبط با فتوسنتز هم‌چون کاهش کلروفیل، اختلال هدایت روزنه‌ای و تداخل اسیمپلاسیون، موجب کاهش نرخ فتوسنتز و افت تولید محصول در واحد سطح شود (Li *et al.*, 2006). رشدونمو سریع برگ‌ها و ساقه‌ها طی فصل رشد به فراهمی آب وابسته است و در صورت وجود تنش خشکی، شاخص سطح برگ و به‌دنبال آن میزان جذب نور در واحد سطح کاهش یافته و در نهایت اثر منفی خود را بر میزان فتوسنتز و عملکرد خواهد گذاشت (Afshoon *et al.*, 2021). Hajibabae *et al.* (2010) نیز گزارش کردند بیش‌ترین عملکرد علوفه ذرت با آبیاری پس از  $70$  میلی‌متر تبخیر حاصل شد و انجام آبیاری پس از  $100$  و  $130$  میلی‌متر تبخیر، عملکرد علوفه را به‌ترتیب به‌میزان  $13$  و  $27$  درصد کاهش داد.



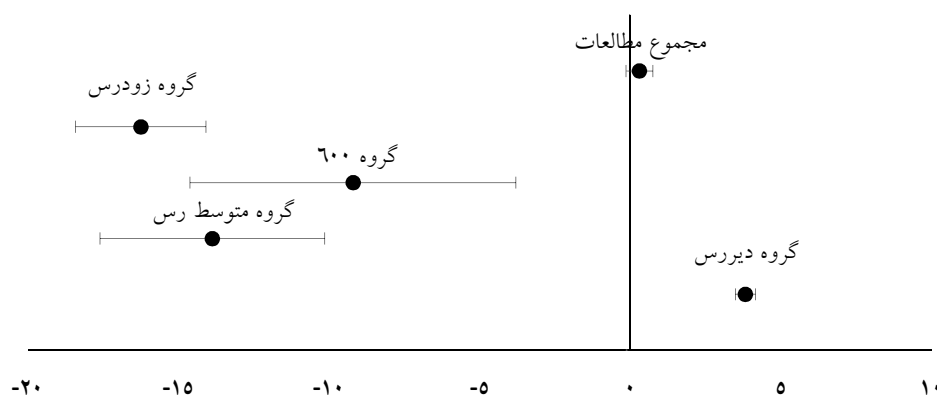
شکل ۲. درصد تغییرات عملکرد علوفه ذرت تحت تأثیر تنش خشکی در مقایسه با شرایط بدون تنش.

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

### ۳.۳. رقم

براساس نتایج فراتحلیل نوزده مطالعه انجام شده در رابطه با ارقام مختلف و تأثیر آن‌ها بر عملکرد علوفه ذرت، ارقام به‌طور کلی باعث تغییرات غیرمعنی‌دار عملکرد علوفه به‌میزان ۰/۳۱ درصد شدند (شکل ۳). غیرمعنی‌دار شدن تفاوت میانگین عملکرد کل ارقام با رقم ۷۰۴ به این دلیل است که در این مطالعه ژنوتیپ‌هایی از تمامی گروه‌های رسیدگی بررسی شده‌اند. این در حالی است که اثر گروه‌های مختلف رسیدگی بر عملکرد علوفه (هر گروه به‌صورت جداگانه) در مقایسه با رقم ۷۰۴ معنی‌دار شده است، به‌طوری‌که عملکرد علوفه گروه دیررس به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از رقم ۷۰۴ بود درحالی‌که سایر ارقام (گروه‌های زودرس، متوسط‌رس و گروه رسیدگی ۶۰۰) عملکرد کم‌تری نسبت به رقم ۷۰۴ داشتند. از آنجاکه تفاوت زیادی بین عملکرد علوفه گروه دیررس با سایر گروه‌ها وجود داشت، میانگین کلی اثر ارقام بر عملکرد علوفه (در مقایسه با رقم ۷۰۴) غیرمعنی‌دار شده است (شکل ۳). ارقام دیررس با توجه به این‌که مهلت بیش‌تری در تولید و تخصیص مواد فتوسنتزی دارند، به‌طور طبیعی از عملکرد بالاتری نیز برخوردارند و با شرط این‌که فصل رشد کافی برای تکمیل مراحل فنولوژی در اختیار داشته باشند، از پتانسیل تولید بالاتری نسبت به ارقام زودرس

و میان‌رس برخوردارند (Mahrokh et al., 2021). نتایج این فراتحلیل نشان داد کشت ارقام زودرس باعث کاهش معنی‌دار عملکرد علوفه ذرت به‌میزان ۱۶/۲۴- درصد در مقایسه با رقم ۷۰۴ شده است (شکل ۳). ارقام گروه ۶۰۰ و متوسط‌رس نیز به‌ترتیب به‌میزان ۹/۲۰ و ۱۳/۸۷ درصد نسبت به رقم ۷۰۴ افت عملکرد معنی‌دار نشان دادند، درحالی‌که کشت ارقام دیررس باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه ذرت به‌میزان ۳/۸۳ درصد شد (شکل ۳). انتخاب رقم با گروه رسیدگی مناسب جهت کاشت در هر منطقه، از جمله کلیدی‌ترین مراحل تولید ذرت محسوب می‌شود و با توجه به اختلاف عملکرد بین گروه‌های مختلف رسیدگی، لازم است در انتخاب رقم مناسب با گروه رسیدگی منطبق با شرایط آب‌وهوایی در هر منطقه دقت نمود (Choucan, 2011). ارقام دیررس به جهت داشتن تعداد برگ بیش‌تر، شاخص سطح برگ بالاتر و دوام سطح برگ بیش‌تر، در طی فصل رشد میزان جذب نور بالاتری داشته و با نرخ فتوسنتز بیش‌تر، از توانایی تولید بیوماس بالاتری برخوردار هستند. این ارقام به‌طور کلی مقاومت بیش‌تری به آفات و بیماری‌ها و خوابیدگی بوته (ورس) داشته و تراکم‌های بالاتر را نیز بیش‌تر تحمل می‌کنند (Mohammadi et al., 2013).



شکل ۳. درصد تغییرات عملکرد علوفه 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 در خود گنجانده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشند.



### ۳. ۴. تاریخ کاشت

علوفه به میزان ۱/۸۳ درصد شد هرچند این تغییر معنی‌دار نبود. همچنین کشت ذرت در نیمه دوم تیرماه نیز تفاوت معنی‌داری با تاریخ کاشت شاهد نشان نداد (شکل ۴). البته باید توجه داشت که کشت در اوایل خردادماه در مناطق معتدل انجام می‌شود و با تأخیر در کشت به نیمه دوم خردادماه کاهش معنی‌دار مشاهده می‌شود، اما کاشت ذرت در تیرماه در اقلیم‌های گرم، باعث برخورد مرحله گل‌دهی آن با درجه حرارت بسیار گرم در اواخر مرداد و اوایل شهریورماه در این مناطق شده و عملکرد گیاه را به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌دهد اما با تأخیر در کاشت تا اواخر تیرماه و یا مردادماه و برخورد دوره گل‌دهی ذرت با هوای خنک‌تر، عملکرد آن افزایش می‌یابد (Mahrokhi *et al.*, 2021). در مطالعه‌ای، Nielsen (2010) با بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر پتانسیل عملکرد ذرت گزارش کرد که تغییرات دما در تاریخ‌های مختلف کشت بر پتانسیل تولیدی ذرت به‌طور معنی‌داری تأثیرگذار هستند. براساس نتایج مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری بین تاریخ‌های کاشت نیمه دوم خردادماه، نیمه اول تیرماه و نیمه دوم تیرماه از نظر عملکرد علوفه ذرت وجود نداشت.

براساس نتایج فراتحلیل پنج مطالعه انجام‌شده در رابطه با تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد علوفه ذرت، این عامل به‌طور کلی باعث تغییرات عملکرد علوفه به میزان ۲/۵۴- درصد شد (شکل ۴). در مقایسه با نیمه اول خردادماه، کشت ذرت سیلویی در نیمه دوم خردادماه، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد علوفه به میزان ۸/۹۷ درصد شده است (شکل ۴). به‌نظر می‌رسد در کشت اول ذرت (قبل از برداشت گندم) با تأخیر در کشت تا نیمه دوم خردادماه، طول دوره رشد کاهش یافته و به‌دنبال آن عملکرد افت می‌کند (Rahimi Jahangirlou *et al.*, 2021). به‌طور کلی تأخیر در کاشت ذرت موجب تسریع در ورود به مرحله رشد زایشی و کوتاه‌شدن طول دوره رشد رویشی آن شده و در این حالت گیاه فرصت کافی برای رشد رویشی و تولید برگ بیشتر و بزرگ‌تر را نداشته و در نتیجه نرخ فتوسنتز و ذخیره اسیمیلات‌ها در آن کاهش یافته و در نهایت منجر به افت عملکرد می‌شود (Bozorgmehr & Nastari Nasrabadi, 2014). براساس نتایج این فراتحلیل، کشت ذرت در نیمه اول تیرماه باعث کاهش عملکرد



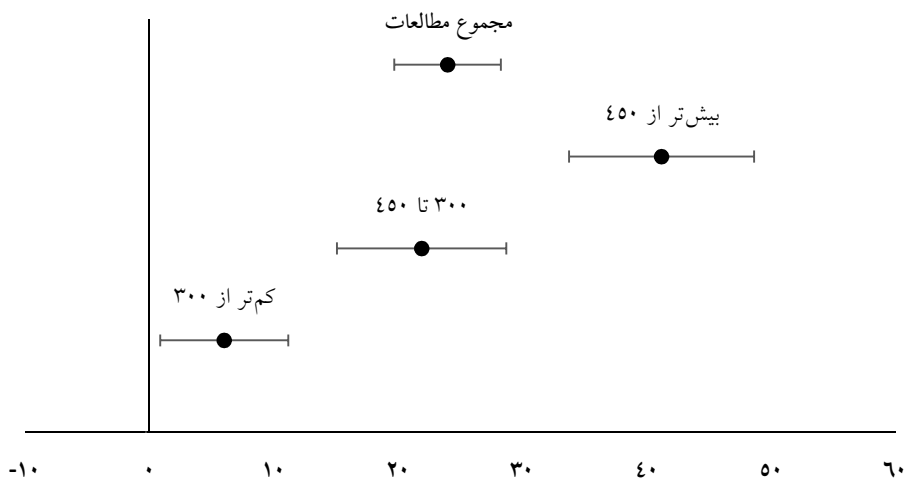
شکل ۴. درصد تغییرات عملکرد علوفه ذرت تحت تأثیر تاریخ کاشت در مقایسه با نیمه اول خردادماه. میانگین‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها محور عمودی را قطع کرده که به موجب آن صفر را در خود گنجانده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشند.

علاوه بر این تاریخ کاشت نیمه دوم تیرماه دامنه وسیعی از تغییرات عملکرد را نشان می دهد (کاهش و افزایش بیش از ۱۰ درصدی عملکرد علوفه ذرت). این تفاوت در نتایج به تنوع شرایط آب و هوایی کشور برمی گردد به طوری که کشت ذرت در نیمه دوم تیرماه باعث کاهش طول فصل رشد و افت عملکرد علوفه ذرت در مناطق سرد و معتدل کشور می شود، در حالی که این تاریخ کاشت در مناطق گرم کشور موجب عدم برخورد مراحل حساس رشد گیاه با گرمای شدید شده و عملکرد علوفه ذرت را افزایش می دهد (Rahimi, Jahangirlou et al., 2021; Mahrokh et al., 2021). گزارش کردند که بیشترین عملکرد علوفه ذرت رقم TWC370 در شهرستان تربت جام (با آب و هوای معتدل) با کاشت در نیمه اول خردادماه حاصل شد و با تأخیر در کاشت تا اواخر خردادماه و اواسط تیرماه عملکرد علوفه به ترتیب به میزان ۱۵/۲۳ و ۱۷/۹۸ درصد کاهش یافت. ایشان بیان نمودند که دو عامل حرارت و تشعشع مناسب برای تولید حداکثری ماده خشک در ذرت ضروری است و دمای بالا بر سرعت فتوسنتز گیاه تأثیر نامطلوب دارد.

### ۳.۵. کود اوره

نتایج فراتحلیل تأثیر مصرف کود اوره بر عملکرد علوفه ذرت نشان داد این عامل به طور کلی باعث تغییرات معنی دار عملکرد علوفه ذرت به میزان ۲۴/۰۰+ درصد شد (شکل ۵). مدیریت مصرف کود و حاصلخیزی مناسب خاک از مهم ترین عوامل مؤثر بر تولید علوفه ذرت هستند و ضروری است با توجه به تناوب زراعی و میزان نیتروژن موجود در خاک به این عامل توجه ویژه ای داشت (Baghdadi et al., 2017). نتایج این فراتحلیل

نشان داد که با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن، عملکرد علوفه ذرت نیز به طور معنی داری افزایش یافت به طوری که عملکرد علوفه با مصرف کود اوره به میزان کم تر از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار حدود ۶ درصد و با مصرف ۴۵۰-۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار حدود ۲۲ درصد افزایش یافت. این در حالی است که بیشترین افزایش عملکرد علوفه ذرت (۴۱/۲۰ درصد) با مصرف بیش از ۴۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار حاصل شد که این مقدار نیز معنی دار بود (شکل ۵). با توجه به فقر نیتروژن و مواد آلی در خاک های کشور، واکنش مثبت و شدید عملکرد ذرت به مصرف کود اوره منطقی به نظر می رسد. نتایج مطالعات نشان داده است که گیاه ذرت قدرت کودپذیری بالایی دارد و نسبت به کاربرد کودهای نیتروژن واکنش خوبی نشان می دهد (Mahrokh et al., 2021; Dolatmand Shahri & Tahmasebi, 2016). از آنجاکه میزان فراهمی و جذب نیتروژن بر توسعه مساحت برگ در هر بوته و به دنبال آن توسعه سایه انداز ذرت مؤثر است (Afshoon et al., 2021)، بنابراین با تأثیر بر تعداد، اندازه و طول عمر برگ ها، موجب افزایش شاخص سطح برگ و به دنبال آن افزایش جذب نور، بهبود کارایی فتوسنتزی و افزایش تولید در واحد سطح می شود (Heidari Pour et al., 2017; Vanyine et al., 2012). Modhej et al. (2014) نیز بیان کردند که یکی از عوامل مهم محدودکننده تولید هیبریدهای ذرت در کشور، کمبود مواد غذایی به ویژه نیتروژن می باشد. Vanyine et al. (2012) نیز با بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دو هیبرید ذرت گزارش کردند که با افزایش مصرف کود نیتروژن، محتوای کلروفیل و عملکرد ذرت افزایش یافت، اما میزان افزایش در هیبریدهای مورد بررسی در سال های مختلف آزمایش متفاوت بود.



شکل ۵. درصد تغییرات عملکرد علوفه 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، معنی‌دار نمی‌باشند.

#### ۴. نتیجه‌گیری

۸۰ تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار) و کاشت ارقام دیررس (گروه رسیدگی ۷۰۰) عملکرد علوفه ذرت را به ترتیب به میزان ۴۱/۲۰، ۹/۴۹ و ۳/۸۳ درصد افزایش می‌دهند. علاوه‌براین، تأمین کامل نیاز آبی ذرت و عدم مواجهه آن با تنش خشکی، عملکرد علوفه ذرت را در مقایسه با شرایط تنش خشکی ملایم، شدید و خیلی شدید به ترتیب به میزان ۸/۹۹، ۱۴/۳۸ و ۲۵/۳۰ درصد افزایش می‌دهد. در مورد تاریخ کاشت نیز بیش‌ترین عملکرد علوفه ذرت با کشت در نیمه اول خردادماه حاصل شد.

براساس نتایج این فراتحلیل، از بین عوامل زراعی موردبررسی، مصرف کود نیتروژن با ۲۴+ درصد بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد علوفه ذرت داشت. پس از نیتروژن، تنش خشکی با ۱۳/۴۴- درصد در رتبه دوم عوامل زراعی مؤثر بر عملکرد علوفه ذرت قرار گرفت، بنابراین کود نیتروژن و تنش خشکی به‌عنوان مسئول بیش از ۳۷ درصد تغییرات عملکرد علوفه ذرت در کشور شناخته شدند. علاوه‌براین، عامل تراکم کاشت با تأثیر ۵/۶۵+ درصدی بر عملکرد علوفه ذرت به‌عنوان سومین عامل زراعی تأثیرگذار بر عملکرد علوفه ذرت تعیین شد. عامل‌های تاریخ کاشت و رقم نیز باعث تغییر غیرمعنی‌دار عملکرد علوفه ذرت به ترتیب به میزان ۲/۵۴- و ۰/۳۱+ درصد شدند. در مجموع عوامل زراعی موردبررسی در این مطالعه، باعث تغییرات ۴۵/۹۴ درصدی عملکرد علوفه ذرت شدند. براساس نتایج این فراتحلیل، مصرف میزان مناسب کود نیتروژن (۴۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار)، رعایت تراکم کاشت مطلوب

#### ۵. تشکر و قدردانی

از حمایت‌های مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در اجرای این پروژه تحقیقاتی با کد مصوب ۹۷۰۱۷۴-۰۱۷-۰۳-۰۳-۰۴، تشکر و قدردانی می‌گردد.

#### ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۷. منابع

- Afshoon, E., Jahansooz, M., Moghadam, H., & Oveisi, M. (2021). Effect of tillage, nitrogen fertilizer, and water stress on crop growth indices and yield of forage corn (*Zea mays* L.). *Journal of Crops Improvement*, 23(2), 235-246. <https://dx.doi.org/10.22059/jci.2020.295787.2337>. (In Persian)
- Anonymous. (2017). Agricultural Statistics Report. Vol. 1. *Field Crops*. Vol. 2. Statistics and IT Bureau. Jahad e Keshavarzi Ministry Publication, Tehran, Iran. (In Persian)
- 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. <https://dx.doi.org/10.22067/gsc.v10i4.21207>. (In Persian)
- Baghdadi, A., Balazadeh, M., Kashani, A., Golzardi, F., Gholamhoseini, M., & Mehrnia, M. (2017). Effect of pre-sowing and nitrogen application on forage quality of silage corn. *Agronomy Research*, 15, 11-23.
- Bozorgmehr, J., & Nastari Nasrabadi, H. (2014). Effect of planting dates and cultivars on corn forage yield and quality. *Applied Field Crops Research*, 27(3), 160-164. <https://dx.doi.org/10.22092/aj.2014.101830>. (In Persian)
- Choucan, R. (2011). An evaluation of heat unit requirement in maize hybrids with different maturity groups in temperate region of Fars. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(2), 253-268. (In Persian)
- Dolatmand Shahri, N., & Tahmasebi, I. (2016). Effect of nitrogen and plant density on silage yield and quality of maize c.v MV500 as second crop. *Journal of Crops Improvement*, 18(1), 173-182. <https://dx.doi.org/10.22059/jci.2016.56556>. (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>.
- Hajibabae, M., Azizi, F., & Zargari, K. (2011). Effect of drought stress on fresh forage yield and some agronomical trait maize hybrid. *Journal of Plant and Ecology*, 7(5), 45-57. (In Persian)
- Heidari Pour, R., Koocheki, A. R., & Nassiri Mohallati, M. (2017). The effect of nitrogen fertilizer and density unusual levels on plant growth characteristics, grain and forage yields of maize. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(3), 865-876. <https://dx.doi.org/10.22059/ijfcs.2017.217558.654194>. (In Persian)
- 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>.
- Izanlo, B., & Habibi, M. (2011). Application of meta-analysis in social and behavioral science: a review of advantages, disadvantages, and methodological issues. *Journal of Research in Behavioural Science*, 9, 70-82.
- 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)
- Khodabandeh, N. (2009). *Forage farming*. First Edition. Agricultural Science Publication, Tehran, Iran.
- Knapp, S., & van der Heijden, M. G. A. (2018). A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. *Nature Communications*, 9, 3632. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05956-1>.
- Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Bakhshaei, S., & Davari, A. (2017). A meta-analysis on nitrogen fertilizer experiments on cereal crops in Iran. *Agroecology*, 9(2), 296-313. (In Persian)
- Lashkari, M., Madani, H., Ardakani, M. R., Golzardi, F., & Zargari, K. (2011). Effect of plant density on yield and yield components of different corn (*Zea mays* L.) hybrids. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 10(3), 450-457.
- Li, R. H., Guo, P. G., Michael, B., Stefania, G., & Salvatore, C. (2006). Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agricultural Sciences in China*, 5(10), 751-757. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(06\)60120-X](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(06)60120-X).
- 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., Golzardi, F., Azizi, F., Mofidian, M. A., Zamanian, M., Rahjoo, V., Torabi, M., & Soltani, E. (2021). Agronomical factors analysis on grain maize yield decreasing in Iran with meta-analysis method. *Journal of Crops Improvement*, 23(1), 73-86. <https://dx.doi.org/10.22059/jci.2020.292889.2299>. (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>.
- Mohammadi, S., Alivand, L., Farahvash, F., Hamzeh, H., Anvari, K., & Arefi, S. (2013). Grouping of late maturing corn hybrids in relation to some agronomic traits. *Journal of Crop Ecophysiology*, 7(1), 1-16. (In Persian).
- Nasrolah Alhossini, M., Rahmani, A., & Khavari Khorasani, S. (2014). Investigation of planting method and plant density on some of morphological traits, yield and yield component of sweet corn (*Zea mays* L. var Saccharata) varieties. *Applied Field Crops Research*, 27(1), 84-85. <https://dx.doi.org/10.22092/aj.2014.101209>. (In Persian).
- Nazari, Sh., Zand, E., Asadi, S., & Golzardi, F. (2012). Effect of additive and replacement intercropping series of corn (*Zea mays* L.) and mungbean (*Vigna radiata* L.) on yield, yield components and weed biomass. *Weed Research Journal*, 4(2), 97-109. (In Persian).
- Nielsen, R. L. (2010). Field dry down 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>.
- Rahimi Jahangirlou, M., Akbari, G., Allahdadi, I., Soufizadeh, S., & Parsons, D. (2021). Effect of irrigation, planting date, cultivar and nitrogen on yield and concentration and composition of starch and oil of dent maize grain. *Journal of Crops Improvement*, 23(2), 261-276. <https://dx.doi.org/10.22059/jci.2020.296005.2339>.
- Rusinamhodzi, L., Corbeels, M., Wijk, M. T. V., Rufino, M. C., Nyamagara, J., & Giller, K. E. (2011). A meta-analysis of long-term effects of conservation agriculture on maize grain yield under rain-fed conditions. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(4), 657-673. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0040-2>.
- Saadatzadeh, N., Nabavi Kalat, S. M., & Bahari Kashani, R. (2011). Effects of plant density and nitrogen fertilizer on quantity and quality of forage corn in Daregaz region. *Journal of Crop Ecophysiology*, 4(4), 29-42. (In Persian)
- Safari A. R., Hemayati, S. S., Salighedar, F., & Barimavandi, A. R. (2014). Yield and quality of forage corn (*Zea mays* L.) cultivar Single Cross 704 in response to nitrogen fertilization and plant density. *International Journal of Biosciences*, 4(10), 146-153.
- Soltani, E., & Soltani, A. (2014). Necessity of using meta-analysis in field crops researches. *Journal of Crop Production*, 7(3), 203-216. (In Persian).
- 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>.
- Tonnito, C. D., & Drinkwater, L. E. (2006). Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112, 58-72. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.07.003>.
- Valkama, E., Risto, U., Ylivainio, K., Virkajarvi, P., & Turtola, E. (2009). Phosphorus fertilization: A met analysis of 80 years of research in Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 130, 75-85. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.12.004>.
- 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>.
- Wang, L., Feng, Z., & Schjoerring, J. K. (2013). Effects of elevated atmospheric O<sub>2</sub> on physiology and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.): A meta-analytic test of current hypotheses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 178, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.06.013>.
- Wang, Y., Zhang, Y., Zhou, S., & Wang, Z. (2018). Meta-analysis of no-tillage effect on wheat and maize water use efficiency in China. *Science of the Total Environment*, 635, 1372-1382. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.202>.
- Zamanian, M., & Najafi, E. (2002). Assessment of row spacing and plant density effects on silage yield and morphological characters of corn (SC 704). *Seed and Plant Journal*, 18(2), 200-214. <https://dx.doi.org/10.22092/spij.2017.110856>. (In Persian).