به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹
صفحه‌های ۳۸٤-۳۷۳

# برهم‌کنش علف‌کش‌های نیکوسولفورون و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و نیتروژن در کنترل علف‌های هرز ذرت

کمال سادات اسیلان*
دانشیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

**چکیده**

به‌منظور ارزیابی برهم‌کنش نیتروژن و علف‌کش‌های نیکوسولفورون و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در کنترل علف‌های هرز ذرت و عملکرد و اجزای عملکرد ذرت آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. عامل اول شامل کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون (Cruz, 4% SC) ۲ لیتر در هکتار، توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ (U46 Combi Fluid, SL 67.5%) ۱/۵ لیتر در هکتار، وجین کامل و عدم وجین علف‌های هرز به‌عنوان شاهد بود. عامل دوم شامل مصرف ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف کود نیتروژن از منبع اوره بود. نتایج نشان داد مصرف کود نیتروژن باعث افزایش کارایی نیکوسولفورون در کنترل علف‌های هرز کشیده برگ و پهن برگ گردید ولی توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در شرایط بدون مصرف نیتروژن نیز علف‌های هرز پهن برگ را کنترل نمود. برهم‌کنش کود و علف‌کش تأثیر معنی‌داری بر وزن هزاردانه و تعداد ردیف در بلال نداشت اما تعداد دانه در ردیف با کاربرد نیتروژن و نیکوسولفورون افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. کاربرد نیکوسولفورن و نیتروژن سبب افزایش ۹٤ درصدی عملکرد دانه نسبت به کاربرد نیکوسولفورون به‌تنهایی شد. کاربرد نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر کارایی توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در افزایش عملکرد دانه نداشت. براساس نتایج این آزمایش کاربرد نیکوسولفورون و نیتروژن می‌تواند پیشنهادی مناسب برای کنترل مؤثر علف‌های هرز و دستیابی به بالاترین عملکرد دانه ذرت باشد.

**کلیدواژه‌ها:** اجزای عملکرد، توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ، عملکرد دانه، ماده خشک، نیکوسولفورون.

# Interaction between Herbicides (Nicosulfuron and 2,4-D+ MCPA) and Nitrogen on Weed Control of Maize

Kamal Sadat Asilan*
Associate Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.
Received: December 22, 2019 Accepted: February 1, 2020

**Abstract**

To evaluate the impact from the interaction of nitrogen and herbicides on weed control of maize along with the yield and yield components of maize, an experiment has been conducted in a randomized completer block design as factorial arrangement with three replications at Tarbiat Modares University. The first factor includes nicosulfuron (2 $l.ha^{-1}$), 2,4-D+ MCPA (1.5 $L.ha^{-1}$), weed-infesting, and weed free (hand hoeing) as control. The second factor is application of 350 $kg.ha^{-1}$ nitrogen from urea source and no nitrogen application as control. Results indicate that application of nitrogen boosts nicosulfuron efficacy in controlling broad- and narrow-leaved weeds, though it does not affect 2,4-D+ MCPA efficacy in controlling broad-leaved weeds. The application of herbicide and nitrogen has no significant effect on corn yield components, but the number of grains per row increase significantly when both nicosulfuron and nitrogen are applied together. Application of nicosulfuron and nitrogen increases the grain yield by 94%, compared with sole application of nicosulfuron. Application of both nitrogen and 2,4-D+ MCPA has no effect on corn grain yield. Results show that the application of nicosulfuron and nitrogen can be the best option for satisfactory weed control and maximum grain yield in the corn.

**Keywords:** Dry matter, grain yield, nicosulfuron, yield component, 2,4-D+ MCPA.

* نویسنده مسئول
Email: k.asilan@pnu.ac.ir

## ۱. مقدمه

علف‌های هرز یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشند. چندین دهه کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی در کنترل علف‌های هرز، این روش را به یکی از روش‌های پرکاربرد تبدیل کرده است. کارایی علف‌کش‌ها به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم تحت تأثیر شرایط محیطی در مزرعه قرار می‌گیرد و کارایی آن در کنترل علف‌های هرز تغییر می‌یابد (Varanasi *et al*., 2016).

کاربرد نهاده‌های کشاورزی مانند کود نیتروژن در رقابت گیاه زراعی و علف‌های هرز تأثیر مستقیم دارد (Blackshaw *et al*., 2003; Yaghoobi *et al*., 2011a; Kim *et al*., 2006). یافته‌های متعددی نیز تأثیر کاربرد کود نیتروژن بر کارایی برخی علف‌کش‌ها را تأیید کرده‌اند که می‌توان به تأثیر کاربرد کود نیتروژن بر کارایی علف‌کش‌های فلازاسولفورون[1] در کنترل علف‌های هرز چچم[2] چندساله و چمن یکساله[3] (Brosnan *et al*., 2010)، تری‌بنورون‌متیل[4] بر علف هرز *Tripleurospermum inodorum* (Sonderskov *et al*., 2012)، سولفوسولفورون+ مت سولفورون[5] روی علف‌های هرز پنجه‌مرغی[6]، سلمه‌تره[7]، آناغالیس[8] و اویارسلام ارغوانی[9] (Singh *et al*., 2015)، گلایفوزیت[10] بر گاوپنبه[11] و سلمه‌تره (Mithila *et al*., 2008)، مزوتریون[12] و توپرامزون[13] روی علف‌هرز علف‌انگشتی[14] (Elmore *et al*., 2012) و سولفوسولفورون+ مت سولفورون متیل در کنترل علف‌هرز ارشته خطایی[15] (Yaghoobi *et al*., 2011b) اشاره کرد.

تاکنون علف‌کش‌های متعددی برای کنترل علف‌های هرز ذرت در کشور معرفی گردیده است. علف‌کش نیکوسولفورون (Nicosulfuron, SC 4%) دارای مکانیسم بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز، برای کنترل علف‌های هرز کشیده برگ و پهن برگ ذرت معرفی گردیده است. علف‌کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ (2,4-D+ MCPA, SL 67.5%) دارای مکانیسم شبه هورمونی، برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ در ذرت، گندم و جو معرفی گردیده است (Zand *et al*., 2017).

کود نیتروژن به‌عنوان یکی از نهاده‌های پرمصرف در کشت غلات به‌ویژه ذرت مطرح می‌باشد. در صورت وجود تراکم بالای علف‌های هرز، کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی در مزارع ذرت اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. کاربرد کود نیتروژن و علف‌کش در مزرعه ذرت این سؤال را ایجاد می‌کند که واکنش علف‌های هرز به علف‌کش در شرایط یادشده چگونه خواهد بود. هدف از انجام این آزمایش ارزیابی برهم‌کنش کود نیتروژن و علف‌کش‌های توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و نیکوسولفورون در کنترل علف‌های هرز ذرت می‌باشد.

## ۲. مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در تابستان ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل چهار سطح کاربرد

1. Flazasulfuron
2. Lolium perenne
3. Poa Annua
4. Tribenuron-methyl
5. Sulfosulfuron + metsulfuron
6. Cynodon dactylon
7. Chenopodium album
8. Anagallis arvensis
9. Cyperus rotundus
10. Glyphosate
11. Abutilon theophrasti
12. Mesotrione
13. Topramezone
14. Digitaria ischaemum
15. Lepyrodiclis holosteoides Fenzl.

علف‌کش نیکوسولفورون (Cruz, 4% SC) به میزان ۲ لیتر در هکتار (۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و کاربرد علف‌کش توفوردی و امسی‌پی‌آ ( U46 Combi Fluid, 67.5% SL) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار (۱۰۱۲/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و وجین کامل و عدم وجین علف‌های هرز (به‌عنوان تیمارهای شاهد) بود. فاکتور دوم شامل دو سطح عدم کاربرد کود نیتروژن و کاربرد کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. مقدار کود اوره برمبنای عرف محل تعیین شد.

پس از انجام عملیات خاک‌ورزی، کرت‌بندی در مزرعه در ابعاد ٦ متر طول و ۲/۵ متر عرض انجام گرفت. در اول خردادماه بذور ذرت سینگل کراس ۷۰٤ در عمق پنج سانتی‌متر در فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر کاشته شدند. اعمال تیمارهای علف‌کش در مرحله چهار برگی ذرت با سم‌پاش پشتی ۲۰ لیتری ماتابی با نازل تی‌جت ( 8001 E, Ag Spray Equipment) از ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری انجام شد. کالیبره کردن سم‌پاش نشان داد که میزان محلول مصرفی در هکتار برابر ۳۵۰ لیتر می‌باشد. کود اوره به‌صورت سرک در سه زمان (مراحل چهاربرگی، هشت‌برگی و تاسل‌دهی ذرت) به میزان یک سوم در هر مرحله طبق تیمارهای ذکرشده مصرف و سپس آبیاری انجام شد.

قبل از رسیدگی ذرت، ارتفاع و سطح برگ آن در چهار زمان شامل ٤۹، ٦۷، ۷۷ و ۱۰۸ روز بعد از کاشت اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی ذرت (BBCH 87) که ۱۲۸ روز بعد از کاشت اتفاق افتاد، با در نظرگیری اثر حاشیه بوته‌های ذرت کف‌برشده و به آزمایشگاه منتقل گردیده و صفات ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد برگ در بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن هزاردانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت ذرت اندازه‌گیری شد. هم‌چنین در ۷۷ روز پس از کاشت، بوته‌های علف‌های‌هرز از سطح یک مترمربع کف‌برشده و پس از تفکیک‌شدن به گونه در آزمایشگاه، در دمای ۷۰ درجه به‌مدت ٤۸ ساعت در دستگاه آون خشک شدند و سپس توزین گردیدند.

به‌منظور تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS (9.2) استفاده گردید. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، تست نرمالیتی روی باقیمانده‌ها توسط آزمون شاپیرو و ویلک انجام گرفته و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال باقیمانده‌ها و همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لوون، تجزیه واریانس از طریق مدل خطی عمومی (GLM) انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی (کود و روش کنترل علف‌هرز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو مشاهده در هر تکرار آنالیز شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد استفاده شد. نمودارها به‌کمک نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

تجزیه رگرسیون داده‌ها پس از برازش معادله سیگموئیدی سه پارامتره (رابطه ۱) به شاخص سطح برگ یا ارتفاع بوته (Y) در مقابل زمان به‌صورت روز های پس از کاشت (t) با استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار SAS (9.2) انجام شد.

$$Y = a + \frac{LAI\ (H)\ max}{(1+\exp(-r*(t-b))} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این معادله LAI (H) max، r و b به‌ترتیب نشان‌دهنده بیشینه شاخص سطح برگ یا ارتفاع بوته، سرعت نسبی افزایش شاخص سطح برگ یا ارتفاع بوته و زمان رسیدن شاخص سطح برگ یا ارتفاع بوته به ۵۰ درصد بیشینه خودشان می‌باشند.

برای بررسی دقت مدل‌ها از $R^2$ (رابطه ۲) و RMSE (رابطه ۳) استفاده شد که از روابط زیر محاسبه می‌شوند.

$$R^2 = 1 - \frac{SSe}{SSt} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$RMSE = \sqrt{MSe} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در روابط فوق، SSe مجموع مربعات خطای آزمایشی، SSt مجموع مربعات کل، MSe میانگین مربعات خطای آزمایشی می‌باشد.

## ۳. نتایج و بحث

### ۳. ۱. نتایج علف‌های‌هرز

علف‌های هرز موجود در این آزمایش شامل توق[1]، خرفه[2]، تاج خروس ریشه قرمز[3]، دم روباهی سبز[4]، سوروف[5] و پنجه پنجه کلاغی[6] بودند که توق و پنجه کلاغی غالب بودند. با توجه به شکل ۱ در شرایط بدون مصرف نیتروژن علف‌های هرز پنجه‌کلاغی و توق بالاترین درصد وزن خشک را نسبت به وزن خشک کل به‌خود اختصاص دادند، ولی با کاربرد نیتروژن گونه‌های تاج‌خروس، سوروف و خرفه بیش‌ترین درصد وزن خشک را نسبت به وزن خشک کل به‌خود اختصاص دادند. در شرایط بدون کاربرد کود نیتروژن استفاده از نیکوسولفورون باعث کاهش وزن خشک همه گونه‌ها به‌جز پنجه کلاغی و توق گردید، ولی با کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ وزن خشک تمامی‌گونه‌ها به‌جز سوروف، پنجه کلاغی و چسبک کاهش نشان داد. در شرایط مصرف کود نیتروژن به‌جز توق و پنجه کلاغی، وزن خشک سلمک و سوروف نیز نسبت به شرایط عدم کاربرد نیتروژن افزایش داشت. در تیمار کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ به‌همراه کود نیتروژن، پنجه‌کلاغی و سلمک غالبیت بیش‌تری نسبت به سایر گونه‌ها نسبت به شرایط عدم مصرف نیتروژن یافتند (شکل ۱). نتایج یک پژوهش نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن نیاز به دوزهای بالاتری از علف‌کش نیکوسولفورون برای کنترل علف‌های هرز بود و دلیل این امر افزایش زیست‌توده علف‌های هرز به‌دلیل افزایش مصرف کود نیتروژن بود (Zare *et al.*, 2011). در پژوهشی دیگر، افزایش مصرف کود نیتروژن بیش‌تر از حد بهینه مورد نیاز گیاه زراعی باعث افزایش توان رقابتی علف‌هرز شده و باعث نیاز به علف‌کش بیش‌تری برای کنترل علف‌هرز گردید (Moradi Talvat *et al.*, 2009).

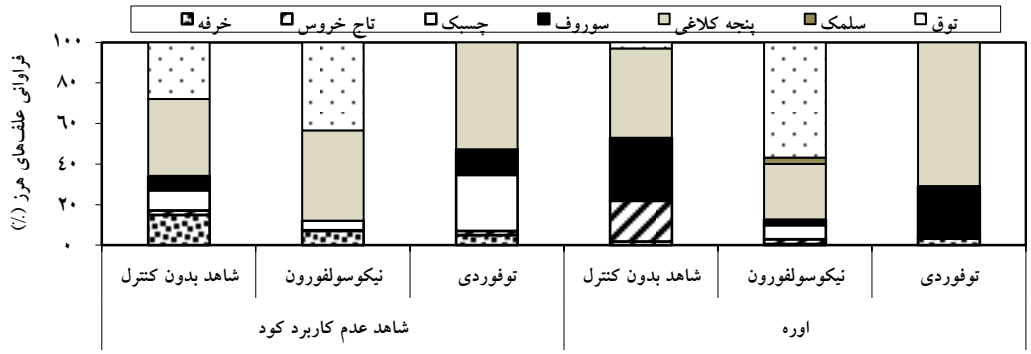
### ۳. ۲. نتایج ذرت

تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل کوددهی و کاربرد علف‌کش در تعداد برگ در بوته، وزن خشک برگ، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد، ولی در عملکرد زیست‌توده، وزن هزاردانه، تعداد ردیف در بلال ذرت و وزن خشک ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۱). اثرات اصلی کوددهی و کاربرد علف‌کش در تعداد ردیف در بلال و عملکرد زیست‌توده در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

#### ۳. ۲. ۱. ارتفاع بوته ذرت

جدول‌های ۲ و ۳ روند تغییرات ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ ذرت را در تیمارهای مختلف آزمایشی نشان می‌دهند. در این رابطه برای هر یک از این صفات سه پارامتر با استفاده از مدل سیگموئیدی با دقت بالا (ضریب تبیین بالا و جذر میانگین مربعات خطای پایین) پیش‌بینی شده است. در شرایط عدم استفاده از کود به‌ترتیب بلندترین و کوتاه‌ترین ارتفاع بوته مربوط به تیمارهای کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ و وجین دستی بود (جدول ۲). در شرایط کاربرد کود اوره اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر ارتفاع بوته مشاهده نشد (جدول ۲). بیش‌ترین سرعت افزایش ارتفاع بوته در تیمارهای شاهد وجین علف‌های هرز و کاربرد اوره به‌ترتیب در شرایط وجین و استفاده از نیکوسولفورون مشاهده شد (جدول ۲).

1. *Xanthium strumarium* L.
2. *Portulaca oleracea* L.
3. *Amaranthus retroflexus* L.
4. *Setaria viridis* L.
5. *Echinochloa crus-galli* L.
6. *Digitaria sanguinalis* L.




**شکل ۱. نسبت وزن خشک علف‌های‌هرز به وزن خشک کل اندازه‌گیری‌شده ۷۷ روز بعد از کاشت ذرت**

**جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کوددهی و کنترل علف‌هرز بر شاخص‌های ذرت رقم سینگل‌کراس ۷۰۴**

| منابع تغییر | درجه آزادی | تعداد برگ در بوته | وزن خشک ساقه | وزن خشک برگ | وزن هزاردانه | تعداد ردیف در بلال | تعداد دانه در ردیف | عملکرد دانه | عملکرد زیست‌توده | شاخص برداشت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۱/۲۰ns | ۸۵۰۷/۲۵ns | ٦٤٣٦/٨٨ns | ٦٠٧/٩٩ns | ۰/۳۳ns | ۱٤/۸۲ns | ٥٠٦١/٠٤ns | ۲۳٥٥۲/٦۳ns | ۱۲۱/٦٨ns |
| کوددهی | ۱ | ۰/۳۰ns | ٥٤٨٦٧/٦٧ns | ۱۷۹۱۰۹/۹۱** | ۹۱٦/٤٦ns | ۸/٦۱** | ٦۲/٦٤** | ۲۱۰٦۲۲/٥٥** | ۱۳۷۳۳٥۷/٦۷** | ٥/٥۲ns |
| علف‌کش | ۳ | ۱٥/۸۹** | ۱٦٥۸٦/۳۱ns | ٥۲۳٤٤/۳۲** | ۳۱۷٥/۱٥* | ۳/٤۷** | ۷۱/۸۰** | ۱۸٦۱۱۰/۰۷** | ۹۱۰۷۳٥/۰۳** | ۹۷/٦٦ns |
| کوددهی× علف‌کش | ۳ | ٥/۹٥** | ۱٦۰۸۰/۸۰ns | ۳۱٤٥۳/۲۹* | ۲۲۲۹/٥٤ns | ۰/۸۷ns | ۳٤/۷٥* | ۸۹۹۰٥/۹۱** | ۱۳۸۰۱٦/۳۳ns | ۳۹۹/۷٥** |
| خطای آزمایشی | ۱٤ | ۰/٤۳ | ۲۱۱٤٥/۸۹ | ۷۷۰٥/۹۸ | ۸۳٦/۱٥ | ۰/٦۰ | ۷/۲۷ | ۱۲۲٥۲/٥۸ | ٦٦۸۲۹/۷۷ | ٥٥/۳۱ |
| خطای نمونه‌برداری | ۲٤ | ۰/۷۸ | ۳۷۸۳٥/٥۷ | ۳٥۲٦۱/۱٦ | ۱۳۳٥/۹۲ | ۱/۲۲ | ۱٤/٤٤ | ۲۹۸٤۱/۳٦ | ۱۹۳۷٦۷/۲٤ | ۱٥۹/۹۰ |
| ضریب تغییرات (درصد) | – | ۱۳/۰۰ | ٤۱/۳۰ | ٤٥/۰۰ | ۱٤/۳۷ | ۹/۹۹ | ۱۸/۸۹ | ۲۷/۰٥ | ۳۲/٦۸ | ۲٥/۹۹ |

**، * و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

**جدول ۲. پارامترهای برآوردشده توسط مدل سیگموئیدی سه پارامتره برای تغییرات ارتفاع بوته ذرت در طی زمان**

| کوددهی | روش کنترل علف‌هرز | $H_{max}$ (cm) | r | b (day) | $R^2$ | RMSE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | بدون کنترل | ۱٦۳/۳۰ | ۰/۰٤۸ | ٦٥/۰۲ | ۰/۹۷ | ۲۰/٤۰ |
| | | (۱۳/۲۸) | (۰/۰۱۳) | (٤/۷۲) | | |
| | نیکوسولفورون | ۱٥۰/۹۰ | ۰/۰٥۳ | ٥۹/٤٥ | ۰/۹۸ | ۱٥/۲٥ |
| | | (۷/٤۹) | (۰/۰۱۱) | (۲/۸٤) | | |
| | توفوردی+ امسی‌پی‌آ | ۱۹۲/۰۰ | ۰/۰۳٤ | ۷٤/٤٤ | ۰/۹۹ | ۱۲/٤۲ |
| | | (۱۹/۸۲) | (۰/۰۰۷) | (۷/٤۲) | | |
| | وجین | ۱۳۹/۹۰ | ۰/۰٥۹ | ٥۰/۸۰ | ۰/۹۷ | ۱۹/۷٦ |
| | | (۷/۸۱) | (۰/۰۱۸) | (۳/۷٦) | | |
| اوره | بدون کنترل | ۱٦۸/٦۰ | ۰/۰۳۱ | ٦۸/۷۰ | ۰/۹۸ | ۱٦/۷۳ |
| | | (۲۷/۸۰) | (۰/۰۱۱) | (۱۲/۱۲) | | |
| | نیکوسولفورون | ۱٦۱/۹۰ | ۰/۰٦۹ | ٥۹/۰۲ | ۰/۹۹ | ۱۳/۹۲ |
| | | (٥/۰٦) | (۰/۰۱۰) | (۱/۷۸) | | |
| | توفوردی+ امسی‌پی‌آ | ۱٤۸/٦۰ | ۰/۰٤۰ | ٦۰/۸۱ | ۰/۹۹ | ۱۱/۱۰ |
| | | (۹/۰۸) | (۰/۰۰۸) | (۳/٦۲) | | |
| | وجین | ۱٤۸/۲۰ | ۰/۰٥۱ | ٥۰/۰۷ | ۰/۹۹ | ۱۲/٦۸ |
| | | (٥/۸٤) | (۰/۰۱۱) | (۲/٦۲) | | |

$H_{max}$، r و b: به‌ترتیب نشان‌دهنده بیشینه ارتفاع بوته، سرعت نسبی افزایش ارتفاع و زمان رسیدن ارتفاع بوته به ۵۰ درصد بیشینه آن می‌باشند. اعداد داخل پرانتز خطای معیار هستند.

### ۳. ۲. ۲ . شاخص سطح برگ ذرت

در بین همه ترکیب‌های تیماری بیش‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به کرت‌های وجین‌شده با کاربرد اوره و کم‌ترین آن مربوط به کرت‌هایی بودند که نه کود دریافت کردند و نه کنترل علف‌هرز (وجین و علف‌کش) انجام شده بود (جدول ۳). از نظر سرعت افزایش سطح برگ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۳). شاخص سطح برگ مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده فتوسنتز و تجمع ماده خشک است (Eyni-Nargeseh *et al.*, 2019). همان‌طورکه انتظار می‌رفت در کرت‌هایی که بیش‌ترین رقابت بر سر نور، آب و عناصر غذایی وجود داشت و کود استفاده نشد کم‌ترین شاخص سطح برگ مشاهده شد. این نتیجه با نتایج یک آزمایش روی رقابت بین ذرت و گونه‌ای علف‌هرز باریک برگ (*Urochloa plantaginea*) هماهنگ است (Frandoloso *et al.*, 2019). در آزمایشی دیگر بیش‌ترین و کم‌ترین سطح برگ ذرت به‌ترتیب در تیمارهای وجین دستی و بدون کنترل علف‌هرز مشاهده شد (Al-Rawi & Al-Kaisy, 2019). گزارش شده در شرایط عاری از علف‌هرز پاسخ شاخص سطح برگ ذرت به مقدار نیتروژن خطی و مثبت بود، درحالی‌که در شرایط وجود علف‌هرز تاج خروس این نتیجه حاصل نشد (Gholamhoseini *et al.*, 2013).

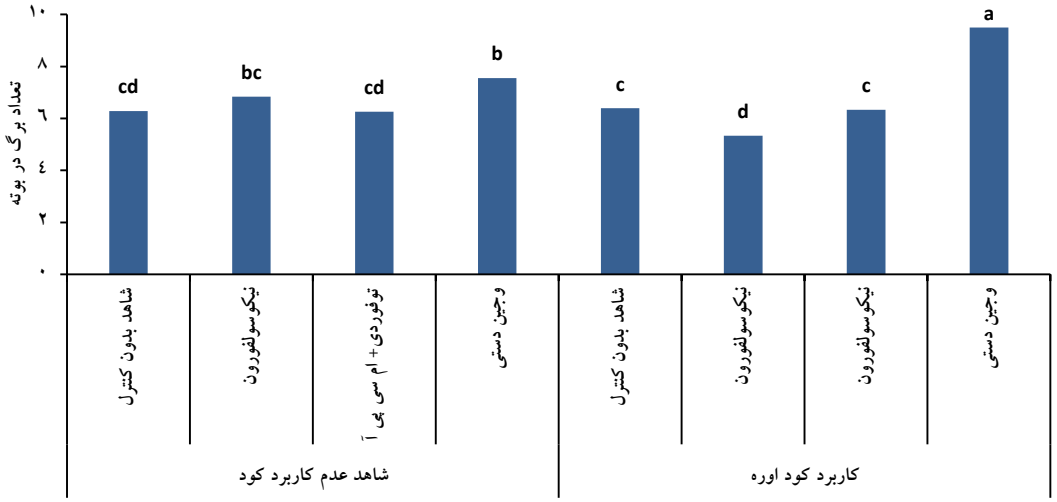
### ۳. ۲. ۳. تعداد برگ در بوته

بالاترین تعداد برگ در بوته ذرت به تعداد ۹ عدد مربوط به وجین دستی در شرایط کاربرد کود نیتروژن بود. با عدم مصرف نیتروژن در شرایط وجین دستی، تعداد برگ در بوته کاهش معنی‌داری داشت و به هفت برگ در بوته رسید. در کاربرد نیکوسولفورون در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن تعداد برگ در بوته ذرت هفت عدد بود، درصورتی‌که با مصرف کود نیتروژن از تعداد برگ ذرت به‌طور معنی‌داری کاسته شد (شکل ۲). نتایج نشان داد با کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ در شرایط کاربرد یا عدم کاربرد کود نیتروژن تفاوت معنی‌داری در تعداد برگ در بوته مشاهده نگردید. ولی نسبت به تیمار شاهد وجین دستی کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۲).

**جدول ۳. پارامترهای برآوردشده توسط مدل سیگموئیدی سه پارامتره برای تغییرات شاخص سطح برگ ذرت در طی زمان**

| کوددهی | روش کنترل علف‌هرز | $H_{max}$ (cm) | r | b (day) | $R^2$ | RMSE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | بدون کنترل | ۲/۵۱ (۰/۲۱) | ۰/۰۹۵ (۰/۰۳۶) | ٦٤/٥٣ (٤/١٢) | ۰/۹۰ | ۰/٦٨ |
| | نیکوسولفورون | ۳/۳۲ (۰/۲۵) | ۰/۰۸۷ (۰/۰۲۹) | ٦٣/۰۰ (٣/٧٩) | ۰/۹۳ | ۰/٧٦ |
| | توفوردی+ امسی‌پی‌آ | ۲/٥٦ (۰/۱۸) | ۰/۰۹۸ (۰/۰۳۰) | ٦٣/٢٧ (٣/٣٩) | ۰/۹۳ | ۰/٥٨ |
| | وجین | ۳/۳۰ (۰/۲۲) | ۰/۰۷۸ (۰/۰۲۳) | ٦٣/٤٢ (٣/٥١) | ۰/۹٤ | ۰/٦٤ |
| اوره | بدون کنترل | ۳/۳۱ (۰/۳۰) | ۰/۰۹۷ (۰/۰٤۳) | ۷۰/۷٥ (٤/۰۷) | ۰/۸۸ | ۰/۹۱ |
| | نیکوسولفورون | ۳/۲۷ (۰/۳۰) | ۰/۰۹٥ (۰/۰۳۹) | ٦٢/٢٤ (٤/٦٢) | ۰/۸۸ | ۰/۹۸ |
| | توفوردی+ امسی‌پی‌آ | ۳/۸۹ (۰/٤۱) | ۰/۱۱۱ (۰/۰٦۰) | ٦٩/٨۰ (٤/٣٤) | ۰/۸٤ | ۱/۳۲ |
| | وجین | ٥/۱۳ (۰/۳٥) | ۰/۰۹۱ (۰/۰۳۰) | ۷۲/۹۸ (٣/٢٧) | ۰/۹٤ | ۰/۹۹ |

**$LAI_{max}$، r و b: به‌ترتیب نشان‌دهنده بیشینه شاخص سطح برگ، سرعت نسبی افزایش شاخص سطح برگ و زمان رسیدن شاخص سطح برگ به ۵۰ درصد بیشینه آن می‌باشند. اعداد داخل پرانتز خطای معیار هستند.**




**شکل ۲. تأثیر برهم‌کنش دوگانه کوددهی و روش کنترل علف‌هرز بر تعداد برگ در بوته ذرت**

**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**

### ۳. ۲. ٤. وزن خشک برگ

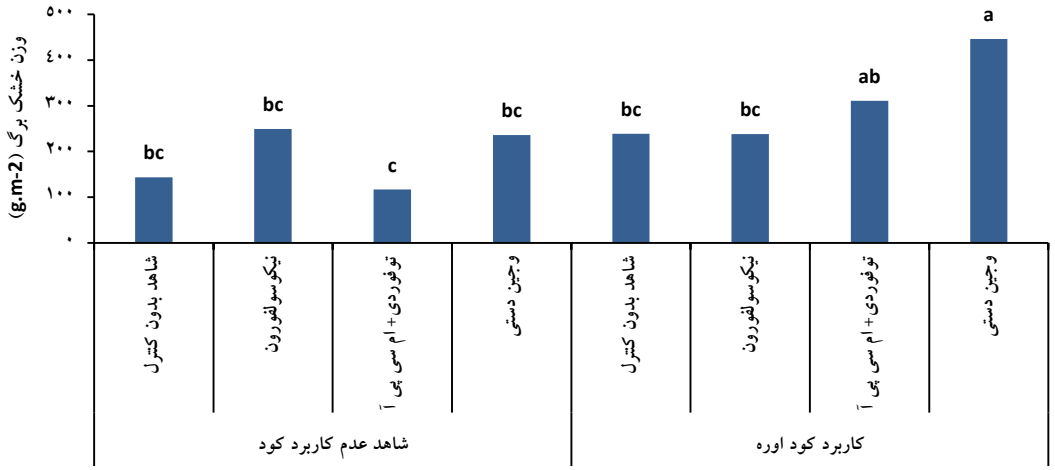
بالاترین وزن خشک برگ ذرت ٤٤٢ گرم در مترمربع در وجین دستی به‌همراه مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد و عدم کاربرد کود نیتروژن باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک برگ به کم‌تر از نصف بود (شکل ۳). کم‌ترین وزن خشک برگ نیز در تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز و عدم کاربرد نیتروژن به‌دست آمد. کاربرد نیکوسولفورون باعث افزایش وزن خشک برگ به میزان ۲٤۹ گرم در مترمربع در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن گردید که اختلاف معنی‌داری با وجین دستی در شرایط مشابه نداشت ولی کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ باعث کاهش وزن خشک برگ در همان شرایط گردید که شاید بتوان به سمیت این علف‌کش روی ذرت نسبت داد. با کاربرد کود نیتروژن وزن خشک برگ نسبت به شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن افزایش نشان داد. کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ به‌همراه کاربرد کود نیتروژن بالاترین وزن خشک برگ (۳۱۱/۲ گرم در مترمربع) را در بین تیمارهای کاربرد علف‌کش به‌همراه داشت که اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین دستی همراه با کاربرد کود نیتروژن نداشت (شکل ۳).

### ۳. ۲. ۵. وزن هزاردانه

بیش‌ترین وزن هزاردانه ذرت در تیمار وجین دستی به‌دست آمد. نتایج آزمایش نشان داد هر چند کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ و نیکوسولفورون باعث کاهش وزن هزاردانه ذرت گردید، ولی تفاوت معنی‌داری با شاهد آلوده به علف‌هرز نداشت (شکل ٤) که شاید بتوان علت آن را به سمیت علف‌کش‌ها روی ذرت نسبت داد.

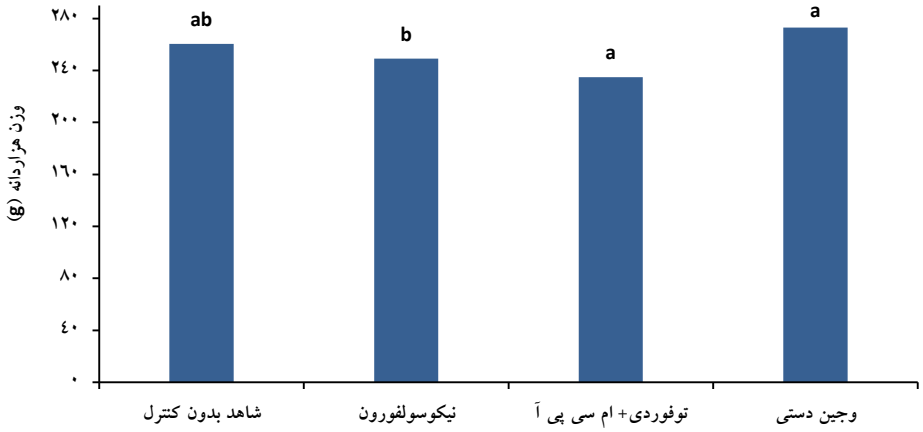
### ۳. ۲. ٦. تعداد ردیف در بلال

بیش‌ترین تعداد ردیف در بلال در تیمارهای وجین دستی، کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ و عدم کنترل علف‌های هرز به‌دست آمد (شکل ۵- الف). کم‌ترین میزان تعداد ردیف در بلال در کاربرد نیکوسولفورون به تعداد ۱۰ ردیف در بلال به‌دست آمد. کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار تعداد ردیف در بلال به تعداد ۱۱ ردیف در بلال نسبت به عدم کاربرد کود نیتروژن به تعداد ۱۰ ردیف در بلال گردید (شکل ۵- ب).




**شکل ۳. تأثیر برهم‌کنش دوگانه کوددهی و روش کنترل علف‌هرز بر وزن خشک برگ ذرت.**

**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**

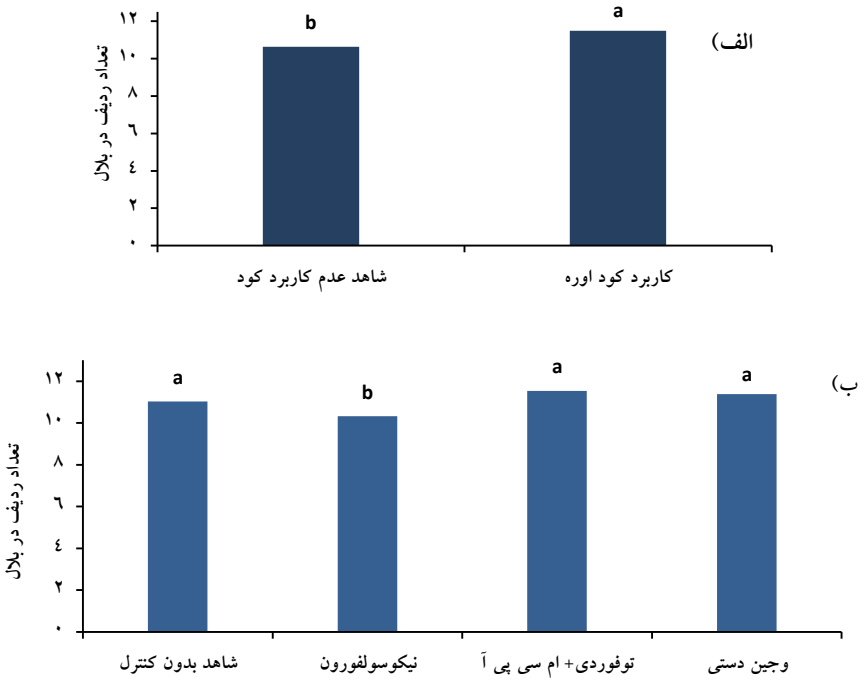



**شکل ٤. تأثیر روش کنترل علف‌هرز بر وزن هزاردانه ذرت.**

**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**

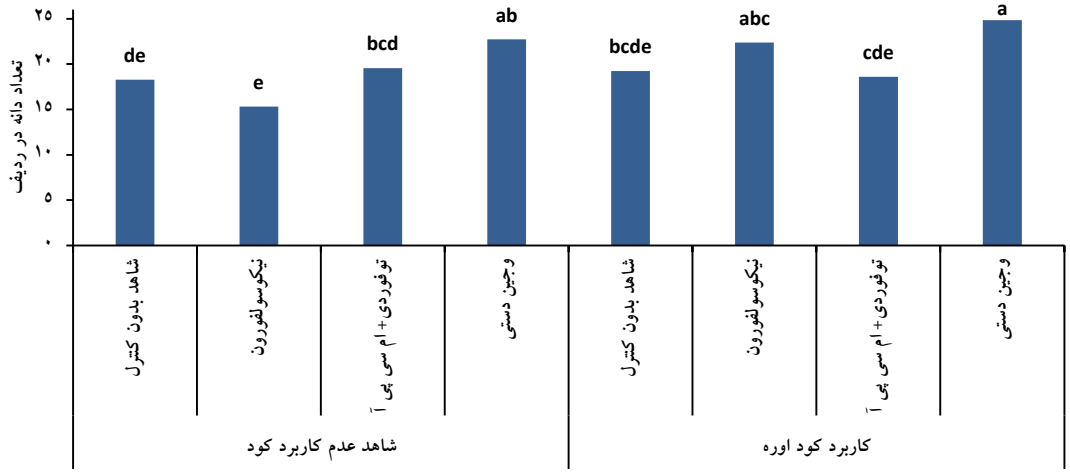
### ۳. ۲. ۷. تعداد دانه در ردیف بلال

بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف بلال در تیمار وجین دستی همراه با مصرف و یا عدم مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد. کم‌ترین تعداد دانه در ردیف در تیمار شاهد بدون وجین همراه و یا بدون مصرف کود نیتروژن و علف‌کش نیکوسولفورون بدون مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد (شکل ٦). کاربرد توفوردی+ امسی‌پی‌آ در شرایط همراه یا بدون مصرف کود نیتروژن عملکرد یکسانی در ۱۸ و ۱۷ عدد دانه در ردیف داشته است. علف‌کش نیکوسولفورون همراه با کاربرد کود نیتروژن افزایش معنی‌داری در تعداد دانه در ردیف (۲۲ عدد دانه) نسبت به شرایط بدون مصرف کود نیتروژن (۱۵ عدد دانه) نشان داد (شکل ٦).




**شکل ۵. تأثیر روش کنترل علف‌هرز و کوددهی بر تعداد ردیف در بلال ذرت.**

**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**




**شکل ٦. تأثیر برهم‌کنش دوگانه کوددهی و روش کنترل علف‌هرز بر تعداد دانه در ردیف در بلال ذرت.**

**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**

### ۳. ۲. ۸. عملکرد دانه ذرت

بیش‌ترین عملکرد دانه در وجین دستی همراه با مصرف کود نیتروژن به مقدار ۸۳٤ گرم در مترمربع و بدون مصرف کود نیتروژن به مقدار ۷۵۳ گرم در مترمربع و هم‌چنین کاربرد نیکوسولفورون همراه با مصرف کود نیتروژن به مقدار ۷٤۲ گرم در مترمربع به‌دست آمد. کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار

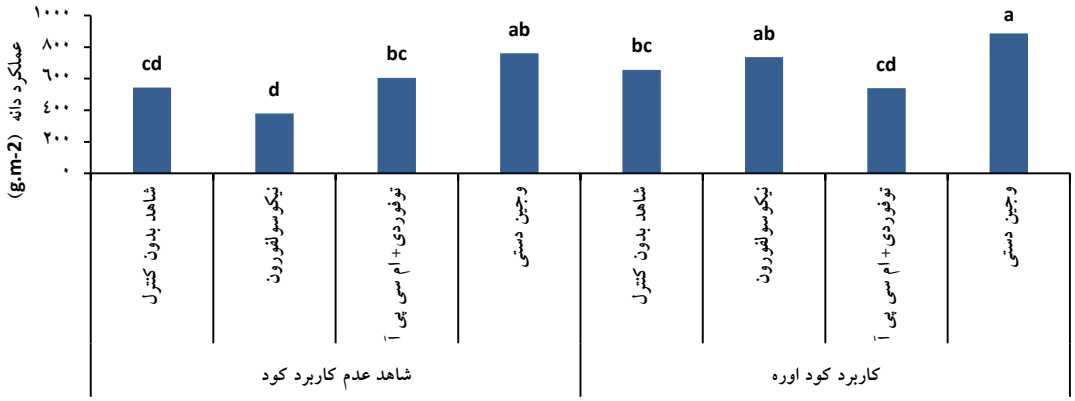
کاربرد نیکوسولفورون بدون استفاده از کود نیتروژن به مقدار ۳۸٤ گرم در مترمربع به‌دست آمد. عملکرد دانه در استفاده از توفوردی+ امسی‌پی‌آ همراه یا بدون مصرف کود نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت و به‌ترتیب ۵۷۸ و ٦۰۸ گرم در مترمربع به‌دست آمد (شکل ۷). نتایج این آزمایش نشان داد کاربرد نیکوسولفورون زمانی بهترین عملکرد دانه ذرت را در پی خواهد داشت که کود نیتروژن نیز به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار به مزرعه داده شود. در صورت کاربرد نیکوسولفورون بدون مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه کاهش یافته و حتی از شاهد بدون وجین نیز کم‌تر خواهد بود. نتایج یک پژوهش نشان داد با توجه به عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی مناسب‌ترین مقدار نیکوسولفورون و کود نیتروژن برای دستیابی به عملکرد مناسب دانه ذرت و کنترل مناسب علف‌هرز به‌ترتیب ٦۰ گرم و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Zare *et al.*, 2011). در پژوهشی دیگر کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه ۲۰ گرم علف‌کش تری بنورون متیل باعث تولید بالاترین عملکرد دانه در گندم گردید (Moradi Talvat *et al.*, 2009). طبق نتایج یک پژوهش، کاربرد ۲٤۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌همراه ٤۵ گرم در هکتار علف‌کش سولفوسولفورون+ مت‌سولفورون متیل در تراکم ٤۰۰ بوته در مترمربع گندم بالاترین عملکرد دانه گندم را در پی داشت (FarhangFar *et al.*, 2017).

### ۳. ۲. ۹. وزن خشک کل ذرت

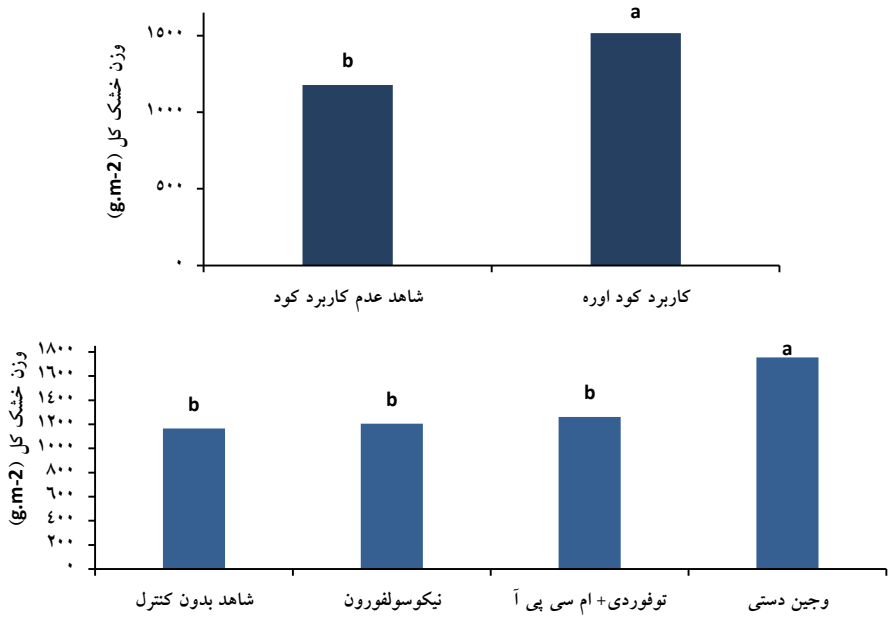
کاربرد کود نیتروژن افزایش معنی‌داری در وزن خشک کل ذرت به میزان ۱۵٤۳ گرم در مترمربع داشت. عدم مصرف کود نیتروژن باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک کل ذرت به میزان ۱۱۸۷ گرم در مترمربع به‌دست آمد (شکل ۸). وزن خشک کل ذرت در تیمار وجین دستی بالاترین مقدار را به میزان ۱۷۱۰ گرم در مترمربع داشت. در کاربرد علف‌کش‌های توفوردی+ امسی‌پی‌آ و نیکوسولفورون و شاهد بدون وجین علف‌های هرز هیچ تفاوت معنی‌داری در وزن خشک کل ذرت مشاهده نشد (شکل ۸). در آزمایشی بیش‌ترین وزن خشک کل ذرت با کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Nasiri *et al.*, 2015).

### ۳. ۲. ۱۰. شاخص برداشت

تمامی شاخص‌های برداشت به‌دست‌آمده در تیمارهای آزمایشی به‌جز تیمار کاربرد نیکوسولفورون بدون مصرف کود نیتروژن، تفاوت معنی‌داری با هم نداشته و بالاترین مقدار شاخص برداشت را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۹).

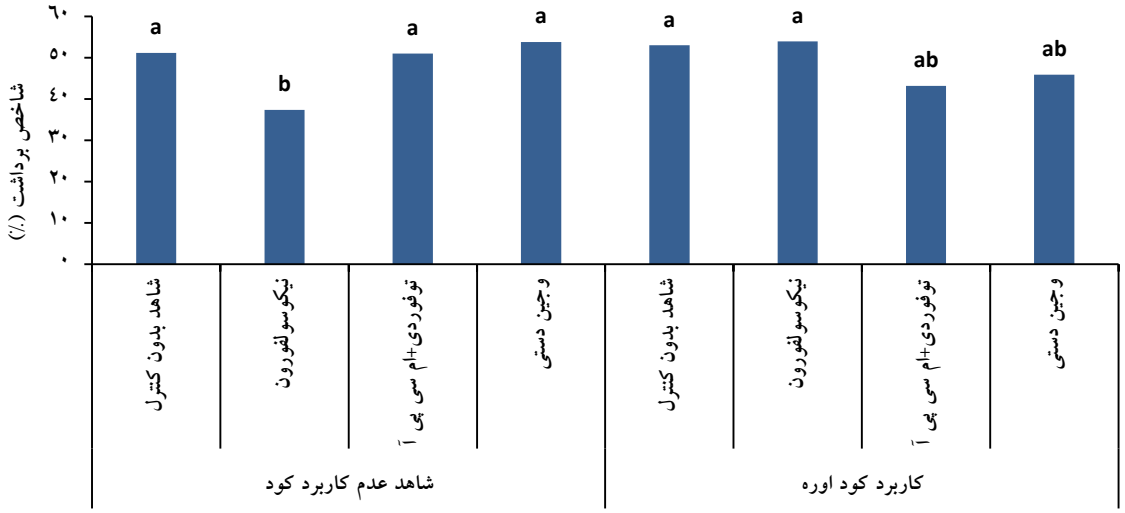



**شکل ۷. تأثیر برهم‌کنش دوگانه کوددهی و روش کنترل علف‌هرز بر عملکرد دانه ذرت.**
**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**




**شکل ۸. تأثیر روش کنترل علف‌هرز و کوددهی بر وزن خشک کل ذرت.**

**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**




**شکل ۹. تأثیر برهم‌کنش دوگانه کوددهی و روش کنترل علف‌هرز بر شاخص برداشت ذرت.**

**حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.**

## ٤. نتیجه‌گیری

کاربرد کود نیتروژن همراه با علف‌کش‌ها باعث تغییر در کارایی در کنترل علف‌های‌هرز می‌گردد که البته بسته به نوع علف‌کش می‌تواند باعث افزایش یا کاهش کارایی در کنترل علف‌های هرز گردد. براساس نتایج این پژوهش کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش کارایی نیکوسولفورون در کنترل علف‌های‌هرز گردید، ولی کاربرد نیتروژن باعث کاهش کارایی توفوردی+ امسی‌پی‌آ در کنترل علف‌های هرز گردید.

## ۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ٦. منابع


Al-Rawi, A. F. S., & Al-Kaisy, A. L. M. (2019). Effect of weed control treatments on the growth, yield and quality of three cultivars of maize (*Zea mays* L.). *Plant Archives*, *19*, 192-202.

Blackshaw, R. E., Brandt, R. N., Janzen, H. H., Entz, T., Grant, C. A., & Derksen, D. A. (2003). Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science*, *51*, 532-539.

Brosnan, J. T., Thoms, A. W., McCullough, P. E., & Armel, G. R. (2010). Efficacy of Flazasulfuron for control of Annual Bluegrass (*Poa Annua*) and Perennial Ryegrass (*Lolium perenne*) as influences by nitrogen. *Weed Science*, *58*(4), 449-456.

Elmore, M. T., Brosnan, J. T., Kopesell, D. A., & Breeden, G. K. (2012). Nitrogen- enhanced eficacy of Mesotrione and Topramezone for Smooth Crabgrass (*Digitaria ischaemum*) control. *Weed Science*, *60*(3), 480-485.

Eyni-Nargeseh, H., Deihimfard, R., Rahimi-Moghaddam, S., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2019). Analysis of growth functions that can increase irrigated wheat yield under climate change. *Meteorological Applications*. In press. DOI: 10.1002/met.1804.

Farhangfar, M., Oveisi, M., Rahimian Mashhadi, H., & Alizadeh, H. (2017). Interaction of nitrogen fertilizer and wheat density in competition with Wild Barley under Metsulfuron methyl + Sulfosulfuron doses in Karaj and Qom. *Iranian Journal of Weed Science*, *13*(1), 45-56.

Frandoloso, F., Galon, L., Gabiatti, R. L., Bianchessi, F., Holz, C. M., Menegat, A. D., Santin, C. O., Reichert, F. W., Franceschetti, M. B., Bagnara, M. A. M. & Agazzi, L. R. (2019). Competition of maize hybrids with alexandergrass (*Urochloa plantaginea*). *Australian Journal of Crop Science*, *13*(9), 1447-1455.

Gholamhoseini, M., AghaAlikhani, M., Modarres Sanavy, S. A. M., Mirlatifi, S. M., & Zakikhani, H. (2013). Response of corn and redroot pigweed to nitrogen fertilizer in different irrigation regimes. *Agronomy Journal*, *105*(4), 1107-1118.

Mithila, J., Swanton, C. J., Blackshaw, R. E. & Cathcart, R. J. (2008). Physiological basis for reduced glyphosate efficacy on weeds grown under low soil nitrogen. *Weed Science*, *56*(1), 12-17.

Moradi Talavat, M. R., Siadat, S. A., Fathi, Gh., Zand, E., & Alamisaeid, Kh. (2009). Effect of nitrogen and herbicide levels on wheat (*Triticum aestivum*) competition against wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Electronic Journal of Crop Production*, *2*(3), 135-150. (In Persian)

Nasiri, A., Hosseini Cici, S. Z., Ghadiri, H., & Kazemeini, S.A. (2015). Interaction effect of nitrogen fertilizer Nicosulfuron+ Rimsulfuron herbicide on weed control in grain corn. *Iranian Journal of Weed Science*, *11*, 51-60. (In Persian)

Kim, D. S., Marshall, E. J. P., Brain, P. & Caseley, J. C. (2006). Modeling the effects of sub-lethal doses of herbicide and nitrogen fertilizer on crop-weed competition. *Weed Reseasrch*, *46*, 492-502.

Singh, M., Singh, M.K., Singh, S.P., & Sabu, R. (2015). Herbicide and nitrogen application on weeds and yield of wheat. *Indian Journal of Weed Science*, *47*(2), 125-130.

Sonderskov, M., Swanton, C. J., & Kudsk. P. (2012). Influence of nitrogen rate on the efficacy of herbicides with different modes of action. *Weed Research*, *52*, 169-177.

Varanasi, A., Vara Prasad, P. V., & Jugulam, M. (2016). Impact of climate change factors on weeds and herbicide efficacy. *Advances in Agronomy*, *135*, 107-146.

Yaghoobi, S. R., Aghaalikhani, M., Ghalavand, A. & Zand, E. (2011a). Evaluation of important growth parameters of Lepyrodiclis (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.) under different light densities and nitrogen rates. *Iranian Journal of Weed Science*, *7*, 31-43. (In Persian)

Yaghoobi, S. R., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M. & Zand, E. (2011b). Investigation of herbicide-nitrogen interaction on wheat yield and yield components in competition with Lepyrodiclis (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.) competition. *Iranian Journal of Weed Science*, *7*, 13-30. (In Persian)

Zand, E., Baghestani, M.A., Nezam Abadi, N., Shimi, P., and Mosavi, S.K. (2017). A guide to chemical control of weeds in Iran. 1st Edition, Jihad Daneshgahi Publication, Mashhad Ferdowsi Univ., Mashhad, Iran.

Zare, A., Rahimain Mshhadi, H. R., Alizadeh, H., & Beheshtian Mesgaran, M. (2011). Modeling of interaction between fertilizer rates and Nicosulfuron herbicide doses on grain yield and biomass of corn. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *42*, 673-681.