

## ارزیابی تأثیر قطع آبیاری بر کارایی علف-کش در کنترل علف‌های هرز ذرت

### در شرایط کم نهاده و پر نهاده

سعیدرضا یعقوبی<sup>۱\*</sup>، محسن دهقانی<sup>۲</sup>، علی مختصی بیدگلی<sup>۳</sup>، کمال سادات اسیلان<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران، ۳۰۲- دانشجو و استادیار، زراعت، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۴- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه پیام نور تهران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۲۴)

### چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر نیتروژن و قطع آبیاری در مراحل ابتدایی رشد ذرت بر کارایی نیکوسولفورون و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ در کنترل علف‌های هرز، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. عامل اول شامل کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، وجین کامل و عدم وجین علف‌های هرز، عامل دوم شامل آبیاری مطلوب و قطع آبیاری از مرحله چهار برگگی تا هشت برگگی ذرت و عامل سوم شامل مصرف ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (عرف منطقه) و عدم مصرف آن بود. آبیاری مطلوب همراه با مصرف کود نیتروژن، باعث افزایش معنی‌دار کارایی نیکوسولفورون و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و کاهش وزن خشک کل علف‌های هرز از ۱۳۷۰ گرم در متر مربع در شاهد بدون وجین، به ترتیب به ۳۶۱ و ۳۴۱ گرم در مترمربع شد. در شرایط قطع آبیاری، کاربرد علف‌کش‌ها همراه یا بدون مصرف کود نیتروژن، باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز به میزان یک سوم شد. با مصرف نیتروژن، عملکرد دانه به‌ویژه همراه با کاربرد نیکوسولفورون به ۷۳۹۱ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. در شرایط قطع آبیاری و عدم مصرف نیتروژن، کاربرد توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، عملکرد دانه بالاتری (۸۱۴۸ کیلوگرم در هکتار) نسبت به کاربرد نیکوسولفورون (۳۷۰۱ کیلوگرم در هکتار) در پی داشت. طبق نتایج آزمایش، کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون همراه با کود نیتروژن در شرایط توقف دوره‌ای آبیاری در اوایل دوره رشد ذرت، کنترل مناسب علف‌های هرز کشیده برگ و پهن‌برگ و عملکرد مطلوب دانه (۷۳۳۷ کیلوگرم در هکتار) را باعث می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** اجزای عملکرد، تغذیه گیاهی، تنش خشکی، علف‌کش، مدیریت علف‌هرز.

## Evaluation of water withholding on herbicide efficacy in maize weed control in low and high input conditions

Saeed Reza Yaghoobi<sup>1\*</sup>, Mohsen Dehghani<sup>2</sup>, Ali Mokhtassi-Bidgoli<sup>3</sup>, Kamal Sadat Asilan<sup>4</sup>

1. Department of Agricultural Science, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran, 2,3. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, 4. Department of Agronomy, Payame Noor University of Tehran

(Received: December 21, 2019 - Accepted: April 12, 2020)

### ABSTRACT

To evaluate the effect of nitrogen and water withholding in vegetative growth stage of corn on efficacy of nicosulfuron and 2,4-D+ MCPA an experiment was conducted as a factorial arrangement in a randomized complete block design with three replications at Tarbiat Modares University in 2017. The first factor contained four treatments including application of nicosulfuron, 2,4-D+ MCPA, weed free and weed infested as control. The second factor consisted of normal irrigation and water withholding from 4 to 8 leaf stage. Third factor contained either urea application or no fertilizer application. Normal irrigation and nitrogen fertilizer application significantly increased nicosulfuron and 2,4-D+ MCPA efficacy in weed control and total weed dry weight decreased to 341 and 361 g.m<sup>-2</sup> respectively compared 1370 g.m<sup>-2</sup> as weed infested. Nicosulfuron and 2,4-D+ MCPA reduced weed total dry weight significantly under irrigation withholding. Grain yield increased with application of nitrogen and nicosulfuron. Grain yield was higher with application of 2,4-D+ MCPA than nicosulfuron without nitrogen application under irrigation withholding. Application of nicosulfuron with nitrogen application provided satisfactory weed control and increased grain yield.

**Keywords:** Crop nutrition, drought stress, herbicide, weed management, yield component.

\* Corresponding author E-mail: Sr-yaghoobi@tvu.ac.ir

## مقدمه

بوده است (Hajibabaei & Azizi, 2016; Kresovic *et al.*, 2016). در شرایط تنش خشکی، ریشه‌ها اولین اندامی هستند که کمبود آب را احساس می‌کنند (Paez-Garcia *et al.*, 2015) و از گسترش آن‌ها در اعماق کمتر خاک کاسته می‌شود و در مقابل، رشد ریشه در اعماق خاک افزایش می‌یابد (Sharp and Davis, 1981; Bargaz *et al.*, 2016; Gao and Lynch, 2016) تا به منابع آب در اعماق خاک برسند (Lynch and Wojciechowski, 2015) و حتی به منابع عناصر غذایی مانند نیتروژن در اعماق خاک نیز دست پیدا کنند (York *et al.*, 2015). زارعین ذرت در برخی مناطق کشور به صورت تجربی دریافته‌اند که در صورتی که در اوایل دوره رشد رویشی ذرت، آبیاری را به مدت ۱۰ تا ۱۵ روز متوقف کنند و پس از طی این دوره، شروع به آبیاری و کوددهی نمایند، ذرت به دلیل گسترش ریشه در اعماق خاک، عملکرد بالاتری خواهد داشت. با توجه به این که مصرف علف‌کش‌های انتخابی ذرت در مواردی هم زمان با این دوره توقف آبیاری می‌باشد، بنابراین این آزمایش با هدف ارزیابی کارایی علف‌کش‌های نیکوسولفورون و توفوردی + ام-سی‌پی‌آ در کنترل علف‌های هرز در شرایط قطع آبیاری و کاربرد نیتروژن انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل چهار تیمار علف‌کش نیکوسولفورون (Cruz, 4% SC) به میزان دو لیتر در هکتار (۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، علف‌کش توفوردی و ام‌سی‌پی‌آ (U46 Combi Fluid, 67.5% SL) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار (۱۰۱۲/۵ گرم در هکتار)، وجین کامل و عدم وجین علف‌های هرز (به‌عنوان تیمارهای شاهد) بود. فاکتور دوم شامل آبیاری مطلوب و یک‌بار قطع آبیاری از مرحله چهار برگی به مدت ۱۰ روز و فاکتور سوم شامل عدم کاربرد کود نیتروژن و کاربرد کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم

عوامل متعددی در کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز نقش دارند که از آن جمله می‌توان به تأثیر رطوبت خاک در کارایی علف‌کش اشاره کرد (Sulewska *et al.*, 2012; Sebastian *et al.*, 2017). در شرایط تنش خشکی، گیاهان لایه کوتیکول ضخیم‌تری تولید می‌کنند و سرعت انتقال شیره آوندی کندتر می‌شود (Jaleel *et al.*, 2009). اعتقاد بر این است که شرایط خشکی به‌واسطه کاهش جذب و انتقال (Skelton *et al.*, 2016) و متابولیسم (Patterson, 1995) علف‌کش در علف‌های هرز، باعث کاهش کارایی علف‌کش می‌شود که البته میزان کاهش کارایی بین علف‌کش‌های مختلف متفاوت است. نتایج یک تحقیق نشان داد که میزان جذب و انتقال علف‌کش توفوردی در علف‌هرز *Amaranthus tuberculatus* در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط عادی تغییری نکرد، ولی میزان جذب و انتقال علف‌کش گلایفوزیت در شرایط عادی نسبت به شرایط تنش خشکی، به ترتیب از ۸۳ به ۴۰ و از ۶۴ به ۵۲ درصد کاهش یافت (Skelton *et al.*, 2016).

نیتروژن، یکی از عناصر غذایی مهم و پرمصرف در تغذیه گیاهان زراعی می‌باشد. این عنصر نه تنها باعث تغییر توان رقابتی گیاهان زراعی و علف‌های هرز در برابر یکدیگر می‌شود (Blackshaw *et al.*, 2003) بلکه می‌تواند بر کارایی علف‌کش در کنترل علف‌های هرز نیز تأثیر داشته باشد (Kim *et al.*, 2006). نتایج تحقیقی نشان داده است که افزایش کاربرد کود نیتروژن، باعث افزایش کارایی علف‌کش سولفوسولفورون + متسولفورون متیل<sup>۱</sup> در کنترل علف‌هرز ارشته خطایی<sup>۲</sup> شد و با افزایش مصرف نیتروژن، دز کمتری از علف‌کش سولفوسولفورون + متسولفورون لازم بود تا کنترل مؤثری در ارشته خطایی ایجاد گردد (Yaghoobi *et al.*, 2011b).

نتایج مطالعات متعدد، نشان‌دهنده تأثیر نامطلوب تنش خشکی و کم‌آبی بر رشد و نمو و عملکرد ذرت

<sup>1</sup> Sulfosulfuron+ Metsulfuron methyl WG 75%

<sup>2</sup> *Lepyrödiclis holosteoides* Fenzl.

ذرت در تاریخ ۹۷/۷/۹، با در نظرگیری اثر حاشیه، بوته‌های ذرت از سطح دو متر مربع کف بر شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه منتقل، صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف، دانه در بلال و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد.

قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، تست نرمالیتی روی باقیمانده‌ها توسط آزمون شاپیرو-ویلک انجام گرفت و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال باقیمانده‌ها و همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون، تجزیه واریانس از طریق مدل خطی عمومی (GLM) با نرم‌افزار SAS انجام شد.

در هر تکرار، یک کرت نکاشت در نظر گرفته شد. از وزن خشک و تراکم بوته علف‌های هرز در کرت‌هایی که کشت نشدند و علف‌های هرزی که به صورت طبیعی در آن روئیدند، به عنوان عامل کووریت برای تجزیه کوواریانس استفاده شد و به دلیل این که معنی دار نبودند، از مدل حذف شدند و سپس تجزیه واریانس انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها، از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد و میانگین و خطای معیار وزن خشک علف‌های هرز نیز با استفاده از رویه Means محاسبه شد.

## نتایج و بحث

### وزن خشک علف‌های هرز

علف‌های هرز موجود در مزرعه در طی آزمایش شامل توق، خرفه، تاج‌خروس ریشه قرمز، دم‌روباهی، سوروف و پنجه‌کلاغی بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که وزن خشک خرفه در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود اوره در آبیاری مطلوب، تحت تأثیر تیمار علف‌کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و وجین دستی، کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد بدون کنترل و کاربرد نیکوسولفورون در شرایط یکسان داشت. در شرایط قطع آبیاری همراه با مصرف یا عدم مصرف کود اوره، کارایی توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در کنترل خرفه کاهش یافت (جدول ۱). نتایج آزمایش نشان داد که وزن خشک تاج‌خروس ریشه قرمز در شرایط آبیاری مطلوب و قطع آبیاری با کاربرد نیتروژن افزایش یافت.

در هکتار بود. معیار انتخاب ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، عرف استفاده از کود نیتروژن توسط کشاورزان ذرت کار بود.

پس از عملیات خاک‌ورزی، کرت بندی در مزرعه در ابعاد شش متر طول و ۲/۵ متر عرض انجام گرفت. در اول خرداد، بذره‌های ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در عمق پنج سانتی‌متر و در فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر کاشته شدند. با وجود این که فاصله بین ردیف در زراعت ذرت، ۷۵ سانتی‌متر می باشد، ولی به دلیل وضعیت سنگریزه بالای خاک و تاخیر در تاریخ کاشت، تراکم با کاهش فاصله بین ردیف افزایش یافت. برای ایجاد حداکثر دقت در اعمال تیمارهای قطع آبیاری، از سیستم قطره‌ای برای آبیاری مزرعه استفاده شد. اعمال تیمارهای علف‌کش در مرحله چهار برگی ذرت (BBCH13) با سم‌پاش پستی ۲۰ لیتری ماتابی با نازل تی جت با حجم آب ۳۰۰ لیتر در هکتار انجام شد. کود اوره در سه قسط در مراحل چهار برگی (BBCH13)، هشت برگی (BBCH17) و تاسل دهی ذرت (BBCH53) طبق تیمارهای ذکر شده به کار رفت و سپس آبیاری انجام شد. در آزمایش حاضر، به دلیل حلالیت بالا و احتمال آب شویی کود اوره و همچنین ضریب شوری بالای این کود و احتمال ایجاد بد سبزی در بذره‌های ذرت، کود اوره به صورت سرک در سه قسط مصرف شد.

هفتاد روز پس از کاشت ذرت، علف‌های هرز که شامل توق<sup>۱</sup>، خرفه<sup>۲</sup>، تاج‌خروس ریشه قرمز<sup>۳</sup>، دم‌روباهی<sup>۴</sup>، سوروف<sup>۵</sup> و پنجه‌کلاغی<sup>۶</sup> که گونه‌های توق، پنجه‌کلاغی، دم‌روباهی و سوروف جزو گونه‌های غالب بودند، از سطح یک متر مربع از هر کرت آزمایشی با در نظرگیری اثر حاشیه کف بر شدند. پس از تفکیک گونه‌های مختلف، علف‌های هرز به مدت ۲۴ ساعت در در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی

<sup>1</sup> *Xanthium strumarium* L.

<sup>2</sup> *Portulaca oleracea* L.

<sup>3</sup> *Amaranthus retroflexus* L.

<sup>4</sup> *Setaria viridis* L.

<sup>5</sup> *Echinochloa crus-galli* L.

<sup>6</sup> *Digitalia sanguinalis* L.

کاربرد نیکوسولفورون در آبیاری مطلوب و بدون کود نیتروژن نسبت به کاربرد کود نیتروژن، باعث کاهش بیشتر وزن خشک تاج‌خروس شد و به‌تربیت از ۳۵ به ۴/۵ گرم در متر مربع و ۶۳ به ۶۰ گرم کاهش یافت.

جدول ۱- میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای آبیاری، کود نیتروژن و روش کنترل علف‌هرز در ذرت

Table 1. Weed mean dry weight (standard deviation) under irrigation, nitrogen fertilizer and weed control method treatments in maize cv. SC704

Irrigation	Nitrogen Fertilizer	Weed control	Dry weight (g.m <sup>-2</sup> )						Total weeds
			<i>Portulaca oleracea</i> L.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Setaria viridis</i> L.	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	<i>Xanthium strumarium</i> L.	
Normal	Control	Control	28±13	35±17	426±426	341±256	610±377	572±91	1523±677
		Nicosulfuron	25±12	4.5±3.6	0±0	0±0	272±272	391±323	693±268
		2,4-D+MCPA	0±0	14±14	247±107	58±30	326±82	0±0	645±472
		Hand hoeing	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
	Urea	Control	19±18	63±63	181±181	264±76	393±26	450±49	1370±345
		Nicosulfuron	5±5	60±38	0±0	0±0	252±113	44±22	361±58
		2,4-D+MCPA	0±0	1±1	60±57	73±73	207±83	0±0	341±83
		Hand hoeing	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Withholding	Control	Control	366±294	5±3	72±63	25±23	582±405	224±172	1274±461
		Nicosulfuron	42±27	0±0	42±42	0±0	329±81	80±59	493±99
		2,4-D+MCPA	39±25	3.5±3.5	62±62	24±24	209±162	0±0	337±211
		Hand hoeing	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
	Urea	Control	5.9±5.9	123±61	9±5	79±55	234±151	95±57	545±60
		Nicosulfuron	8.8±5	0±0	0±0	0±0	186±39	0±0	194±52
		2,4-D+MCPA	4±4	0±0	0±0	52±6	135±101	0±0	191±80
		Hand hoeing	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0

خشک سوروف و دم‌روباهی از ۲۶۴ به ۷۳ و ۱۸۱ به ۶۰ گرم در متر مربع رسید (جدول ۱). در شرایط قطع آبیاری و عدم مصرف کود نیتروژن وزن خشک دم‌روباهی در هر یک از علف‌کش‌های نیکوسولفورون و توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ تأثیر معنی‌داری بر دم‌روباهی نداشت ولی سوروف با کاربرد نیکوسولفورون در شرایط قطع آبیاری و همراه و یا بدون مصرف نیتروژن، به‌طور کامل کنترل شد و وزن خشک آن به‌ترتیب از ۲۵ و ۵۲ گرم در متر مربع در شاهد به صفر رسید.

علف پنجه‌کلاغی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد علف‌کش‌ها و کود نیتروژن و تیمار آبیاری قرار نگرفت (جدول ۱). وزن خشک علف‌هرز توق تحت تأثیر نیکوسولفورون در آبیاری مطلوب بدون مصرف کود نیتروژن، تغییر معنی‌داری نداشت، ولی مصرف کود نیتروژن در همان شرایط، باعث کاهش معنی‌دار وزن

با کاربرد نیکوسولفورون در شرایط قطع آبیاری همراه با کاربرد نیتروژن و یا بدون آن، وزن خشک تاج‌خروس به‌ترتیب از پنج به صفر گرم در متر مربع و ۱۲۳ به صفر گرم در متر مربع تغییر یافت و باعث کنترل صد در صد شد. کاربرد توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ در شرایط آبیاری مطلوب، وزن خشک تاج‌خروس را به‌طور معنی‌داری کم نکرد، ولی کاربرد توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ در آبیاری مطلوب بدون کود نیتروژن، باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک تاج‌خروس از ۶۰ به یک گرم در متر مربع شد (جدول ۱). با کاربرد نیکوسولفورون در شرایط آبیاری مطلوب همراه یا بدون کاربرد کود نیتروژن، علف‌های هرز دم‌روباهی و سوروف را به میزان صد در صد کنترل نمود و طبق انتظار، توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ تأثیر معنی‌دار عدم مصرف کود نیتروژن بر این دو علف‌هرز نداشت، ولی با مصرف کود نیتروژن، وزن

آبیاری، کود و علف‌کش در سطوح پنج و یک درصد معنی‌دار شدند. اثر اصلی کوددهی و علف‌کش بر شاخص تعداد ردیف در بلال در سطوح یک و پنج درصد و اثرات اصلی کود دهی و علف‌کش بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. برهمکنش آبیاری و کود دهی در سطح پنج درصد و برهمکنش کود دهی و علف‌کش و برهمکنش کود دهی، آبیاری و علف‌کش بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. برهمکنش کود دهی، آبیاری و علف‌کش و برهمکنش آبیاری و علف‌کش بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شدند و اثرات اصلی آبیاری، کود دهی و علف‌کش نیز بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شدند.

#### وزن هزار دانه

در شرایط آبیاری معمولی، بیشترین وزن هزار دانه در تیمار وجین علف‌های هرز و کاربرد نیکوسولفورون در شرایط کاربرد کود نیتروژن به‌دست آمد. کمترین وزن هزار دانه در شرایط آبیاری معمولی، از کاربرد نیکوسولفورون در شرایط عدم مصرف اوره و کاربرد توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ همراه با مصرف نیتروژن به‌دست آمد (شکل ۱). در شرایط قطع آبیاری در اوایل دوره رشد ذرت، بیشترین وزن هزار دانه ذرت به تیمار وجین علف‌های هرز و کاربرد نیکوسولفورون همراه با کاربرد نیتروژن تعلق داشت. کمترین وزن هزار دانه ذرت، در تیمار کاربرد توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ همراه با نیتروژن و تیمار نیکوسولفورون بدون مصرف اوره مشاهده شد (شکل ۱).

#### تعداد دانه در ردیف بلال

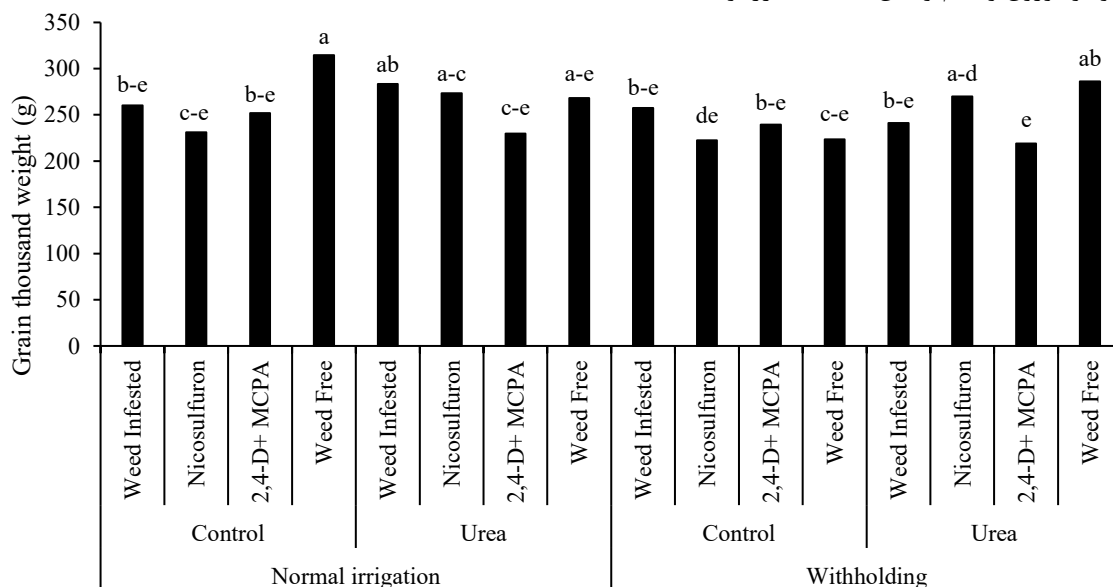
در شرایط آبیاری مطلوب، کمترین تعداد دانه در ردیف بلال ذرت در تیمار کاربرد نیکوسولفورون و بدون وجین به‌دست آمد و بالاترین آن، در تیمارهای وجین علف‌های هرز، هم در شرایط کاربرد کود نیتروژن و هم بدون مصرف کود و همچنین کاربرد نیکوسولفورون همراه با کود اوره به‌دست آمد (شکل ۲A). در شرایط آبیاری مطلوب، کمترین تعداد دانه در ردیف در تیمارهای کاربرد هر دو علف‌کش و عدم وجین علف‌های هرز بود. همچنین در شرایط قطع آبیاری، کمترین تعداد دانه در ردیف در تیمارهای کاربرد

خشک تونق از ۴۵۰ به ۴۴ گرم در متر مربع شد. علف‌کش نیکوسولفورون در شرایط قطع آبیاری با و بدون مصرف کود نیتروژن، کاهش معنی‌داری به‌ترتیب از ۲۲۴ به ۸۰ و از ۹۵ به صفر گرم در متر مربع در وزن خشک تونق در پی داشت (جدول ۱). کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در شرایط آبیاری مطلوب بدون مصرف کود نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک کل علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون وجین نداشت، ولی با کاربرد کود نیتروژن، کارایی علف‌کش‌های مذکور در آبیاری مطلوب، باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک کل علف‌های هرز شد، به‌طوری‌که وزن خشک کل علف‌های هرز از ۱۳۷۰ گرم در متر مربع به ۳۶۱ گرم در متر مربع در نیکوسولفورون و ۳۴۱ گرم در متر مربع در توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ کاهش یافت. کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در شرایط قطع آبیاری همراه با کاربرد کود نیتروژن نیز تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک کل علف‌های هرز داشت، به‌طوری‌که وزن خشک کل علف‌های هرز به‌ترتیب از ۱۲۷۴ در شاهد بدون وجین به ۴۹۳ و ۳۳۷ گرم در متر مربع کاهش یافت. با کاربرد کود نیتروژن در شرایط قطع آبیاری، وزن خشک کل علف‌های هرز تحت تأثیر نیکوسولفورون و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ، به‌ترتیب از ۵۴۵ گرم در متر مربع در شاهد بدون وجین به ۱۹۴ و ۱۹۱ گرم در متر مربع کاهش یافت (جدول ۱). بر اساس جدول ۱، در واقع علف‌کش‌ها ممکن است به‌صورت مستقیم بر علف‌هرز اثر نگذارد. با کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ، رشد ذرت بیشتر می‌شود و از طریق افزایش توانایی رقابت، می‌تواند رشد علف‌های هرز باریک برگ را کاهش دهد. هر چه شرایط رشد ذرت بهتر شود، کنترل مستقیم یا غیرمستقیم علف‌های هرز به‌صورت کاراتری انجام می‌گیرد.

#### عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

اثر اصلی سطوح آبیاری و علف‌کش و همچنین برهمکنش آبیاری، کود و علف‌کش بر وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. از نظر تعداد دانه در ردیف بلال در ذرت، تمامی اثرات به جز برهمکنش

نیکوسولفورون و عدم وجین علف‌های هرز بود.



شکل ۱- تأثیر برهمکنش سه گانه آبیاری، کود دهی و روش کنترل علف‌هرز بر وزن هزار دانه ذرت. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد احتمال است.

Figure 1. The three-way interaction effects of irrigation, fertilizer and weed control methods on corn 1000-grain weight. Means with the different letters are significantly different at the 0.05 of probability level.

مصرف اوره افزایش معنی‌داری یافت و به ۱۱/۴۸ ردیف در هر بلال، در مقایسه با ۱۰/۶ ردیف در هر بلال در شاهد بدون مصرف اوره رسید (شکل ۳B).

#### عملکرد بیولوژیک

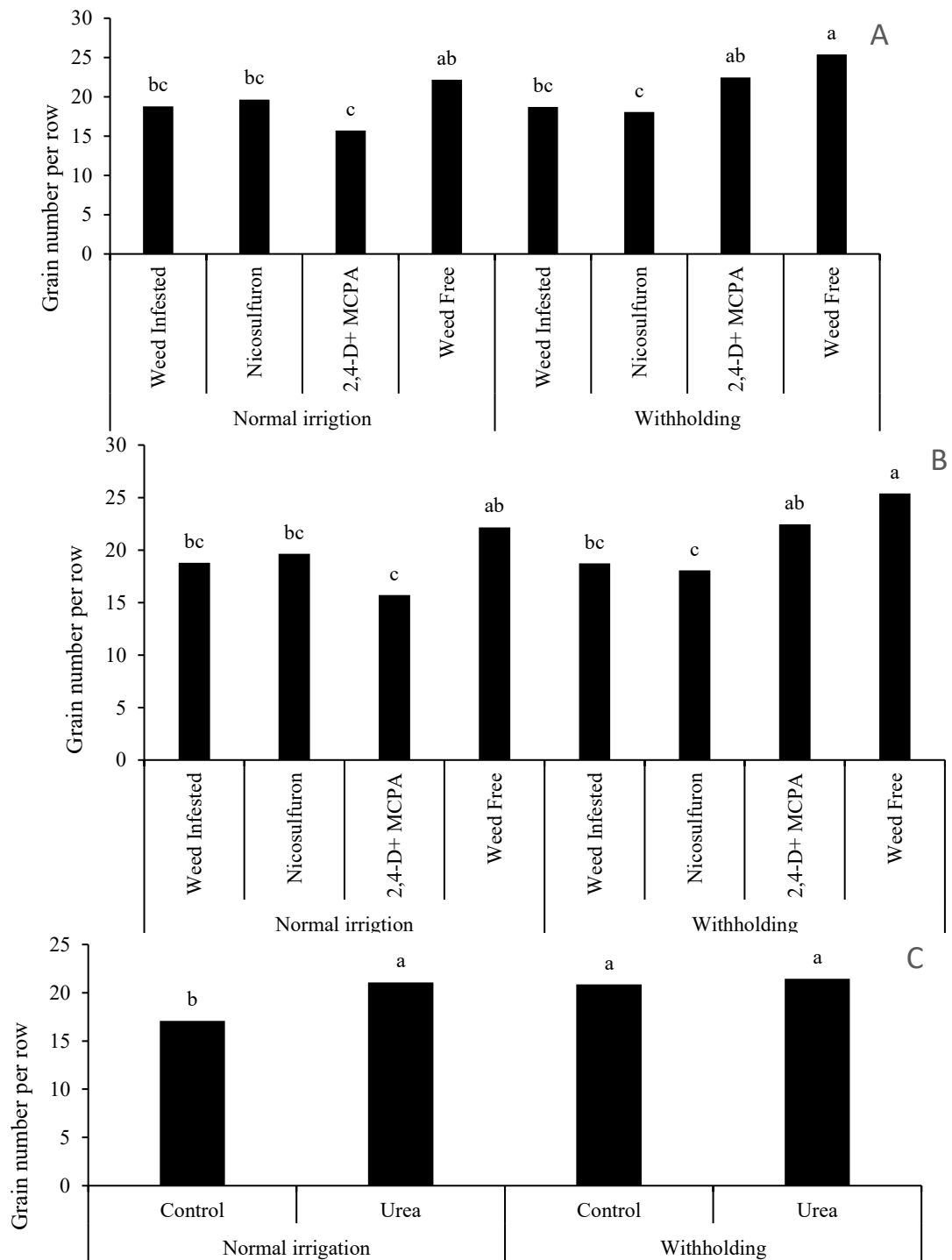
بیشترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۲۷۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، از تیمار وجین علف‌های هرز همراه با کاربرد کود اوره در شرایط قطع دوره‌ای آبیاری به‌دست آمد و کمترین مقدار آن، در تیمارهای کاربرد علف‌کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و عدم وجین علف‌های هرز در شرایط آبیاری مطلوب و عدم مصرف نیتروژن به‌ترتیب به میزان ۹۱۷۴ و ۹۵۰۲ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که البته با تیمارهای کاربرد نیکوسولفورون در شرایط عادی آبیاری و بدون مصرف اوره به همراه تیمارهای عدم وجین علف‌های هرز و کاربرد توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و همچنین تیمارهای کاربرد نیکوسولفورون بدون مصرف نیتروژن در شرایط قطع آبیاری و تیمارهای عدم وجین علف‌های هرز در شرایط قطع دوره‌ای آبیاری همراه و یا بدون مصرف اوره، اختلاف

بیشترین تعداد دانه در ردیف، در تیمارهای وجین کامل علف‌های هرز در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و قطع آبیاری و همچنین کاربرد علف‌کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ مشاهده شد (شکل ۲B). در هر دو شرایط قطع دوره‌ای آبیاری، بیشترین تعداد دانه در ردیف از هر دو تیمار کاربرد و عدم کاربرد نیتروژن به‌دست آمد. در شرایط آبیاری مطلوب، کاربرد کود اوره باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در ردیف بلال نسبت به عدم کاربرد کود اوره شد (شکل ۲C).

#### تعداد ردیف در بلال

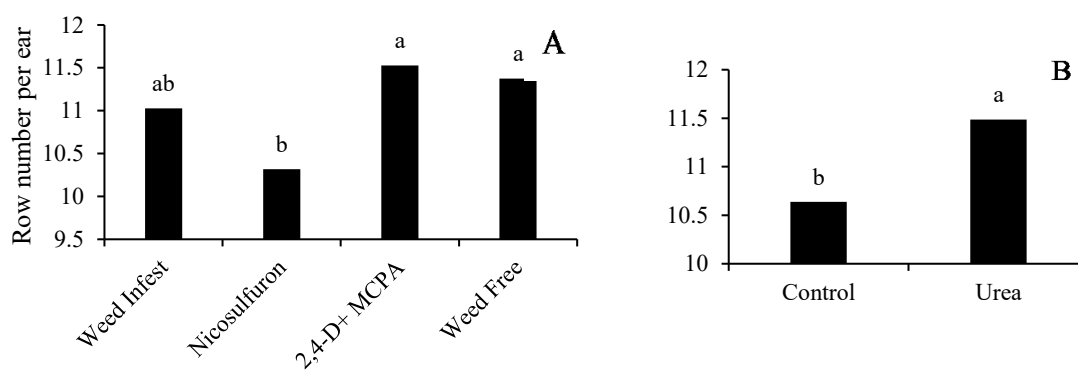
بیشترین تعداد ردیف در بلال در تیمار شرایط کاربرد علف‌کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و تیمار وجین کامل علف‌های هرز، به‌ترتیب به میزان ۱۱/۵ و ۱۱/۳ به‌دست آمد؛ هر چند با تعداد ردیف در بلال در تیمار عدم وجین علف‌های هرز، تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار تعداد ردیف در بلال در کاربرد نیکوسولفورون به میزان ۱۰/۳ ردیف در هر بلال به‌دست آمد (شکل ۳A). تعداد ردیف در بلال با

معنی داری نداشت (شکل ۴).



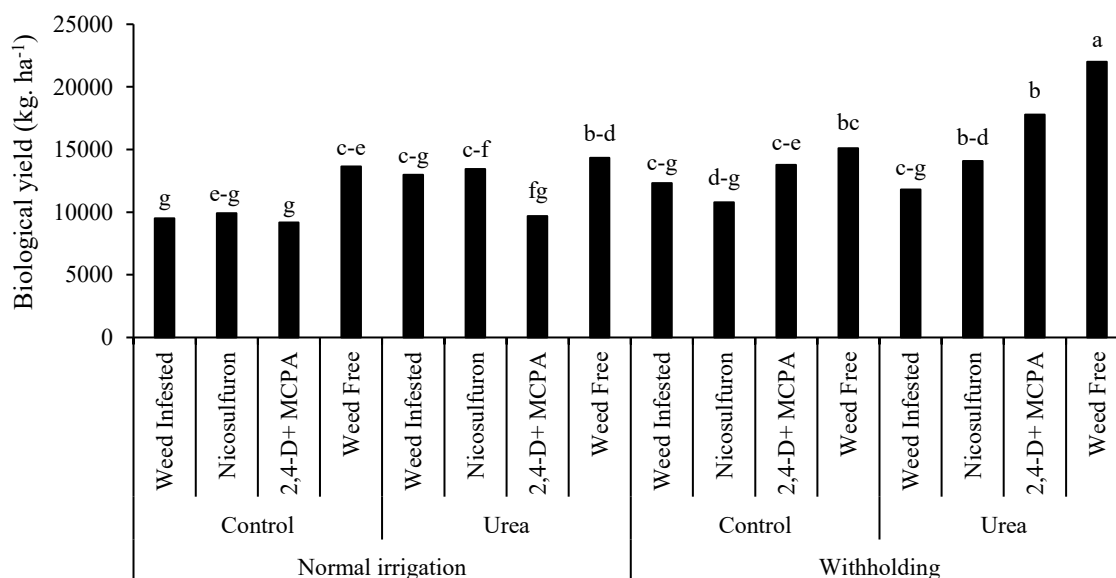
شکل ۲- برهمکنش دو گانه روش کنترل و کود (A)، روش کنترل و قطع آبیاری (B) و کود و قطع آبیاری (C) بر تعداد دانه در ردیف ذرت. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد احتمال است.

Figure 2. The two-way interaction effects of herbicide and fertilizer (A), herbicide and withholding and irrigation (B), fertilizer and withholding and irrigation (C) on grain number per row of ear in corn. Means with the different letters are significantly different at the 0.05 of probability level.



شکل ۳- اثرات اصلی روش کنترل علف‌هرز و کود بر تعداد ردیف در بلال ذرت. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد احتمال است.

Figure 3. Main effects of weed control methods and fertilizer on grain row number per ear of corn. Means with the different letters are significantly different at the 0.05 of probability level.



شکل ۴- تأثیر برهمکنش آبیاری، کود دهی و روش کنترل علف‌هرز بر عملکرد بیولوژیک ذرت. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد احتمال است.

Figure 4. The three-way interaction effects of irrigation, fertilizer and weed control method on corn biological yield. Means with the different letters are significantly different at the 0.05 of probability level.

آمد که با عملکرد دانه حاصل از کاربرد توفوردی+ ام-سی‌پی‌آ بدون استفاده از اوره، اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۵). کمترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب در تیمارهای کاربرد علف‌کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ، بدون مصرف کود اوره به‌ترتیب ۳۹۴۷ و ۳۸۸۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار عدم وجین علف‌های هرز

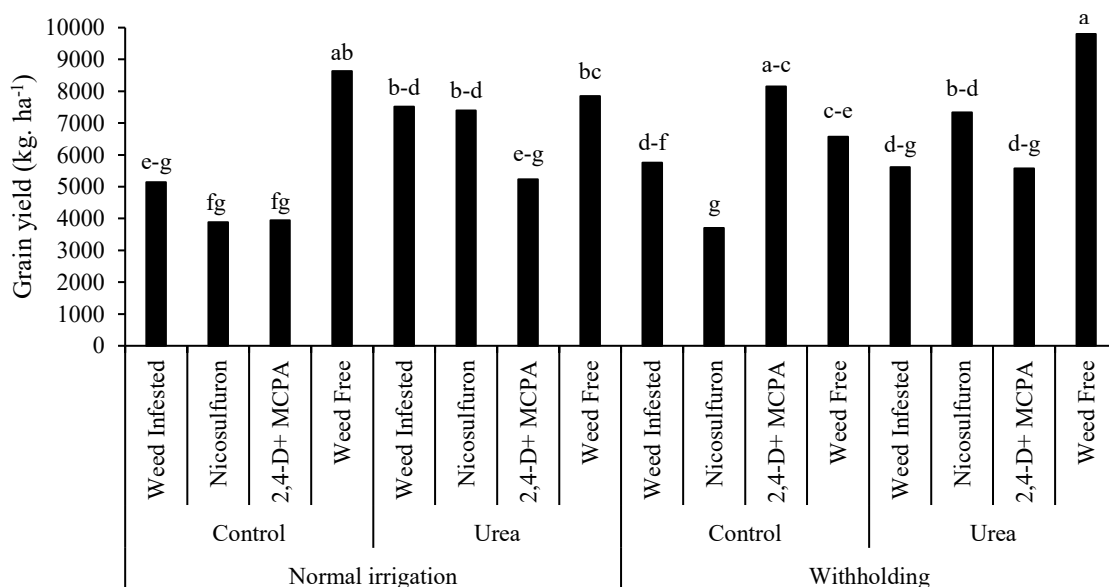
#### عملکرد دانه ذرت

در شرایط آبیاری مطلوب، بیشترین عملکرد دانه به‌میزان ۸۶۳۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار شاهد بدون علف‌هرز (وجین علف‌های هرز) و عدم مصرف اوره به‌دست آمد. در شرایط قطع دوره‌ای آبیاری، بیشترین عملکرد دانه در تیمار وجین علف‌های هرز همراه با مصرف اوره به‌میزان ۹۸۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست



عملکرد در پی کاربرد علفکش نیکوسولفورون به میزان ۳۷۰۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. با مصرف کود اوره در شرایط قطع دوره‌ای آبیاری، کمترین عملکرد دانه به میزان ۵۵۷۳ و ۵۶۱۱ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمارهای توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و عدم وجین علف‌های هرز به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای کنترل علف‌هرز داشت (شکل ۵).

نداشت که ممکن است به دلیل پررنگ شدن حضور باریک‌برگ‌ها یا سمیت علفکش بوده باشد. در شرایط کاربرد کود اوره همراه با آبیاری مطلوب، کمترین عملکرد دانه مربوط به کاربرد توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۵۲۲۸ کیلوگرم در هکتار بود که شاید به دلیل افزایش رشد علف‌های هرز کشیده برگ در پی کاربرد علفکش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ باشد که مصرف کود اوره باعث تشدید آن شده است (شکل ۵). در شرایط قطع دوره‌ای آبیاری و عدم مصرف نیتروژن، کمترین



شکل ۵- تأثیر برهمکنش سه گانه آبیاری، کود دهی و روش کنترل علف‌هرز بر عملکرد دانه ذرت. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد احتمال است.

Figure 5. The three-way interaction effects of irrigation, fertilizer and weed control method on corn grain yield. Means with the different letters are significantly different at the 0.05 of probability level.

سوروف<sup>۵</sup> (Zhang *et al.*, 2001)، و علفکش فلورپیراکسیفن بنزیل<sup>۶</sup> بر علف‌های هرز اوپارسلام<sup>۷</sup> و سزبانی<sup>۸</sup> (Ryan Miller & Norsworthy, 2018) اشاره کرد. در آزمایش حاضر، هر چند کارایی تیمارهای کنترل علف‌های هرز به‌ویژه علفکش‌ها تحت تأثیر قطع دوره‌ای آبیاری قرار گرفت، ولی در تلفیق با مصرف کود نیتروژن، پاسخ متفاوتی نسبت به آبیاری مطلوب به دست آمد. در شرایط آبیاری مطلوب و عدم

یکی از عوامل مؤثر در کارایی علفکش‌ها، وضعیت رطوبت خاک می‌باشد که با توجه به اهمیت آن، از چندین دهه قبل تاکنون مورد توجه بوده است و تحقیقات متعددی در مورد آن انجام شده است که می‌توان به تأثیر رطوبت خاک در کارایی علفکش دیکلوفوپ متیل<sup>۱</sup> روی علف‌هرز یولاف وحشی (Wilcox *et al.*, 1987)، بنتازون<sup>۲</sup> در کنترل گاوپنبه<sup>۳</sup> (Hinz & Owen, 1994)، ایمازتاپیر<sup>۴</sup> بر علف‌هرز

<sup>5</sup> *Echinochloa crus-galli*

<sup>6</sup> Florpyrauxifen-benzyl

<sup>7</sup> *Cyperus esculentus* L.

<sup>8</sup> *Sesbania herbacea* Mill.

<sup>1</sup> Diclofop methyl

<sup>2</sup> Bentazon

<sup>3</sup> *Abutilon theophrasti*

<sup>4</sup> Imazethapyr

کاربرد توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ (۵۵۷۳) کیلوگرم در هکتار) بالاتر بود و می‌توان گفت که کاربرد نیتروژن در شرایط قطع دوره‌های آبیاری، باعث کاهش کارایی توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ شده است؛ هر چند در آزمایشی، افزایش کاربرد نیتروژن، باعث نیاز به دزهای بالاتری از نیکوسولفورون برای کنترل علف‌های هرز ذرت شد (Zare *et al.*, 2008). بر اساس نتایج یک تحقیق، مصرف کود نیتروژن دو هفته پس از کاربرد توفوردی+ م‌کوپروپ<sup>۴</sup> دایکمبا، کارایی آن را کاهش داد (Johnson, 1984). در آزمایش دیگری، در شرایط نیتروژن کم نسبت به شرایط نیتروژن زیاد، تقریباً به شش برابر علف‌کش نیکوسولفورون نیاز بود تا علف‌هرز دم‌روباهی<sup>۵</sup> کنترل شود. همچنین برای کنترل تاج‌خروس در شرایط نیتروژن کم، دزهای بالاتری از نیکوسولفورون، مزوتریون، گلفوزینات<sup>۶</sup> و گلایفوزیت برای کاهش ۵۰ درصدی زیست‌توده تاج‌خروس نیاز بود. از سوی دیگر، سطوح مختلف نیتروژن، تأثیری در کارایی علف‌کش‌های مزوتریون، گلفوزینات و آترازین<sup>۷</sup> در کنترل گاوپنبه نداشت (Cathcart *et al.*, 2004). تأثیر تیمار قطع دوره‌های آبیاری در کاربرد و عدم کاربرد نیتروژن بر علف‌کش در عملکرد بیولوژیک همانند عملکرد دانه ذرت کمتر مشهود بود، ولی در صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بلال، تقریباً مشابه تغییرات عملکرد دانه ذرت بود. با توجه به شکل ۵، عملکرد چهار تن در هکتار در تیمارهای کاربرد علف‌کش در شرایط آبیاری و بدون کود و همچنین کاربرد نیکوسولفورون در شرایط بدون کود و قطع آبیاری مشاهده شد. نکته اینجاست که هر چند علف‌کش با هدف جلوگیری از تأثیر علف‌هرز بر عملکرد گیاه زراعی مصرف می‌شود، ولی نباید از نظر دور داشت که خود علف‌کش نیز باعث تنش شیمیایی در گیاه زراعی می‌شود و افت عملکرد گیاه زراعی را در پی دارد که در نتایج این آزمایش کاملاً مشهود است. حال مصرف کودهای نیتروژنی مانند اوره در برخی از

مصرف نیتروژن، کاربرد هر دو علف‌کش، تأثیر چندانی در افزایش عملکرد دانه، بیولوژیک و وزن هزار دانه نداشت، ولی کاربرد کود اوره در شرایط آبیاری مطلوب، باعث افزایش کارایی علف‌کش نیکوسولفورون در افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، بیولوژیک و تا حدی وزن هزار دانه شد (شکل‌های ۱، ۴ و ۵). نتایج تحقیقی نشان داد که کاربرد ۵۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک خاک با سطح پائین نیتروژن سبب شد تا ۱/۴ تا ۲/۶ برابر دوز مورد نیاز علف‌کش کلودینافوپ پروپارزیل<sup>۱</sup> و فنوکسپروپ<sup>۲</sup> برای کنترل علف‌هرز یولاف وحشی مورد نیاز باشد (Kumar & Jha, 2017). در آزمایشی دیگر، کارایی علف‌کش مزوتریون<sup>۳</sup>+ نیکوسولفورون به همراه کاربرد کود اوره در خاک، بهترین نتیجه را در کنترل علف‌های هرز داشت (Milena *et al.*, 2017).

در شرایط قطع دوره‌های آبیاری در مراحل رویشی ذرت و عدم کاربرد نیتروژن، کارایی علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل علف‌های هرز بسیار پائین بود، به طوری که عملکرد دانه به میزان ۳۷۰۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که از تیمار شاهد عدم وجین علف‌های هرز با عملکرد دانه ۵۷۵۸ کیلوگرم در هکتار نیز به طور معنی‌داری پائین تر بود. به نظر می‌رسد از طرفی کمبود رطوبت خاک به دلیل قطع آبیاری باعث کاهش فعالیت بیولوژیک علف‌کش نیکوسولفورون شده است و از طرف دیگر، کمبود نیتروژن باعث تشدید سمیت علف‌کش نیکوسولفورون بر ذرت شده است. در مقابل، بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمار کاربرد توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۸۱۴۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای کنترل علف‌های هرز داشت. با مصرف کود اوره در شرایط قطع دوره‌های آبیاری، کارایی علف‌کش‌های مورد استفاده برخلاف شرایط عدم مصرف کود اوره شد، به طوری که در کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون، عملکرد دانه به ۷۳۳۷ کیلوگرم در هکتار رسید که نسبت به عملکرد دانه در هنگام

<sup>۴</sup> Mecoprop

<sup>۵</sup> *Setaria viridis* L.

<sup>۶</sup> Glufosinate

<sup>۷</sup> Atrazine

<sup>۱</sup> Clodinafop

<sup>۲</sup> Fenoxaprop

<sup>۳</sup> Mesotrione

تأثیر سایر استراتژی‌های زراعی مانند قطع دوره‌ای آبیاری را بر مدیریت علف‌های هرز را از نظر دور داشت. بر طبق نتایج این آزمایش، در شرایط قطع دوره‌ای آبیاری، تامین نیتروژن باعث ایجاد کارایی بهتر نیکوسولفورون نسبت به توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در کنترل علف‌های هرز شد، ولی در شرایط عدم مصرف نیتروژن نتیجه عکس بود. در شرایط آبیاری مطلوب و تامین نیتروژن، نیکوسولفورون نسبت به توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ کارایی بهتری در کنترل علف‌های هرز داشت، ولی در شرایط عدم مصرف نیتروژن، کارایی هر دو علف‌کش در کنترل علف‌های هرز به یک میزان بود.

علف‌کش‌ها می‌تواند باعث کاهش این تنش علف‌کش بر گیاه زراعی شود که در نتایج آزمایش می‌توان آن را دید. این بدین معناست که اگر علف‌کش بدون کود نیتروژن مصرف شود، خسارت بالاتری نسبت به علف‌های هرز بر گیاه زراعی خواهد داشت.

### نتیجه‌گیری کلی

کاربرد مؤثر علف‌کش همراه با مصرف کود نیتروژن در مزرعه می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی برای مدیریت علف‌های هرز و دستیابی به حداکثر عملکرد گیاه زراعی مدنظر قرار گیرد (Wang *et al.*, 2019)، ولی نباید

### REFERENCES

- Bargaz, A., Isaac, M. E., Jensen, E. S. & Carlsson, G. (2016). Nodulation and root growth increase in lower soil layers of water-limited faba bean intercropped with wheat. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 179, 537-546.
- 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.
- Cathcart, J. R., Chandler, K. & Swanton, C. J. (2004). Fertilizer nitrogen rate and the response of weeds to herbicides. *Weed Science*, 52, 291-296.
- Gao, Y. & Lynch, J. P. (2016). Reduced crown root number improves water acquisition under water deficit stress in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Botany*, 67: 4545-4557.
- Hajibabaei, M. & Azizi, F. (2016). Effect of drought stress on vegetative and reproductive stage of forage and kernel corn hybrids. *Iranian journal of Field Crops Research*, 14, 302-313.
- Hinz, J. R. & Owen, M. D. K. (1994). Effect of drought stress on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and bentazon Efficacy. *Weed Science*, 42, 76-81.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram, R. & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agricultural Biology*, 11, 100-105.
- Johnson, B. (1987). Influence of nitrogen on recovery of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) treated by herbicides. *Weed Science*, 32, 819-823.
- 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 Research*, 46, 492-502.
- Kresovic, B., Tapanarova, A., Tomic, Z., Zivotic, L., Vujovic, D., Sredojevic, Z. & Gajic, B. (2016). Grain yield and water use efficiency of maize as influenced by different irrigation regimes through sprinkler irrigation under temperate climate. *Agricultural Water Management*, 169, 34-43.
- Kumar, V. & Jha, P. (2017). Influence of nitrogen rate, seeding rate, and weed removal timing on weed interference in barley and effect of nitrogen on weed response to herbicide. *Weed Science*, 65, 189-201.
- Lynch, J. P. & Wojciechowski, T. (2015). Opportunities and challenges in the subsoil: pathways to deeper rooted crops. *Journal of Experimental Botany*. 66, 2199-2210.
- Milena, S., Milan, B. & Vesna, D. (2017). Effects of nitrogen form, row spacing and herbicide application on weed control and maize biomass production. *Herbologia*, 16, 35-48.
- Paez-Garcia, A., Motes, C. M., Scheible, W. R., Chen, R., Blancaflor, E. B. & Monteros, M. J. (2015). Root traits and phenotyping strategies for plant improvement. *Plans*, 4, 334-355.
- Patterson, D. T. (1995). Effects of environmental stress on weed/crop interactions. *Weed Science*, 43, 483-490.
- Ryan Miller, M. & Norsworthy, J. K. (2018). Influence of soil moisture on absorption, translocation, and metabolism of florpyrauxifen-benzyl. *Weed Science*, 66, 418-423.
- Sharp, R. E. & Davies, W. J. (1985). Root growth and water uptake by maize plants in drying soil. *Journal of experimental Botany*, 36, 1441-1456.
- Sebastian, D. J., Nissen, S. J., Westra, P., Shaner, D. L. & Butters, G. (2017). Influence of soil properties and soil moisture on the efficacy of indaziflam and flumioxazin on *Kochia scoparia*. *Pest Management Science*, 73, 444-451.

- Skelton, J. J., Ma, R. & Riechers, D. E. (2016). Waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) control under drought stress with 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and glyphosate. *Weed Biology and Management*, 16, 34-41.
- Sulewska, H., Koziara, W., Smiatacz, K., Szymanska, G. & Panasiewicz, K. (2012). Efficacy of selected herbicides in control of maize. *Fragmenta Agronomica*, 29, 144-151.
- Wang, L., Liu, Q., Dong, X., Liu, Y. & Lu, J. (2019). Herbicide and nitrogen rate effects on weed suppression, N uptake, use efficiency and yield in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Global Ecology and Conservation*, 17, 1-10.
- Wilcox, D. H., Morrison, I. N. & Marshall, G. (1987). Effect of soil moisture on the foliar- applied wild oat herbicide. *Canadian Journal of Plant Science*, 67, 1117-1120.
- 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)
- York, L. M., Galindo-Castaneda, T., Schussler, J. R. & Lynch, J. P. (2015). Evolution of US maize (*Zea mays* L.) root architectural and anatomical phenes over the past 100 years corresponds to increased tolerance of nitrogen stress. *Journal of Experimental Botany*, 66, 2347-2358.
- Zare, A., Rahimian Mashhadi, H., Alizadeh, H. & Beheshtian Mesgaran, M. (2008). The response of corn weeds to nitrogen fertilizer rates and herbicide dosages. *Iranian Journal of Weed Science*, 4, 21-32. (In Persian)
- Zhang, W., Webster, E. P. & Magdi Selim, H. (2001). Effect of Soil Moisture on Efficacy of imazethapyr in Greenhouse. *Weed Technology*, 15, 355-359.