تأثیر هیومیک‌اسید و دور آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰٤ در منطقه زابل

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۷، شماره ۳، صفحات ٦۷-٥۹
(پاییز ۱٤۰۰)

مصطفی خمر[۱]✉، حمیدرضا مبصر[۲]، عباس کشته‌گر[۳]
۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.
۳- گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
(✉ khm.mostafa@yahoo.com : نویسنده مسئول)

چکیده
به‌منظور بررسی اثر هیومیک‌اسید و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل-کراس ۷۰۴ در منطقه زابل، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده (اسپیلت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، انجام گردید. تیمارهای آزمایش شامل دور آبیاری به عنوان تیمار اصلی در سه سطح (۶، ۹ و ۱۲ روز یکبار) و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به‌عنوان تیمار فرعی در چهار سطح (هر هفته، دو هفته، سه هفته و چهار هفته یکبار) بوده است. نتایج نشان داد که اثر متقابل دور آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر صفات ارتفاع بوته، تعداد بلال در بوته و تعداد دانه در بلال، معنی‌دار بوده است. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد بلال در بوته و تعداد دانه در بلال مربوط به تیمار دور آبیاری (۶ روز یکبار) توأم با محلول پاشی هیومیک اسید (دو هفته یکبار) بوده است. در مقابل، تیمار دور آبیاری (۱۲ روز یکبار) همراه با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (چهار هفته یکبار)، سبب کاهش چشمگیر این صفات شده است. بر اساس نتایج این پژوهش، دور آبیاری (۶ روز یکبار) همراه با محلول‌پاشی هیومیک اسید (دو هفته یکبار)، بیشترین عملکرد ذرت را در منطقه زابل به همراه داشته و برای کشت در این منطقه، توصیه می‌شود.

شناسه مقاله
نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۹

واژه‌های کلیدی
- تحمل تنش
- دانه در بلال
- محلول‌پاشی
- هیبرید ذرت
- هیومیک‌اسید

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY-NC-ND انتشار یافته است.
10.22034/AEJ.2021.708295

مقدمه

رشد فزاینده جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد غذایی، سبب شده تا به افزایش تولید محصولات کشاورزی توجه ویژه‌ای شود. یکی از منطقی‌ترین و مناسب‌ترین موارد به‌منظور افزایش تولید محصول در واحد سطح، بررسی تأثیر عملیات مختلف زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد تولید محصولات مهم زراعی است. از ذرت در تغذیه انسان و حیوان، تهیه نشاسته، مصارف صنعتی مانند روغن‌کشی، تهیه گلوتن خوراکی، پلاستیک‌سازی، صابون‌سازی، داروسازی، تهیه غذای کودکان، تولید کاغذهای روغنی، تهیه الکل، مالت موسیلاژ، دکسترین[1]، نیتروگلیسیرین[2]، فورفورال[3] و نیز در رنگ‌رزی از نشاسته آن استفاده می‌کنند. منشاء ذرت آمریکای مرکزی و قدمت آن به ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد(Nabati and Rezvani-Moghaddam, 2010).

طبق آمار فائو[4] این گیاه در سال ۲۰۱۳ میلادی با تولید بیش از ۸۶۴ میلیون تن، بیشترین میزان تولید را در بین غلات و گیاهان زراعی به خود اختصاص داده و یکی از منابع اصلی غذایی میلیون‌ها نفر در سرتاسر دنیا محسوب می‌شود. در سال ۲۰۱۲ تولید ذرت ایران ۵۵ درصد نسبت به سال ۲۰۱۱ کاهش یافته است (Jahan *et al.*, 2009).

ذرت[5] گیاهی تک لپه‌ای از خانواده غلات[6] است که از لحاظ اقتصادی، مهم و قابل توجه می‌باشد (Xiong *et al.*, 2002). ذرت جزء پنج گیاه زراعی مهم دنیا می‌باشد که قابلیت تولید بالای این گیاه، مصرف نهاده‌های شیمیایی را در این گیاه کاهش می‌دهد (Celik *et al.*, 2011). تنش های محیطی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کننده الگوهای پراکنش گیاهی در سطح جهان می‌باشد و تنش خشکی نیز به سهم خود تعیین کننده بخشی از این پراکنش می‌باشد (Ahmadzadeh, 1997).

تنش آبی در گیاه یا کمبود آب که به آن تنش خشکی هم اطلاق می‌شود به وضعیتی گفته می‌شود که در آن سلول‌ها از حالت آماس خارج شده باشند. تنش خشکی از مهمترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می شود (Reddy *et al.*, 2004). کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه و کاهش طول دوره پرشدن دانه‌ها از مهم ترین اثرات خشکی بر گیاهان است (Sardashti and Alidoust, 2008). مقدار آب موجود در خاک برای رشد گیاه دارای یک حد بهینه است و چنانچه به هر میزان از این حد کمتر یا بیشتر شود رشد گیاه را کاهش خواهد داد (Reddy *et al.*, 2004). با ایجاد تنش در سه مرحله طویل شدن ساقه، اوایل گلدهی و اوایل غلاف‌بندی کلزا مشاهده شد که تنش خشکی در کلیه مقاطع مورد آزمایش تأثیر دارد و در اوایل مرحله گلدهی در بیشترین حد است (Valadabadi and Aliabadi-Farahani, 2008).

یکی از نهاده‌هایی که سبب کاهش تبعات ناشی از تنش محیطی می‌شود، هیومیک‌اسید است که با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه، می‌تواند میزان ساخت رنگیزه ها را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت‌تر نماید. هیومیک‌اسید، یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع‌های H^+ مربوط به عامل‌های اسیدی کربوکسیلیک بنزوئیک[7] و فنلی مکان‌های تبادل کاتیونی است. این اسید، یک ماکرومولکول پیچیده آلی می‌باشد که با پدیده‌های شیمیائی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود

1- Dextrin
2- Nitroglycerin
3- Furfural
4- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
5- *Zea mays*
6- Poaceae
7- Carboxylic benzoic

و نتیجه نهایی عمل هومیفیکاسیون است. هیومیک اسید دارای وزن مولکولی نسبتاً بالا ۱۰۴ تا ۱۰۶ دالتون می‌باشد و ۵۰ درصد از وزن مولکولی آن را کربن تشکیل می دهد (Shekari, 2001). تأثیر هیومیک‌اسید بر رشد ریشه چنان واضح و شگرف است که در مواردی حجم ریشه را تا چند برابر افزایش می‌دهد. هیومیک‌اسید با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه افزایش می‌دهد. در تولید محصولات زراعی به دلایل داشتن پتانسیل بالا در استفاده اکولوژیک و قابلیت بالای آن در تنظیم نیتروژن و مقاوم کردن گیاه در برابر آفت‌ها و نیز افزایش رشد گیاه دارای اهمیت بسیار فراوانی است (Mohammadi *et al.*, 2008; Xiong *et al.*, 2020).

در یک آزمایش گلخانه‌ای، اثر هیومیک‌اسید بر رشد ذرت در خاک‌های آهکی، نشان داد که غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی هیومیک‌اسید، تأثیر متفاوت و معنی‌داری در مقدار وزن خشک گیاه و جذب عناصری مانند مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم در رقت ۰/۰۱ درصد داشته است (Mohammadi *et al.*, 2008). در مطالعه دیگری، کاربرد هیومیک‌اسید باعث افزایش قابلیت جذب فسفات محلول در گیاه ذرت شده است (Oman *et al.*, 2005).

هدف از انجام این پژوهش، سنجش اثر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر رشد و عملکرد گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش خشکی و نیز جبران میزان خسارت تنش خشکی این گیاه در منطقه سیستان بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف هیومیک‌اسید و دور آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت، پژوهشی در سال زراعی ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقاتی زهک واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی انجام گردید. متوسط بارندگی سالانه آن ۳۵ میلی‌متر، آب و هوای آن براساس تقسیم‌بندی آمبرژه گرم و خشک و حداکثر درجه حرارت مطلق آن ۴۷ درجه سلسیوس و متوسط درجه حرارت فصل گرم ۳۴ درجه سلسیوس و متوسط دمای فصل سرد ۸ درجه و متوسط سالیانه آن ۲۴- درجه سلسیوس می باشد. تعداد روزهای آفتابی بیش از ۲۹۰ روز در سال که حداکثر تابش آفتاب به میزان ۲۴ ساعت در روز در خردادماه و حداقل تابش روزانه ۴/۱۰ ساعت در روز در دی ماه می‌باشد. این پژوهش با استفاده از کرت‌های یک‌بار خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. هر کرت شامل ۵ خط کشت به طول ۴ متر با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی متر، فاصله روی ردیف ۱۶ سانتی متر و هر کرت با عرض ۴/۵ متر بود، فاصله هر تکرار از هم ۱/۵ متر بود که با جوی از هم جدا می شد. فاکتور اصلی شامل دوره آبیاری ۶، ۹ و ۱۲ روز یکبار و فاکتور فرعی شامل محلول‌پاشی با کودهای مایع (کود هیومیک‌اسید بصورت پودر، پلنت استار[1]، شرکت رهاورد مروارید هامون) با فواصل یک، دو، سه و چهار هفته انجام گرفت.

برای آماده سازی زمین در پائیز ۱۳۹۴، ابتدا با استفاده از گاو آهن برگردان‌دار عملیات شخم انجام شده و سپس در بهار ۱۳۹۵دو بار دیسک عمود بر هم زده شده و پس از خردکردن کلوخه‌ها توسط دیسک و تسطیح زمین بوسیله دستگاه تسطیح کننده، عملیات کرت بندی انجام گرفت. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول۱)، میزان کود مصرفی حدود ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره بوده که تمامی کود فسفره و نیمی از کود اوره، قبل از کاشت به زمین داده شده و با وسایل خاک‌ورزی، با خاک مخلوط گردیده و بقیه کود در مراحل ساقه‌دهی و قبل از گلدهی گیاه همراه با آب آبیاری، به زمین اضافه شد. عملیات کاشت

1- Plant star

مطابق با تقویم زراعی مطلوب منطقه در تاریخ ۲۰ فروردین بصورت دستی در عمق ۲/۵ سانتی‌متر انجام گرفت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، قبل از برداشت نهایی با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، میانگین ۱۰ بوته برای اندازه‌گیری صفات ارتفاع گیاه، تعداد بلال در بوته و تعداد دانه در بلال، در نظر گرفته شد. پس از برداشت، وزن هزاردانه محاسبه گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم-افزارهای آماری SAS-.9.2 استفاده شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر دور آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و برهمکنش آنها بر ارتفاع بوته، معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین، تیمار دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول‌پاشی هر دو هفته یکبار هیومیک اسید با اختلاف معنی‌داری بلندترین بوته‌ها را با ارتفاع ۱۹۰ سانتی‌متر تولید نمود. بعد از آن، تیمارهای دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر سه هفته یکبار هیومیک‌اسید از ارتفاع بوته بالاتری برخوردار بودند. در تیمار دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول پاشی هر چهار هفته یکبار هیومیک‌اسید و تیمارهای دور آبیاری ۹ روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر دو هفته یکبار هیومیک اسید در یک گروه آماری قرار گرفتند. پس از تیمارهای فوق، تیمارهای دور آبیاری ۹ روز یکبار و محلول‌پاشی هر سه هفته و هر چهار هفته یکبار هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. در این بین کوتاه‌ترین بوته‌ها به تیمارهای دور آبیاری ۱۲روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر سه و چهار هفته یکبار هیومیک‌اسید اختصاص داشت که با تیمار هر دو هفته یکبار هیومیک اسید در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول۳).

یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول‌ها خصوصاً در ساقه و برگ‌هاست. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام‌ها محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (Xiong *et al.*, 2010). با افزایش فواصل آبیاری ارتفاع بوته به دلیل اثر بازدارندگی خشکی بر توسعه ساقه، کاهش و به واسطه کاهش ارتفاع در اثر کمبود آب تعداد گره و عملکرد ساقه کاهش و نسبت برگ به ساقه افزایش می‌یابد (Nardi *et al.*, 2002). این یافته با نتایج حاصل از آزمایش‌های جهان و همکاران (۲۰۰۹)، روی ذرت هماهنگی دارد، آن ها گزارش کردند تنش خشکی باعث کاهش در ارتفاع و قطر ساقه می‌شود (Jahan *et al.*, 2009). نتایج بررسی که به‌منظور تأثیر رژیم آبیاری بر ارتفاع بوته ذرت انجام شد، نشان داد ارتفاع بوته با افزایش تخلیه رطوبت قابل دسترس به میزان ۱۰/۱۲ درصد کاهش یافت. آن ها اعتقاد داشتند که ارتفاع بوته را می‌توان مجموعه‌ای متشکل از تکرار یک واحد ساختاری که شامل یک برگ (میانگره) می‌باشد، دانست. نوسان در تعداد و اندازه این واحدها بیانگر ارتفاع نهایی بوته می‌باشد. بر این اساس ارتفاع نهایی ساقه تا حد زیادی به شرایط محیطی و مرحله طویل شدن ساقه بستگی دارد، کمبود آب در این مرحله بر اندازه میانگره‌ها اثر گذاشته و از بزرگ شدن سلول‌های در حال رشد می‌کاهد. بنابراین، کاهش در ارتفاع بوته ممکن است در اثر کاهش در رشد و طویل شدن ساقه، به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس و همچنین پیری برگ در اثر تنش باشد. بالاتر بودن ارتفاع در شرایط عدم تنش نشان از اثر مثبت آبیاری بر رشد گیاه و تنظیم وقوع مراحل فنولوژیکی منطبق با شرایط مناسب محیطی و در نتیجه استفاده بهینه و بیشتر از منابع موجود در مراحل فوق می باشد. در گزارش‌های دیگری تأثیر تنش رطوبت و کاهش ارتفاع گیاه ارائه گردیده است (Waldabadi and Aliabadi, 2008). در آزمایشی تأثیر تنش خشکی بر ذرت، سورگوم و ارزن کاهش تعداد برگ بر اثر خشکی از طریق کاهش ارتفاع ساقه و عدم

تشکیل برگ‌های جدید مشاهده شد (Jahan *et al.*, 2009). ارتفاع بوته مانند هر اندام رویشی یا زایشی دیگر تحت تأثیر عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد. احتمالاً دلیل افزایش ارتفاع بوته با استفاده از هیومیک‌اسید به خاطر جذب ریز مغذی‌ها می‌باشد. هیومیک‌اسید می‌تواند به‌عنوان یک هورمون تنظیم‌کننده رشد استفاده شود زیرا موجب افزایش اکسین و جیبرلین و سایتوکنین می‌شود که با افزایش این هورمون‌ها طول ساقه افزایش یافته و رشد گیاه بهبود می‌یابد. نتایج این آزمایش با سایر مطالعات انجام شده، مطابقت دارد (Bayoumi *et al.*, 2008). افزایش ارتفاع بوته متأثر از هیومیک‌اسید در سایر پژوهش‌ها نیز مشاهده شده است، در آزمایشی اثر هیومیک‌اسید بر گندم مورد بررسی قرار گرفت و بین سطوح مختلف هیومیک اسید در ارتفاع بوته گندم، اختلاف معنی‌داری دیده شد. هیومیک‌اسید از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه، سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود (Tahir *et al.*, 2011).

تعداد بلال در بوته

اثر برهمکنش دور آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر تعداد بلال در بوته معنی دار بود، اما اثر دور آبیاری و اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید معنی‌دار نبود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تعداد بلال در بوته در تیمار دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول-پاشی هر دو هفته یکبار هیومیک اسید با اختلاف معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود که با تیمارهای دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر سه هفته یکبار هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری نداشت. بعد از آن، تیمار دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول‌پاشی هر چهار هفته یکبار هیومیک اسید و تیمارهای دور آبیاری ۹ روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر دو هفته یکبار هیومیک اسید در یک گروه آماری قرار گرفتند. پس از تیمارهای فوق، تیمارهای دور آبیاری ۹ روز یکبار و محلول‌پاشی هر سه هفته و هر چهار هفته یکبار هیومیک‌اسید با تیمارهای دور آبیاری ۱۲ روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر دو هفته یکبار هیومیک‌اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. در واقع دور آبیاری ۱۲ روز یکبار و محلول‌پاشی هر چهار هفته یکبار هیومیک‌اسید سبب کاهش تعداد بلال در بوته شده است که با تیمار محلول پاشی هر سه هفته یکبار هیومیک اسید در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۳).

بررسی اثر تنش خشکی و روش‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت، نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد بلال می گردد (Bayoumi *et al.*, 2008). به‌نظر می‌رسد تعداد ردیف در بلال، تحت تأثیر وراثت بوده و احیاناً مربوط به صفاتی است که تعداد کمی مکان ژنی آنرا کنترل می‌کنند. این گونه صفات کمتر تحت تأثیر شرایط متغیر محیطی قرار می‌گیرند.

تعداد دانه در بلال

اثر دور آبیاری و برهمکنش آن با محلول پاشی هیومیک اسید بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود، اما اثر محلول پاشی هیومیک اسید معنی دار نبود (جدول۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش‌ها تیمار دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول‌پاشی هر دو هفته یکبار اسید هیومیک از تعداد دانه در بلال بیشتر برخوردار بود که با تیمارهای دور آبیاری ۶ روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر سه هفته و چهار هفته یکبار هیومیک اسید و تیمارهای دور آبیاری ۹ روز یکبار و محلول‌پاشی هر هفته و هر دو هفته و سه هفته یکبار هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری نداشت. پس از آن، تیمار دور آبیاری ۹ روز یکبار و محلول‌پاشی هر چهار هفته یکبار هیومیک اسید با تیمار دور آبیاری ۱۲ روز یکبار و محلول‌پاشی هر دو هفته یکبار هیومیک اسید در یک گروه آماری قرار گرفتند. در مقابل تیمار دور آبیاری ۱۲ روز یکبار و محلول‌پاشی هر چهار هفته یکبار هیومیک اسید از تعداد دانه در بلال کمتری برخوردار بودند که با تیمار دور آبیاری ۱۲ روز یکبار و محلول‌پاشی هر سه هفته یکبار هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

احتمالاً علت افزایش تعداد دانه در ردیف تحت تیمار دور آبیاری ۶ روز، می‌تواند در نتیجهٔ بهبود رشد ریشه، جذب عناصر غذایی و به تبع آن افزایش فتوسنتز و تولید مواد پرورده و تسهیم بهتر مواد در مخازن در این تیمار باشد. هنگامی که گیاه ذرت در معرض تنش آبی قرار می‌گیرد، کاکل‌ها دیرتر از حالت عادی ظاهر می‌شوند و چنانچه این کاکل‌ها گرده افشانی شوند و باروری صورت گیرد، به‌زودی رشد و نمو دانه متوقف می‌شود. در این حالت دانه‌ها غیر یکنواخت، نوک بلال‌ها و حتی کل بلال‌ها عاری از دانه می‌باشد. نتایج بدست آمده در مورد کاهش تعداد دانه در بلال در دورهای آبیاری زیاد، با نتایج پژوهش‌های انجام‌شده روی ذرت، مطابقت دارد (Sharif *et al.*, 2002). تیمارهای آبیاری اثر معنی داری بر تعداد دانه در بلال داشته و بیشترین تعداد دانه در بلال به میزان ۶۵۰/۱۱ از تیمار آبیاری کامل حاصل گردید. مطالعه اثر تنش آبی در ذرت، نشان داده است که عملکرد و اجزاء عملکرد دانه از قبیل تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه، با افزایش تنش آبی، کاهش می‌یابد (Tahir *et al.*, 2011). تأثیر دور آبیاری (فواصل آبیاری ۷، ۱۴ و ۲۱ روز) بر ارزن دم روباهی، مشخص نمود که با افزایش فواصل آبیاری، تعداد دانه در خوشه کاهش یافت. در آزمایشی، کم‌آبیاری سبب کاهش معنی‌دار تعداد خوشه در متر مربع به میزان ۲۸/۷ درصد و تعداد دانه در خوشه به میزان ۱۴/۳ درصد گردید (Tajbakhsh, 1996).

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل دور آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید، اثر ساده محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و نیز اثر ساده دور آبیاری بر صفت وزن هزاردانه گیاه ذرت، معنی‌دار نشده است (جدول۲).

به نظر می‌رسد وزن هزاردانه، تحت تأثیر وراثت بوده و مربوط به صفاتی است که تعداد کمی مکان ژنی آن‌را کنترل می‌کنند. این گونه صفات، کمتر تحت تأثیر شرایط متغیر محیطی قرار می‌گیرند. در یک پژوهش، هیومیک‌اسید و فولویک‌اسید با کلاته کردن عناصر ضروری، سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید را در گیاهان افزایش داده‌اند (Tajbakhsh, 1996).

نتیجه‌گیری کلی

اثر متقابل دور آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد بلال در بوته و تعداد دانه در بلال، معنی‌دار بوده است. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد بلال در بوته و تعداد دانه در بلال، تحت شرایط دور آبیاری (هفته‌ای یکبار) توأم با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (دو هفته یکبار)، حاصل شده که با تیمارهای دور آبیاری (۶ روز یکبار) همراه با محلول‌پاشی هیومیک اسید (هفته‌ای یکبار و سه هفته یکبار)، اختلاف معنی‌داری نداشتند. در مقابل، تیمار دور آبیاری (۱۲ روز یک‌بار) توام با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (چهار هفته یکبار)، سبب کاهش چشمگیر این صفات شده است. بر اساس نتایج این پژوهش، دور آبیاری (۶ روز یکبار) همراه با محلول پاشی هیومیک اسید (دو هفته یکبار)، بهترین تیمار جهت افزایش عملکرد دانه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ بوده و می‌توان آن را در شرایط منطقه زابل، توصیه کرد.

References

Abel G.H. An analysis of yield components in safflower. *Proceedings of the 3rd Safflower Research Conference. University of California, Davis, California*. **1969**.

Ahmadzadeh A. Determination of the best drought tolerance index in selected maize (*Zea mays* L.) lines. *M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran*. **1997**. [in Persian with English abstract]

Albayrak S, Camas N. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage turnip (*Brassica rapa* L). *Journal of Agronomy*. **2005**, 42(2): 130-133.

Bayoumi T.Y, Eid M.H, Metwali E.M. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *African Journal of Biotechnology*. **2008**, 7(14): 2341-2352.

Celik H, Katkat A.V, Asık B.B, Turan M.A. Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **2011**, 42(1): 29-38.

Davoudi-Fard M, Habibi D, Davoudi Fard, F. Effects of salinity stress on membrane stability, chlorophyll content and yield components of wheat inoculated with plant growth promoting bacteria and humic acid. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. **2012**, 8(2): 71-86. [in Persian]

FAO. *Available on the FAO website*. **2012**.

Jahan M, Koocheki AR, Ghorbani R, Rejali F, Aryayi M, Ebrahimi, E. The Effect of biological fertilizers application on some agroecological characteristics of corn under conventional and ecological cropping systems. *Journal of Agricultural Researches*. **2009**, 7(2): 375-390. [in Persian with English abstract]

Mohammadi G, Kahrizi D Sadeghi F (2008) Corn (Agronomy, Breeding, Pests, Diseases, Weeds and New Technology). Kermanshah Islamic Azad University Press: Kermanshah, Iran. [in Persian]

Nabati J. Rezvani-Moghaddam P. Effect of irrigation intervals on the yield and morphological characteristics of forage millet, sorghum and corn. *Iranian Journal of Field Crop Science*. **2010**, 41(1): 179-186. [in Persian with English abstract]

Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. **2002**, 34(11): 1527–1536.

Oman A, Habibi M, Mashhadi A, Khodabandeh N. Antioxidant enzymes as a marker to select different sunflower genotypes for drought tolerance. *Iranian Journal of Agronomy*. **2005**, 2(5): 17-29. [in Persian with English abstract]

Reddy A.R Chaitanya K.V, Vivekananadan M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*. **2004**, 161(11): 1189-1202.

Sardashti A, Alidoust M. Determination and identification of humic acid compounds of Northern forests of Iran. *Proceedings of the 15th Conference on Crystallography and Mineralogy of Iran. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*. **2008**. [in Persian]

Sharif M, Khattak R.A, Sarir M.S. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **2002**, 33(19-20): 3567-3580.

Shekari, F. Investigation of drought tolerance traits in beans. *Final Project Report, Agricultural Physiology and Biotechnology Research Institute of Zanjan University, Zanjan, Iran*. **2001**. [in Persian]

Tahir M.M, Khurshid M, Khan M.Z, Abbasi M.K, Kazmi M.H. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere*. **2011**, 21(1): 124-131.

Tajbakhsh M. Corn: cultivation and correction of pests and diseases. *Ahrar Publications, Tabriz, Iran*. **1996**. [in Persian]

Valadabadi S.A, Aliabadi-Farahani H. Effect of potassium application on quantitative characteristics and root penetration of corn, sorghum and millet under drought stress. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*. **2008**, 4(2): 37-49. [in Persian with English abstract]

Waldabadi S.A, Aliabadi H. The effect of potassium application on quantitative properties and root development in corn, sorghum and millet under stress conditions. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*. **2008**, 4 (2): 48-37. [in Persian]

Xiong L, Schumaker K.S Zhu J.K. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *The Plant Cell*. **2010**, 14(9): 165- 183.

The effect of humic acid and irrigation interval on the growth and yield of corn seed single-cross 704 at Zabol region

Agroecology Journal

Vol. 17, No. 3 (59-67)
(Autumn 2021)

Mostafa Khammar[1]✉, Hamidreza Mobasser[2], Abbas Keshtehgar[3]
1- Young Researchers and Elite Club, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.
2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.
3- Department of Agroecology, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
✉ khm.mostafa@yahoo.com **(*Corresponding author*)**

Received date: 28.08.2020 Accepted date: 10.08.2021

Abstract

In order to investigate the effect of humic acid and irrigation interval on yield and yield components of corn seed of single-cross 704 at the region of Zabol, an experiment as the split-plot has been conducted in a randomized complete block design with 3 replications. Treatments of the experiment included irrigation round as main plot in three levels of 6, 9 and 12 days, and spraying of humic acid as a subplot in four levels of control or every week, every two weeks, every three weeks and every four weeks. The effect of irrigation and spraying of humic acid and their interactions on plant height, number of ear per plant and number of seeds per ear were significant. The highest plant height, number of ear per plant and number of seeds per ear was obtained under 6 days of irrigation round and every two week spraying of humic acid which by 6 days of irrigation round and every week spraying of humic acid and every three week in same statistical group and did not show any significant difference. On the other hand, the 12 days of irrigation round treatments and every four week spraying of humic acid showed that significantly reduced in the above traits. So that with 12 days of irrigation round and spraying every week and every three weeks of humic acid was placed in the same statistical group. Therefore, the best irrigation round in order to produce corn grain is recommended for 6 days of irrigation round with the use of every two weeks for humic acid spraying for cultivation in the region.

Keywords

- Foliar application
- Grains/ear
- Humic acid
- Maize hybrid
- Stress tolerance

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

10.22034/AEJ.2021.708295

جدول ۱- مشخصات خاک محل انجام آزمایش.

Table 1- Soil characteristics at the experimental site.

Soil Depth (cm)	Clay	Silt	Sand	Soil Texture	EC (dS/m)	pH	N Total (mg/L)	P Absorbable (mg/L)	mg/L) (Acceptable K
0-30	9	34	35	Sandy	1.53	8.1	0.10	8.9	115
30-60	8	32	34	Sandy-Loamy	2	8.0	0.8	9.1	114

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات ذرت تحت تأثیر دور آبیاری و هیومیک‌اسید.

Table 2 - Analysis of variance of maize traits under the influence of irrigation interval and humic acid.

S.O.V	d.f	Bush Height	Ear Number/Plant	Seed Number/Ear	Seed Weight-1000
Block	2	714.19444	0.43000000	44484.2500	22074.48028
(A) Irrigation Interval	2	906.77778 *	0.67000000 ns	132031.0000 *	3106.86861 ns
Error A	4	72.40278	0.23500000	3079.7500	7265.00194
(B) Humic acid	3	1111.00000 *	0.19962963 ns	18750.9167 ns	241.71296 ns
A×B	6	2362.33333 **	0.58407407 *	22809.6667 *	7273.14491 ns
Error B	18	327.44	0.168	8850.25	4349.56
C.V (%)	-	11.49	14.22	21.97	20.10

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول۳ – مقایسه میانگین صفات ذرت تحت تأثیر دور آبیاری و هیومیک‌اسید.

Table3 – Mean comparison of maize traits under the influence of irrigation interval and humic acid.

Humic acid	Irrigation Interval	Bush Height (cm)	Ear Number/Plant	Seed Number/Ear
Every single week (Control)	**6 Day (Control)**	182.67 ab	3.40 ab	522.00 ab
Every two weeks	**6 Day (Control)**	190.00 a	3.60 a	612.00 a
Every three weeks	**6 Day (Control)**	182.67 ab	3.33 abc	509.00 ab
Every four weeks	**6 Day (Control)**	175.00 abc	3.06 abcd	509.00 ab
Every single week (Control)	**9 Day**	166.67 abc	2.93 abcd	490.00 ab
Every two weeks	**9 Day**	168.33 abc	2.93 abcd	492.00 ab
Every three weeks	**9 Day**	153.33 bcd	2.73 bcd	490.00 ab
Every four weeks	**9 Day**	153.33 bcd	2.66 bcd	353.00 bc
Every single week (Control)	**12 Day**	128.33 d	2.53 bcd	280.00 c
Every two weeks	**12 Day**	145.00 cd	2.66 bcd	336.00 bc
Every three weeks	**12 Day**	121.67 d	2.46 cd	280.00 c
Every four weeks	**12 Day**	121.67 d	2.26 d	264.00 c

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letters are not significantly different at 5 % probability level using Duncan's test.