

به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

صفحه‌های ۸۸۵-۸۶۹

DOI: 10.22059/jci.2021.312419.2469

مقاله پژوهشی:

بررسی اثر کاربرد هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد کینوا در شرایط تنش خشکی

قباد محمدپور^۱، سلیم فرزانه^{۲*}، سعید خماری^۳، رئوف سید شریفی^۴، بهروز اسماعیل‌پور^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. دانشیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳. استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۴. استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر کاربرد هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد کینوا تحت شرایط تنش خشکی در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در دو مکان مختلف، شهرستان قصرشیرین و دالاهو به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه تیمار آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع پرشدن دانه) و تیمارهای محلول‌پاشی با مقادیر مختلف هیومیک‌اسید (محلول‌پاشی به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و ۲ کیلوگرم در هکتار) و عصاره جلبک دریایی (محلول‌پاشی به مقدار ۱ کیلوگرم در هکتار و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار) به همراه یک تیمار شاهد بودند. نتایج نشان داد که در منطقه دالاهو در شرایط عدم تنش خشکی عملکرد بذر معادل ۲۴/۷۸ درصد بیش‌تر از منطقه قصرشیرین بود. عملکرد بذر در تیمارهای مختلف آبیاری، تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی نشان داد که در تمامی تیمارهای آبیاری، تأثیر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و عصاره جلبک بر عملکرد بذر نسبت به شاهد مثبت بود. در شرایط آبیاری کامل بیش‌ترین عملکرد بذر با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به دست آمد. در حالی که در تیمارهای قطع آبیاری تأثیر عصاره جلبک دریایی روی عملکرد بذر بهتر از هیومیک‌اسید بود. وزن هزاردانه در کینوای تولید شده در منطقه دالاهو بیش‌تر از منطقه قصرشیرین بود ولی در هر دو منطقه تنش خشکی موجب کاهش وزن هزاردانه شد. در تمامی تیمارهای آبیاری کاربرد هیومیک‌اسید و عصاره جلبک موجب افزایش وزن هزاردانه شد.

کلیدواژه‌ها: شاخص برداشت، عملکرد بذر، محلول‌پاشی، وزن خشک برگ، وزن هزاردانه.

Effect of Humic Acid and Seaweed Extract on Growth and Yield of Quinoa under Drought Stress

Ghobad Mohamadpour¹, Salim Farzaneh^{2*}, Saeid Khomari², Raouf Seyed Sharifi³, Behrooz Esmailpour⁴

1. Ph.D. Student, Department of Production and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2. Associate Professor, Department of Production and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3. Professor, Department of Production and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

4. Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Received: December 19, 2020

Accepted: February 2, 2021

Abstract

This study attempts to investigate the effect of application of humic acid and seaweed extract on morphology, growth, yield, and yield components of quinoa under drought stress in 2018-2019 in two different locations, Qasr Shirin and Dalahou. It has been performed as split plots in a randomized complete block design with 4 replications. Experimental treatments include three irrigation treatments (full irrigation, irrigation cut-off at the beginning of flowering and irrigation cut-off at the beginning of seed filling) and foliar spraying treatments with different amounts of humic acid (foliar application at the rate of 1.5 kg / ha and 2 Kg / ha) and seaweed extract (foliar application at 1 kg / ha and 1.5 kg / ha) along with a control treatment. Results show that seed yield in Dalahou region under normal condition has been 24.78% higher than Qasrshirin region. Seed yield in different irrigation treatments under the influence of foliar application show that in all irrigation treatments, the effect of foliar application of humic acid and seaweed extract on seed yield has been positive compared to the control. In full irrigation conditions, the highest seed yield is obtained from foliar application of humic acid, while in irrigation cut-off treatments, the effect of seaweed extract on seed yield has been better than humic acid. The weight of 1000 seeds in quinoa produced in Dalahu region has been more than Qasrshirin region but in both regions drought stress has reduced the 1000 seeds weight. In all irrigation treatments, application of humic acid and algae extract has increased 1000-seed weight.

Keywords: 1000-seeds weight, foliar application, harvest index, leaf dry weight, seed yield.

به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

۱. مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa Willd*) گیاهی یکساله متعلق به خانواده چغندرقد و اسفناج (*Chenopodiaceae*) است (Ali et al., 2020). در حدود ۲۵۰ گونه از این خانواده در سراسر جهان وجود دارد و یک گیاه بومی آمریکای جنوبی است. با این حال، این گیاه هزاران سال پیش توسط ساکنین آند، به ویژه پرو و بولیوی اهلی شده است (Navruz-Varli & Sanlier, 2016). هرچند از برگ‌های آن مانند اسفناج به عنوان سبزی استفاده می‌شود، اما محصول اصلی آن دانه می‌باشد که از ارزش غذایی بالاتری برخوردار است (Navruz-Varli & Sanlier, 2016)، به طوری که به عنوان یک محصول دانه‌ای به جای غلات واقعی، در گروه شبه‌غلات قرار داده شده است (Awadalla & Morsy, 2017).

دانه‌های کینوا حاوی مقادیر قابل توجهی فیبر غذایی (۷-۱۰ درصد)، ویتامین‌ها (B, C و E) و مواد معدنی (کلسیم، آهن، روی، مس و منگنز) و نیز ترکیبات تقویت‌کننده سلامتی مانند پلی‌فنول‌ها است (Ruiz et al., 2016). بسیاری از ترکیبات فنلی شناسایی شده در دانه‌های کینوا، مانند کوئرستین^۱ و گلیکوزیدهای کائمپ‌فرو^۲، می‌توانند از بیماری‌هایی مانند بیماری عروق کرونر قلب، آترواسکلروز^۳، دیابت و بیماری آلزایمر جلوگیری کنند (Hirose et al., 2010). این ترکیبات هم‌چنین داروهای بالقوه شیمی‌درمانی و درمانی در برابر سرطان هستند (Matsubara et al., 2004). بذرها کینوا دارای پتانسیل‌های عظیمی در صنایع غذایی می‌باشد که فاقد گلوتن و بسیار مغذی بوده و حاوی فاکتورهای ضد تغذیه‌ای نیست (Doweidar & Kamel., 2011). بنابراین، کینوا به عنوان یکی از مواد غذایی مفید برای فرمولاسیون غذای کودک توصیه می‌شود

۱. Quercetin
۲. Kaempferol glycosides
۳. Atherosclerosis

(Ogunbenle, 2003).

کینوا به تازگی به دلیل توانایی رشد در شرایط تنش‌های گوناگون مانند شوری خاک، اسیدیته بالا، خشکسالی، سرما و غیره مورد توجه جهانی قرار گرفته است (Jacobsen et al., 2003). گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که کینوا می‌تواند در شرایط تنش شدید شوری و خشکی رشد کرده و عملکرد نسبی تولید کند (Amiryousefi et al., 2019; Ruiz et al., 2016). کینوا محصول زراعی مقاوم به خشکی بوده و قادر است در مناطق بسیار خشک که دارای بارندگی سالانه کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر رشد کند (Fuentes & Bhargava, 2012). تنش خشکی هنگامی اتفاق می‌افتد که آب در دسترس در خاک کاهش یابد و شرایط جوی نیز در اثر تبخیر یا تعرق باعث از بین رفتن مداوم آب شود (Eisvand et al., 2003).

تنش خشکی موجب ایجاد تغییرات در ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی شده و منجر به کاهش قابل توجه در رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Li & Mattson, 2015). علاوه بر آن تنش خشکی قادر به افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده که به نوبه خود منجر به آسیب دیدن کلیه اجزای سلولی در درجه اول پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود (Ali et al., 2016). گیاهان برای مقابله با تنش دارای تعدادی مکانیسم دفاعی هستند که برخی از مهم‌ترین آنها تنظیم اسمزی و سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی کارآمد می‌باشند و تحت شرایط خشک توانایی تغییر متابولیسم خود برای غلبه بر تغییر شرایط محیطی را دارند (Elewa et al., 2017). این تغییرات شامل تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مانند کاهش اندازه برگ، کاهش رشد ساقه، تکثیر ریشه و بهبود راندمان مصرف آب (Farooq et al., 2009)، تغییر در فعالیت‌های متابولیکی (Lawlor & Cornic, 2002)، اختلال در تجمع املاح و عدم تعادل

تنفس و فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب تحریک رشد و نمو گیاهی می‌شود (Nardia et al., 2002). عصاره جلبک دریایی برای بهبود رشد و عملکرد گیاهان مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد و به اثبات رسیده که عصاره جلبک دریایی با داشتن مواد مغذی موجب تقویت رشد ریشه‌ها، افزایش سطح شاخ و برگ و محتوای کلروفیل می‌شود (Khan et al., 2009). استفاده از عصاره جلبک دریایی می‌تواند به بهبود سیستم دفاعی گیاه در برابر استرس کمک کند، زیرا عصاره جلبک دریایی دارای مقدار زیادی ترکیبات فعال زیستی از جمله بتائین، پرولین و اسیدهای آمینه معطر است (Arioli et al., 2015). استفاده از عصاره جلبک دریایی به صورت مخلوط کردن با خاک یا استفاده از آن به صورت محلول‌پاشی باعث بهبود وضعیت فیزیولوژیکی گیاهان و افزایش توانایی آن‌ها در تحمل به تنش خشکی می‌شود (El-Sayed et al., 2018). آثار مفید استفاده از جلبک دریایی در غلظت‌های مختلف بر گیاهان در پژوهش‌های مختلف تأیید شده است و گزارش‌های مختلفی وجود دارد که نشان می‌دهند، عصاره جلبک دریایی در رشد گیاهان مؤثر است (Faheed & Fattah, 2008). گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی باعث افزایش طول ریشه و ساقه در گوجه‌فرنگی شد (Hernandez-Herrera et al., 2014). هدف از این پژوهش بهبود عملکرد گیاه کینوا در شرایط کمبود آب با استفاده از هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی است.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر کاربرد هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی بر برخی صفات فیزیولوژیک، رشد، عملکرد و اجزای عملکرد کینوا تحت شرایط تنش خشکی در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در دو مکان مختلف،

یونی (Khan et al., 1999) یا ترکیبی از همه این عوامل می‌باشند.

طی چند دهه گذشته به منظور بهبود تحمل گیاهان به تنش خشکی، به موازات راهبردهای سنتی اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، چندین روش برای بهبود عملکرد گیاه در محیط‌های دارای کمبود آب پیشنهاد شده است. این تکنیک‌ها شامل تیمار بذر قبل از کاشت یا تیمار برگی یا محلول‌پاشی با استفاده از آنتی‌اکسیدان، ویتامین‌ها، ترکیبات محافظت‌کننده^۱ (مانند گلیسین بتائین^۲، پرولین)، هیومیک اسید، عصاره جلبک دریایی و ... می‌باشد (Dawood & Sadak, 2014).

هیومیک اسید ممکن است در شرایط تنش‌های غیرزنده مانند درجه حرارت نامطلوب، خشکی، شوری، pH، و غیره اثرات ضدتنش نشان دهد. عمده گروه‌های کاربردی ماده هیومیک شامل کربوکسیل، هیدروکسیل فنولیک، هیدروکسیل الکلی، کتون و کوئینوئید هستند (Russo & Berlyn, 1990). مواد هیومیک به عنوان محرک رشد گیاه به خوبی شناخته شده‌اند. هم‌چنین گزارش شده که کاربرد هیومیک اسید در شرایط تنش بر پارامترهای رشدی گیاه تأثیر مثبت دارد (Hanafy Ahmed et al., 2018). گزارش شده است که محلول‌پاشی هیومیک اسید باعث تحریک رشد، افزایش عملکرد و کیفیت در فلفل شد (Karakurt et al., 2009). به علاوه، در پژوهشی در مورد گیاه خیار گزارش شد که هیومیک اسید بر فرایند تنفس، مقدار قندها، اسیدهای آمینه و متابولیسم نیترات تأثیر می‌گذارد (Boehme et al., 2005). با بررسی تأثیر هیومیک اسید بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاهان زراعی مشخص شد که هیومیک اسید جذب برخی از عناصر غذایی را در گیاهان افزایش داده،

۱. Osmoprotectant

۲. Glycine betaine

از رقم تی تی کاکا^۱ استفاده شد. قبل از شروع آزمایش، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه آزمایشی گرفته شده و ویژگی‌های شیمیایی خاک و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک تعیین شد. نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل‌های آزمایش در جدول (۱) آمده است.

زمین اصلی آزمایش پس از انجام عملیات خاک‌ورزی در پاییز، شامل عملیات شخم‌زنی، پخش کود موردنیاز براساس توصیه‌های بخش تحقیقات آب و خاک پشته‌بندی آماده شد. عملیات کاشت بذر در قصرشیرین در ۱۷ بهمن‌ماه سال ۱۳۹۷ و در روستای بیوه‌نیج شهرستان دالاهو در ۱۷ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۸ با بذرکار ریزدانه کار انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول شش متر با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. یعنی با آرایش ۲۰×۵۰ سانتی‌متر) کاشته شدند. به طوری که بین هر کرت یک خط نکاشت بود و فاصله بین بلوک دو متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت و استقرار بوته‌ها عملیات داشت از قبیل مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها در حد نیاز انجام شد. لازم به توضیح است که در طول دوره رشد مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد.

آبیاری تیمار شاهد و تیمارهای قطع آبیاری تا قبل از اعمال قطع آبیاری، پس از تخلیه ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک انجام شد، به طوری که پس از فرارسیدن موعد آبیاری در هر یک از تیمارهای مورد آزمایش، با توجه به رطوبت موجود در خاک، مقدار آب موردنیاز براساس رابطه‌های (۱) و (۲) برآورد و سپس با استفاده از سیستم تیپ مقدار آب محاسبه شده به طور یکنواخت وارد کرت‌های آزمایشی شد.

$$WMC(\%) = \left(\frac{FSW - DSW}{DSW} \right) * 100 \quad (1)$$

که در آن WMC مقدار رطوبت محتوای خاک، FSW

شهرستان قصرشیرین و روستای بیوه‌نیج شهرستان دالاهو اجرا شد. اقلیم محل اجرای آزمایش در قصرشیرین از نوع گرم خشک محسوب می‌شود. ارتفاع از سطح دریا ۳۳۳ متر، طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی می‌باشد. میانگین سردترین ماه سال بین ۵/۲ تا ۵ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی بین ۳۵۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر در نوسان است. روستای بیوه‌نیج شهرستان دالاهو نیز در قسمت غربی استان کرمانشاه در موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا در حدود ۱۵۳۰ متر می‌باشد. این منطقه براساس تقسیم‌بندی اقلیمی دومارتن جزو مناطقی با زمستان سرد و تابستان خنک است (Shamshiri et al., 2014). میانگین دمای سالانه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی سالانه ۵۲۸ میلی‌متر است.

این پژوهش به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده (اسپلیت پلات) در پایه طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه تیمار آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع پرشدن دانه) و تیمارهای محلول‌پاشی با مقادیر مختلف هیومیک اسید (محلول‌پاشی به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و ۲ کیلوگرم در هکتار) و عصاره جلبک دریایی (محلول‌پاشی به مقدار ۱ کیلوگرم در هکتار و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار) به همراه یک تیمار شاهد (محلول‌پاشی با آب خالص) بودند تیمارهای آبیاری در کرت‌های اصلی و تیمارهای محلول‌پاشی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. محلول‌پاشی در دو مرحله به فواصل ۱۰ روز در زمان ساقه‌روی انجام شدند. بذر گیاه کینوا از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، عصاره جلبک دریایی از شرکت بن‌آسیا و هیومیک اسید از شرکت فناوری معدنی گل‌سنگ کویریزد تهیه شد. در این پژوهش

۱. Titicaca

وزن خاک تر و DSW وزن خاک خشک است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک محل‌های اجرای آزمایش (شهرستان قصرشیرین و شهرستان دالاهو)

هدایت الکتریکی	واکنش خاک	ازت کل کربن آلی		روى آهن منگنز			فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	بافت خاک	منطقه
(ds/m)	(pH)	(%)		(mg kg ⁻¹)						
۲/۳۱	۷/۸۲	۰/۴	۰/۰۲	۵/۹۸	۱/۷۵	۰/۲۸	۲	۱۹۶	لوم شنی	قصرشیرین
۰/۸	۷/۴۰	۱/۱۲	۰/۵	۱۴/۶	۱۱/۱	۰/۹۶	۱۴/۶	۴۶۰	سیلتی رسی	دالاهو

۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر ساده منطقه تولید، آبیاری، محلول‌پاشی، اثر متقابل دو جانبه منطقه تولید × تیمار آبیاری، محلول‌پاشی × تیمار آبیاری و محلول‌پاشی × منطقه تولید قرار گرفت. همان‌طور که مقایسه میانگین اثر دو جانبه منطقه تولید × تیمار آبیاری (شکل ۱) نشان می‌دهد بیش‌ترین ارتفاع بوته در منطقه دالاهو (بیوه‌نیج) و در شرایط بدون تنش (۱۱۰/۸۱) به‌دست آمد. نتایج حاکی از آن است که در منطقه قصرشیرین اختلاف بین تیمارهای مختلف قطع آبیاری از نظر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود و در منطقه دالاهو (بیوه‌نیج) نیز ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری با شرایط تنش ملایم نداشت. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی × تیمار آبیاری در جدول (۳) نشان داد که اختلاف بین تیمارهای محلول‌پاشی در شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری در ابتدای رشد دانه از نظر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود، اما اختلاف بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی در تیمار قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی از نظر ارتفاع بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که محلول‌پاشی هیومیک‌اسید دارای بیش‌ترین ارتفاع بوته بود و تیمار شاهد و محلول‌پاشی ۱/۵ کیلوگرم عصاره جلبک به‌ترتیب با داشتن ۸۴/۷ و ۸۶/۰۲ سانتی‌متر ارتفاع از کم‌ترین ارتفاع بوته برخوردار بودند. اختلاف بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی از نظر ارتفاع بوته در هر دو

پس از تعیین میزان رطوبت وزنی خاک با استفاده از رابطه (۲) مقدار آب موردنیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی برآورد شد.

$$Is = \left(\frac{(FC - AW) * Bd * D}{100} \right) \quad (2)$$

که در آن، Is عمق آب برای رسیدن به ظرفیت زراعی (سانتی‌متر)، FC ظرفیت زراعی (۳۱/۶، ۲۸/۹ درصد به‌ترتیب در قصرشیرین و دالاهو)، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۴۲ و ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌ترتیب در قصرشیرین و دالاهو)، AW درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری و D عمق توسعه ریشه (متر) است. پس از تعیین عمق آب آبیاری از رابطه بالا، با توجه به مساحت هر کرت حجم آب لازم جهت آبیاری برآورد و سپس با استفاده از سیستم نوار تیپ اعمال شد.

قبل از برداشت بوته‌های بذری، از هر کرت، پنج بوته به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد شامل وزن خشک ریشه، ساقه و برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد گل‌آذین طول گل‌آذین، عملکرد بذر، وزن هزاردانه و ... اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل از این پژوهش به‌کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه واریانس و سپس میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

تنظیم سطح هورمون‌ها، بهبود رشد گیاهان و تقویت تحمل تنش استفاده شود (Cimrin *et al.*, 2010). تأثیر مثبت کاربرد هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی بر ارتفاع بوته، به دلیل افزایش رشد رویشی کینوا می‌باشد. افزایش ارتفاع بوته در اثر کاربرد هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی بیش تر مربوط به گسترش سطح ریشه و افزایش جذب آب و عناصر غذایی از خاک می‌باشد (Saruhan *et al.*, 2011).

منطقه تولید یعنی قصرشیرین و دالاهو معنی‌دار نبود، اما در هر دو منطقه ارتفاع بوته در تیمار شاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر) نسبت به دیگر تیمارها کم‌تر بود و اختلاف آن با تیمارهای محلول‌پاشی با محرک‌های رشد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۴).

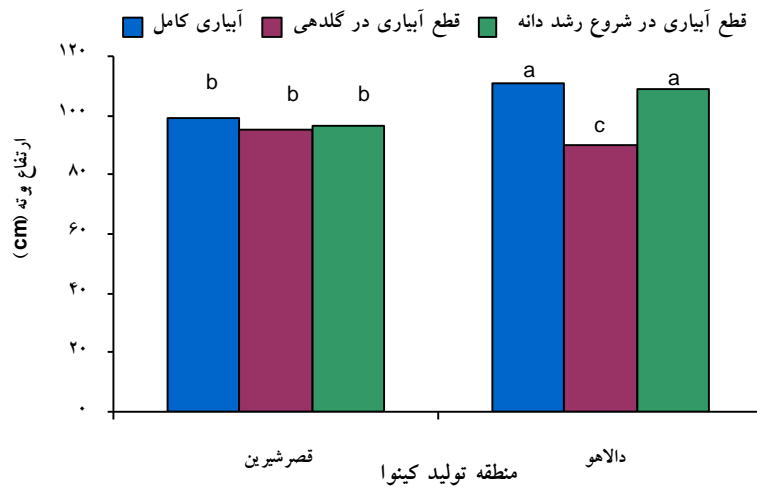
محرک‌های رشد به‌ویژه هیومیک‌اسید نقش مهمی در بهبود تحمل گیاه به تنش خشکی ایفا می‌کند (Cimrin *et al.*, 2010) هیومیک‌اسید می‌تواند به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد برای

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه کینوا در مناطق مختلف تولید، تیمارهای آبیاری و تیمارهای مختلف محلول‌پاشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد ساقه فرعی	وزن خشک ریشه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
منطقه تولید	۱	۱۰۱۴/۷۷**	۲۶۱۷۳/۶۲**	۴۴۷۵/۶۹**	۱۲۰/۳۴**	۱۷۱۸/۸۶**
خطا	۶	۵۱۲/۲۲	۱۴۳/۲۱	۷/۴۱	۰/۵۵	۶۶/۴۶
تیمار آبیاری	۲	۱۵۷۵/۷۴**	۳۳۱/۶۸**	۱۱/۲۷**	۲۱/۷۷**	۴۱۰/۸۱**
منطقه تولید × تیمار آبیاری	۲	۱۱۲۱/۸۸**	۷۲/۱۵*	۷/۲۱*	۲/۷۱*	۵۳/۹۹*
خطا	۱۲	۲۱۵/۹۴	۳۱/۱۸	۳/۰۴	۰/۲۳۱	۲۳/۵۰
محلول‌پاشی	۴	۱۴۴/۶۶ ns	۴۵/۴۰*	۳۱/۵۱**	۸/۲۶**	۲۷۴/۳۱**
تیمار آبیاری × محلول‌پاشی	۸	۲۲۵/۱۸*	۶۰/۸۱**	۶/۷۰**	۱/۵۷**	۹۸/۹۹**
منطقه تولید × محلول‌پاشی	۴	۲۶۱/۸۰*	۲۷/۰۷ ns	۲/۱۵ ns	۰/۶۶**	۱۰/۱۷ ns
منطقه تولید × تیمار آبیاری × محلول‌پاشی	۸	۱۶۴/۷۷ ns	۴۹/۳۲**	۳/۷۲*	۰/۳۴*	۱۴/۹۳ ns
خطا	۷۲	۸۱/۸۲	۱۴/۸۱	۱/۵۵	۰/۱۳۷	۱۱/۲۵
ضریب تغییرات (%)		۹/۰۲	۱۴/۲۶	۱۸/۸۹	۸/۷۵	۱۷/۷۹

ns و *، **، *** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

بررسی اثر کاربرد هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد کینوا در شرایط تنش خشکی



شکل ۱. اثرات متقابل منطقه تولید × تیمار آبیاری بر ارتفاع بوته کینوا

جدول ۳. اثرات متقابل محلول پاشی × تیمار آبیاری بر ارتفاع بوته و قطر ساقه در گیاه کینوا

محلول پاشی	ارتفاع بوته (cm)			وزن خشک ساقه (g/plant)		
	تیمار آبیاری ۱	تیمار آبیاری ۲	تیمار آبیاری ۳	تیمار آبیاری ۱	تیمار آبیاری ۲	تیمار آبیاری ۳
محلول پاشی ۱	۹۹/۶۳ab	۱۰۰/۹۵ab	۱۰۲/۰۳ab	۲۱/۲۹ bc	۱۴/۰۶e	۱۶/۹۵ cde
محلول پاشی ۲	۱۰۶/۲۰a	۱۰۱/۵۷ab	۱۰۳/۸۰ab	۳۲/۱۱a	۱۴/۸۴ de	۲۰/۱۲ bcd
محلول پاشی ۳	۱۰۷/۰۰a	۹۲/۳۷bc	۱۰۲/۳۲ab	۱۸/۳۱ b-e	۱۶/۷۲ cde	۲۰/۷۹ bc
محلول پاشی ۴	۱۰۶/۹۵a	۸۶/۰۲c	۱۰۱/۲۰ab	۲۲/۹۳ b	۲۰/۷۰bc	۲۱/۷۲ bc
تیمار شاهد ۵	۱۰۵/۱۳a	۸۴/۷۰c	۱۰۳/۶۸ab	۱۶/۳۰ cde	۱۲/۶۷e	۱۳/۲۶e
LSD (0.05%)	۱۲/۴۷			۵/۶۷		

تیمارهای آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه را نشان می دهند و تیمارهای محلول پاشی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب نشانگر محلول پاشی هیومیک اسید به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار، محلول پاشی هیومیک اسید به مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار، محلول پاشی عصاره جلبک دریایی به مقدار ۱ کیلوگرم در هکتار، محلول پاشی عصاره جلبک دریایی به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد یا محلول پاشی با آب خالص می باشند.

جدول ۴. اثرات متقابل محلول پاشی × منطقه تولید بر ارتفاع بوته و قطر ساقه در گیاه کینوا

محلول پاشی	ارتفاع بوته (cm)	
	قصر شیرین	دالاهو
محلول پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید	۹۸/۰۶abc	۱۰۳/۶۹ab
محلول پاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید	۹۹/۱۳abc	۱۰۸/۵۸a
محلول پاشی ۱ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک	۱۰۰/۱۴abc	۱۰۵/۲۴ab
محلول پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک	۹۸/۸۸abc	۱۰۰/۹۸abc
تیمار شاهد یا محلول پاشی با آب خالص	۹۰/۴۳c	۹۷/۲۳bc
LSD (0.05%)	۱۰/۷۸	

اثر منطقه، تیمارهای آبیاری و محلول پاشی، اثر متقابل دو جانبه منطقه تولید × تیمار آبیاری، محلول پاشی × تیمار آبیاری و اثر متقابل سه جانبه محلول پاشی × منطقه تولید × تیمار آبیاری بر تعداد ساقه فرعی معنی دار شدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد که تعداد شاخه فرعی تولیدشده در منطقه دالاهو به طور معنی داری

متر از تیمارهای آبیاری و محلول پاشی، اثر متقابل دو جانبه منطقه تولید × تیمار آبیاری، محلول پاشی × تیمار آبیاری و اثر متقابل سه جانبه محلول پاشی × منطقه تولید × تیمار آبیاری بر تعداد ساقه فرعی معنی دار شدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد که تعداد شاخه فرعی تولیدشده در منطقه دالاهو به طور معنی داری

باعث شده است که تعداد مریستم‌های آغازنده شاخه‌های فرعی نیز روی ساقه کینوا بیش‌تر تشکیل شود و موجب افزایش در تعداد شاخه فرعی شود. گزارش‌ها در این زمینه نشان می‌دهند که عصاره جلبک دریایی به دلیل داشتن ترکیب‌هایی مانند بتائین‌ها دارای فعالیت شبه سیتوکینینی است و این موجب افزایش رشد و افزایش تعداد شاخه و توسعه ریشه‌ها می‌شود (Zhang & Ervin, 2004). محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در شرایط تنش خشکی بر نخود باعث افزایش بیش‌تر تعداد شاخه نسبت به هیومیک‌اسید شد (Haghparsat *et al.*, 2012).

نسبت به منطقه قصرشیرین بیش‌تر بود. با افزایش تنش خشکی تعداد ساقه فرعی کاهش یافت، به طوری که کم‌ترین تعداد ساقه فرعی در گیاهان رشد یافته در قصرشیرین در شرایط تنش شدید (قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی) و عدم محلول‌پاشی (۶/۴۷) به دست آمد، که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با گیاهان رشد یافته در قصرشیرین در شرایط تنش شدید و محلول‌پاشی ۱/۵ و ۲ کیلوگرم هیومیک‌اسید و ۱ کیلوگرم عصاره جلبک دریایی نداشت. به نظر می‌رسد با افزایش غلظت مصرف عصاره جلبک دریایی و رشد و توسعه بهتر ریشه‌ها از لحاظ تغذیه‌ای، گیاه بهتر توانسته است از عناصر موجود در خاک استفاده نموده و در نتیجه موجب رشد بهتر اندام‌های هوایی گیاه شود. همین امر

جدول ۵. اثرات متقابل محلول‌پاشی × منطقه تولید × تیمار آبیاری بر تعداد ساقه فرعی، وزن خشک ریشه و وزن خشک برگ کینوا

وزن خشک برگ (g/plant)		وزن خشک ریشه (g/plant)		تعداد ساقه فرعی در بوته		تیمار آبیاری	محلول‌پاشی
دالاهو	قصرشیرین	دالاهو	قصرشیرین	دالاهو	قصرشیرین		
۶/۲۰b	۴/۱۱hij	۸/۴۲c-f	۵/۵۴h-k	۴۰/۶۷bc	۱۳/۲۷e	تیمار آبیاری ۱	محلول‌پاشی ۱
۸/۰۲a	۴/۶۷fgh	۱۰/۴۳ab	۷/۰۰fgh	۴۶/۷۳ab	۱۳/۰۰ef		محلول‌پاشی ۲
۵/۴۸cde	۳/۶۰jkl	۹/۴۳b-e	۴/۶۰j-m	۴۷/۱۳ab	۱۴/۶۳e		محلول‌پاشی ۳
۶/۰۵bc	۴/۰۲ij	۱۱/۷۹a	۵/۳۸h-l	۴۲/۵۷abc	۱۴/۵۰e		محلول‌پاشی ۴
۵/۱۲def	۳/۱۳l	۸/۰۳def	۴/۰۶j-n	۴۴/۰۷abc	۱۲/۵۰ef		تیمار شاهد ۵
۴/۴۶ghi	۲/۱۸mn	۷/۷۵efg	۳/۴۴lmn	۴۴/۶۰abc	۱۲/۹۰ef	تیمار آبیاری ۲	محلول‌پاشی ۱
۴/۸۱fg	۲/۵۱m	۸/۲۶def	۳/۶۹k-n	۴۰/۵۳bc	۱۲/۹۳ef		محلول‌پاشی ۲
۴/۹۸efg	۲/۲۰mn	۸/۱۶def	۳/۶۵k-n	۲۸/۶۷d	۶/۶۰f		محلول‌پاشی ۳
۵/۵۸cd	۳/۶۰jkl	۸/۲۴def	۴/۳۵j-n	۳۱/۷۳d	۱۳/۲۷e		محلول‌پاشی ۴
۳/۹۹ij	۱/۶۵n	۵/۵۳h-k	۲/۵۱n	۳۹/۰۰c	۶/۴۷f		تیمار شاهد ۵
۴/۵۰ghi	۳/۴۰kl	۸/۰۹def	۴/۴۲j-n	۴۴/۰۰abc	۱۲/۵۷ef	تیمار آبیاری ۳	محلول‌پاشی ۱
۵/۸۱bc	۳/۷۴jkl	۱۰/۲۸abc	۴/۸۴i-m	۴۴/۲۷abc	۱۳/۸۷e		محلول‌پاشی ۲
۴/۵۳ghi	۳/۵۸jkl	۹/۰۵b-e	۵/۸۱g-j	۴۷/۴۷a	۱۲/۱۰ef		محلول‌پاشی ۳
۴/۸۸fg	۳/۶۷jkl	۹/۹۸b-e	۶/۷۶f-i	۴۳/۰۰abc	۱۵/۲۰e		محلول‌پاشی ۴
۴/۰۹hij	۲/۴۰m	۵/۵۹h-k	۳/۲۳mn	۴۱/۸۰abc	۹/۳۸ef		تیمار شاهد ۵
۰/۵۸		۱/۹۸		۶/۶۷			LSD (0.05%)

تیمارهای آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در شروع رشد دانه و تیمارهای محلول‌پاشی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب نشانگر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار، محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار، محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی به مقدار ۱ کیلوگرم در هکتار، محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد یا محلول‌پاشی با آب خالص می‌باشند.

هیومیک اسید (۲ کیلوگرم در هکتار) و تیمار محلول پاشی عصاره جلبک دریایی (۱/۵ کیلوگرم در هکتار) در منطقه دالاهو و در تیمار آبیاری کامل به ترتیب با داشتن وزن خشک ریشه معادل ۱۰/۴۳ و ۱۱/۷۹ گرم در بوته و در تیمار قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه کینوا به ترتیب با داشتن وزن خشک ریشه معادل ۱۰/۲۸ و ۹/۹۸ گرم در بوته نسبت به دیگر تیمارها برتری داشتند. بیشترین میزان وزن خشک برگ (۸/۰۲ گرم در بوته) در گیاهان رشد یافته در منطقه دالاهو (بیوهنج) در شرایط بدون تنش و و محلول پاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید و کمترین میزان وزن خشک برگ (۱/۶۵ گرم در بوته) در گیاهان رشد یافته در منطقه قصرشیرین در شرایط تنش شدید و بدون محلول پاشی به دست آمد (جدول ۵). محلول پاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی بر میزان رشد برگ مؤثر بود، به طوری که در تمامی تیمارهای تنش خشکی، وزن خشک برگ در تیمارهای محلول پاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی نسبت به شاهد بیش تر بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل منطقه تولید × تیمار آبیاری بر وزن خشک ساقه کینوا (شکل ۲) نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش وزن خشک ساقه شد، به طوری که در منطقه قصرشیرین وزن خشک ساقه در شرایط آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در شروع رشد دانه در کینوا به ترتیب معادل ۱۸/۴۵، ۱۰/۸۳ و ۱۵/۹۲ گرم در بوته به دست آمد. به این ترتیب در این منطقه قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در شروع رشد دانه موجب کاهش در وزن خشک ساقه به ترتیب معادل ۴۱/۳۰ و ۱۳/۷۱ درصد شده است و برای منطقه دالاهو نیز وزن خشک ساقه در تیمارهای آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از آن است که تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری، محلول پاشی و نیز منطقه تولید بر وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه در بوته از نظر آماری معنی دار می باشد. اثرات متقابل منطقه تولید × تیمار آبیاری و محلول پاشی × تیمار آبیاری بر روی وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه در بوته در سطح یک درصد معنی دار بودند. اثر متقابل محلول پاشی × منطقه تولید بر روی وزن خشک برگ در سطح یک درصد و اثر متقابل سه جانبه محلول پاشی × منطقه تولید × تیمار آبیاری بر روی وزن خشک ریشه و وزن خشک برگ در بوته در سطح پنج درصد معنی دار بودند (جدول ۲). به طور کلی، میانگین وزن خشک ریشه کینوای تولید شده در منطقه دالاهو نسبت به منطقه قصرشیرین معادل ۴۲/۲۸ درصد بیش تر بود. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) تنش خشکی در ابتدای گل دهی در هر دو منطقه موجب کاهش معنی دار در وزن خشک ریشه شد، به طوری که میانگین وزن خشک ریشه در شرایط آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در ابتدای رشد دانه در کینوای تولید شده در منطقه قصرشیرین به ترتیب ۵/۳۲، ۳/۵۳ و ۵/۰۱ گرم در بوته به دست آمد و برای منطقه دالاهو نیز وزن خشک ریشه در تیمارهای آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه به ترتیب ۹/۶۲، ۷/۵۹ و ۸/۶۰ گرم در بوته بود. در هر دو منطقه تأثیر محلول پاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی بر افزایش رشد ریشه مؤثر بود. از نتایج استنباط می شود که تأثیر هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی در غلظت بالاتر نسبت به غلظت کم تر بر وزن خشک ریشه مؤثر تر بود. در بین تیمارهای مورد استفاده تیمار محلول پاشی

جلبک دریایی موجب تحریک رشد ریشه، افزایش رشد گیاه، تأخیر در پیری و بهبود تحمل به تنش‌های محیطی از جمله خشکی می‌شود (Ludwig-Muller, 2000).

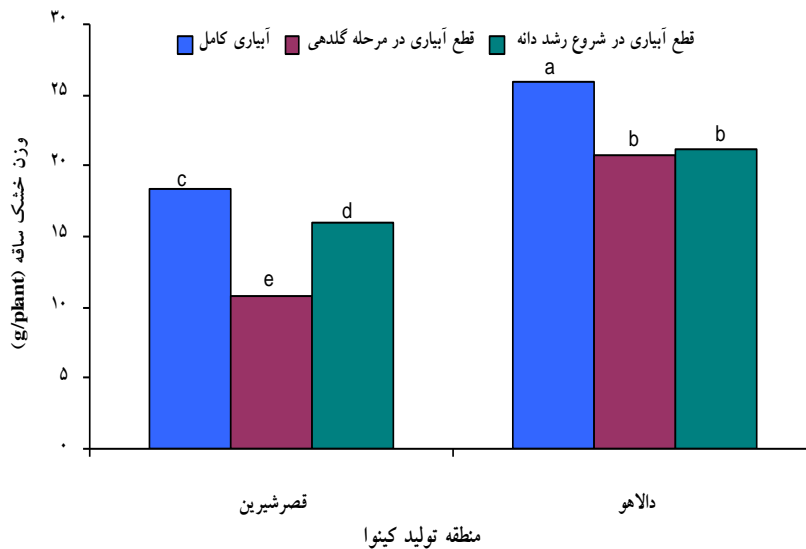
جدول (۶) نشان می‌دهد که اختلاف در بین مناطق تولید کینوا از نظر تعداد گل‌آذین فرعی، وزن هزاردانه، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه کینوا در سطح یک درصد معنی‌دار است، تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و محلول‌پاشی بر روی تعداد گل‌آذین، وزن هزاردانه، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تأثیر تیمار آبیاری بر شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد. اثر متقابل منطقه تولید × تیمار آبیاری بر تعداد گل‌آذین فرعی، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه کینوا معنی‌دار بود. اثر متقابل محلول‌پاشی × تیمار آبیاری بر روی تعداد گل‌آذین، عملکرد بذر و عملکرد بیولوژیک گیاه کینوا و شاخص برداشت معنی‌دار بود و نیز اثر متقابل سه‌جانبه محلول‌پاشی × منطقه تولید × تیمار آبیاری در سطح پنج درصد بر روی تعداد گل‌آذین و وزن هزاردانه گیاه کینوا معنی‌دار بودند (جدول ۶).

مقایسه میانگین عملکرد بذر در هکتار و نیز میانگین عملکرد بذر در بوته تحت تأثیر اثر متقابل منطقه تولید × تیمار آبیاری نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در گیاهان رشد یافته در منطقه دالاهو (بیوه‌نیچ) و شرایط عدم تنش آبیاری (شاهد) به‌دست آمد. به‌طوری‌که در این منطقه عملکرد بذر در هکتار و عملکرد بذر در بوته به‌ترتیب ۴۲۱۵ کیلوگرم و ۱۰/۵۴ گرم در بوته بود، که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۷). در هر دو منطقه قصرشیرین و دالاهو تنش خشکی موجب کاهش عملکرد شد.

در ابتدای شروع رشد دانه به‌ترتیب ۲۵/۹۲، ۲۰/۷۷ و ۲۱/۲۲ گرم در بوته بود که در منطقه دالاهو نیز قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه وزن خشک ساقه به‌ترتیب معادل ۱۹/۸۷ و ۱۸/۱۶ درصد کاهش نشان داد.

بیش‌ترین وزن خشک ساقه در کینوای رشدیافته در شرایط آبیاری کامل و با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). در تمامی تیمارهای آبیاری تأثیر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی در بهبود رشد ریشه، برگ و ساقه به‌طور چشم‌گیری مؤثر بود. این نتایج نشانگر نقش مؤثر و مفید هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی بر بهبود رشد رویشی گیاه کینوا به‌ویژه در شرایط تنش خشکی می‌باشد. این را می‌توان به افزایش توان گیاه برای مقابله با تنش از طریق افزایش رشد ریشه، افزایش میزان فتوسنتز جذب بیش‌تر عناصر غذایی و هم‌چنین افزایش عناصر ریزمغذی و هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، سیتوکینین و آبسزیک‌اسید نسبت داد (Haghparast et al., 2012). محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی اثر قابل‌توجهی بر رشد ریشه، برگ و ساقه گیاهان دارد (Alam et al., 2013). با توجه به داده‌های حاصله از طول ریشه می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش غلظت مصرف عصاره جلبک دریایی و هیومیک‌اسید در مرحله رشد رویشی گیاه گستردگی ریشه گیاه در خاک به‌خوبی صورت گرفته است که سرانجام باعث افزایش وزن ریشه شده است. به‌طور معمول تنش خشکی باعث کوتاه‌شدن ارتفاع گیاه، کاهش رشد میان‌گره‌ها کاهش سطح برگ و ریشه می‌شود (Movludi et al., 2014). محلول‌پاشی جلبک دریایی تأثیر بسیار مثبت بر توسعه و رشد گیاهان مختلف گذاشته است (Alam et al., 2013). کاربرد

بررسی اثر کاربرد هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد کینوا در شرایط تنش خشکی



شکل ۲. اثرات متقابل منطقه تولید × تیمار آبیاری بر وزن خشک ساقه کینوا

جلبک دریایی عملکرد کم‌تر کاهش یافت. نتایج این پژوهش با گزارش‌های سایر پژوهش‌گران مطابقت دارد، به‌طوری‌که در گیاه نخود گزارش شده که محلول‌پاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط نرمال موجب افزایش عملکرد شده است (Hagh-Parast et al., 2012). محرک‌های زیستی گیاهی محصولاتی هستند که از مواد مختلف آلی و یا میکروارگانیسم‌ها به‌دست می‌آیند و قادر هستند رشد گیاه را بهبود دهند، عملکرد را افزایش دهند و اثرات منفی تنش‌های غیر زنده را کاهش دهند (Rouphael & Colla, 2018). از آنجاکه یکی از اصلی‌ترین تأثیرات محرک‌های زیستی بهبود کارایی مصرف آب است، بنابراین کاربرد آن‌ها می‌تواند یک راهبرد احتمالی برای کاهش مقدار مصرف آب در محصولات زراعی باشد (Calvo et al., 2014).

عملکرد بذر در تیمار تنش خشکی در ابتدای گل‌دهی و در ابتدای شروع رشد دانه در منطقه قصرشیرین به‌ترتیب معادل ۴۴/۷۱ و ۲۰/۱۸ درصد و در منطقه دالاهو معادل ۴۱/۴۸ و ۲۹/۱۸ درصد کاهش نشان داد. همان‌طور که در جدول (۸) مشاهده می‌شود عملکرد دانه در بوته و نیز در هکتار در اثر تیمارهای مختلف آبیاری، تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به شاهد مثبت بود، اما در شرایط عدم تنش خشکی و آبیاری کامل، بیش‌ترین عملکرد بذر با محلول‌پاشی هیومیک اسید (به مقدار ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد، درحالی‌که در شرایط تنش خشکی در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در شروع رشد دانه تأثیر عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه بیش از هیومیک اسید بود. به‌عبارت دیگر، در شرایط تنش خشکی با محلول‌پاشی عصاره

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) تعداد گل‌آذین فرعی، وزن هزاردانه، عملکرد در هکتار، عملکرد بذر در بوته،

عملکرد بیولوژیک در بوته و شاخص برداشت کینوا در مناطق مختلف تولید، تیمارهای آبیاری و تیمارهای مختلف محلول‌پاشی

منابع تغییرات	درجه	تعداد	وزن	عملکرد بذر	عملکرد بذر	عملکرد بیولوژیک	شاخص
---------------	------	-------	-----	------------	------------	-----------------	------

قباد محمدپور، سلیم فرزانه، سعید خماری، رئوف سید شریفی، بهروز اسماعیل پور

آزادی	گل آذین فرعی	هزاردانه	در هکتار	در بوته	در بوته	برداشت
۱	۷۶۵۲/۰۲**	۹/۱۷**	۱۵۸۸۰/۱۱۰/۱۷**	۱۳۴/۱۷**	۵۵۱۱/۴۶**	۹۲۳/۶۹**
۶	۱۳۰/۶۰	۰/۰۵	۱۶۵۳۹۶/۹۶	۳/۷۰	۱۲۱/۵۶	۳۰۸/۲۴
۲	۳۰۶/۴۴**	۲/۷۴**	۲۵۶۱۸۹۳۵/۱۲**	۱۱۳/۶۸**	۷۷۸/۹۴**	۱۴۴/۴۲*
۲	۹۷/۳۹**	۰/۰۱۵ ns	۹۱۶۲۷۱/۴۴**	۱۸/۶۲**	۱۱۹/۴۴*	۲۵۹/۳۴**
۱۲	۳۰/۳۴	۰/۱۰۰	۸۰۲۹۱/۳۶	۳/۱۷	۳۴/۲۳	۱۲۵/۶۴
۴	۳۵/۶۱**	۰/۱۵۲**	۱۳۶۰۹۹۸/۰۲**	۶/۹۸**	۶۱۸/۰۴**	۱۹۱/۳۵**
۸	۵۰/۶۵**	۰/۰۴۰ ns	۳۴۲۲۱۸/۰۰**	۱/۵۷**	۱۷۰/۷۱**	۴۵/۸۰**
۴	۱۷/۷۳ ns	۰/۰۸۵ ns	۳۰۴۳۷/۹۵ ns	۰/۱۵۶ ns	۱۹/۰۷ ns	۳/۸۸ ns
۸	۲۱/۳۴*	۰/۰۳۷*	۶۴۹۹۸/۸۵ ns	۰/۱۵۷ ns	۱۷/۸۷ ns	۲۲/۱۱ ns
۷۲	۹/۸۸	۰/۰۴۱	۳۸۲۱۵/۹۰	۰/۱۴۵	۱۴/۴۹	۱۵/۴۹
ضریب تغییرات (%)						
۱۶/۲۸ ۱۳/۰۹ ۶/۸۶ ۵/۴۶ ۱۲/۸۲ ۱۵/۶۱						

ns، *، **، *** به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار.

جدول ۷. اثرات متقابل منطقه تولید × تیمار آبیاری بر عملکرد بذر در هکتار، عملکرد بذر در بوته (گرم)، عملکرد بیولوژیک در بوته (گرم) و شاخص برداشت (درصد) کینوا

تیمار آبیاری	عملکرد بذر در هکتار (kg/ha ⁻¹)		عملکرد بذر در بوته (g/plant)		عملکرد بیولوژیک در بوته (g/plant)		شاخص برداشت (%)
	قصر شیرین	دالاهو	قصر شیرین	دالاهو	قصر شیرین	دالاهو	
تیمار آبیاری ۱	۳۱۷۰/۴۰b	۴۲۱۵/۰۰a	۶/۸۷bc	۱۰/۵۴a	۲۷/۶۸c	۴۰/۷۶a	۲۷/۱۷ a
تیمار آبیاری ۲	۱۷۵۲/۷۳d	۲۴۴۹/۲۰c	۴/۵۵e	۶/۱۲d	۱۶/۷۹d	۳۴/۰۱b	۱۸/۳۷ c
تیمار آبیاری ۳	۲۵۳۰/۴۰c	۲۹۷۲/۰۰b	۶/۳۲cd	۷/۴۳b	۲۴/۳۰c	۳۴/۶۶b	۲۱/۸۰ b
LSD (0.05%)		۲۱۳	۰/۵۸۷	۴/۵۹	۴/۱۹		

تیمارهای آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه را نشان می دهند.

جدول ۸. اثر متقابل محلول پاشی × تیمار آبیاری بر عملکرد بذر در بوته و عملکرد بذر در هکتار در گیاه کینوا

محلول پاشی	عملکرد بذر در بوته (g/plant)			عملکرد بذر در هکتار (g/plant)		
	تیمار آبیاری ۱	تیمار آبیاری ۲	تیمار آبیاری ۳	تیمار آبیاری ۱	تیمار آبیاری ۲	تیمار آبیاری ۳
محلول پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید	۹/۰۳ab	۴/۹۵g	۶/۴۷def	۳۸۴۷/۵۰ab	۱۹۶۷/۰۰ij	۲۵۵۱/۵۰fgh
محلول پاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید	۹/۴۵a	۵/۲۳fg	۶/۶۶def	۴۰۵۸/۰۰a	۲۱۰۵/۷۵hij	۲۶۸۲/۰۰efg
محلول پاشی ۱ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک	۸/۶۶abc	۵/۸۱fg	۷/۴۶cde	۳۴۴۲/۰۰bc	۲۲۸۶/۲۵ghi	۲۹۶۲/۵۰def
محلول پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک	۸/۸۸abc	۵/۹۱fg	۷/۷۲bcd	۳۸۸۹/۵۰ab	۲۳۷۹/۲۵ghi	۳۱۰۷/۰۰cde
تیمار شاهد یا محلول پاشی با آب خالص	۷/۴۹cde	۴/۷۷g	۶/۰۹fg	۳۲۲۶/۵۰cd	۱۷۶۶/۵۸j	۲۴۵۳/۰۰gh
LSD (0.05%)		۱/۴۸	۴/۶۴			

تیمارهای آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه را نشان می دهند.

بیشتر از شاهد بلکه بیش تر از منطقه دالاهو هم باشد؛ کاهش عملکرد بیولوژیک توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (Anwar et al., 2003). با توجه به نتایج مقایسه میانگین جدولهای (۸) و (۹) محلولپاشی محرکهای رشد زیستی عملکرد بیولوژیک را بیش تر از عملکرد بذر تحت تأثیر قرار داده و افزایش داده است. در نتیجه، شاخص برداشت در تمامی تیمارهای قطع آبیاری نسبت به تیمار شاهد (بدون محلولپاشی) کم تر شده است. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمار آبیاری × محلولپاشی (جدول ۹) نشان می دهد که تیمار هیومیک اسید (۱/۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به دیگر تیمارهای محلولپاشی دارای بیش ترین شاخص برداشت بود.

همانطور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۷) مشاهده می شود بیش ترین عملکرد بیولوژیک در بوته در منطقه دالاهو و در شرایط عدم تنش آبیاری (۴۰/۷۶ گرم) و کم ترین عملکرد بیولوژیک در منطقه قصرشیرین و تحت شرایط قطع آبیاری در ابتدای گل دهی (۱۶/۷۹ گرم) به دست آمد. در هر دو منطقه تنش خشکی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک شد، اما کاهش در منطقه قصرشیرین بیش تر از منطقه دالاهو بود. به طوری که کاهش عملکرد بیولوژیک در بوته در منطقه قصرشیرین و دالاهو در تیمار قطع آبیاری در ابتدای گل دهی به ترتیب تا ۳۹/۳۴ و ۱۶/۶۲ درصد رسید، بنابراین عملکرد بیولوژیک در منطقه قصرشیرین بیش تر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته است و این موضوع باعث شده که در منطقه قصرشیرین تحت شرایط تنش خشکی، شاخص برداشت نه تنها

جدول ۹. اثر متقابل محلولپاشی × تیمار آبیاری بر عملکرد بذر در بوته و عملکرد بذر در هکتار در گیاه کینوا

شاخص برداشت (%)			عملکرد بیولوژیک در بوته (g/plant)			محلولپاشی
تیمار آبیاری ۱	تیمار آبیاری ۲	تیمار آبیاری ۳	تیمار آبیاری ۱	تیمار آبیاری ۲	تیمار آبیاری ۳	
۲۸/۷۰ab	۲۲/۹۱bcd	۲۴/۹۱a-d	۲۲/۹۸de	۲۷/۱۷b-e	۳۳/۴۳b	محلولپاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید
۲۱/۳۲cd	۲۳/۷۸a-d	۲۱/۳۷cd	۲۴/۴۸cde	۳۲/۴۶bc	۴۷/۱۷a	محلولپاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید
۳۰/۳۹a	۲۳/۶۴a-d	۲۳/۹۵a-d	۲۶/۶۷b-e	۳۲/۴۷bc	۲۹/۲۷bcd	محلولپاشی ۱ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۲۶/۷۸abc	۱۹/۰۵d	۲۳/۴۱a-d	۳۳/۳۳b	۳۴/۳۷b	۳۴/۷۳b	محلولپاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۲۹/۳۲ab	۲۸/۵۴ab	۳۰/۲۵a	۱۹/۵۱e	۲۰/۹۳de	۲۶/۴۸b-e	تیمار شاهد یا محلولپاشی با آب خالص
۷/۱۳			۸/۷۲			LSD (0.05%)

تیمارهای آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه را نشان می دهند.

آبیاری و با محلولپاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید و ۱/۵ کیلوگرم عصاره جلبک دریایی به ترتیب با تعداد ۳۴/۶۰ و ۳۴/۴۰ عدد به دست آمد و کم ترین تعداد گل آذین نیز در منطقه قصرشیرین و در شرایط قطع آبیاری بعد از گل دهی و در تیمارهای محلولپاشی عصاره جلبک دریایی و تیمار شاهد مشاهده شد. در هر دو منطقه محلولپاشی هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی بر تعداد گل آذین مؤثر

همانطور که در جدول (۱۰) مشاهده می شود تعداد گل آذین کینوای تولیدشده در منطقه دالاهو به طور معنی داری بیش تر از منطقه قصرشیرین است و در هر دو منطقه تنش خشکی به طور معنی داری موجب کاهش تعداد گل آذین شده است، اما کاهش تعداد گل آذین در اثر تنش خشکی در منطقه قصرشیرین بیش تر از منطقه دالاهو می باشد بیش ترین تعداد گل آذین در منطقه دالاهو (بیوه نیچ) در شرایط عدم تنش

گزارش شده است (Maliro *et al.*, 2017). طبق گزارش Maliro *et al.* (2017)، به نظر می‌رسد وزن هزاردانه رقم تی‌تی‌کاکا با دما و میزان بارش ارتباط مستقیم دارد. کمبود آب به دلیل کاهش کلروفیل و سطح سبز برگ ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی را کاهش می‌دهد. بنابراین از تولید کربوهیدرات جاری و ذخیره‌ای را در طول دوره رشد کاسته می‌شود (Tohidi Moghadam *et al.*, 2014) و در صورت محدودیت آب بعد از مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه، وزن هزاردانه کاهش می‌یابد. تنش خشکی بعد از مرحله گل‌دهی تا رسیدگی بذر موجب کاهش وزن دانه می‌شود (Wang *et al.*, 2014). گزارش شده که در گندم تنش خشکی باعث می‌شود در بین اجزای عملکرد وزن هزاردانه بیش‌ترین کاهش را نشان دهد (Guttier *et al.*, 2006).

بوده است، اما در شرایط تنش تأثیر هیومیک‌اسید بر تعداد گل‌آذین بیش‌تر از عصاره جلبک بود (جدول ۱۰). در این زمینه گزارش شده است که هیومیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی می‌توانند باعث افزایش تحمل به تنش خشکی شوند (Zhang & Ervin, 2004).

با وجود این‌که وزن هزاردانه در منطقه دالاهو بیش‌تر از قصرشیرین بود، اما در هر دو منطقه تنش خشکی موجب کاهش وزن هزاردانه شد. به طوری‌که میانگین وزن هزاردانه در شرایط آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در شروع پرشدن دانه به ترتیب ۱/۸۱، ۱/۲۹ و ۱/۵۴ گرم بود. قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در شروع پرشدن دانه به ترتیب موجب کاهش ۲۸/۷۰ و ۱۴/۹۰ درصد وزن هزاردانه شده است (جدول ۱۰). وجود اختلاف معنی‌دار در وزن هزاردانه در مناطق مختلف توسط پژوهش‌گران دیگر

جدول ۱۰. اثرات متقابل محلول‌پاشی × منطقه تولید × تیمار آبیاری بر تعداد گل‌آذین فرعی و وزن هزاردانه، در کینوا

وزن هزاردانه (g)	تعداد گل‌آذین فرعی در بوته		تیمار آبیاری	محلول‌پاشی	
	قصرشیرین	دالاهو			
۲/۱۲ab	۱/۶۵def	۲۹/۶۶ab	۱۱/۶۷efg	تیمار آبیاری ۱	محلول‌پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید
۲/۱۷a	۱/۵۳efg	۳۴/۶۰a	۱۲/۳۳efg		محلول‌پاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید
۲/۱۰abc	۱/۶۳ef	۳۴/۴۰a	۱۳/۴۰ef		محلول‌پاشی ۱ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۲/۱۲ab	۱/۵۵efg	۳۱/۰۶ab	۱۳/۳۰ef		محلول‌پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۱/۹۷a-d	۱/۲۶g-k	۲۶/۴۰bc	۱۱/۴۶efg		تیمار شاهد یا محلول‌پاشی با آب خالص
۱/۶۳ef	۱/۰۰kl	۲۵/۴۰bc	۱۱/۱۳fg	تیمار آبیاری ۲	محلول‌پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید
۱/۸۳b-e	۱/۱۱jkl	۲۶/۲۳bc	۱۲/۱۳efg		محلول‌پاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید
۱/۴۳f-i	۱/۰۹jkl	۱۹/۱۹d	۸/۵۰fg		محلول‌پاشی ۱ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۱/۴۵fgh	۱/۱۳i-l	۲۱/۶۰cd	۹/۴۷fg		محلول‌پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۱/۳۷f-i	۰/۸۳l	۱۷/۱۳de	۷/۳۷g		تیمار شاهد یا محلول‌پاشی با آب خالص
۱/۷۷de	۱/۲۱h-k	۲۹/۱۳ab	۱۲/۴۰efg	تیمار آبیاری ۳	محلول‌پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید
۱/۸۳b-e	۱/۳۱g-k	۲۹/۸۷ab	۱۲/۸۰efg		محلول‌پاشی ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید
۱/۸۰cde	۱/۳۰g-k	۲۹/۹۳ab	۱۱/۵۰efg		محلول‌پاشی ۱ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۱/۹۶a-d	۱/۳۴f-j	۲۹/۰۰ab	۱۲/۹۳efg		محلول‌پاشی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک
۱/۷۷de	۱/۱۰jkl	۲۵/۸۰bc	۹/۴۷fg		تیمار شاهد یا محلول‌پاشی با آب خالص
۰/۳۱		۵/۷۱			LSD (0.05%)

تیمارهای آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در ابتدای شروع رشد دانه را نشان می‌دهند و تیمارهای محلول‌پاشی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب نشانگر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار، محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار، محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی به مقدار ۱ کیلوگرم در هکتار، محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد یا محلول‌پاشی با آب خالص را می‌باشند.

با وجود این‌که هیومیک‌اسید و عصاره جلبک موجب افزایش وزن هزاردانه در تمامی تیمارهای آبیاری شده است، اما در تمامی تیمارهای آبیاری تأثیر غلظت بالاتر (محلول‌پاشی ۲ کیلوگرم هیومیک‌اسید و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار عصاره جلبک دریایی) بر وزن هزاردانه بیش‌تر بود (جدول ۱۰). در این زمینه گزارش شده است که تیمار هیومیک‌اسید به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن هزاردانه می‌شود (Saruhan et al., 2011). محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در سویا موجب افزایش وزن هزاردانه شد (Rathore et al., 2009). محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی می‌تواند مقاومت به تنش خشکی را افزایش داده و کارایی مصرف آب را بهبود بخشد (Almaroai & Eissa, 2020).

۵. تشکر و قدردانی

از مدیر عامل و کارشناسان محترم شرکت پیوند بیستون پارس قصرشیرین و آقای سیاوش تیموری از دالاهو به‌خاطر در اختیار گذاشتن زمین و امکانات موردنیاز برای اجرای آزمایش و هم‌چنین از پرسنل آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به‌خاطر همکاری در اجرای طرح، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Alam, M. Z., Braun, G., Norrie, J., & Hodges, D.M. (2013). Effect of Ascophyllum extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Canadian Journal of Plant Science*, 93(1), 23-36.
- Ali, N., Farrell, A., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2016). The effect of Ascophyllum nodosum extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 1353-1362. doi:10.1007/s10811-015-0608-3.
- Ali, S., Chattha, M. U., Hassan, M. U., Khan, I., Chattha, M. B., Iqbal, B., Rehman, M., Nawaz, M., & Amin, M. Z. (2020). Growth, Biomass Production, and Yield Potential of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as Affected by Planting Techniques Under Irrigated Conditions. *International Journal of Plant Production*, 14, 427-441. <https://doi.org/10.1007/s42106-020-00094-5>
- Amiryousefi, M., Tadayon, M. R., & Hoseinifard, M. S. (2019). Effect of Nitrogen and Phosphorus Bio Fertilizers on Some Seed Germination Traits of Two Cultivars of Quinoa under Salinity Stress. *Desert Ecosystem*

۸. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که برای تولید کینوا منطقه دالاهو مساعدتر از قصرشیرین می‌باشد. عملکرد بذر در تمامی تیمارهای آبیاری با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و عصاره جلبک نسبت به شاهد افزایش یافت، اما در شرایط عدم تنش خشکی بیش‌ترین عملکرد بذر با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (به مقدار ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. درحالی‌که در شرایط تنش خشکی یعنی در تیمارهای قطع آبیاری در ابتدای گل‌دهی و قطع آبیاری در شروع پرشدن دانه تأثیر عصاره جلبک دریایی بر عملکرد بذر بیش از هیومیک‌اسید بود، به‌طوری‌که در شرایط تنش خشکی کاربرد عصاره جلبک دریایی از کاهش عملکرد جلوگیری کرد. محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی آثار منفی تنش خشکی را بیش از هیومیک‌اسید تعدیل کرد.

- 5845-5851.
- Doweidar, M. M., & Kamel, A. S. (2011). Using of quinoa for production of some bakery products (gluten-free). *Egyptian Journal of Nutrition*, 2, 21-52.
- Eisvand, H. R., Sharafi, A., & Ismaeili, A. (2013). Effects of hydro and osmopriming in different temperatures on germination and seedling growth of *Satureja khuzistanica* Jamzad. under drought stress. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29 (2), 343-357. (In Persian)
- Elewa, T. A., Sadak, M. S., & Dawood, M. G. (2017). Improving drought tolerance of quinoa plant by foliar treatment of trehalose. *Agricultural Engineering International, CIGR Journal Special Issue*, 245-254. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/4539/0>
- El-Sayed, A. B., Shehata, S. A., & Taha, S. S. (2018) Algae extract overcoming the adverse effects of saline stress in hydroponic grown tomato plants. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 16, 92-99.
- Faheed, F.A., & Fattah, Z.A. (2008). Effect of *Chlorella vulgaris* as bio-fertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 4, 165-169.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress, effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185212.
- Fuentes, F., Bazile, D., Bhargava, A., & Martínez, E.A. (2012). Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *Journal of Agricultural Science*, 150, 702-716.
- Guttieri, M. J., Stark, J. C., Brien, K. & Souza, E. (2006). Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Science*, 41, 327-335.
- Hagh-Parast, M., Maleki Farahani, S., Masoud Sinaki, J., & Zare, G.H. (2012). Reduction of negative effects of dry tension and stress in chickpea with the application of Humic acid and seaweed extract. *Production of Agricultural Plants in Environmental*, 1, 59-71.
- HaghParast, M., Maleki Farahani, S., Sinaki, J. M., & Zarei, G. H. (2012). Mitigation of drought stress in chickpea through application of humic acid and seaweed extract. *Crop Production in Environmental Stress*, 4(1), 59-71 (In Persian).
- Hanafy Ahmed, A. H., Darwish, E., Hamoda, S. A. Engineering Journal, 8(24), 79-94. <http://dx.doi.org/%2010.22052/deej.2018.7.24.49>
- Anwar, M. R., Mckenzie, B. A., & Hill, G.D. (2003). The effect of irrigation and sowing date on crop yield and yield components of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a cool-temperate sub humid climate. *Journal of Agricultural Science*, 141, 259-271.
- Arioli, T., Mattner, S. W., & Winberg, P. C. (2015). Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. *Journal of Applied Phycology*, 27(5), 2007-2015. <https://doi:10.1007/s10811-015-0574-9>
- Awadalla, A., & Morsy, A. S. M. (2017). Influence of planting dates and nitrogen fertilization on the performance of quinoa genotypes under Toshka Conditions. *Egyptian Journal of Agronomy*, 39, 27-40.
- Boehme, M., Schevtschenko, J. & Pinker, I. (2005) Iron supply of cucumbers in substrate culture with humate. *Acta Horticulturae*, 41(1), 329-335.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3-41.
- Cimrin, K. M., Türkmen, Ö., Turan, M., & Tuncer B (2010). Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. *African Journal of Biotechnology*, 9, F., & Alobaidy, M. G. (2013). Effect of putrescine and humic acid on growth, yield and chemical composition of cotton plants grown under saline soil conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13(4), 479-497.
- Hernández-Herrera, R.M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruiz-Lopez, M.A., Norrie, J., & Hernández-Carmona, G. (2014). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology*, 26, 619-628.
- Hirose, Y., Fujita, T., Ishiic, T., & Ueno, N. (2010). Antioxidative properties and flavonoid composition of Chenopodium quinoa seeds cultivated in Japan. *Food Chemistry*, 119(4), 1300-1306.
- Jacobsen, S. E. (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19 (1-2), 167-177.
- Karakurt, Y., Unlu, H., & Padem, H. (2009). The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Plant Soil Science*, 59(3), 233-237.

- Khan, A. H., Mujtaba, S. M., & Khanzada. B. (1999). Response of growth, water relation and solute accumulation in wheat genotypes under water deficit. *Pakistan Journal of Botany*, 31, 461-468.
- Khan, W., Rayirath, U., Subramanian, S., Jithesh, M., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A., Craigie, J., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development, *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386-399, <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Lawlor, D. W., & Cornic. G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environment*, 25(2), 275-294.
- Li, Y., & Mattson, N. S. (2015). Effect of seaweed extract application rate and method on post-production life of petunia and tomato transplants. *Hort Technology*, 25(4), 505-510.
- Ludwig-Muller, J. (2000). Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regulation*, 2(3), 219-230.
- Maliro, M. F. A., Guwela, V. F., Nyaika J., & Murphy, K. M. (2017). Preliminary studies of the performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes under irrigated and rainfed conditions of Central Malawi. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1-9.
- Matsubara, K., Ishihara, K., Mizushina, Y., Mori, M., & Nakajima, N. (2004). Anti-angiogenic activity of quercetin and its derivatives. *Letters in Drug Design and Discovery*, 1, 329-333.
- Movludi, A., Ebadi, A., Jahanbakhsh, S., Davari, M. & Parmoon, G.H. (2014). The effect of water deficit and nitrogen on the antioxidant enzymes activity and quantum yield of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42, 398-404.
- Nardia, S., Pizzeghello, D., & Muscolob, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology & Biochemistry*, 34, 1527-1536.
- Navruz-Varli, S., & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69, 371-376.
- Ogunbenle, H. N. (2003). Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 54, 153-158.
- Rathore, S. S., Chaudhary, D. R., Boricha, G. N., Ghosh, A., Bhatt, B. P., Zodape, S. T., & Patolia, J. S. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrition uptake of soybean (*Glycine max*) under rain fed conditions. *South African Journal of Botany*, 75, 351-355.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2018). Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture, *Frontiers in Plant Science*, 9, 1655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01655>
- Ruiz, K. B., Aloisi, I., Del Duca, S., Canelo, V., Torrigiani, P., & Silva, H. (2016). Salares versus coastal ecotypes of quinoa: salinity responses in Chilean landraces from contrasting habitats. *Plant Physiology and Biochemistry*, 101, 1-13. doi: 10.1016/j.plaphy. 2016.01.010
- Russo, R. O., & Berlyn, G. P. (1990). The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 1(2), 19-42.
- Sadak, M. S., & Dawood, M. G. (2014) Role of Ascorbic Acid and α Tocopherol in Alleviating Salinity Stress on Flax Plant (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 10, 93-111.
- Saruhan, V., Kusvuran, A., & Babat, S. (2011). The effect of different humic acid fertilization on yield and yield components performances of common millet (*Panicum miliaceum* L.). *Scientific Research and Essays*, 6(3), 663-669.
- Shamshiri, S., Jafari, R., Soltani, S., & Ramezani, N. (2014). Dust Detection and Mapping in Kermanshah Province Using MODIS Satellite Imagery. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 3(8), 29-42
- Tohidi Moghadam, H. R., Khalafi Khamene, M., & Zahedi, H. (2014). Effect of humic acid foliar application on growth and quantity of corn in irrigation withholding withholding at different growth stages. *Maydica Journal*, 59, 124-128.
- Wang, X., Vignjevic, M., Jiang, D., Jacobsen, S., & Wollenweber, B. (2014). Improved tolerance to drought stress after anthesis due to priming before anthesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) var. Vinjett. *Journal of Experimental Botany*, 362, 1-16.
- Zhang, X., & Ervin, E. H. (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*, 44, 1737-1745.