مجله باروری خاک
Journal of Soil Productivity

دوره ۱، شماره ۱، زمستان ۱۴۰۱

بررسی تاثیر برخی مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد گندم در شرایط شور

محمد هادی میرزاپور*[۱]، فریدون نورقلی‌پور[۲]، علی‌رضا جعفرنژادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۰/۱۳

۱- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- استادیار بخش تغذیه و حاصلخیزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی mhmirzapi@yahoo.com

چکیده

تنش‌های محیطی از جمله شوری، تأثیر بسزایی بر کاهش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارند. به‌منظور بررسی اثرات استفاده از برخی محرک‌های زیستی در بهبود رشد و عملکرد گندم در شرایط شور، این آزمایش با هفت تیمار شامل ۱- شاهد (کاربرد کود شیمیایی بر اساس آزمایش خاک) ۲- تیمار اول + کاربرد خاکی ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک، ۳- تیمار اول + محلول پاشی اسیدهای آمینه با غلظت ۵ گرم در لیتر، ٤- تیمار اول + بذرمال بذر با ازتوباکتر با غلظت ۱ درصد ٥- تیمار اول + محلول پاشی فولویک اسید با غلظت ٥ گرم در لیتر ٦- تیمار اول + محلول پاشی جلبک دریایی با غلظت ٥ گرم در لیتر و ٧- تیمار ترکیبی (٦+٥+٤+٣+٢+١) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو سال زراعی (۱۳۹٦-۱۳۹۸) در استان قم اجرا شد. نتایج دوسالانه نشان داد که بیشترین عملکردهای دانه، کاه و بیولوژیک گندم به ترتیب ۳۱۹٤، ٤۹۹۳ و ۸۱۸۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۷ به دست آمد که با سایر تیمارها و نیز شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح ٥ درصد آزمون دانکن داشت که این مقادیر به‌ترتیب ۳٥، ۲٥ و ۳۰ درصد بیشتر از شاهد بودند. همچنین، ویژگی‌هایی مانند ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد پنجه در این تیمار بیشترین مقدار را داشت. به نظر می‌رسد استفاده توامان از محرک‌های زیستی بر عملکرد و برخی از ویژگی‌های عملکرد گندم در شرایط شور تأثیر معنی‌داری داشته است و پیشنهاد می‌شود در مطالعات تکمیلی، اثرات این محرک‌ها در کنار مصرف ٥۰ و یا ۷۰ درصد از کودهای توصیه شده بر اساس آزمون خاک و همچنین زمان استفاده از این محرک‌ها بررسی شود.

واژه‌های کلیدی: جلبک دریایی، اسیدهای آمینه، اسید فولویک، اسید هیومیک.

Investigating the effects of some plant growth biostimulants on wheat (*Triticum aestivum* L. Narin cultivar) yield in saline conditions

M.H. Mirzapour[*1], F. Nourgholipour[2], A.R. Jafarnezhadi[3]

Received: *July 20, 2022*   Accepted: *January 3, 2023*

1. 1* Assistant prof. Horticulture Crops Research Department, Qom Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
2. Assistant prof. Soil and water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Associated prof. Soil and water Department, Khoozestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

❉ Corresponding Author, Email: mhmirzap@yahoo.com

Abstract

Environmental stresses, including salinity, have a significant effect on reducing the quantitative and qualitative yield of agricultural products. In order to investigate the effects of using some biostimulants in improving the growth and yield of wheat in saline conditions, this experiment with seven treatments including 1- control (use of chemical fertilizer based on soil test) 2- first treatment + soil application of 5 $kg.ha^{-1}$ of humic acid, 3- the first treatment + foliar spraying of amino acids with a concentration of 5 $gr.lit^{-1}$, 4- the first treatment + seed priming with Azotobacter with a concentration of 1% 5- the first treatment + foliar spraying of fulvic acid with a concentration of 5 $gr.lit^{-1}$ 6- The first treatment + foliar spraying of seaweed extract with a concentration of 5 $gr.lit^{-1}$and the 7- combined treatment (1+2+3+4+5+6) in randomized complete blocks design in three replications and in two crop years (2017- 2019) was implemented in Qom province. The two-year results showed that the highest grain, straw and biological yields of wheat were 3194, 4993 and 8187 $kg.ha^{-1}$, respectively, in treatment 7, which had a significant difference with other treatments and control at the 5% level of Duncan's test, and these values were 35, 25 and 30% more than the control. Also, characteristics such as plant height, spike length and number of claws were the highest in this treatment. It seems that the combined use of biostimulants had a significant effect on the yield and some characteristics of wheat yield in saline conditions, and it is suggested that in additional studies, the effects of these stimulators along with the use of 50 and/or 70% of the recommended fertilizers based on soil test should be checked and also the time of using these stimulants.

Key words: Sea weed, Amino acids, Fulvic acid, Humic acid

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.)، یکی از محصولات کشاورزی راهبردی دنیاست. در حال حاضر، سطحی در حدود شش میلیون هکتار از اراضی آبی و دیم کشور، زیر کشت گندم می‌باشد. این سطح در سال ۲۰۱۹ میلادی در دنیا به ۷۷۰ میلیون هکتار رسیده است (OECD/FAO, ۲۰۱۹).

تنش‌های محیطی از عواملی هستند که استفاده بیشینه از پتانسیل آب، خاک و گیاه برای تولید پایدار را دچار محدودیت می‌کنند. ازجمله مهم‌ترین تنش‌های محیطی غیر زنده، تنش شوری می‌باشد (Gheibi,۲۰۱۸). به‌طـور کلــی، وجود املاح بیش از حد مورد نیاز گیاهان درخاک یا آب آبیــاری، سبب تنش شوری می‌-شود (Homayi,۲۰۰۲). یکی از مشکلات اساسی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک، وجود شوری و تجمع املاح در لایه سطحی خاک است که باعث کاهش عملکرد و سطح زیر کشت شده است (Jalali,۲۰۰۷). در حال حاضر خاک‌های شور هفت درصد از اراضی سطح کره زمین را اشغال کرده‌اند. در ایران حدود ۲۰ درصد از کل اراضی کشور (۳٤ میلیون هکتار) دارای درجات مختلف شوری می‌باشند (Momeni,۲۰۱۰). این سطح معادل ٤/۱ میلیون هکتار از اراضی فاریاباست. مهم‌ترین اثرات تنش شوری بر رشد گیاه شامل تنش اسمزی، برهم خوردن تعادل یونی در گیاه و سمیت یونی می‌باشد (Homayi,۲۰۰۲). همچنین می‌توان به اثرات منفی شوری بر رشد گیاه از طریق وجود یون‌های کلر و سدیم، افزایش تولید اتیلن توسط گیاه، پلاسمولیز سلول‌ها، عدم تولید مواد غذایی، ممانعت از فتوسنتز و در نهایت ممانعت از جوانه زنی بذرها و رشد آن‌ها، گلدهی و تشکیل میوه اشاره نمود (El-Bassiouny *et al.*,۲۰۰٥). قرار گرفتن ایران در اقلیم گرم و خشک و بالا بودن میزان شوری و سدیمی بودن برخی از خاک‌ها، لزوم دستیابی به روش‌های نوین برای افزایش تولید محصولات در واحد سطح را دوچندان کرده و از طرفی، به‌دلیل محدودیت منابع آب، استفاده از آب‌های با کیفیت پایین امری اجتناب ناپذیر شده است.

امروزه یکی از روش‌های نوین برای مقابله با تنش شوری، استفاده از مواد محرک زیستی گیاهی معرفی شده است. مزیت اصلی محرک‌های زیستی، از یک سو به حداقل رساندن مصرف نهاده‌های تولید (عمدتاً کودها و آفت‌کش‌ها) و از سوی دیگر تقویت رشد و نمو گیاهان در طول چرخه زندگی‌شان با تکیه بر ویژگی هورمونی آنهاست. همچنین، بهبود مدیریت عملیات زراعی (کاشت، داشت و برداشت) از دیگر مزیت‌های مواد محرک زیستی می‌باشد (Ghaffari Nejad *et al.*,۲۰۲۰). محرک‌های زیستی، گستره وسیعی از ترکیبات و مواد، شامل انواع تلقیح‌کننده‌های میکروبی، مشتقات زیست – شیمیاییِ اسیدآمینه، اسید هیومیک و عصاره‌های جلبک دریایی می‌شوند. طبق نظر شورای صنعت محرک‌های زیستی اروپائی[1] (EBIC)، محرک‌های زیستی برای رشد گیاه، حاوی ماده (ها) یا ریز جاندارانی هستند که وظیفه آنها تحریک فرایندهای طبیعی برای افزایش جذب و کارایی عناصر غذایی، بالابردن تحمل به تنش غیرزنده و بهبود کیفیت محصول می‌باشد. بیش از ٥۰ درصد از سهم بازار محرک‌های زیستی رشد در اروپا را محرک‌های زیست – شیمیایی، شامل پروتئین شکسته شده (هیدرولیز شده)، عصاره‌های جلبک دریایی و اسید

[1] - European Bio-stimulants Industry Council

هیومیک تشکیل می‌دهند و گاهی تا میلیاردها دلار ارزش‌گذاری شده است (Garnett *et al.*, ۲۰۱۳).

کاربرد محرک‌های زیستی[2] (به‌ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه) و غیر زیستی (اسیدهای آمینه) به صورت تلفیق با کودهای شیمیایی، یکی از راهبردهای تغذیه تلفیقی گیاه برای مدیریت پایدار بوم نظام‌های کشاورزی و افزایش تولید آنها در سامانه کشاورزی پایدار با نهاده کافی می‌باشد. برخی پژوهش‌ها نشان داده، پیروی از اصول صحیح تغذیه گندم و استفاده از کودهای حاوی عناصر غذایی، مواد آلی و محرک‌های زیستی گیاهی در کاهش اثر تنش‌ها از جمله سرمازدگی موثر می‌باشد. همچنین، کاربرد این محرک‌ها، در قبل از بروز تنش سرمایی، تاثیر کمتری بر مقاوت گیاه داشته ولی مصرف این مواد پس از وقوع تنش، برای کاهش عوارض سرمازدگی موثرتر می‌باشد (Tehrani,۲۰۱۵). در آزمایشی مشاهده گردید کاربرد ماده محرک زیستی حاوی اسید آمینه‌ی کلات شده با عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در شرایط تنش خشکی، باعث افزایش تحمل به تنش در گوجه فرنگی شد. این پژوهش-گران بیان کردند که این افزایش تحمل، احتمالا به دلیل افزایش کارایی مصرف آب باشد. اندازه گیری پرولین در این تیمار نیز نشان داد که با کاربرد این ماده محرک رشد، خسارت کمتری از طریق خشکی بر گیاه وارد شده است (Simon-Grao *et al.*,۲۰۱٦). نتایج مثبت مشابهی از مصرف محرک‌های رشد زیستی توسط Khan *et al.*,۲۰۰۹؛ Parađiković *et al.*, ۲۰۱۱، و ۲۰۱۳ Ertani *et al.*, گزارش شده است. برخی از مزایای استفاده از اسیدهای آمینه به‌عنوان محرک زیستی شامل افزایش فعالیت موجودات مفید خاک، افزایش جذب عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف به دلیل قابلیت کلات‌کنندگی عناصر، آزاد کردن ترکیبات معدنی تثبیت شده در خاک، افزایش ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک، افزایش توسعه ریشه گیاه، افزایش قابلیت سنتز گیاه و متابولیسم (پروتئین وکربوهیدرات)، می‌باشد. همچنین، افزایش جذب کودهای شیمیائی در صورت استفاده هم‌زمان با آن‌ها، افزایش مقاومت گیاه به شوری و کم‌آبی و تسهیل تعریق و تعرق گیاهی و تقویت سیستم ریشه از دیگر مزایای استفاده از محرک زیستی اسید آمینه است (Khalil *et al.*,۲۰۰۸).

مواد هیومیکی، شامل بقایای تجزیه‌شده گیاهی، حیوانی و ریز جانداران خاک است که بسته به نوع بقایا و شرایط محیطی تشکیل آن‌ها، دارای ساختمان شیمیایی گوناگونی هستند. همچنین، میزان تأثیرگذاری این مواد، به شرایط محیطی، نوع گیاه، مقدار و نحوه کاربرد آن‌ها وابسته می‌باشد (Posmyk,۲۰۱٦). مواد هیومیکی به‌عنوان یک محرک زیستی، جذب عناصر غذایی توسط ریشه را بهبود بخشیده (Singh *et al.*,۲۰۱۳) و باتوجه‌به ویژگی پلی آنیونی آن (دارای چندین نقطه با بار منفی)، باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌شوند. همچنین گزارش شده که مواد هیومیکی، فعالیت آنزیم H^{+}-ATPases غشای پلاسمایی را تحریک می‌کند (Jindo *et al.*, ۲۰۱۲) که به سُست شدن دیواره سلولی، اتساع و در آخر، رشد اندام کمک می‌کند. به‌علاوه، مواد هیومیکی، محتوای اکسین درون‌زا و اسید جیبرلیک گیاه را افزایش می‌دهند (Aremu *et al.*, ۲۰۱۵). در تحقیقی، اثر محرک زیستی اسید هیومیک و فسفیت بر بنیه گیاه، بروز بیماری و عملکرد دانه گندم و کلزای زمستانه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دهنده افزایش تحمل در برابر بیماری‌های برگی، بهبود عملکرد و کارایی مصرف عناصر غذایی و کاهش وابستگی به کودها و سایر نهاده‌ها بود (Shah *et al.*,۲۰۱۷). گزارش شده که مصرف اسید هیومیک در ذرت و سویا در

[2] Biostimulants

شرایط تنش خشکی، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و اسکوربات پراکسیداز (که نقش مهمی در خنثی سازی رادیکال‌های آزاد در غشاء سلول‌های ریشه دارند)، در این گیاهان گردید (Vasconcelos *et al.*,۲۰۰۹). در پژوهشی دیگر، مصرف توأمان خاکی و محلول‌پاشی هیومات پتاسیم و اسید سالیسیلیک به‌همراه باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفر خاک، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، روغن و پروتئین کلزا و نیز، افزایش جذب عناصر غذایی اصلی و کم مصرف در شرایط شور شد (Amer and El-Ramady,۲۰۱۵).

Marosz و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که مصرف اسید فولویک در کلزا، مقدار کلروفیل و شدت فتوسنتز را افزایش و نفوذپذیری غشاء سلولی را کاهش داد. این تغییرات بیانگر افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی با کاربرد اسید فولویک بود. در گیاه گندم متأثر از تنش خشکی، با محلول‌پاشی اسید فولویک، کشش روزنه‌ها کاهش یافته و این خود باعث کاهش باز بودن روزنه برگ‌ها و کاهش تعرق گردید. همچنین، اسید هیومیک و فولویک باعث افزایش جذب عناصر غذایی از غشاء شدند.

عصاره‌های جلبک دریایی، به‌عنوان یک محرک زیستی صنعتی به منظور افزایش تحمل گیاه به تنش‌ها در بازار عرضه می‌شوند. این ترکیبات با فرمولاسیون‌های گوناگون، عمدتاً از جلبک‌های بزرگ قرمز، سبز و قهوه‌ای استحصال می‌شوند و به‌عنوان محرک‌های زیستی، به رشد و نمو گیاهان در محیط‌های مختلف کمک می‌کنند. این عصاره‌ها، غالبا غنی از ریزمغذی‌هایی مانند روی و منگنز هستند و فعالیت سامانه آنزیمی گیاه را در مواجهه با تنش‌ها بهبود می‌بخشند (Battacharyya *et al.*, ۲۰۱۵). استفاده از عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) سبب افزایش تحمل به تنش‌های خشکی، شوری و دمایی می‌شود (Craigie,۲۰۱۱). سازوکار تأثیر عصاره جلبک دریایی در مقاومت به تنش‌ها، هنوز ناشناخته است؛ اما حضور مولکول‌های فعال زیستی مانند بتائین و سیتوکینین در این عصاره‌ها ممکن است در این زمینه، نقش داشته باشند (Craigie,۲۰۱۱).

ازتوباکتر باکتری هوازی است ولی می‌تواند در فشار کم اکسیژن به رشد خود ادامه دهد. تولید انواع هورمون‌ها مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین توسط سویه‌های مختلف ازتوباکتر محرز شده است. سنتز اسیدهای آمینه مانند آرجینین، لیزین، تریپتوفان، هیستیدین و بیوتین گزارش شده است (Gonzalez-lopez *et al.*,۱۹۸۳). در پژوهشی، عملکرد و جذب نیتروژن گندم پاییزه در اثر تلقیح با باکتری ریزوسفری از جمله ازتوباکتر کروکوکوم، قابل توجه ذکر شده است (Renato de Freitas,۲۰۰۰).

بررسی پژوهش‌های موجود نشان داده که تاکنون درباره تاثیر مواد محرک زیستی در شرایط شور در گندم، تحقیقات بسیار اندکی انجام شده است. در این مطالعه تلاش شد تا تاثیر کاربرد برخی محرک‌های زیستی بر عملکرد گندم در شرایط شور در مزرعه بررسی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۹۷-۹۶ و ۹۸-۹۷، در بخش قمرود استان قم (جزو مناطق نسبتاً گرم و خشک) در مزرعه‌ای با خاک شور اجرا شد. پژوهش، در سال اول و دوم در دو مزرعه مجاور هم (دارای فامیل خاک یکسان) با خاک یکنواخت و مسطح، دارای شوری حدود ۱۳ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و شوری آب حدود ۸-۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر (جدول‌های ۱ و ۲) در قالب طرح

بلوک‌های کامل تصادفی روی گندم رقم نارین در سه تکرار انجام شد. مختصات جغرافیایی مزرعه‌های مورد آزمایش شامل محدوده 39S، ۵۰۶۹۱۲ شرقی و ۳۸۴۲۳۰٤ شمالی بوده و رده بندی فامیل خاک Fine-Loamy, Mixed, Thermic, Typic Haplocalcids (Soil Survey Staff,۲۰۱٤) بود.

تیمارهای آزمایش شامل ۱- شاهد (کاربرد کود شیمیایی بر اساس آزمایش خاک) ۲- تیمار اول + کاربرد خاکی ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک هم-زمان با کشت، ۳- تیمار اول + محلول پاشی اسیدهای آمینه با غلظت ۵ گرم در لیتر در دو نوبت، ٤- تیمار اول + بذرمال بذر با ازتوباکتر با غلظت ۱ درصد قبل از کشت، ۵- تیمار اول + محلول پاشی اسید فولویک با غلظت ۵ گرم در لیتر در دو مرحله، ٦- تیمار اول + محلول پاشی عصاره جلبک دریایی با غلظت ۵ گرم در لیتر در دو مرحله و ۷- تیمار ترکیبی (٦+۵+٤+۳+۲+۱). محلول‌پاشی در تیمارهای ۳، ۵، ٦ و ۷ دو مرحله، یکی در مرحله ۲۵ (تکمیل پنجه) و دیگری ۳۷ (ظهور برگ پرچم) بر اساس مقیاس زادوکس انجام شد. تمامی کود فسفری (در سال اول و دوم به ترتیب ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار) و یک چهارم کود نیتروژنی پیش از کاشت و به صورت نواری و بقیه نیتروژن در سه نوبت [انتهای پنجه دهی (مرحله ۲۵ زادوکس)، اواسط ساقه دهی (مرحله ۷۷ زادوکس) و ابتدای خوشه دهی (مرحله ۹٤ زادوکس)] و در سال اول و دوم به ترتیب ۳۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار) استفاده شد. بذرهای گندم نارین، در کرت‌هایی به ابعاد ۱٤ متر مربع (۷×۲ متر) و با تراکم ٤۵۰ بوته در متر مربع کاشته شدند. قبل از شروع آزمایش از خاک مزرعه، نمونه برداری و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل: pH در عصاره اشباع به‌وسیله الکترود شیشه‌ای، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه هدایت سنج الکتریکی، درصد کربن آلی (Walkley and Black,۱۹۳٤)، فسفر محلول در بی‌کربنات سدیم (Olsen *et al.*,۱۹۵٤)، بافت خاک توسط روش هیدرومتر (Bouyoucos,۱۹۵۱) و پتاسیم قابل تبادل استفاده با استفاده از روش استات آمونیوم یک نرمال خنثی (Knudsen and Peterson، ۱۹۸۲) و عناصر کم مصرف قابل جذب با روش DTPA (Lindsay and Norvell,۱۹۷۸) و شاخص‌های کلسیم و منیزیم و نسبت آن و نیز SAR تعیین شدند. برخی ویژگی‌های شیمیایی آب نظیر pH، قابلیت هدایت الکتریکی، غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیز با روش‌های مرسوم در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند (AliEhyaei and Behbahanizadeh,۱۹۹۳). روش آبیاری براساس روش مرسوم در منطقه (کرتی) و میزان آب مصرفی و نوبت‌های آبیاری بر اساس نیاز آبی گندم و با توجه به شرایط منطقه (۷ مرحله آبیاری با حجم تقریبی ۷ هزار متر مکعب در هکتار) بود. در انتهای فصل، برخی ویژگی‌های زراعی گندم مانند ارتفاع، تعداد پنجه در متر مربع، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه اندازه گیری گردید. همچنین عملکرد دانه و کاه پس از حذف ۰/۵ متر از بالا و پایین هر کرت و دو ردیف کناری اندازه گیری و سپس به هکتار تبدیل شد.

نمونه اسیدهیومیک استفاده‌شده دارای ۵۲/۹۵ درصد اسید هیومیک، اسیدآمینه حاوی ۳٦/۷۹ درصد اسیدآمینه آزاد، اسید فولویک استفاده شده دارای ۲۲/۱ درصد اسید فولویک و عصاره جلبک استفاده شده دارای ۱۰ درصد آلجینیک اسید بود.

مقدار مصرف مایع تلقیح ازتوباکتر با جمعیت CFU ml^{-1} $۱۰^{۷}$ به مقدار یک درصد برابر با یک لیتر در ۱۰۰ کیلوگرم بذر به صورت بذر مال بود که از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید. محلول تلقیح در ظرفی

با بذر مخلوط گردید تا سطح بذور کاملا خیس شده و با مواد آغشته شود.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های پژوهش با استفاده از نرم افزار SAS (SAS,۲۰۰۹) انجام شد.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزارع مورد کشت در آزمایش

عمق (سانتیمتر)	سال	درصد اشباع (درصد)	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس-برمتر)	پ.هاش	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن قابل جذب	روی قابل جذب	مس قابل جذب	منگنز قابل جذب	بافت
					(درصد)				(میلی‌گرم در کیلوگرم)				
۰-۳۰	اول	۳۳	۱۳/۵	۷/۵	۲۰/۹	۰/٤	۱۲/۲	۳٤۰	٤/۸	۰/۷۵	۰/۷۲	٦/۵	لوم رسی شنی
	دوم	۳۳	۹/۷	۷/۵	۲۰/۵	۰/۷	۹	۳۲۰	۳	۱/۲٤	۰/۵۱	۱٦/۲	لوم رسی شنی

جدول ۲ - نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

سال	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی-زیمنس-برمتر)	پ.هاش	کربنات	بیکربنات	کلر	سولفات	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	SAR (نسیت جذب سدیم)
							(میلی اکی‌والان در لیتر)				
۱	۷/۵	۷/٦	-	۲/۱	۵۱/۷	۲۳/۲	۱۷/٤	۹/۳	۵۰/۲	۰/۱۰	۱۳/۷
۲	۷/۸	۷/۵	-	۲/۲	۵٤/۹	۲۳/۲	۱۸/٤	۹/۳	۵۲/۲	۰/۱۰	۱٤/۰

* SAR=Na$/\sqrt{Ca+Mg}$

2

نتایج

نتایج تجزیه خاک و آب مزارع گندم

نتایج تجزیه خاک مزارع در سال اول و دوم پژوهش (جدول ۱)، نشان دهنده خاک‌هایی با واکنش قلیایی و شور آهکی بود. همچنین، خاک‌های فوق، از لحاظ کربن آلی و عناصر کم مصرف آهن، مس و روی، ضعیف بوده و از لحاظ فسفر و پتاسیم در حد متوسط و از لحاظ بافت خاک، متوسط تا کمی سنگین بودند. قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری در هر دو سال در دسته آب‌های شور با واکنش قلیایی متوسط بود (جدول ۲) (Moshiri *et al.*,۲۰۱٤).

عملکرد و اجزای عملکرد

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایش (جدول ۳)، مصرف تمامی محرک‌های زیستی، تاثیر معنی‌داری (در سطح ٥ درصد ازمون دانکن) بر عملکردهای دانه، کاه و بیولوژیک گندم و نیز ویژگی‌های وزن هزاردانه، ارتفاع و تعداد پنجه در بوته گندم نسبت به شاهد داشت. بر این اساس، بالاترین عملکرد دانه، کاه و عملکرد کل، در تیمار ترکیبی (مصرف بذرمال محرک رشد به‌همراه محلول‌پاشی اسید هومیک، اسید فولویک، اسید آمینه و جلبک دریایی) به دست آمد (جدول ٤). همچنین، عملکرد دانه در تیمار اسید هومیک در کلاس بعدی آماری قرار داشت (جدول ٤). بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها، بالاترین عملکرد دانه و کاه در تیمار ترکیبی مواد محرک رشد (مصرف خاکی و محلول‌پاشی اسید هومیک، اسید فولویک، اسید آمینه و جلبک دریایی و بذرمال) به‌ترتیب ۳۱۹٤ و ٤۹۹۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ٤). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌های مرکب برخی ویژگی‌های زراعی (جدول ٤)، بالاترین مقادیر میانگین ویژگی‌های وزن هزار دانه (٤۳ گرم)، ارتفاع بوته (۹٤/۸ سانتی‌متر)، تعداد دانه در خوشه (۳۷/٤ عدد)، طول خوشه (۹/۲ سانتی‌متر) و تعداد پنجه در بوته (۲/۸ عدد) به ترتیب در تیمارهای اسید آمینه، ترکیبی، بذرمال، ترکیبی و ترکیبی به‌دست آمد.

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس اثر مواد محرک رشد برعملکرد دانه، کاه و برخی ویژگی‌های زراعی گندم نارین(تجزیه مرکب)

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد کل	وزن هزار دانه	ارتفاع	تعداد دانه در خوشه	طول خوشه	تعداد پنجه در بوته
سال	۱	۱٤۸۰۹٦	۱۱٦۰۰٤۱۲**	٦٥۳۱۷۳۷**	٤٦**	۱٥۳٥۲**	۳٤۰٥**	۷/٤**	۳/۹**
خطای نوع اول	٤	٦۱۰۳۰	۱۳۲۸۷۷	۳۰۷٥۳۳	۰/۱	۲۰/۸	۳/٦	۰/۰۱	۰/۰٥
محرک رشد	٦	٥٦۸۲٦٦**	۱۳٤٥۷۲٥**	۲٦٤۷۷٤۷**	۱٤/٤**	٤۰/۳**	۲۸/۰	۱/٥۳*	۰/۸٥*
محرک رشد× سال	٦	۳۳٦۳۳٤**	٥٥٥٥۱٥۸**	۱۷۲٤۱٥۸**	۱۲/۹**	٤۷/٦**	۲۱	۰/۹	۰/۳۲
خطای کل آزمایش	۲٤	٥٦٤۱٦	۱۲۰۳۷٤	۳۱۰۹۷۱	۰/۰٤۷	۷/۲	۱۱/٦	۰/٦٥	۰/۱۸
ضریب تغییرات	-	۹/۱	۸/٥	۸/٦	۱	۲/۹	۱۰/۳	۹/۱	۱۸

** و * به ترتیب معنی دار در سطح ۱٪ و ٥٪ آزمون دانکن.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر مواد محرک رشد بر عملکرد دانه، کاه و برخی ویژگی‌های زراعی گندم نارین (مرکب)

نوع مواد محرک رشد	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد کل	وزن هزار دانه	ارتفاع	تعداد دانه در خوشه	طول خوشه	تعداد پنجه در بوته
	(کیلوگرم در هکتار)			(گرم)	(سانتیمتر)		(سانتیمتر)	
شاهد	۲۳۵۵^{c}	۳۹۸۲ ^{bc}	٦۲۵۸ ^{bc}	۳۷/۹^{f}	۸۷/۵^{d}	۳۱/۲^{b}	۸/۱^{b}	۱/۷^{c}
اسیدآمینه	۲۳۵۹^{c}	۳۵۸۱^{c}	۵۷٦۵^{c}	٤۳^{a}	۹۰^{cd}	۳۲/٦^{b}	۸/۷^{ab}	۲/۳^{ab}
جلبک	۲٤۷۱^{c}	۳۹۰٦^{c}	٦۳۱۳^{bc}	۳۹/٦^{e}	۹۱/۲^{bc}	۳۰/٦^{b}	۸/۷^{ab}	۲/٤^{ab}
بذرمال	۲٤۷۲^{c}	۳۷۳۹^{c}	٦۰۸۱^{c}	٤۰/٦^{c}	۹٤/۳^{ab}	۳۷/٤^{a}	۸/۹^{ab}	۲/۵^{ab}
هومیک خاکی	۲۸۳۳^{b}	٤۳۵٤^{b}	٦۹۲۵^{b}	٤۰/۵^{c}	۹۲/۵^{ab}	۳۲/۹^{b}	۸/۹^{ab}	۲/۷^{ab}
فولویک	۲٤۹۷^{c}	۳۸۹٦^{c}	٦۲۰۲^{c}	٤۰/۱ ^{c}	۹۰/۲^{bc}	۳۳/۷^{ab}	۹/۲^{a}	۲/۲^{bc}
ترکیبی	۳۱۹٤^{a}	٤۹۹۳^{a}	۷۷۵۵^{a}	٤۱/۲^{b}	۹٤/۸^{a}	۳۲/۹^{b}	۹/۷^{a}	۲/۸^{a}

در هر ستون، مقادیر با حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند

شوری به‌علت اختلال در جذب عناصر غذایی و کاهش جذب آب، باعث کاهش مقادیر مولفه‌های رشد، از جمله طول ریشه و اندام هوایی و نیز وزن خشک اندام هوایی می‌گردد (Ibrahim *et al.*,۲۰۱٦؛ Nimir *et al.*,۲۰۱۵). در تحقیق حاضر، مصرف خاکی اسید هیومیک به‌همراه محلول‌پاشی برخی محرک‌های رشدی، باعث افزایش مقادیر مولفه‌های فوق گردید. نتایج پژوهش حاضر با سایر گزارش‌ها هم‌خوانی دارد (Cordeiro *et al.*,۲۰۱۱؛ Heidari and Minaei,۲۰۱٤؛ Kaya *et al.*,۲۰۱۸). بررسی نتایج محققان نشان داده مصرف خاکی اسید هیومیک در شرایط شور، باعث افزایش محتوای پروتئین گیاه می‌شود (Fernandez *et al.*,۲۰۱۸). به‌نظر می‌رسد در پژوهش حاضر، با مصرف اسید هیومیک، احتمالا افزایش سنتز پروتئین، افزایش رشد و اجزای آن اتفاق افتاده باشد.

در اثر شوری، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی کاهش می‌یابد که این امر به‌دلیل کاهش جذب عناصر غذایی آهن و منیزیم، اثر ممانعت یونی گونه‌ها، کاهش کارآیی جذب کربن، افزایش اتانول و لاکتات بوده که منجر به کاهش سنتز کلروفیل و فتوسنتز می‌گردد (Akladious and Mohamed,۲۰۱۸؛ Latif and Mohamed, ۲۰۱٦). در این شرایط، مصرف خاکی اسید هیومیک می‌تواند باعث کاهش pH (به دلیل تشکیل کمپلکس‌های هیومیک با کاتیون‌های قلیایی و شستشو

و خارج شدن آن‌ها از ناحیه ریشه) و یا افزایش فعالیت ریزجانداران خاک شده و درنتیجه، رها سازی عناصر غذایی همچون آهن، باعث تحریک افزایش تولید رنگدانه-های فتوسنتزی و بهبود رشد گیاه شود (Latif ۲۰۱٦ and Mohamed,). اگرچه، مطالعات latif و Mohamed (۲۰۱٦) نشان داده محلول‌پاشی اسید هیومیک قادر است فعالیت فتوسنتزی گیاه و آنزیم Rubisco را افزایش دهد و درنتیجه تحمل به شوری را در گیاه بالا ببرد، در تحقیق حاضر، محلول‌پاشی اسید هیومیک به تنهایی، اثر معنی‌داری نسبت به شاهد (مصرف عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک) بر عملکرد ماده خشک اندام هوایی و دانه نداشت اما زمانی‌که در ترکیب با سایر مواد محرک رشد و مصرف خاکی اسید هیومیک قرار گرفت، عملکردهای فوق را افزایش معنی‌داری داد (جدول ٤). احتمالا، یکی از دلایل عدم کارآیی محلول-پاشی اسید هیومیک و سایر محرک‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر، غلظت و یا زمان مصرف نامناسب باشد. لذا، پیشنهاد می‌گردد در مطالعات بعدی، محلول-پاشی غلظت‌های بالاتر از ۰/۵ درصد این محرک‌ها در نظر گرفته شود و یا روش بذرمال و یا مصرف خاکی این مواد نیز مورد توجه قرار گیرد.

نتایج مطالعات برخی پژوهشگران نشان داده مصرف خاکی اسید هیومیک، تاثیر مثبتی بر آنزیم آسکوربات پراکسیداز داشته است (Kaya *et al.*,۲۰۱۸). این آنزیم در مهار رادیکال‌های سوپراکسید هیدروژن و گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) نقش بسزایی ایفاد می‌کند. لذا، به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر، مصرف خاکی اسید هیومیک، باعث افزایش فعالیت این آنزیم و در آخر، افزایش تحمل گیاه به شوری شده باشد. اگرچه در آزمایش اخیر، این تیمار پس از تیمار ترکیبی در خصوص عملکرد ماده خشک و دانه قرار داشت که نشان دهنده‌ی تاثیر مثبت برهمکنش سایر محرک‌های رشد علاوه بر مصرف خاکی اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای آن در گندم بوده است.

بر اساس نتایج پژوهش‌ها، مصرف برخی اسیدهای آمینه از جمله مصرف توامان متیونین و پرولین و یا گلوتامیک اسید به‌همراه متیونین و تریپتوفان به‌شکل محلول‌پاشی، سبب افزایش عملکرد ماده خشک گیاهی و تحمل به شوری گوجه فرنگی شد (Alfosea-۲۰۲۰ Simón *et al.*,). در تحقیق حاضر، محلول‌پاشی اسید آمینه، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و ماده خشک گیاهی نداشت. با توجه به این‌که نتایج تحقیقات نشان داده تنها برخی اسیدهای آمینه بر تحمل گیاه به شوری اثرگذار است، لذا، احتمالا درصد اسیدهای آمینه موثر بر تحمل در نمونه‌ی مورد استفاده در آزمایش پایین بوده و احتمالا نتوانسته تاثیر معنی‌دار و قابل توجه بر عملکرد داشته باشد. در این راستا، پیشنهاد می‌شود در آزمایش‌های تکمیلی احتمالی، اثر خالص و یا توامان اسیدهای آمینه‌ی موثر بر تحمل گیاه به شوری استفاده شود.

در خصوص عدم تاثیر معنی‌دار اسید فولویک بر عملکرد نیز تحقیقات نشان داده مصرف خاکی این ماده به‌همراه بیوچار توانسته تحمل به شوری را در گیاه افزایش دهد و اصولا این ماده با کاتیون‌های غذایی پیوند برقرار کرده و جذب آن‌ها را تسهیل می‌کند (Sun *et al.*,۲۰۲۰). نکته مهم آن است که با توجه به حلالیت بالای این ماده، حتما باید با ماده‌ای محافظت کننده مانند بیوچار مصرف شود تا توسط آن تثبیت و از شستشو ممانعت حاصل شود. از آن‌جا که یکی از کاربردهای خاکی محرک‌های رشد، ممانعت از جذب و انتقال کلر به اندام‌های هوایی است که جهاز فتوسنتزی را در برابر شوری محافظت و تعادل تغذیه‌ای و اسمزی را درگیاه حفظ و از فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال می-کاهد، لذا مصرف محلول‌پاشی این ماده نتوانسته مانع

از جذب و انتقال کلر از خاک شود و بنابراین، اثر معنی-داری بر عملکرد و رشد نداشته است (جدول ٤).

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج آزمایش حاضر، تنها مصرف خاکی اسید هیومیک و مصرف ترکیبی محرک‌های زیستی، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و کاه گندم در شرایط شور، نسبت به شاهد (عدم مصرف محرک زیستی) داشته است. مصرف سایر محرک‌های زیستی، سبب بهبود برخی ویژگی‌های زراعی گندم شد، اما تاثیر مثبتی بر عملکرد دانه و کاه مشاهده نشد. بیشترین مقدار عملکرد دانه و کاه در تیمار ترکیبی (تیمار ۷) بدست آمد و پس از آن، تیمار مصرف خاکی اسید هیومیک بود. از دلایل عدم کارآیی محلول‌پاشی اسید هیومیک، اسید آمینه واسید فولویک در تحقیق حاضر، غلظت و یا زمان مصرف نامناسب این محرک‌ها باشد. لذا، پیشنهاد می-گردد در مطالعات بعدی، محلول‌پاشی غلظت‌های بالاتر از ۰/۵ درصد این محرک‌ها در نظر گرفته شود و یا روش بذرمال و یا مصرف خاکی این مواد نیز مورد توجه قرار گیرد. همچنین، پیشنهاد می‌شود در آزمایش-های تکمیلی، در تیمار ترکیبی، تاثیر این مواد با مصرف سطوح مختلف کودهای شیمیایی (براساس آزمون خاک)، به‌عنوان مثال، ۵۰ و ۷۰ درصد توصیه کودی، مورد بررسی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

Akladious, S.A. and Mohamed, H.I. (2018) Ameliorative effects of calcium nitrate and humic acid on the growth, yield component and biochemical attribute of pepper (Capsicum annuum L.) plants grown under salt stress. *Scientia Horticulturae* (Amsterdam), 236, 244–250.

AliEhyaei, M. and Behbahanizadeh, A.A. 1993. Description of soil chemical analysing methods. Technical publication no. 893, Soil and Water Research Institute. Tehran Iran. 129 pages. (In Persian)

Alfosea-Simón, M.E. Zavala-Gonzalez, A. Camara-Zapata, J.M. Martínez-Nicolás, J.J. Simón, I. Simón-Grao, S. and García-Sánchez, F. (2020) Effect of foliar application of amino acids on the salinity tolerance of tomato plants cultivated under hydroponic system. *Scientia Horticulturae*, 1-9.

Amer, M. M. and H. R. El-Ramady. (2015) Alleviation soil salinity and sodicity hazard using some bio-chemical amendments for production of canola (Brassica napus L.) in North Delta region. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering,* 6(4), 415- 432.

Aremu, A. Stirk, A. Kulkarni, M. Tarkowská, D. Turečková, V. Gruz, J. (2015) Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Plant Growth Regulators,* 75, 483–492.

Battacharyya, D. Babgohari, M.Z. Rathor, P. Prithiviraj, B. (2015) Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 30 (196), 39–48.

Bouyoucos, G.H. (1951) A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of Soils. *Agronomy Journals*, 43, 434-438.

Cordeiro, F.C. Santa-Catarina, C. Silveira, V. and De Souza, S.R. (2011) Humic acid effect on catalase activity and the generation of reactive oxygen species in corn (*Zea mays* L.). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 75(1), 70-74.

Craigie, J.S. (2011) Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of applied phycology,* 23(3), 371-393.

El-Bassiouny, H.M.S. and Bekheta, M.A. (2005) Effect of salt stress on relative water content lipid peroxidation, polyamines, amino acids and ethylene of two wheat cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology,* 3, 363-368.

Ertani, A. Schiavon, M. Muscolo, A. and Nardi, S. (2013) Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. *Plant and soil*, 364(1), 145-158.

Fernández, M.B.M. Cosio-Vargas, L.E. Montero, D.C. García, A.C. and López, D.M. (2013) Potentiality of vermicompost humic acids in banana in vitro micro propagation clone. Enano Guantanamero. *Journal of Environmental Science and Engineering,* 2, 677–685.

Garnett, T. Appleby, M.C. Balmford, A. Bateman, I.J. Benton, T.G. P. Bloomer, Burlingame, B. Dawkins, M. Dolan, L. Fraser, D. Herrero, M. Hoffmann, I. Smith, P. Thornton, P.K. Toulmin, C. Vermeulen, S.J. Godfray, H.C.J (2013) Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. *Science,* 341, 33–34.

Ghaffari Nejad, S. Noorgholipour, F. and Gheibi, M.N. (2020) Plant growth stimulants, their role in plant physiology, nutrient uptake and coping with environmental stresses. *Bi-Quarterly Journal of Land Management*, 1(8). (In Persian)

Gheibi, M. 2018. Practical principles of wheat nutrition (coping with environmental stresses). Tavangaran Inc., Tehran, Iran. (In Persian)

Gonzalez-lopez, J. Salmeron, V. Moreno, J. and Cormenzana, R.A. (1983) Amino acids and vitamins produced by Azotobacter vinelandii ATCC 12837 in chemically defined media and dialyzed soil media. *Soil Biology and Biochemistry*, 15, 711-713.

Heidari, M. and Minaei, A. (2014) Effects of drought stress and humic acid application on flower yield and content of macroelements in medical plant borage (Borago officinalis L.). *Journal of Plant Production Research,* 21, 167–182. (In Persian)

Homayi, M. 2002. Plant Response to Salinity, National Committee for Irrigation and Drainage, Tehran, Iran. (In Persian)

Ibrahim, M.E.H. Zhu, X. Zhou, G. and Abidallhaa, E.H.M.A. (2016) Effects of nitrogen on seedling growth of wheat varieties under salt stress. *Journal of Agricultural Science,* 8:, 131–146.

Jalali, M. (2007) Salinization of groundwater in arid and semi-arid zones: an example from Tajarak, western Iran. *Environment Geology,* 52, 1133–1149. (In Persian)

Jindo, K. Martim, S.A. Navarro, E.C. Aguiar, N.O. Canellas, L.P.(2012) Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organic wastes. *Plant and Soil,* 353, 209–220.

Kaya, C. Akram, N.A. Ashraf, M. and Sonmez, O. (2018) Exogenous application of humic acid mitigates salinity stress in maize (Zea mays L.) plants by improving some key physicobiochemical attributes. *Cereal Research Communications,* 46, 67–78.

Khalil, A.A. Osman, E.A.M. and Zahran, F.A.F. (2008) Effect of amino acids and micronutrients foliar application on growth, yield and its components and chemical characteristics. *The Journal of Agricultural Science*, *Mansoura University*, 33, 3143-3150.

Khan, W. Rayirath, U.P. Subramanian, S. Jithesh, M.N. Rayorath, P. Hodges, D.M. Critchley, A.T. Craigie, J.S. Norrie, J. and Prithiviraj, B. (2009)Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation,* 28(4), 386-399.

Knudsen, D. and Peterson, G.A. 1982. Lithium, Sodium, and Potassium. p. 225-246. In A.L. Page et al., (eds.) Methods of Soil Analysis. *Agronomy* No. 9, Part 2, 2^{nd} ed. Am. Soc. of Agronomy, Madison, WI.

Latif, H.H. and Mohamed, H.I. (2016) Exogenous applications of moringa leaf extract effect on retrotransposon, ultrastructural and biochemical contents of common bean plants under environmental stresses. *South African Journal of Botany*, 106.

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A . (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society American Journal,* 42, 421-428.

Marosz, A. (2009) Effect of fulvic and humic organic acids and calcium on growth and chlorophyll content of tree species grown under salt stress. *Dendrobiology,* 62, 47–53.

Mohamed, W.H. (2012) Effects of humic acid and calcium forms on dry weight and nutrient uptake of maize plant under saline condition. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences,* 6, 597–604.

Momeni, A. (2010) Geographical distribution and salinity levels of Iranian soil resources. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences),* 24(3), 203-215. (In Persian)

Moshiri, F. Khademi, Z. Saadat, S. Rashidi, N. Sedri, M.H. Gheibi, M.N. Samavat, S. Asadi Rahmani, H. Tehrani, M.M. Feizi asl, V. Khoogar, Z. KeShavarz, P. and Shahabi, A.A. 2014. Guidelines for integrated management of soil fertility and wheat nutrition. Soil and Water Research Institute. (In Persian)

Nimir, N.E.A. Lu, S. Zhou, G. Guo, W. Ma, B. and Wang, Y. (2015) Comparative effects of gibberellic acid, kinetin and salicylic acid on emergence, seedling growth and the antioxidant defense system of sweet sorghum (Sorghum bicolor L.) under salinity and temperature stresses. *Crop Pasture Science* 66, 145–157.

OECD/FAO .2019. OECD-FAO AGRICULTURAL OUTLOOK 2019-2028. Paris, OECD.

Olsen, S.R. Cole, C.V. Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with NaHCO3, USDA Cir.939. U.S. Washington.

Parađiković, N. Vinković, T. Vinković Vrček, I. Žuntar, I. Bojić, M. and Medić-Šarić, M. (2011) Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: an example of sweet yellow pepper (Capsicum annuum L.) plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 91(12), 2146-2152.

Posmyk, M.M. (2016) Szafrańska K. biostimulators: a new trend towards solving an old problem. *Frontiers in Plant Science*, 7, 48.

Renato de Freitas, J. (2000) Yield and N assimilation of winter inoculated wheat rhizobacteria. *Pedobiologia,* 44, 97-104.

SAS Institute .2009. SAS/STAT user's guide. Version 9. SAS Institute. Cary, NC.

Shah, S. Hhookway, S. Wilkinson, S. Fletcher, J. (2017) The effect of biostimulants on crop vigour, disease incidence and grain yield of winter wheat and winter oilseed rape. *Aspects of. Applied. Biology*, 134, 59–69.

Simon-Grao, S. Garcia-Sanchez, F. Alfosea-Simon, M. Simon, I. Lidon, V. and Ortega, W.M.R. (2016) Study on the foliar application of fitomare® on drought tolerance of tomato plants. *International Journal of Plant Animal and Environmental Sciences*, 6, 15-21.

Singh, A.L. Radhakrishnan, T. Mishra, G.P. Chakraborty, K. Ajay, B.C. Mahatma, M.K. Kalariya, K.A. Goswami, N. Mehta, D. Nakar, R. Oza, S. Chaudhari, V. Zala, P.V. Kumar, L. Mandaviya, C. Joshi, A.S. Kataria, G.K. Misra, J.B. 2013. Current Trends in Plant Biology Research. In: Proceedings National Conference of Plant Physiology 2013, 13-16th Dec 2013. DGR and JAU, Junagadh, India. Keshav Publication, Vadodra, India, p. 982. ISBN No 978-81-931859-0-2.

Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

Sun, Y. Yang, J. Yao, R. Chen, X. and Wang, X. (2020) Biochar and fulvic acid amendments mitigate negative effects of coastal saline soil and improve crop yields in a three year field trial. *Scientific Reports*, 10, 8946.

Tehrani, M. 2015. Wheat plant nutrition management in cold stress conditions. Soil and Water Research Institute. 45 p. (In Persian)

Vasconcelos, A.C.F. Zhang, X. Ervin, E.H. and Kiehl, J.C. (2009) Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in maize and soybean subjected to drought. *Scientia Agricola,* 66(3), 395-402.

Walkley, A. Black, I.A. (1934) An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science,* 37, 29–37.