

## نقش پیش تیمار اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه بذر چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)

سعید صادق‌زاده حمایتی<sup>۱\*</sup>، رضا شریاری<sup>۲</sup>، علی صارمی‌راد<sup>۳</sup>

۱. دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲. گروه زراعت، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.
۳. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران  
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۶)

### چکیده

جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاهان زراعی از مهم‌ترین و بنیادی‌ترین عواملی است که بر عملکرد اقتصادی محصول تأثیر می‌گذارد. افزایش کیفیت بذر توسط پیش تیمار از مواردی است که می‌تواند بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه مؤثر باشد؛ بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر پیش تیمار بذر چغندر قند با اسید هیومیک به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. عامل اول پیش تیمار بذرها با مقادیر مختلف اسید هیومیک شامل چهار سطح ۰ (شاهد)، ۸/۳۳، ۱۲/۵۰ و ۲۵/۰۰ میلی‌گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم بذر و عامل دوم شامل ارقام چغندر قند اکباتان و پایا بود. طبق نتایج تجزیه واریانس، آثار ساده اسید هیومیک و رقم بر تمام صفات به‌جز وزن خشک ریشه‌چه تأثیر معنی‌داری داشتند. اثر متقابل اسید هیومیک- رقم تنها برای سه صفت متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین قوه‌نامه (۸۷/۸۷ درصد)، سرعت جوانه‌زنی بذر (۶/۲۷ جوانه/روز)، شاخص طولی بینه گیاهچه (۳/۵۲) و شاخص وزنی بینه گیاهچه (۱۲۶۹/۹۶) به پیش تیمار بذر با استفاده از ۱۲/۵۰ میلی‌گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر اختصاص داشت. پیش تیمار بذر بدون اختلاف معنی‌دار در مقدار ماده پوششی موجب افزایش یکواختی جوانه‌زنی بذر شد. رقم اکباتان در مقایسه با رقم پایا بر اساس صفات اندازه‌گیری شده برتری داشت. در مجموع استفاده از اسید هیومیک منجر به بهبود صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه شد.

کلمات کلیدی: استقرار، بذر، پیش تیمار، چغندر قند، کیفیت، رقم.

## Role of humic acid pretreatment on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seed germination characteristics and early seedling growth

S. Sadeghzadeh Hemayati<sup>1\*</sup>, R. Shariari<sup>2</sup>, A. Saremirad<sup>3</sup>

1. Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Department of Agronomy, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.
3. Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran  
(Received: Sept. 19, 2022 – Accepted: Oct. 18, 2022)

### Abstract

Suitable germination and crops establishment are one of the most significant and fundamental issues that overshadow the economic performance of the product. Improving the quality of seeds by relying on their pre-treatment is one of the issues that can be considered. Accordingly, the present study was performed to investigate the effect of pretreatment of sugar beet seeds using humic at factorial experiment in a randomized complete block design in 2017. The first factor was humic acid including four levels of zero (control), 8.33, 12.50, and 25.00 mg per 100 g of seed, and the second factor, cultivar included two levels of Ekbatan and Paya. According to the results of the analysis of variance, the main effects of humic acid and cultivar had a significant effect on all evaluated characteristics except root dry weight at one and five percent probability levels. Humic acid-cultivar interaction was significant only for the three characteristics of mean germination time, root dry weight, and shoot dry weight. Based on the mean comparison results, the seed vigor (87.87%), germination rate (6.27 bud/day), seedling vigor length index (3.52) and seedling vigor weight index (1269.96) were assigned to seed pretreatment using 12.50 mg of humic acid per 100 grams of seeds. Seed pretreatment without significant difference in the amount of coating material increased the uniformity of seed germination. Among the two studied cultivars, the Ekbatan cultivar was superior to the Paya cultivar in terms of all studied characteristics. In general, the use of humic acid improved the germination characteristics and early growth of seedlings.

**Keywords:** Cultivar, Establishment, Pretreatment, Seed quality, Sugar beet.

\* Email: s.sadeghzadeh@areeo.ac.ir

## مقدمه

بذر به عنوان مهم ترین عامل تکثیر و انتشار گیاهان و نیز تأمین کننده نیاز تغذیه ای انسان، حیوان و پرندگان به شمار می رود. تکثیر از طریق بذر یکی از ارکان مهم حفاظت از ارقام گیاهی و تولید محصول در جهان است (Ilkaee *et al.*, 2020)؛ همچنین بذر به عنوان منبع قند و روغن به سهولت قابل ذخیره و دسترس می باشد (Gooding *et al.*, 2000). کیفیت بذر یکی از مسائلی است که همواره مورد توجه کشاورزان قرار دارد؛ زیرا بذر مرغوب، بیشترین ارزش افزوده را در بین نهاده های کشاورزی ایجاد می کند و بازدهی سایر نهاده های کشاورزی را افزایش می دهد. جوانه زنی اولین مرحله رشد و نمو است که از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد و تحت تأثیر کیفیت بذر قرار می گیرد. علاوه بر آن سرعت جوانه زنی، یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن نیز از شاخص های مهم دیگر کیفیت بذر به شمار می رود (Soltani *et al.*, 2001).

چغندر قند یکی از گیاهان مهم صنعتی است که در زراعت آن، جوانه زنی مطلوب بذر در سطح مزرعه بسیار اهمیت دارد. این گیاه به طور تخصصی در صنعت قند استفاده می شود و به عنوان یکی از اصلی ترین منابع تولید قند پس از نیشکر محسوب می شود، به نحوی که حدود ۲۰ درصد از تولید سالیانه قند جهان را به خود اختصاص می دهد (Monteiro *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2016)؛ بنابراین یافتن راهکاری مناسب جهت افزایش کیفیت بذر این گیاه ضروری به نظر می رسد. در این راستا می توان از پیش تیمار بذرهای چغندر قند با استفاده از برخی مواد مؤثر بر صفات جوانه زنی استفاده کرد.

پیش تیمار یا پرایمینگ بذر پیش از کاشت، یکی از مهم ترین روش های مدیریت زراعی است که امروزه ابعاد تجاری و صنعتی به خود گرفته است. پیش تیمار بذر روشی است که در آن بذر پیش از قرار گرفتن در بستر

کاشت و مواجهه با شرایط زیست محیطی، با آغشته شدن به یکسری مواد خاص، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه زنی را کسب می کند (Casenave and Toselli, 2007)، به طوری که این تأثیرات را می توان در چگونگی جوانه زنی، استقرار اولیه گیاه، بهره برداری از نهاده های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Clark *et al.*, 2001; Kaya *et al.*, 2006).

یکی از موادی که در این روش به کار می رود، اسید هیومیک است. در پی پیش تیمار بذر با اسید هیومیک، فعالیت پروتئین ها، کربوهیدرات ها و آنزیم ها افزایش یافته که از یک سو منجر به جوانه زنی سریع و افزایش ظهور گیاهچه ها شده و از سوی دیگر با افزایش متابولیسم و نفوذپذیری سلول ها نسبت به آب و مواد غذایی، سبب تحریک ریشه زایی می شود (Asgharipour and Rafiei, 2011). در واقع سازوکار اسید هیومیک عمدتاً تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون های معدنی، تأثیر بر تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسید نوکلئیک و به طور کلی فعالیت شبه هورمونی است (Yildirim, 2007). طاهیر و همکاران (Tahir *et al.*, 2011) گزارش کردند که اسید هیومیک حاوی مقادیر بالایی از عناصر غذایی به ویژه عناصر پایه بوده و افزایش جذب عناصر توسط سیستم ریشه و به دنبال آن افزایش غلظت عناصر در اندام گیاه را بهبود می بخشد. علی (Ali, 2014) نشان داد که کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش طول ریشه چه و درصد جوانه زنی در بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) شده است. در مطالعه قربانی و همکاران (Ghorbani *et al.*, 2013) پیش تیمار اسید هیومیک بر متوسط زمان جوانه زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه ذرت (*Zea mays* L.) تأثیر معنی داری داشت، به طوری که پیش تیمار بذر با غلظت های پایین اسید هیومیک نیز منجر به آثار مناسبی بر صفات جوانه زنی شد.

بررسی های علمی در خصوص آثار مفید اسید

مورد استفاده قرار گرفت. برای پیش تیمار کردن از دستگاه پوشش دهی آزمایشگاهی موجود در آزمایشگاه کنترل بذر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند استفاده شد. پیش از پوشش دهی به منظور حذف مواد بازدارنده رشد از سطح پریکارپ، بذرها به مدت چهار ساعت در برابر جریان آب روان قرار گرفتند (ISTA, 2018) و پس از آن در معرض جریان هوایی با حداکثر دمای ۲۵ درجه سانتی گراد خشک شدند (ISTA, 2018). سپس عمل پیش تیمار کردن بذرها انجام شد. پس از آن، بذرها با قرار گرفتن در معرض جریان هوا در سایه خشک و برای کشت آماده شدند.

هر واحد آزمایشی عبارت از یک کاغذ صافی چین دار با ۵۰ چین، دو سانتی متر ارتفاع و ۱۸ سانتی متر طول بود که ۱۰۰ عدد بذر از هر تیمار در داخل هر واحد آزمایشی قرار گرفت؛ به طوری که در هر یک از چین های کاغذ چین دار دو عدد بذر قرار گرفت. پیش از کشت، کاغذ چین دار و لفاف (پوشش) آن با ۳۰ سانتی متر مکعب آب مرطوب شد. کاغذها در جعبه های پلاستیکی به ابعاد ۱۶۰×۱۶۰×۶۰ سانتی متر قرار گرفته و درب آن ها بسته شد. پس از ۳۰ دقیقه که رطوبت به طور کامل و یکنواخت کاغذها را مرطوب کرد، اقدام به کشت بذر شد. با استقرار بذرها، کاغذ چین دار جمع شد و با استفاده از لفاف بسته شد؛ سپس در ظروف مخصوص قرار گرفته و به مدت ۱۴ روز در داخل ژرمیناتور با دمای متوسط ۲۰ درجه سانتی گراد و شرایط نوری هشت ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی قرار داده شد (Mirzaei and Rajabi, 2021). پس از گذشت چهار روز از زمان کشت، روزانه تا روز چهاردهم پس از کشت، بذرها شمارش شد. در هر بار شمارش، تعداد بذر جوانه زده، تعداد جوانه های طبیعی و غیر طبیعی و تعداد بذر جوانه نزده بر اساس تعریف های کتاب قانون انجمن بین المللی آزمون بذر (ISTA, 1985) تعیین و یادداشت شد. علاوه بر این ها، زمان مورد نیاز برای دستیابی به جوانه زنی ۱۰ درصدی (T<sub>10</sub>)، ۵۰ درصدی (T<sub>50</sub>) و ۹۰

هیومیک بر بهبود صفات مرتبط با جوانه زنی و حفظ قدرت نامیه بذر به منظور ارتقا بنیه بذر و تسریع در استقرار گیاهچه در سطح مزرعه (Ali, 2014; Ebrahimi and Miri Karbasak, 2016; Ghorbani et al., 2013; Majidi et al., 2021)، می تواند بر ضرورت و اهمیت این موضوع بیش از پیش بیفزاید. علی رغم اینکه در این خصوص مطالعه های متعددی بر روی گیاهان مختلف صورت پذیرفته است، اما در رابطه با پیش تیمار بذر چغندر قند با اسید هیومیک منبعی یافت نشد؛ بنابراین هدف این پژوهش بررسی تأثیر پیش تیمار بذر دو رقم اکباتان و پایا چغندر قند با سطوح ۰ (شاهد)، ۸/۳۳، ۱۲/۵۰ و ۲۵/۰۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای هر ۱۰۰ گرم بذر بر صفات جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه بود.

## مواد و روش ها

پژوهش حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه کنترل بذر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند (کرج) در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. عامل اول مقادیر اسید هیومیک شامل چهار سطح ۰ (شاهد)، ۸/۳۳، ۱۲/۵۰ و ۲۵/۰۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای هر ۱۰۰ گرم بذر چغندر قند (بر اساس توصیه شرکت سازنده کود) و عامل دوم رقم شامل دو سطح اکباتان و پایا بود. رقم اکباتان دارای مقاومت در برابر بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و تحمل در برابر بیماری ریزومانیا می باشد (Ebrahimi Koulaei et al., 2019). رقم پایا به عنوان اولین رقم چغندر قند متحمل به خشکی در ایران شناخته می شود که از عملکرد ریشه و درصد شکر بالایی برخوردار است (Orazizadeh et al., 2015). کود مایع هیومیکی مورد استفاده در این تحقیق هیومستر استارتر بود که دارای ۱۲ درصد هیومیک و فولویک اسید، ۴-۳ درصد فسفر و ۱۰ درصد پتاسیم بوده که برای پیش تیمار کردن

(Abdul-Baki and Anderson, 1973):

$$LISV = SLM \times (SGP/100) \quad \text{رابطه ۵}$$

$$WISV = SDW \times (SGP/100) \quad \text{رابطه ۶}$$

در این روابط  $LISV$  شاخص طولی بنیه گیاهچه،  $SLM$  متوسط طول گیاهچه،  $SGP$  درصد جوانه‌زنی استاندارد،  $WISV$  شاخص وزنی بنیه گیاهچه و  $SDW$  وزن خشک گیاهچه می‌باشد.

پس از انجام آزمایش، بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کلموگرف-اسمیرنوف به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری، از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 با دستورالعمل آزمایش فاکتوریل با دو عامل اسید هیومیک (در چهار سطح) و رقم (در دو سطح) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد. نمودارها با استفاده از محیط Excel نسخه ۲۰۱۹ بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها رسم شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج، میزان اسید هیومیک بر همه ویژگی‌های ارزیابی شده به جز وزن خشک ریشه‌چه تأثیر معنی‌داری در سطوح احتمال یک و پنج درصد داشت. علت تأثیر معنی‌دار بر صفات مورد مطالعه، ممکن است تأثیر اسید هیومیک بر بهبود قابلیت دسترسی و جذب مواد مغذی معدنی مؤثر در فعالیت‌های زیستی گیاه (Ghaffari Nejad et al., 2020; Tahir et al., 2011) باشد که در نهایت منجر به مشاهده تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف از نظر صفات مورد مطالعه شد، درحالی‌که برای ماده خشک ریشه‌چه چنین اثری مشاهده نشد.

درصدی ( $T_{90}$ ) بذرها (Soltani and Maddah, 2010) نیز ثبت شد. در انتهای آزمایش نیز شاخص‌های مرتبط با قابلیت جوانه‌زنی بذر شامل ضریب یکنواختی جوانه‌زنی<sup>۱</sup>، درصد جوانه‌زنی استاندارد<sup>۲</sup>، متوسط زمان جوانه‌زنی<sup>۳</sup> و سرعت جوانه‌زنی<sup>۴</sup> به ترتیب بر اساس روابط یک تا چهار برآورد شد (Ranal and Santana, 2006):

$$UF = T_{90} - T_{10} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$SGP = 100 \times (N_i/S) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$MGT = \sum N_i T_i / \sum N_i \quad \text{رابطه ۳}$$

$$GR = \sum N_i / T_i \quad \text{رابطه ۴}$$

در این روابط  $UF$  یکنواختی جوانه‌زنی،  $T_{90}$  زمان مورد نیاز برای جوانه‌زنی ۹۰ درصدی بذرها،  $T_{10}$  زمان مورد نیاز برای جوانه‌زنی ۱۰ درصدی بذرها،  $SGP$  درصد جوانه‌زنی استاندارد،  $N_i$  تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز  $N$ ام،  $S$  تعداد کل بذرهای کشت شده،  $MGT$  متوسط زمان جوانه‌زنی،  $T_i$  روز پس از کشت و  $GR$  سرعت جوانه‌زنی می‌باشد.

به‌منظور ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه، پس از پایان یافتن آزمون جوانه‌زنی، تعداد ۲۵ گیاهچه به‌طور تصادفی از هر تکرار مربوط به هر تیمار انتخاب و پس از اندازه‌گیری طول گیاهچه با استفاده از خط کش مدرج برحسب سانتی‌متر، گیاهچه‌ها در داخل آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند؛ پس از گذشت مدت‌زمان مذکور، گیاهچه‌ها از آون خارج شده و وزن خشک کل، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک اندام‌هوایی آن‌ها برحسب میلی‌گرم با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. با بهره‌گیری از داده‌های به‌دست آمده برای طول و وزن خشک گیاهچه، شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه به ترتیب بر اساس روابط ۵ و ۶ محاسبه شد

2 Uniformity of germination

3 Standard germination percent

4 Mean germination time

5 Germination rate

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر اسید هیومیک، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه

Table 1- Analysis of variance results of the humic acid, cultivar and their interaction effects on germination and early seedling growth traits

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean Square						
		بذر مرده Dead seed	۱۰ درصد جوانه‌زنی T <sub>10</sub>	۵۰ درصد جوانه‌زنی T <sub>50</sub>	۹۰ درصد جوانه‌زنی T <sub>90</sub>	جوانه‌زنی استاندارد Standard germination	یکسازگی جوانه‌زنی Germination uniformity	مؤسسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time
تکرار Replication	3	0.59 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	2.84 <sup>ns</sup>	47.61 <sup>ns</sup>	2.51 <sup>ns</sup>	0.04*
اسید هیومیک Humic acid	3	3.02**	0.01*	0.49*	7.89**	174.11**	7.14**	0.06*
رقم Cultivar	1	24.09**	0.09**	2.46**	51.66**	1287.78**	47.24**	0.10*
اسید هیومیک × رقم Humic acid × cultivar	3	0.07 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	1.56 <sup>ns</sup>	13.94 <sup>ns</sup>	1.36 <sup>ns</sup>	0.05*
خطا Error	21	0.54	0.00	0.11	1.43	28.09	1.29	0.01
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		5.48	13.14	13.13	7.68	6.47	7.55	2.78

Continuation of table 1

ادامه جدول ۱

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean Square					
		سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling vigor longitudinal index	شاخص وزنی بنیه گیاهچه Seedling vigor weight index
تکرار Replication	3	0.24 <sup>ns</sup>	1.72 <sup>ns</sup>	0.67 <sup>ns</sup>	3.44 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	27229.73 <sup>ns</sup>
اسید هیومیک Humic acid	3	0.88**	6.41**	0.02 <sup>ns</sup>	5.70*	0.46**	132199.65**
رقم Cultivar	1	6.57**	40.25**	1.24 <sup>ns</sup>	22.93**	2.67**	932502.59**
اسید هیومیک × رقم Humic acid × cultivar	3	0.07 <sup>ns</sup>	1.92 <sup>ns</sup>	2.00**	8.26**	0.19 <sup>ns</sup>	16593.02 <sup>ns</sup>
خطا Error	21	0.14	0.96	0.30	1.64	0.07	17968.28
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		6.47	7.43	4.62	4.74	8.57	12.24

\*، \*\* و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار.

\*، \*\* and ns: Significant at 5 and 1 percent and non-significant, respectively

اثر ژنوتیپ غیر از صفت وزن خشک ریشه‌چه بر صفات بذر مرده، ۱۰ درصد جوانه‌زنی، ۵۰ درصد جوانه‌زنی، ۹۰ درصد جوانه‌زنی، جوانه‌زنی استاندارد، یکنواختی جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک اندام هوایی، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه دارای تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و بر صفت متوسط زمان جوانه‌زنی دارای تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بود. اثر متقابل اسید هیومیک-رقم تنها بر روی سه صفت متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک اندام هوایی اثر معنی‌داری داشت که بیانگر آن است که سطوح مورد مطالعه دو عامل اسید هیومیک و رقم با یکدیگر ارتباط داشته و سبب تغییر در صفات مورد مطالعه می‌شود. در واقع می‌توان بیان نمود که ژنوتیپ تعیین‌کننده مقدار بهینه اسید هیومیک برای داشتن نتایج مطلوب از نظر صفات یادشده است. در مطالعه قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2013) سطوح مختلف اسید هیومیک بر متوسط زمان جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه بذر ذرت تأثیر معنی‌داری داشت، اما تأثیر آن بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود. در مطالعه مقبلی و آروین (Moghbeli and Arvin, 2015) اثر تیمارهای مختلف اسید هیومیک بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر طالبی (*Cucumis melo L.*) به لحاظ آماری معنی‌دار بود که نتایج مطالعه حاضر نیز این تأثیرگذاری را تأیید می‌کند.

نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثرات اصلی اسید هیومیک و رقم در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، حداقل درصد بذر مرده (۸/۱۳ درصد) به پیش تیمار بذر با استفاده از ۱۲/۵۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر اختصاص داشت. سایر سطوح پیش تیمار بذر در گروه مشابه آماری با تفاوت معنی‌دار از سطح موصوف قرار گرفتند و نشان دادند که پیش تیمار بذر با اسید هیومیک به میزان ۱۲/۵۰ میلی گرم

اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر موجب کاهش معنی‌دار درصد بذر مرده در چغندر قند می‌شود. رقم‌های مختلف مورد استفاده نیز دارای درصد بذر مرده متفاوتی بودند، به طوری که درصد بذر مرده در رقم اکباتان (۷/۲۵ درصد) کمتر از رقم پایا (۱۹/۵۶ درصد) شد. در خصوص مدت زمان لازم برای دستیابی به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی بذرها، مشخص شد که تیمار شاهد (به ترتیب ۰/۵۹، ۲/۹۵ و ۱۶/۸۲ روز) بیشترین مدت زمان را نیاز داشت؛ اما پیش تیمار بذر با اسید هیومیک بدون اختلاف معنی‌دار در مقدار ماده پوششی، موجب کاهش زمان لازم برای دستیابی به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی بذرهای چغندر قند شد. تنوع میان ارقام نیز بر زمان لازم برای دستیابی به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی تأثیرگذار بوده و سبب شد تا زمان لازم برای دستیابی به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی رقم اکباتان (به ترتیب ۴/۴۶، ۶/۳۳ و ۱۸/۳۲ روز) کمتر از رقم پایا (به ترتیب ۴/۵۷، ۶/۸۹ و ۲۰/۸۶ روز) باشد و سرعت جوانه‌زنی آن بیشتر باشد. نتایج مربوط به جوانه‌زنی استاندارد نشان داد که بیشترین قوه‌نامه (۸۷/۸۷ درصد) به پیش تیمار بذر با استفاده از ۱۲/۵۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر اختصاص داشت و سایر سطوح مورد مطالعه در گروه آماری مشابه دارای قوه‌نامه کمتر از سطح مذکور (۵۰/۰۰-۷۶/۸۲ درصد) قرار گرفتند. در بین ارقام مورد مطالعه نیز قوه‌نامه رقم اکباتان (۸۸/۲۵ درصد) بیش از رقم پایا (۷۵/۵۶ درصد) بود. بررسی نتایج مربوط به یکنواختی جوانه‌زنی نشان داد که کم‌ترین میزان یکنواختی جوانه‌زنی بذر متعلق به تیمار شاهد (۱۶/۲۳ روز) بود. در مقابل پیش تیمار بذر بدون اختلاف معنی‌دار در مقدار ماده پوششی موجب افزایش یکنواختی جوانه‌زنی بذر چغندر قند شد (جدول ۲). یکنواختی جوانه‌زنی بذرهای رقم اکباتان (۱۳/۸۵ روز) بیشتر از رقم پایا (۱۶/۲۸ روز) بود و نشان داد که رقم اکباتان از سرعت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار است (جدول ۲). مقایسه

بهبود بخشند؛ از سوی دیگر این ماده نقش مخزنی داشته و عناصر غذایی موجود در خاک را جذب کرده و آن‌ها را به موقع و در زمان نیاز در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهد؛ این خاصیت باعث می‌شود تا شرایط محیطی مناسبی برای رشد و نمو گیاه فراهم شود (Turan et al., 2011). در مجموع در پژوهش حاضر استفاده بهینه از اسید هیومیک، منجر به بهبود صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه شد که می‌تواند به دلیل بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی آن و نیز آثار مفید آن بر جمعیت و فعالیت میکروبی باشد که باعث بهبود دسترسی گیاه به عناصر غذایی و رشد و نمو مطلوب شود (Aguilar et al., 2016; Amini et al., 2018). تأثیر مثبت پیش‌تیمار بذر ذرت با استفاده از اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و نیز رشد اولیه گیاهچه در مطالعه قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2013) نیز گزارش شده است؛ اما آن‌ها بیان داشتند پیش‌تیمار بذر با غلظت‌های پایین اسید هیومیک می‌تواند اثرات مناسبی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی داشته باشد؛ در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد که در بیشتر صفات با افزایش غلظت اسید هیومیک پاسخ نامناسبی ایجاد می‌شود. نتایج قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2013) تأییدکننده نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش است.

با توجه به معنی دار شدن برهمکنش اسید هیومیک- رقم برای سه صفت متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک اندام هوایی، به مقایسه میانگین اثر متقابل معنی‌دار شده هر یک از این صفات پرداخته می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱ الف مشاهده می‌شود، در رقم پایا، پیش‌تیمار بذر (فارغ از غلظت به کاررفته) موجب کاهش قابل توجه متوسط زمان جوانه‌زنی بذرها شد؛ اما متوسط زمان جوانه‌زنی رقم اکباتان واکنش معنی‌داری در مقایسه با پیش‌تیمار نشان نداد. در خصوص وزن خشک ریشه‌چه، مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک- رقم نشان داد که پیش‌تیمار بذر با استفاده از ۲۵ میلی‌گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر، تأثیر مشابهی بر این

میانگین اثر غلظت‌های مختلف ماده پوششی بر سرعت جوانه‌زنی بذرها مبین سرعت جوانه‌زنی بالا در پیش‌تیمار ۱۲/۵۰ میلی‌گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر چغندر قند (۶/۲۷ جوانه/روز) بود. سایر سطوح مورد مطالعه پیش‌تیمار بذر بدون اختلاف قابل توجه در مقدار ماده پوششی و نیز تیمار شاهد، موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی بذرهای چغندر قند شدند (جدول ۲). رقم‌های مختلف نیز سرعت جوانه‌زنی متفاوتی داشتند، به نحوی که سرعت جوانه‌زنی رقم اکباتان (۶/۳۰ جوانه/روز) بیشتر از رقم پایا (۵/۳۹ جوانه/روز) بود. در خصوص صفات طول گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه بیشترین میزان (به ترتیب ۱۴/۴۱ سانتی‌متر، ۳/۵۲ و ۱۲۶۹/۹۶) به پیش‌تیمار بذر با استفاده از ۱۲/۵۰ میلی‌گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر اختصاص داشت (جدول ۲). سایر سطوح پیش‌تیمار بذر و نیز سطح شاهد در گروه مشابه آماری با تفاوت معنی‌دار از سطح مذکور قرار گرفتند و نشان دادند که پیش‌تیمار بذر با ۱۲/۵۰ میلی‌گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر موجب افزایش معنی‌دار طول گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه چغندر قند می‌شود. رقم‌های مختلف چغندر قند نیز طول گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه متفاوتی داشتند. در این بین رقم اکباتان از نظر ویژگی‌ها نامبرده مقادیر بالاتری را در مقایسه با رقم پایا دارا بود (جدول ۲). اسید هیومیک، مولکول آلی طبیعی است که در نتیجه تجزیه میکروبی مواد آلی به دست می‌آید. این ماده آلی با توجه به فعالیت شبه هورمونی (Yildirim, 2007)، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و جذب عناصر غذایی توسط گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Aguilar et al., 2016; Orsi, 2014). بر اساس نتایج (Ozfidan-Konakci et al., 2018; Unlu et al., 2011) اسید هیومیک از یک سو توان بالایی در کلات‌کنندگی داشته و می‌تواند فراهم نمودن عناصری مانند نیتروژن، فسفر، آهن و روی را برای گیاه

معنی داری نسبت به پیش تیمار از خود نشان ندادند و بیشترین میزان در این رقم مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱ ج). به طور کلی می توان بیان نمود که پاسخ مناسب برخی پارامترهای جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه در گرو تعامل میان تیپ ژنتیکی رقم و سطوح عامل اسید هیومیک قرار دارد که باید در زمان پیش تیمار گیاهان با استفاده از اسید هیومیک، مدنظر قرار گیرد. به بیان بهتر تنوع ژنتیکی میان ژنوتیپ‌ها، نقش مؤثر و کارایی بر میزان اسید هیومیک مورد استفاده در پیش تیمار بذرها ایفا می نماید.

صفات در هر دو رقم داشت، اما وزن خشک ریشه چه رقم اکباتان در تیمار شاهد و وزن خشک ریشه چه رقم پایا در پیش تیمار با استفاده از سطوح ۸/۳۳ و ۱۲/۵۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر معنی داری بود (شکل ۱ ب). نتایج وزن خشک اندام هوایی گیاهچه‌های چغندر قند نشان داد که در رقم پایا پیش تیمار بذر با ۱۲/۵۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر بر وزن خشک اندام هوایی گیاهچه‌ها افزود، این در حالی بود که وزن خشک اندام هوایی گیاهچه‌های رقم اکباتان واکنش

جدول ۲- نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات اصلی اسید هیومیک و رقم بر صفات جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه

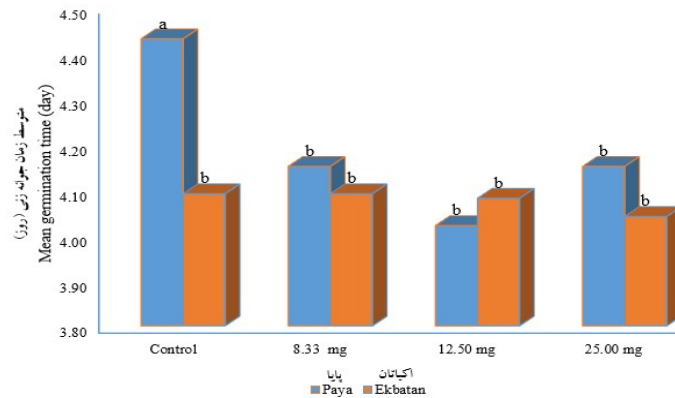
Table 2- Mean comparison results of the main effects of humic acid and cultivar on germination and early seedling growth traits

سطح عامل Factor level	بذر مرده (درصد) Dead seed (percent)	۱۰ درصد جوانه زنی (روز) T <sub>10</sub> (day)	۵۰ درصد جوانه زنی (روز) T <sub>50</sub> (day)	۹۰ درصد جوانه زنی (روز) T <sub>90</sub> (day)	جوانه زنی استاندارد (درصد) Standard germination (percent)	یکدستی جوانه زنی (روز) Germination uniformity (day)	سرعت جوانه زنی (جوانه /روز) Germination rate (bud/day)	طول گیاهچه (سانتی متر) Seedling length (cm)	شاخص طولی بنه گیاهچه Seedling vigor length index	شاخص وزنی بنه گیاهچه Seedling vigor weight index
اسید هیومیک Humic acid										
شاهد Control	18.63 a	4.59 a	6.95 a	20.82 a	76.50 b	16.23 a	5.46 b	12.26 b	2.94 b	960.31 b
۸/۳۳ میلی گرم 8.33 mg	14.63 a	4.51 ab	6.59 b	19.66 ab	81.25 b	15.14 b	5.80 b	13.09 b	3.14 b	1074.70 b
۱۲/۵۰ میلی گرم 12.50 mg	8.13 b	4.47 b	6.37 b	18.40 b	87.87 a	13.93 b	6.27 a	14.41 a	3.52 a	1269.96 a
۲۵/۰۰ میلی گرم 25.00 mg	12.25 ab	4.50 b	6.53 b	19.47 b	82.00 b	14.96 b	5.85 b	12.99 b	3.17 b	1074.72 b
رقم Cultivar										
پایا Paya	19.56 a	4.57 a	6.89 a	20.86 a	75.56 b	16.28 a	5.39 b	12.07 b	2.90 b	924.22 b
اکباتان Ekbatan	7.25 b	4.46 b	6.33 b	18.32 b	88.25 a	13.85 b	6.30 a	14.31 a	3.48 a	1265.63 a

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار ندارند.

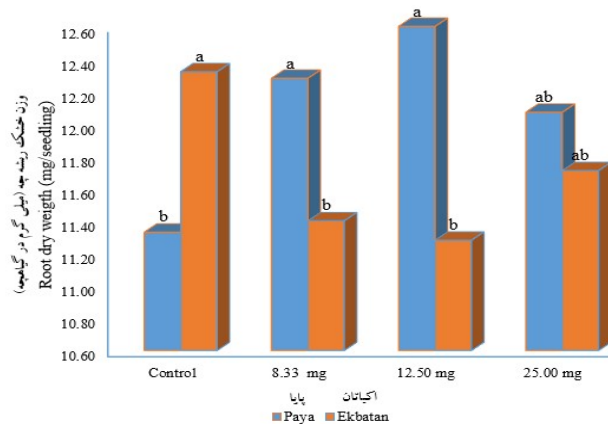
In each column, means with at least one common letter are not significantly different based on least significant difference test.





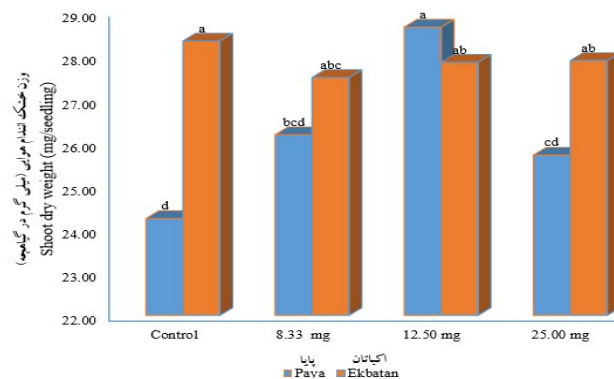
A

الف



B

ب



C

ج

شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک- رقم بر صفات متوسط زمان جوانه زنی (الف)، وزن خشک ریشه چه (ب) و وزن خشک اندام هوایی (ج).

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار صفت مورد نظر بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

Figure 1- Mean comparison results of the humic acid-cultivar interaction on the mean germination time (A), root dry weight (B) and shoot dry weight (C).

The same letters in each column indicate the lack of significant difference of the desired traits based on the latest significant difference test at the five percent probability level.

اولیه گیاهچه چغندر قند می تواند به دلیل بهبود قابلیت دسترسی و جذب مواد مغذی معدنی مؤثر در فعالیت های زیستی گیاه باشد که در نهایت منجر به مناسب شدن شرایط محیطی برای رشد و نمو گیاه خواهد شد. البته اگرچه استفاده از اسید هیومیک، بهبود ویژگی های جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه را در پی داشت، اما لازم است مقادیر مورد استفاده با در نظر گرفتن ساختار ژنتیکی رقم، بهینه شود تا از اثرات نامناسب آن جلوگیری شود.

## نتیجه گیری کلی

به طور کلی پیش تیمار بذر گیاهان با هدف کاهش زمان جوانه زنی و نیز افزایش درصد و یکنواختی جوانه زنی انجام می شود؛ نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می دهد که با پیش تیمار بذر چغندر قند با استفاده از ۱۲/۵۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ گرم بذر اهداف مدنظر در پیش تیمار بذر حاصل شده است؛ آثار مثبت پیش تیمار اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه زنی و رشد

## Reference

## منابع

- Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Sci.* 13:630-633.
- Aguiar, N., L. Medici, F. Olivares, L. Dobbss, A. Torres-Netto, S. Silva, E. Novotny, and L. Canellas. 2016. Metabolic profile and antioxidant responses during drought stress recovery in sugarcane treated with humic acids and endophytic diazotrophic bacteria. *Ann. Appl. Biol.* 168:203-213.
- Ali, I.N. 2014. Assessment of various humic acid and sulfur levels for higher yields in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Sarhad J. Agric.* 30:47-52.
- Amini, B., M. Farahbakhsh, and M. Kianirad. 2018. Study on the effects of humic acid-urea fertilizers application on some agronomic characteristics of maize (*Zea mays* L.). *Appl. Soil Res.* 5:31-40.
- Asgharipour, M., and M. Rafiei. 2011. The effect of different concentrations of humic acid on seed germination behavior and vigor of barley. *Australian J. Basic Appl. Sci.* 5:610-613.
- Casenave, E., and M. Toselli. 2007. Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. *Seed Sci. Technol.* 35:88-98.
- Clark, L., W. Whalley, J. Ellis-Jones, K. Dent, H. Rowse, W. Finch-Savage, T. Gatsai, L. Jasi, N. Kaseke, and F. Murungu. 2001. On-farm seed priming in maize: a physiological evaluation, 7<sup>th</sup> Eastern and Southern Africa Regional Maize Conf. 5–11 February, 2001.
- Ebrahimi Koulaei, H., H. Mansouri, J. Soltani, S.B. Mahmoudi, M. Aghaezadeh, M. Hasani, M.R. Orazizadeh, and A. Pedram. 2019. Ekbatan: The First Iranian Sugar beet Cultivar with Resistance to Rhizoctonia and Tolerance to Rhizomania. *Res. Ach. for Field and Horticulture Crops.* 8:117-134.
- Ebrahimi, M., and E. Miri Karbasak. 2016. Investigation effect of humic acid on germination, seedling growth and photosynthesis pigments of medicinal plant Isabgol (*Plantago ovata* Forssk). *Iranian J. Seed Sci. Res.* 3:35-46. (In Persian)
- Ghaffari Nejad, S.A., F. Nourgholipour, and M.N. Gheybi. 2020. Biostimulants and their Roles in Plant Physiology, Nutrient Absorption, and Tolerance to Abiotic Stresses. *Land Manage. J.* 8:47-67.
- Ghorbani, S., M. Khajeh Hosseini, and A. Ishi Rezaei. 2013. Effect of pretreatment of humic acid on germination and early seedling growth of maize (*Zea mays* L.). *Agron. Plant Breed.* 9:37-43. (In Persian)
- Gooding, M., A. Murdoch, and R. Ellis. 2000. The value of seeds. *Seed technol. biol. basis:*1-41.

- Ilkace, M.N., A. Saremirad, B. Abbaszadeh, and H. Salehi. 2020.** Role of Maternal Plant Nutrition with Chemical and Biological Fertilizers on Germination Characteristics of *Nepeta racemosa*. *Seed Res. J.* 10:54-64. (In Persian)
- ISTA. 1985.** International rules for seed testing. Rules 1985. *Seed Sci. Technol.* 1-3: 299-513.
- ISTA. 2018.** ISTA rules changes in seed germination testing at the beginning of the 21<sup>st</sup> century. The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland.
- Kaya, M.D., G. Okçu, M. Atak, Y. Cıkkılı, and Ö. Kolsarıcı. 2006.** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron.* 24:291-295.
- Majidi, A., G. Khalilzadeh, and F. Rejali. 2021.** Grain Yield and Some Agronomic Traits of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Influenced by Glycinebetaine and Humic Acid Application under dryland farming condition. *J. Agric. Sci. Sust. Prod.* 31:235-253. (In Persian)
- Mirzaei, M.R., and A. Rajabi. 2021.** Relationship of seed pericarp color with seed quality in sugar beet (*Beta vulgaris* L. var. *altissima* Döll). *Genet. Resour. Crop Evol.* 68:2093-2105.
- Moghbeli, T., and M.J. Arvin. 2015.** Effect of Seed Pretreatment on Germination Parameters, Growth, and Fruit Yield of Muskmelon (*Cucumis melo* var. *reticulatus* L.). *J. Crop Prod. Process.* 4:23-34.
- Monteiro, F., L. Frese, S. Castro, M.C. Duarte, O.S. Paulo, J. Loureiro, and M.M. Romeiras. 2018.** Genetic and genomic tools to assist sugar beet improvement: the value of the crop wild relatives. *Front. Plant Sci.* 9:74-85.
- Orazizadeh, M., A. Rajabi, D. Fatholah Taleghani, M. Ahmadi, S. Vahedi, M. Aghaeizadeh, S. Sadeghian-Motahar, M. Chageni, V. Yosefabadi, S. Sadeghzadeh-Hemayati, M. Abdollahian-Noghabi, R. Mohammadian, M. Mirzaee, H. Ebrahimi-Koulaie, A. Jalilian, M. Fathi, S. Khodadadi, A. Nouroozi, and M. Rahnamaian. 2015.** Paya, The First Sugar Beet Monogerm Variety Tolerant to Drought in Iran. *Res. Achievements Field Hortic. Crops.* 4:31-42. (In Persian, with English Abstract)
- Orsi, M. 2014.** Molecular dynamics simulation of humic substances. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 1:1-14.
- Ozfidan-Konakci, C., E. Yildiztugay, M. Bahtiyar, and M. Kucukoduk. 2018.** The humic acid-induced changes in the water status, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense systems of wheat leaves with cadmium stress. *Ecotoxicol. Environ. Safe.* 155:66-75.
- Ranal, M.A., and D.G.d. Santana. 2006.** How and why to measure the germination process? *Brazilian J. Bot.* 29:1-11.
- Ribeiro, I.C., C. Pinheiro, C.M. Ribeiro, M.M. Veloso, M.C. Simoes-Costa, I. Evaristo, O.S. Paulo, and C.P. Ricardo. 2016.** Genetic diversity and physiological performance of Portuguese wild beet (*Beta vulgaris* spp. *maritima*) from three contrasting habitats. *Front. Plant Sci.* 7:1293.
- Soltani, A., S. Galashi, E. Zeinali, and N. Latifi. 2001.** Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Sci.* 30:51-60. (In Persian)
- Soltani, A., and V. Maddah. 2010.** Applied, Simple programs for Education and Research in Agronomy. Iranian Society Ecological Agriculture, Tehran, Iran. (In Persian)
- Tahir, M., M. Khurshid, M. Khan, M. Abbasi, and M. Kazmi. 2011.** Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere.* 21:124-131.
- Turan, M.A., B.B. Aşık, A.V. Katkat, and H. Celik. 2011.** The effects of soil-applied humic substances to the dry weight and mineral nutrient uptake of maize plants under soil-salinity conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca.* 39:171-177.
- Unlu, H.O., U. Husnu, and Y. Karakurt. 2011.** Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. *Sci. Res. Essays.* 6:2800-2803.
- Yildirim, E. 2007.** Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agric. Scand.* 57:182-186.

