تاثیر آماده‌سازی بذر با مواد محرک و خیساندن با آب بر رفتار جوانه‌زنی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)

Influence of seed priming with stimulants and water soaking on germination behavior of sugar beet (*Beta vulgaris* L.)

علی‌اصغر آبسالان[۱]، علی قنبری[۱*]، مهدی راستگو[۱]، شهرام نوروززاده[۲]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد– ایران.
۲- مرکز تحقیات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی. مشهد– ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: ghambari@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی رفتار جوانه‌زنی چغندرقند تحت تاثیر تیمارهای پرایمینگ، دو آزمایش جداگانه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در آزمایشگاه انجام شد. آزمایش اول به‌بررسی اثر زمان (سه، شش، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) و غلظت (۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ درصد) و دو نوع ماده محرک (سیداستارت و اسیدهیومیک) پرداخت. آزمایش دوم شامل بررسی زمان‌های مختلف پرایمینگ بذر (سه، شش، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) و دو روش خیساندن در آب (آب جاری و خیساندن در پتری دیش) بود. نتایج نشان داد که هر دو آزمایش تأثیر معنی‌داری بر بهبود جوانه‌زنی چغندرقند داشتند. کم‌ترین زمان (سه ساعت) و کم‌ترین غلظت (۲۵ درصد) سیداستارت و اسید هیومیک به‌ترتیب با ۵۹ و ۵۴ درصد، باعث بهبود جوانه‌زنی شدند. روش خیساندن در آب جاری به‌مدت ۴۸ ساعت با ۵۸ درصد جوانه‌زنی، تأثیر بهتری نسبت به تیمار خیساندن در پتری دیش (۴۵درصد) بر جوانه‌زنی داشت. به‌طورکلی تیمارهای آب جاری، خیساندن در پتری دیش، سیداستارت و اسیدهیومیک به‌ترتیب جوانه‌زنی را ۷۶، ۳۶، ۷۹ و ۶۴ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. تیمارها مشابه روند درصد جوانه‌زنی، بر سرعت جوانه‌زنی تاثیر گذاشتند. می‌توان تاثیر مواد محرک را به‌وجود موادغذایی و تاثیر آب‌شویی با آب جاری را به‌خاطر شستشوی مواد بازدارنده موجود در پوسته بذر عنوان کرد. براساس این نتایج، تیمار سیداستارت (با غلظت ۲۵ درصد به‌مدت سه ساعت) و آب‌شویی با آب جاری (به‌مدت ۴۸ ساعت)، بهترین تیمارها در بهبود جوانه‌زنی چغندرقند بودند.

واژگان کلیدی: آب‌شویی با آب جاری، اسیدهیومیک، محلول سیداستارت، زمان پرایمینگ، غلظت پرایمینگ

مقدمه

چغندرقند یکی از محصولات صنعتی بخش کشاورزی است که نقش مهمی در تأمین شکر مورد نیاز کشور ایران دارد (Yazdani and Rahimi, 2013). چغندرقند در اکثر مناطق ایران در اوایل بهار، که دمای هوا پایین است، کشت می‌شود و تحت این شرایط، جوانه‌زنی و سبزشدن محدود می‌گردد (Jalilian and Tavakol Afshari, 2005). همچنین، ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر که از یک سوم میزان نزولات سالانه جهانی (۷۰۰ میلی‌متر) کم‌تر می‌باشد، دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است (Kafi *et al*., 2000) که یک مشکل مهم در تولید کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک، جوانه‌زنی بهینه و استقرار گیاه است (Fatemi *et al*., 2013). در کشت چغندرقند از همان آغاز، علف‌های هرز از مشکلات عمده این زراعت به شمار می‌رود (Bassiri *et al*., 2013). با توجه به این‌که گیاهچه‌های گیاهان زراعی بلافاصله پس از جوانه‌زنی بزرگ‌تر از گیاهچه‌های علف‌های هرز است، این مزیت اولیه گیاهان زراعی می‌تواند از طریق روش‌هایی که سریع‌تر سبز شده و رشد اولیه سریعی داشته باشند، بهبود یابد (Klem *et al*., 2014). گیاهانی که زودتر سبز شوند، قادر به رشد در بالای گیاهان دیگر شده و با بهره‌گیری از شرایط مساعد نوری، سطح کانوپی خود را سریع‌تر و یکنواخت‌تر گسترش می‌دهند (Maestrini *et al*., 2004). موفقیت چغندرقند به عنوان گیاه زراعی، بستگی به جوانه‌زنی بذر، استقرار اولیه گیاهچه و توسعه سریع تاج‌پوش برگ دارد که اجازه استفاده مؤثر از تشعشعات خورشیدی موجود را می‌دهد (Thomas, 1999).

جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه، مراحل مهم در چرخه زندگی گیاه به‌ویژه تحت شرایط نامساعد محیطی هستند (Patade *et al*., 2009). جوانه‌زنی و سبز شدن کند یا پراکنده معمولاً منجر به تولید گیاهان کم‌تر و کوچک‌تر می‌شود که به تنش‌های زیستی و غیرزیستی مختلف، آسیب پذیرتر هستند (Ashraf and Foolad, 2005). دوره طولانی سبز شدن ممکن است منجر به زوال بستر بذر و افزایش فشردگی خاک گردد که باعث استقرار ضعیف توده گیاهی می‌شود (Tzortzakis, 2009). سبز شدن سریع و یکنواخت در مزرعه دو پیش شرط ضروری برای افزایش عملکرد، کیفیت و در نهایت سود بیش‌تر در گیاهان است. یکنواختی و ظهور گیاهچه‌های گیاهان بذر کاشت، تأثیر مهمی بر عملکردنهایی و کیفیت دارد (Tzortzakis, 2009). طی دو دهه گذشته، پرایمینگ بذر یک روش رایج برای افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و افزایش استقرار گیاه در شرایط نامطلوب و نامساعد بسیاری از گیاهان زراعی مهم در مزرعه تبدیل شد (Fatemi *et al*., 2013;). پرایمینگ بذر یک روش فیزیولوژیکی پیش جوانه‌زنی است که کارآیی بذر را بهبود داده (Beckers and Conrath, 2007) و جوانه‌زنی سریع‌تر و هم‌زمان بذرها را فراهم می‌کند (Patade *et al*., 2009). در پرایمینگ بذر، بذرها تا حدی هیدراته می‌شود و فرآیندهای جوانه‌زنی آغاز می‌گردد، اما ظهور ریشه‌چه اتفاق نمی‌افتد (Farooq *et al*., 2009). پرایمینگ در مناطق گرمسیری نیمه خشک، موجب افزایش سبز شدن و بهبود تراکم بهتر گیاه در واحد سطح (Atreya *et al*., 2009) ، تحمل بیش‌تر گیاه به خشکی (Harris *et al*., 2001) ، گل‌دهی و رسیدگی زودتر و عملکرد بالاتر دانه می‌شود (Shad *et al*., 2001). جوانه‌زنی بذرهای تیمارشده، حساسیت کم‌تری به دما و کمبود اکسیژن نسبت به بذرهای پرایمینگ نشده، داشتند (Ashraf and Foolad , 2005). تکنیک‌های مختلف پرایمینگ بذر، عبارتند از هیدروپرایمینگ (خیساندن در آب)، هالوپرایمینگ (خیساندن در محلول‌های نمکی غیرآلی)، اسموپرایمینگ (خیساندن در محلول‌های اسمزی آلی مختلف)، ترموپرایمینگ (تیمار بذر با دماهای پایین یا بالا)، پرایمینگ با ماتریکس جامد (تیمار بذر با ماتریکس‌های جامد)، پرایمینگ با هورمون‌های رشد گیاه و بیوپرایمینگ (خیساندن با استفاده از ترکیبات بیولوژیکی که بذر با باکتری پوشانده شده) و پرایمینگ با مواد محرک رشد هریک از تیمارها دارای مزایا و معایبی هستند و ممکن است اثرات مختلفی بسته به گونه

گیاهی، مرحله نموی گیاه، غلظت/دز عامل پرایمینگ و طول مدت تیمار داشته باشند (Ashraf and Foolad, 2005). هیدروپرایمینگ، یک روش ساده پرایمینگ است که نیـاز به تجهیـزات خاصـی ندارد و از آب مقطـر به‌عنـوان ماده پرایمینـگ استفاده می‌شود. این روش احتمالاً ارزان‌ترین روش پرایمینگ است (Moradi and Younesi, 2009). از اسید هیومیک برای تیمـار بذر قبـل از کاشت استفاده می‌شود (Waqas *et al*., 2014; Asadi *et al*., 2013; Ali *et al*., 2014). اسید هیومیک یک جزو اصلی از مواد هوموسی است که توسط تجزیه بیولوژیکی مواد آلی مرده تولید می‌شود (Ali *et al*., 2014). مواد آلی دارای خصوصیات شبه هورمون هستند و باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، توسعه ریشه و رشد سریع بخش‌های هوایی گیاهان می‌شود (Tan, 2003). شستشوی بذرهای چغندرقند با آب از طریق از بین بردن ترکیبات شیمیایی ممانعت کننده موجود در پوسته بذر بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌های چغندرقند تأثیر می‌گذارد (Franzen *et al*., 2005). چنانچه بتوان با روش پرایمینگ جـوانه‌زنی بذور چغندر قند را بهبود بخشید، می‌توان شاهد افزایش قدرت اولیه بذور در شرایط تنش خشکی و رقابت با علف‌های هرز بود که در نهایت موجب افزایش درصد و سرعت سبز شدن بذر خواهد شد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پرایمینگ بذر با روش‌های مختلف در غلظت و زمان‌های متفـاوت بر بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی بذر چغندر قند بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی جهت تاثیرپذیری جوانه‌زنی بذر چغندرقند از روش‌های مختلف پرایمینگ در قالب دو آزمایش در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. بذر چغندرقند مورد استفاده رقم لاتی تیا بود. آزمایش اول به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل نوع ماده پرایمینگ با موادمحرک رشد و جوانه‌زنی سیداستارت (Seed-Start ™) و اسید هیومیک، زمان پرایمینگ بذر (سه، شش، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) و غلظت ماده پرایمینگ (۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ درصد) بودند. با توجه به‌مقدار توصیه شده برای کاربرد تیمار بذری محرک‌های مورد آزمایش (سیداستارت و اسیدهیومیک) در بروشور شرکت تولیدکننده، غلظت مصـرف برای پرایمینگ بذر بر اساس وزن بذر چغندرقند برآورد گردید. غلظت‌های مصرفی ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ درصد به‌ترتیب برابر مقادیر ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌لیتر در کیلوگرم وزن بذر می‌باشند. تمام تیمارهای بذر در داخل فالکون‌های ۵۰ میلی‌لیتر انجام‌گرفت، به‌طوری‌که حجم ۱۰ میلی‌لیتراز آب شیر به‌همراه مقدار لازم از مواد محرک با پنج گرم بذر چغندرقند برای مدت زمان مورد نظر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. محلول غذایی با نام تجاری سیداستارت برای افزایش رشد اولیه و بهبود سلامت گیاه تولید شد. از مزایای محلول سیداستارت می‌توان به افزایش قابل توجه رشد اولیه ریشه و افزایش ریزسازواره‌های مفید در منطقه ریشه و همچنین، تولید گیاهچه‌های سالم و قوی‌تر اشاره کرد (بی‌نام، ۲۰۱۵). طبق اظهار نظر شرکت سازنده آن، محلـول غذایی سیداستارت را می‌توان به‌صورت بذر مال، غوطه‌ور کردن گیاهچه در محلول و پاشش محلول در مزرعه به‌کار برد. محلول سیداستارت دارای عناصر پرمصرفی مانند نیتروژن (۱/۶۹ درصد)، پتاسیم (۲/۱۴ درصد)، فسفر محلول در آب (۱/۵۴ درصد)، کلسیم (۴/۱۷ درصد) و سولفور (۱/۶۹ درصد) و سایر عناصر کم‌مصرف (مانند منگنز، روی، مولیبدن، منیزیم، آهن، مس و بـور) می‌باشد. pH این محلول حدود ۶-۷ گزارش گردید. آزمایش دوم نیز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل روش خیساندن بذر (آب جاری و خیساندن در پتری دیش (یا هیدروپرایمینگ) و زمان پرایمینگ بذر (سه، شش، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) بودند. قابل ذکر است که برای تیمار پرایمینگ با آب جاری پنج گرم بذر در داخل توری‌های نخی در داخل ظرف چهار لیتری به دهانه ۲۵ سانتی‌متر در زیر شیر آب که برای مدت زمان مورد نظر به‌طور مداوم باز بود قرار گرفت. پیش از شروع هر آزمایش، بذرها به‌مدت ۳۰ ثانیه در محلول هیپوکلریدسدیم

۲۰ درصد ضدعفونی و سپس به‌طور کامل شستشو شدند. پس از اعمال تیمارها، بذرها در پتریش‌های نه سانتی‌متر ضدعفونی شده حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک چیده شدند. در هر پتری‌دیش، ۲۵ بذر قرارگرفت. پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی گذاشته شدند. شمارش بذور جوانه‌زده هر روز و به‌مدت چهارده روز صورت‌گرفت. معیار جوانه‌زنی بذور، رشد ریشه‌چه حداقل به طول پنج میلی‌متر در نظر گرفته شد. درصد جوانه‌زنی نهایی در پایان آزمایش محاسبه شد. همچنین، سرعت جوانه‌زنی به روش ماگویر (۱۹۶۲) و با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد:

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di} \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله S_i تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش و D_i تعداد روز شمارش تا روز n می‌باشد. قبل از آزمون تجزیه واریانس، نرمال بودن داده‌ها بررسی و با وجود تایید نرمال بودن هیچ گونه تبدیل داده‌ای انجام نشد. ابتدا آنالیز داده‌های هر آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بدون تیمار شاهد انجام و بعد با انتخاب تیمارهای برتر پرایمینگ در این آزمایش‌ها، در قالب آنالیز رگرسیونی با تیمار شاهد مقایسه شدند که از یک مدل سیگوئیدی سه پارامتری استفاده شد (معادله دو):

$$Y= a/(1+\exp(-(x-x_0)/b$$

که در این معادله Y درصد جوانه‌زنی در زمان‌های مختلف (x)، a حداکثر درصد جوانه‌زنی، x_0 مدت زمان لازم جهت رسیدن به ۵۰ درصد از حداکثر جوانه‌زنی و b شیب مدل می‌باشد. تجزیه واریانس با نرم‌افزار Minitab16.2 و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد. برای برازش مدل رگرسیونی (رگرسیون سیگموئیدی سه پارامتری) از نرم‌افزار Sigmaplot 12.5 استفاده شد.

نتایج و بحث

الف- تاثیر سیداستارت و اسیدهیومیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کلیه اثرات ساده (ماده، غلظت و مدت زمان) و اثرات متقابل بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی چغندرقند در سطح یک درصد ($p\leq0.01$) تاثیر معنی‌دار داشتند (جدول یک). اثر ساده ماده نشان داد که سیداستارت با ۲۹/۴۴ درصد نسبت به اسیدهیومیک با ۲۳/۴۰ درصد اختلاف معنی‌داری داشت. سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر ماده سیداستارت بالاتر و اختلاف معنی‌دار با اسیدهیومیک داشت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر چغندرقند در پیش‌تیمار بذر با سیداستارت و اسیدهیومک

Table 1. Analysis of variance of germination traits of sugar beet seed in pre-treatment with Seed- Start and Humic acid

			M.S	میانگین مربعات
Source of variation	منبع تغییرات	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی(بذر در روز) Germination rate (seed day^{-1})
Stimulant	ماده محرک	1	1823.20 **	4.7235 **
Time	زمان	4	3133.26 **	7.6197 **
concentration	غلظت	4	687.76 **	2.0900 **
Stimulant * Time	ماده محرک × زمان	4	1017.49 **	2.5926 **
Stimulant * Concentration	ماده محرک × غلظت	4	318.41 **	0.5978 *
Time*Concentration	زمان × غلظت	16	312.17 **	0.7282 **
Stimulant * Concentration*Time	ماده محرک × غلظت × زمان	16	284.66 **	0.6422 **
Error	خطا	150	83.22	0.2153

ns : بدون اثر معنی‌دار * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

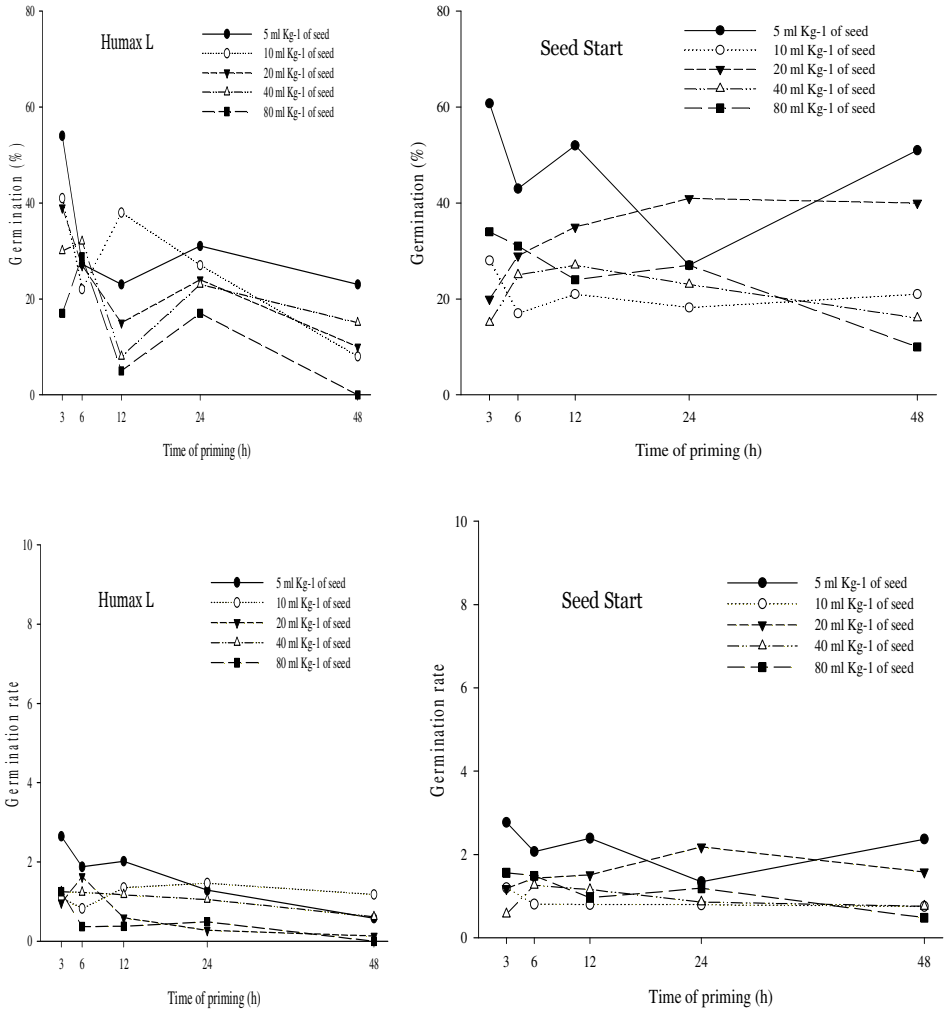
ns: Non-significant;* and **: significant at 5% and 1%, respectively.

اثر ساده زمان نشان داد که با افزایش زمان پرایمینگ از سه تا ۴۸ ساعت از درصد و سرعت جوانه‌زنی چغندرقند کاسته شد. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب در زمان سه ساعت پرامینگ با ۴۱/۴۸ درصد و زمان ۴۸ ساعت پرامینگ با ۱۸/۲۰ درصد مشاهده شد. اثر ساده غلظت نشان داد با افزایش غلظت از ۲۵ تا ۴۰۰ درصد، میزان جوانه‌زنی چغندرقند کاسته گردید. بدین صورت که غلظت ۲۵ درصد با ۳۱/۶۰ و غلظت ۴۰۰ درصد با ۲۰/۵۸ درصد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را داشت. برای صفت سرعت جوانه‌زنی نیز روند اثرات زمان پرایمینگ و غلظت دیده شد. پس می‌توان بیان کرد که کم‌ترین زمان (سه ساعت) و کم‌ترین غلظت پرایمینگ (۲۵ درصد) از مواد سید استارت و اسید هیومیک برای بهبود جوانه‌زنی بذر چغندرقند مطلوب می‌باشد. سیداستارت (با زمان سه ساعت و غلظت ۲۵ درصد) و اسیدهیومیک (با زمان سه ساعت غلظت ۲۵ درصد) به‌ترتیب با ۶۰/۷۸ درصد و ۵۴/۰۰ درصد بیش‌ترین مقدار درصد جوانه‌زنی را به دست آورد (شکل یک). از طرفی اسیدهیومیک (با زمان ۴۸ ساعت و غلظت ۴۰۰ درصد) و اسیدهیومیک (با زمان ۱۲ ساعت و غلظت ۴۰۰ درصد) و به‌ترتیب با صفر و پنج درصد کم‌ترین مقدار درصد جوانه‌زنی را دارا بودند. دقیقا مشابه درصد جوانه‌زنی همین روند برای صفت سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد. از این اطلاعات می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش زمان و غلظت پرایمینگ با مواد سیداستارت و اسیدهیومیک از جوانه‌زنی چغندر قند کاسته می‌شود. به این عبارت که در این حالت این مواد به‌جای اثر تحریک کنندگی، حالت سمیت پیدا نمود و باعث کاهش جوانه‌زنی گردید. مشابه این امر، مسمویت ناشی از یون‌های کلر و سدیم در نمک کلریدسدیم برای کاهش جوانه‌زنی گزارش شد (Hamzei *et al*., 2013). بررسی اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که ماده با توجه با نتایج در شکل یک، همانطور مشاهده شد در بعضی موارد افزایش و کاهش و سپس افزایش در درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر چغندرقند دیده شد که از این پدیده به‌عنوان اثر دندانه اره‌ای (sow effect) نام برده می‌گردد. در غلظت‌های مشخصی باعث بهترین واکنش از سوی گیاه گردید و در غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر اثر کم‌تری را دارد (Khazaei *et al*., 2013). نتایج رمضانی و همکاران (Ramezani *et al*., 2012) با بررسی غلظت و زمان روش‌های مختلف پرایمینگ بذر کلزا نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در مدت زمان‌های دو و شش ساعت به‌ترتیب با ۷۴/۱۷ و ۶۹/۲۸ درصد بود. همچنین بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۰/۲۸) مربوط به پیش تیمار با ماده پلی اتیلن گلایکول با غلظت پنج درصد بود که با افزایش غلظت این ماده تا۱۰ درصد، جوانه‌زنی به ۷۹/۷۲ درصد کاهش یافت. همچنین آزمایشات نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در زمان دو ساعت نسبت به زمان‌های چهار و شش ساعت بیش‌تر بود. با افزایش غلظت مواد پیش‌تیمار بذری (پلی‌اتیلن گلایکول، کلریدپتاسیم و نیترات پتاسیم) از سرعت جوانه‌زنی کاسته شد. طبق گزارش چراغی و همکاران (Cheraghi *et al*., 2012) افزایش زمان پرایمینگ با نیترات پتاسیم باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی شد، درحالی‌که کلرید سدیم باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه گلپر ایرانی (*Heracleum persicum* Desf.) گردید. همان‌طورکه قبلا ذکرشد، محلول غذایی سیداستارت دارای عناصر پرمصرف و کم‌مصرف است به‌واسطه داشتن عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و فسفر محلول افزایش مدت زمان پرایمینگ باعث ایجاد مسمومیت جوانه‌زنی بذر چغندرقند شد. همچنین، مدت زمان هشت ساعت پرایمینگ نسبت به ۱۶ و ۲۴ ساعت باعث بهبود جوانه‌زنی پیاز شد (Khodadai *et al*., 2003). خزائی و همکاران (Khazaei *et al*., 2013) به بررسی جوانه‌زنی بذر تریتیکاله تحت تاثیر نوع ماده هیومیک (اسیدهیومیک و اسیدفلوویک)، غلظت (صفر، ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر) و دو نوع رقم پرداختند. نتایج آنها حاکی از تاثیرگذاری بهتر اسید فلوویک، غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر و تفاوت در واکنش نوع رقم استفاده شده بر صفت سرعت جوانه‌زنی بذر و خصوصیات دانه‌رست ترتیکاله بود. مطالعات حاکی از تاثیر مثبت مقادیر متوسط مواد

هیومیکی بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) (Turkman *et al*., 2005) و ری گراس (*Lolium multiflorum* L.) (Asadi *et al*., 2013) بود. اسدی و همکاران (Asadi *et al*., 2013) دلیل این افزایش را جذب بیش‌تر عناصرغذایی مانند نیتروژن و فسفر نسبت با شاهد عنوان‌کردند. برخی از منابع اثر مواد هیومیکی بر تحریک جوانه‌زنی گیاهان را دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمون‌های گیاهی به خصوص اسید جیبرلیک) و اثر غیرمستقیم (جذب بهتر عناصر غذایی) و بر بهبود نفوذپذیری غشای در اثر کاربرد موادهیومیکی تاکید دارند (Muscolo *et al*., 1999).

ب- تاثیر آب‌شویی و هیدروپرایمینگ

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده روش و زمان، تأثیر معنی‌داری ($p\leq0.01$) بر درصد جوانه‌زنی چغندرقند داشت، ولی اثر متقابل عوامل مورد بررسی بر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول دو). از طرفی، همه اثرات ساده و متقابل برای صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد از نظر آماری معنی‌دار بودند.



شکل ۱- درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر چغندرقند تحت تأثیر غلظت‌های مختلف مواد محرک جوانه‌زنی در زمان‌های متفاوت

Figure 1. Effect of different concentrations of stimulants at various times on germination percent and germination rate of sugar beet seed

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر چغندرقند در پیش‌تیمار بذر با آب جاری و خیساندن در پتری دیش

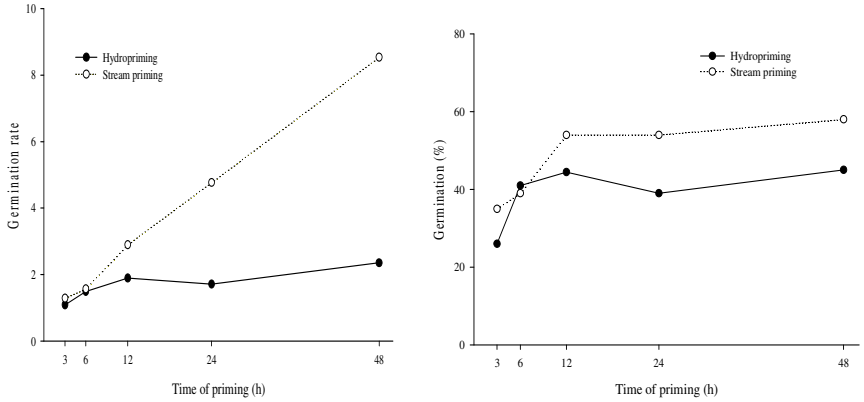
Table 2. Analysis of variance of germination traits of sugar beet seed in pre-treatment with running water and soaking in petri-dish

		M.S	میانگین مربعات	
S.o.v	منبع تغییرات	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی(بذر در روز) Germination rate (seed day^{-1})
Method	روش	1	793.6 **	44.356 **
Time	زمان	4	574.1 **	23.108 **
Method * Time	روش × زمان	4	86.6 ns	13.252 **
Error	خطا	30	116.2	0.740

ns: بدون اثر معنی‌دار * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: Non-significant;* and **: significant at 5% and 1%, respectively.

نتایج اثر ساده نوع روش نشان داد که روش آب‌شویی با آب جاری (۴۸ درصد) نسبت به روش هیدروپرایمینگ (خیساندن در پتری دیش) (۳۹/۰۹ درصد) اختلاف معنی‌داری دارد. همچنین اثر ساده مدت زمان نشان داد که با افزایش زمان از سه تا ۴۸ ساعت درصد جوانه‌زنی از ۳۰/۵۰ تا ۵۱/۵۰ درصد افزایش یافت. با این وجود بین زمان ۴۸ با ۱۲(۴۹/۲۲درصد) و ۲۴ ساعت (۴۶/۵۰ درصد) اختلاف معنی‌دار وجودنداشت. اثر متقابل نشان داد که روش آب جاری با ۴۸ ساعت، ۲۴ ساعت و خیساندن در پتری دیش با ۴۸ ساعت به ترتیب با ۵۸/۰۰، ۵۴/۰۰ و ۴۵/۰۰ درصد بالاترین و روش خیساندن با سه ساعت و آب جاری با سه ساعت به ترتیب با ۲۶/۰۰ و ۳۵/۰۰ درصد کم‌ترین مقدار درصد جوانه‌زنی را شامل به‌دست آوردند (شکل دو).



شکل۲- تأثیر زمان‌های متفاوت آب جاری و هیدروپرایم(خیساندن در پتری دیش) بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر چغندرقند

Figure 2. Effect of various times of running water and hydro priming (soaking in a Petri dish) on germination percent and germination rate of sugar beet seed

سرعت جوانه‌زنی نیز مشابه روند درصد جوانه‌زنی، تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل قرارگرفت. در هر دو روش با افزایش مدت زمان بر سرعت جوانه‌زنی افزوده شد، اما شیب افزایش در روش آب‌شویی با آب جاری بسیار بیش‌تر بود که نشان از تأثیرگذاری بیش‌تر این روش می‌باشد. احتمالا برتری این روش به این دلیل است آب‌شویی با آب جاری باعث شستشوی مواد بازدارنده بذر و دور از در دسترس

قراردادن آن‌ها برای بذر شد، درحالی‌که در روش خیساندن در پتری دیش علاوه بر شستشوی مواد از پوسته بذر باز هم مواد در پتری دیش در کنار بذر قراردارند که جوانه‌زنی کندتر انجام می‌شود. مدت زمان مناسب برای آماده‌سازی از عوامل مهم در انجام عملیات پیش‌تیمار بذری به‌حساب می‌آید. ممکن است طولانی شدن زمان پرایمینگ بذر باعث خروج ریشه‌چه و از در نتیجه از بین رفتن مزیت پرایمینگ شود. افزایش مدت زمان جذب آب توسط بذر در مورد بذوری که سرعت جذب آب بالایی دارند باعث ایجاد مشکل در جوانه‌زنی شد(McDonald, 2000). افزایش مدت زمان پرایمینگ بیش از ۲۴ ساعت باعث کاهش صفات جوانه‌زنی بذر همیشه بهار گردید (Amanpour-Balaneji *et al*., 2010). افزایش زمان هیدروپرایمینگ بذر گوجه فرنگی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، نشت مواد متابولیکی از بذر و گسترش فعالیت ریزسازواره‌ها و قارچ‌ها و در نتیجه پیری زودرس بذر شد (Penalosa and Eira, 1993). همچنین نتایج جباری و همکاران (Jabbari *et al*., 2012) با بررسی زمان‌های هیدروپرایمینگ (۲۴ و ۴۸ ساعت) نشان داد که زمان ۲۴ ساعت باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) نسبت به‌زمان ۴۸ ساعت و تیمار شاهد شد. هرچند که تیمارها (زمان‌های هیدروپرایمینگ و شاهد) بر سرعت جوانه‌نی تاثیر معنی‌داری نشان ندادند.

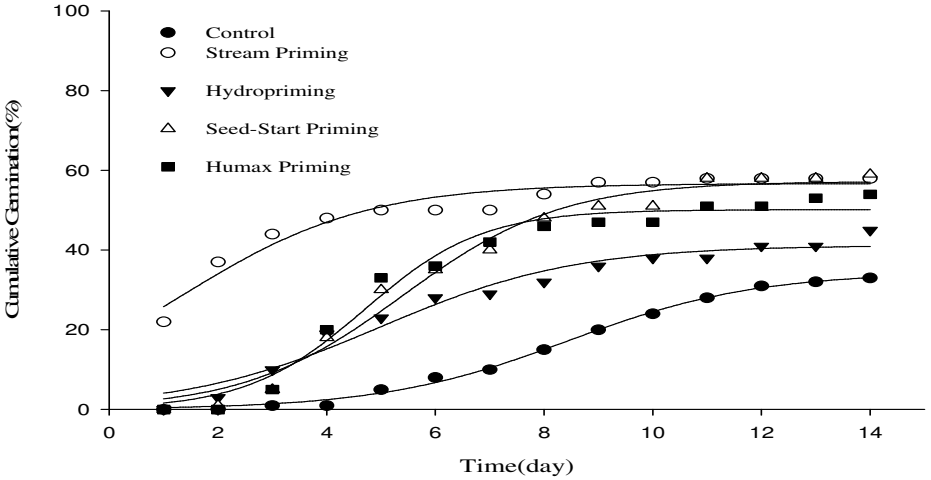
پریکارپ اطراف بذر چغندرقند مانع رسیدن آب و اکسیژن به آن می‌شود که با شستشوی بذر این موانع برطرف می‌گردد (Jalilian and Tavakol Afshari, 2005.). همچنین در اثر شستشو و جذب آب توسط دیواره بذر، نیروی فشار ناشی از آماس آب جذب شده (طی آب نوشی بذر)، باعث باز شدن نسبی پریکارپ و کاهش فشار فیزیکی ممانعت کننده موجود شده و نفوذ آب و اکسیژن و خروج آسان‌تر ریشه‌چه در هنگام جوانه‌زنی را سبب می‌گردد که در نهایت افزایش عملکرد ریشه و قند در واحد سطح را در پی خواهد داشت. نتایج حاکی از آن است که پرایمینگ بذر گوجه‌فرنگی با روش خیساندن در ورمی کولایت (به‌مدت ۲۴ ساعت) مرطوب باعث بهبود خصوصات جوانه‌زنی در دماهای پایین شد (Nikzad and Amooaghaie, 2013). همچنین گزارش گردید که پرایمینگ بذر نخود با روش خیساندن در آب (۱۲ ساعت) باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و تحمل به تنش شوری نسبت به تیمار شاهد شد و حتی تولید گرهک در ریشه نخود را نیز افزایش داد.

هیدرو پرایمینگ یکی از روش‌های کلیدی، ساده و مقرون به‌صرفه هست که تاثیر زیادی بر افزایش عملکرد داشت (Harris *et al*., 2001). حمزئی و همکاران (Hamzei *et al*., 2013) با بررسی اثر پیش تیمار بذر چغندرقند تحت چندین روش (نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و هیدروپرایمینگ) بر رشد و عملکرد آن، نتیجه گرفتند که بیش‌ترین عملکرد ریشه (۶۳/۲ تن در هکتار)، عملکرد قند ناخالص (۱۰/۷ تن در هکتار) و عملکرد قندخالص (۸/۱ تن در هکتار) مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ است. از این رو، هیدروپرایمینگ به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌های پیش‌تیمار بذر می‌تواند در بهبود عملکرد کمی و کیفی چغندرقند مفید واقع شود.

بررسی روند جوانه‌زنی تجمعی بذر چغندرقند تحت تاثیر تیمارهای مختلف آماده‌سازی

برای مقایسه درصد جوانه‌زنی تجمعی، بهترین تیمارها با توجه به نتایج قبل انتخاب شدند و مورد مقایسه قرارگرفتند (شکل سه). این تیمارها عبارتند از پیش تیمار اسیدهیومیک (غلظت ۲۵ درصد به مدت سه ساعت)، پیش تیمار سیداستارت (غلظت ۲۵ درصد به‌مدت سه ساعت)، قرارگیری در معرض آب جاری (به‌مدت ۴۸ ساعت)، خیساندن در پتری دیش (هیدروپرایمینگ) (به‌مدت ۴۸ ساعت) و شاهد (عدم آماده‌سازی). روند درصد جوانه‌زنی تجمعی در طی زمان ترسیم و مدل رگرسیون سیگموئید سه پارامتری برای هر کدام جداگانه برازش داده شد (شکل سه). همانطور که مشخص است در اولین روز شمارش تنها تیمار آب جاری است که با ۲۲ درصد بالاترین جوانه‌زنی را دارد، در

حالی‌که در بقیه تیمارها هیچ گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد. به‌عبارت دیگر در این تیمار جوانه‌زنی زودتر اتفاق افتاد. برای تفسیر بهتر نتایج از اطلاعات برازش مدل‌ها استفاده می‌شود (جدول سه).



شکل ۳- تأثیر پیش تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی تجمعی بذر چغندرقند

Figure 3. Effect of different pre-treatments on cumulative germination of sugar beet seed

جدول ۳- برازش مدل سیگموئید سه پارامتری بر روند درصد جوانه‌زنی تجمعی بذر چغندرقند تحت تاثیر پیش‌تیمارهای مختلف بذر

Table 3. Fit of three-parameter Sigmoid model on cumulative germination curve of sugar beet seed at different seed pre-treatment

Treatment	تیمار	حداکثر مقدار جوانه‌زنی مشاهده شده Maximum germination observed	a (حداکثر مقدار جوانه‌زنی برآورد شده توسط مدل) a (maximum germination estimated by the model	b (شیب خط) b (slop)	x_0(مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی) X_0 (time to 50% of germination)	R^2
Control	شاهد	33	34.394 (0.768)	1.729 (0.094)	8.438 (0.130)	0.997
Running water (48 h)	آب جاری (۴۸ ساعت)	58	56.686 (1.089)	1.705 (0.282)	1.306 (0.233)	0.943
Soaking in petri-dish	خیساندن در پتری دیش (۴۸ ساعت)	45	41.157 (1.586)	1.794 (0.269)	4.966 (0.301)	0.968
Seed-Start (25% *3 h)	سید استارت (۲۵ درصد به مدت ۳ ساعت)	59	57.234 (1.636)	1.456 (0.178)	5.404 (0.207)	0.982
Humicacid (25% *3h)	اسید هیومیک(۲۵ درصد به مدت ۳ ساعت)	54	50.138 (1.331)	1.083 (0.160)	4.696 (0.185)	0.978

اعداد داخل پرانتز خطای معیار (Standard of Error) پارامتر می‌باشند.

Number in parenthesis indicates Standard of Error of parameter

مدل مربوطه برای تمام تیمارها برازش مناسبی نشان داد (R^2>۰/۹۴). همان‌طور که از جدول مشخص است ستون اول حداکثر جوانه‌زنی مشاهده شده، از انجام این آزمایش است، درحالی‌که ستون دوم (a) حداکثر مقدار جوانه‌زنی پیش بینی شده توسط مدل می‌باشد. که هر چه این اعداد بیش‌تر باشند به معنای جوانه‌زنی بیش‌تر تحت تاثیر آن تیمار است. در این آزمایش تیمارهای آماده‌سازی با

سیداستارت و آب‌شویی با آب جاری به‌ترتیب با ۵۹ و ۵۸ درصد بالاترین و تیمار شاهد با ۳۳ درصد جوانه‌زنی کم‌ترین مقدار جوانه‌زنی را به‌خود تخصیص دادند. با توجه به داده‌های حداکثر جوانه‌زنی مشاهده شد، تیمارهای آب جاری، خیساندن در پتری دیش، سیداستارت و اسیدهیومیک به‌ترتیب جوانه‌زنی را ۷۶، ۳۶، ۷۹ و ۶۴ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. پارامتر b، شیب خط در محل x_0 بود. پارامتر x_0 یا همان مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد از جوانه‌زنی کل، بیانگر سرعت جوانه‌زنی است. هرچه این عدد کم‌تر باشد یعنی جوانه‌زنی زودتر اتفاق افتاده است. با توجه به‌نتایج جدول تیمار آب جاری کم‌ترین (۱/۳ روز) و تیمار شاهد بیش‌ترین (۸/۴۳ روز) مقدار را شامل شدند. بدین معنی که تیمار پرایمینگ با آب جاری (۴۸ ساعت) در بین تیمارها بهترین تاثیر را در افزایش سرعت جوانه‌زنی که یک عامل مهم در یکنواخت سبزشدن بذور باشد را ایفا می‌کند. استقرار سریع تر ناشی از پرایمینگ بذر ممکن است باعث توسعه سریع‌تر، گل‌دهی زودتر و عملکرد بالاتر شود. در همین راستا محققان معتقدند که یکنواختی خروج گیاهچه‌های پرایم شده با جلوگیری از ظهور تدریجی گیاهچه‌ها باعث می‌شود که در زمان برداشت، گیاهانی با دروه رشدی متفاوت وجود نداشت (Harris *et al*., 2001).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج، بهترین تیمار از نظر سرعت و درصد جوانه‌زنی تیمار خیساندن با آب جاری به‌مدت ۴۸ ساعت است. هر چند در طول ۱۴ روز آزمایش، درصد نهایی جوانه‌زنی آن در مجموع نزدیک با تیمارهای سیداستارت و اسید هیومیک بود. در مورد محرک‌های رشد مورد استفاده، اعمال تیمار پرایمینگ با غلظت ۲۵ درصد به مدت سه ساعت نتیجه بهتری حاصل شد. می‌توان اذعان کرد که تیمار خیساندن با آب جاری به‌مدت ۴۸ ساعت از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه و قابل توصیه است. هر چند که محرک‌های رشدی (سیداستارت و اسید هیومیک)، با توجه با داشتن مواد برای رشد گیاه پس از مرحله جوانه‌زنی ممکن است از لحاظ اقتصادی به صرفه باشند.

منابع References

امان پور بالانجی، ب.، صدفی، م. و پیرزاد، ع.ر. ۱۳۸۹. تاثیر غلظت و مدت پرایمینگ با کلرید سدیم بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه همیشه بهار. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۲۱۶۹–۲۱۷۲.

جباری، ر.، امینی دهقی، م.، گنجی ارجنکی، ف. و آگاهی، ک. ۱۳۹۰. تاثیر مدت و روش‌های پرایمینگ بر جوانه‌زنی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.). مجله دانش زراعت، ۴: ۲۳-۳۰

بی نام. ۲۰۱۵. http://www.nutri-tech.com.au/.

جلیلیان، ع. و توکلی افشاری، ر. ۱۳۸۳. مطالعه اثر اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر چغندرقند در شرایط تنش خشکی. مجله علمی کشاورزی، ۲۷: ۲۳-۳۵

چراغی، ف.، محمودی، س. جامی الا حمدی، م. و پارسا، س.، ۱۳۹۰. بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاه دارویی گلپر ایرانی (*Heracleum persicum* Desf.) تحت تاثیر آماده‌سازی بذر. مجله داروهای گیاهی، ۲: ۲۲۹-۲۳۸.

حمزه‌ئی، ج.، شایان فرد، ر. و فتوحی، ک. ۱۳۹۱. اثر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم چغندرقند (*Beta vulgaris* L.). مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۶: ۱۵۵-۱۶۴.

خدادادی، م.، امید بیگی، ر.، مجیدی، ا. و خوش خلق سیما، ن.ا. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر آماده‌سازی (پرایمینگ) پیاز خوراکی رقم سفید کاشان بر ویژگی‌های جوانه‌زنی آن در شرایط تنش شوری. مجله علوم خاک و آب، ۱۷: ۳۹-۴۷.

خزائی، ح.ر.، نظامی، ا.، عیشی رضایی، ا.، سعیدنژاد، ا.ح. و پورامیر، ف. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر غلظت و نوع ماده هیومیکی به‌عنوان پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی و خصوصیات دانه رست‌های دو رقم تریتیکاله (Triticosecale hexaploide Lart). نشریه بوم‌شناشی کشاورزی، ۴: ۲۷۳-۲۸۱.

نیک نژاد چاشتری، خ. و عمو آقایی، ر. ۱۳۹۲. تاثیر پرایمینگ بر جوانه‌زنی دانه‌های گوجه‌فرنگی در دماهای زیر بهینه. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۶: ۲۲۶-۲۳۷

Ali, H., Akbar, Y., Razaq, A., and Muhammad, D. 2014. Effect of Humic acid on root elongation and percent seed germination of wheat seeds. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7: 196-201.

Asadi, M., Sedghi, M., and Seyed Sharifi, R. 2013. Effects of Humic acid on the germination traits of pumpkin seeds under cadmium stress. Notulae Scientia Biologicae, 5:480-484.

Asenjo, M.C.G., Gonzalez, J.L., and Maldonado, J.M. 2000. Influence of Humic extracts on germination and growth of ryegrass. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 31: 101-114.

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223-271.

Atreya, A., Vartak, V., and Bhargava, S. 2009. Salt priming improves tolerance to desiccation stress and extreme salt stress in *Bruguiera cylindrica*. International Journal of Integrative Biology, 6: 68-73.

Bassiri, K., Najafi, H., Mirhadi, M.J., and Veisi, M. 2013. The effect of integrated control methods of broadleaf weeds density on sugar beet yield in Kermanshah zone. Journal of Sugar Beet, 28: 87-91.

Beckers, G.J.M., and Conrath, U. 2007. Priming for stress resistance: from the lab to the field. Current Opinion in Plant Biology, 10: 425–431.

Buyukalaca, S. 1999. The effect of NACL priming on salt tolerance in melon seedlings. Acta Horticulture, 492: 77-84.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Ahmad, N., and Saleem, B.A. 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. Journal of Agronomy and Crop Science, 195: 237-246.

Fatemi, H., Ameri, A., Mohammadi, S., and Astaraee, A. 2013. Influence of salicylic acid and humic acid on salinity stress tolerance during seed germination of (*Lens culinaris* medik). Journal of Current Research in Science, 1: 396-399.

Franzen, D.W., Anfirud, M., and Carson, P. 2005. Sugarbeet rooting depth. Sugarbeet Research and Extension Reports, 35: 105-108.

Harris, D.A., Pathan, K., Gothkar, P., Joshi, A., and Chivasa, W. 2001. On-farm seed priming: Using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Systems, 69: 151-164.

Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Sharifi, H., and Goldani, M. 2000. Plant Physiology (volume 2). Jahad Daneshgahi of Mashhad Press. (translated in Persian)

Klem, K., Rajsnerová, P., Novotná, K., Urban, O., and Marek, M.V. 2014. Effect of the relative time of emergence on the growth allometry of *Galium aparine* in competition with *Triticum aestivum*. Weed Biology and Management, 14: 262–270.

Maestrini, C., Fontana, F., Donatelli, M., Bellocchini, G., and Poggiolini, S. 2004. A frame to model specific leaf area in sugar beet. Proceedings of the 8th ESA Congress, p. 301-302.

McDonald, M.B. 2000. Seed priming. p. 287-325. In M. Black and J.D. Bewley (ed.) Seed Technology and Its Biological Basis. Sheffield Academic Press, England.

Moradi, A., and Younesi, O. 2009. Effects of Osmo- and Hydro-priming on Seed Parameters of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3: 1696-1700.

Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., and Nardi, S. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry, 31:1303-1311.

Patade, V.Y., Bhargava, S., and Suprasanna, P. 2009. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment 134: 24–28.

Ramezani, M., and Rezaei Sokht Abandani, R. 2012. Comparison of different time and priming concentration on the seedling charachteristics of winter rape seed sarigol. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 1: 145-159.

Shad, K.K., John, G.M., and Leigh, W.M. 2001. Germination of soybean seed primed in aerated solution of polyethylene glycol 8000. Journal of Biological Science, 1: 105–107.

Tan K.H. 2003. Humic Matter in Soil and Environment. Marcel Dekker, New york.

Thomas, T.H. 1999. Sugar Beet. p. 311-331. In D.L. Smith, C. Hamel (ed.) Crop Yield, Physiology and Processes. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Turkman, O., Demir, S., Sensoy, S., and Dursun, A. 2005. Effect of *Arbuscular Mycorrhizal* fungus and Humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Biological Sciences, 50: 574-565.

Tzortzakis, N.G. 2009. Effect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigour in endive and chicory. Journal of Horticultural Science, 36: 117-125.

Waqas, M., Ahmad, B., Arif, M., Munsif, F., Khan, A.L., Amin, M., Kang, S-M., Kim, Y-H., and Lee, I-J. 2014. Evaluation of humic acid application methods for yield and yield components of mungbean. American Journal of Plant Sciences, 5: 2269-2276.

Yazdani, S., and Rahimi, R. 2013. Evaluation of the Efficiency of Sugar beet Production in Qazvin Plain, Iran. Journal of Sugar beet, 28: 113-118.