



## ارزیابی میزان جوانه‌زنی و اثر هیدروپرایمینگ در افزایش قدرت رویش بذرهای توده‌های بومی گیاه جعفری (*Petroselinum crispum*)

سید عباس میرجلیلی<sup>۱\*</sup>، الهه پورعزیزی<sup>۲</sup>

۱. دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران ایران

۲. گروه بیوشیمی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶)

### چکیده

گیاه جعفری که امروزه در زمره سبزی‌ها دسته‌بندی می‌شود، از خواص متعددی برخوردار است و در صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارد. بذرهای توده‌های بومی این گیاه از درصد جوانه‌زنی خوبی برخوردار نیستند و تلاش‌های زیادی برای ارتقاء قدرت رویش و جوانه‌زنی بذرهای آن در حال انجام است. به منظور بررسی میزان جوانه‌زنی بذرهای توده‌های بومی و اثر تیمار هیدروپرایمینگ در افزایش قدرت رویش بذرهای این توده‌ها، آزمایشی در قالب طرح کامل تصادفی در چهار سطح زمانی (۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) در برابر شاهد و با چهار تکرار در بین ۲۴ توده بومی جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور و دو توده وارد شده با منشأ خارجی انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد که میانگین درصد جوانه‌زنی بذرهای توده‌ها قبل از تیمار ۵۷/۸ درصد (کمترین میزان ۲۰ درصد در توده جعفری خزه فر و بیشترین ۷۸ درصد در توده جیرفت ۱) بود. همچنین تیمار هیدروپرایمینگ تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد در جوانه‌زنی بذرهای توده‌های جعفری داشت و بیشترین تاثیر آن در زمان ۲۴ ساعت بود. همچنین بیشترین تاثیر تیمار بر توده‌های اراک و گرمسار و بیج تهران به ترتیب به میزان ۲۱/۸، ۲۰/۹ و ۲۰ درصد بود. کمترین تاثیر هیدروپرایمینگ بر توده جعفری خزه فر (۷/۴ درصد) بود. در مجموع چنین نتیجه‌گیری شد که هیدروپرایمینگ می‌تواند باعث افزایش درصد و کیفیت جوانه‌زنی بذرهای جعفری شود.

**کلمات کلیدی:** جوانه‌زنی بذر، گیاهان دارویی، هیدروپرایمینگ، توده‌های بومی

## Evaluation of germination and hydropriming effect on increasing germination potential in native stands of parsley (*Petroselinum crispum*)

S.A. Mirjalili<sup>1\*</sup>, E. Poorazizi<sup>2</sup>

1. Department of Plant Production, Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension, Tehran, Iran

2. Department of Biochemistry, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Isfahan, Iran

(Received: Jan. 31, 2023 – Accepted: Apr. 26, 2023)

### Abstract

Parsley, which today is classified as a vegetable, has many properties and is used in food and pharmaceutical industries. The seeds of the native populations of this plant do not have a good germination percentage and many efforts are being made to improve the growth and germination of the seeds. In order to investigate the seed germination rate of native stands and the effect of hydropriming treatment in increasing the germination power of the seeds of these stands, an experiment was conducted in the form of a completely randomized design at four time levels (12, 24, 48 and 72 hours) against the control and with four replications among 24 native stands collected from different parts of the country and two populations with foreign origin imported were carried out. The results showed that the average seed germination percentage of the stands before treatment was 56.7% (the lowest rate was 20% in curled leaf Parsley stand and the highest was 78% in Jiroft 1 stand). Also, the hydropriming treatment had a significant effect at the level of 1% on the emergence of parsley seeds, and its greatest effect was in 24 hours. Also, the highest effect of treatment on Arak, Garmsar and Pich of Tehran was 21.8, 20.9 and 20%, respectively. The least effect of hydropriming was on the population of curled leaf parsley (7.4%). Totally, it was concluded that hydropriming can increase the germination percentage and quality of parsley seeds.

**Keywords:** seed germination, medicinal plants, hydropriming, native stands

\* Email: a.mirjalili@areeo.ac.ir

اشباع و غیراشباع، برای تهیه سوخت زیستی (بیودیزل) کاربرد دارد (Bitire and Jen, 2022).

جعفری از جمله سبزی‌های مهم است که رویش بذر آن زمان زیادی طول می‌کشد و جوانه‌زنی بذر آن با دشواری‌های زیادی روبرو است به‌ویژه زمانی که در شرایط نامناسب محیطی قرار گیرد. در صد جوانه‌زنی بذر در جعفری بین ۵۵ تا ۷۵ درصد بسته به نوع بذر و شرایط رویشی است. بنابراین جوانه‌زنی کند و نرخ پایین جوانه‌زنی بذرهای به دانه‌رست‌های کوچک‌تری منتج می‌شود. این در حالی است که یکنواختی و تسریع جوانه‌زنی بذر برای افزایش عملکرد و کیفیت محصول و کسب سود بسیار حیاتی است (Dursun and Ekinci, 2010).

پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذرهای پیش از قرار گرفتن در بستر کشت، از لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند، به طوری که نتیجه این عمل در جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول قابل مشاهده است (Gholamnejad and Nejatizadeh, 2015).

اثرات تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر جعفری همچون تیمار با پلی اتیلن گلیکول (PEG)، نترات پتاسیم، مانیتول و هیدروپرایمینگ در غلظت‌ها و زمان‌های متفاوت بررسی شده است. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای هیدروپرایمینگ و مانیتول مشاهده شد (Dursun and Ekinci, 2010). اثر پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک و پاکلوبوترازول بر شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیک گیاه جعفری تحت تنش خشکی نشان داد که پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید، با تأثیر مثبت بر خصوصیات رشدی و فیزیولوژیک، باعث افزایش مقاومت نسبت به تنش خشکی در مقایسه با پاکلوبوترازول شد (Saadati et al., 2019). نتایج تحقیقات نشان داد که هیدروپرایمینگ در شرایط شوری نیز میزان بالاتری از جوانه‌زنی در بذرهای جعفری را باعث می‌شود (Gholamnejad and Nejatizadeh, 2015). نظر به اینکه اطلاعات کمی در خصوص کیفیت

## مقدمه

جعفری با نام علمی (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) یکی از گیاهان مهم تیره جعفری یا چتریان و در زمره گیاهان دارویی و خوراکی است. بررسی تاریخچه گیاه جعفری نشان می‌دهد که بیش از ۲۵۰۰ سال است که این گیاه به عنوان گیاه زراعی استفاده می‌شود. رومیان باستان آن را اولین بار به اروپای مرکزی آوردند و تا اواخر قرون وسطی از جعفری بیشتر به عنوان گیاه دارویی استفاده می‌شد (Marthe, 2020). در حال حاضر جعفری در سرتاسر جهان در آب و هوای معتدل و نیمه گرمسیری کشت می‌شود و عمدتاً به عنوان گیاه معطر برای پخت و پز و تزئین غذا استفاده می‌شود. به صورت تازه خوری، خشک شده یا منجمد و فرآوری شده همچون اسانس در صنایع غذایی و دارویی مصرف می‌شود. در آلمان، جعفری مهم‌ترین گیاه ادویه‌ای است که در وسعتی بیش از ۱۸۰۰ هکتار کشت می‌شود. تولید گلدانی گیاه جعفری در آلمان پس از ریحان (۴۷ درصد) در رتبه دوم (۱۹ درصد) تولید گلدانی گیاهان ادویه‌ای قرار دارد. (Marthe, 2020).

گیاه جعفری غنی از ویتامین‌ها، عناصر ضروری و سایر ترکیبات موثر است و به همین دلیل، از آن به عنوان مولتی ویتامین و یا منبع عناصر غذایی یاد می‌کنند. جعفری گیاهی دو ساله و دارای برگ‌های به رنگ سبز تیره می‌باشد. بذر این گیاه حاوی ۷ درصد اسانس فرار بوده و قسمت‌های ریشه و برگ به ترتیب دارای یک و سه درصد اسانس هستند (Gholamnejad and Nejatizadeh, 2015).

اسانس‌های استخراج شده از برگ‌ها و دانه‌های جعفری به عنوان ترکیبات معطره در عطرها، کرم‌ها و صابون‌ها استفاده می‌شود. از روغن دانه گیاه جعفری در صنایع آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. علاوه بر این، دانه جعفری حاوی اسیدهای چرب متعددی است و روغن دانه آن به دلیل دارا بودن طیف وسیعی از اسیدهای چرب

جوانه‌زنی بذرهای جعفری و به‌ویژه بذرهای توده‌های بومی این گیاه وجود دارد، این آزمایش با هدف بررسی وضعیت بذرهای توده‌های بومی جعفری و تاثیر هیدروپرایمینگ بر افزایش قدرت جوانه‌زنی و صفات رویشی دانه‌رست‌های بذرهای جعفری، انجام شد.

تکرار قرار گرفتند. بذرهایی که طول ریشه‌چه آنها به یک میلی‌متر رسیده بود به عنوان جوانه‌زده در نظر گرفته شدند. رویش بذرها به صورت روزانه ثبت شد تا زمانی که شمارش ثابت شد و سپس درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان دارویی و مرتعی ایستگاه تحقیقات دستگرد وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی اصفهان با مشخصات جغرافیایی  $32^{\circ} 36' 45.6''$  شمالی و  $51^{\circ} 36' 29.9''$  شرقی در زمستان سال ۱۳۹۹ انجام شد.

### مواد گیاهی

بذرهای ۲۴ توده بومی جعفری از استان‌های مختلف کشور توسط مولفین جمع‌آوری گردید و دو توده از بذرهای جعفری ایتالیایی و خزّه فر به عنوان توده وارداتی خریداری و مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند (جدول ۱).

### روش آزمایش

بذرهای پس از انجام تست زنده بودن با تترازولیوم تحت تیمارها قرار گرفتند. این آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی در چهار سطح زمانی انجام شد. هیدروپرایمینگ در دمای  $15 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد انجام شد (Dursun & Ekinci, 2010). حدود یک گرم از بذر هر توده تحت پیش تیمار هیدروپرایمینگ برای زمان‌های ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت قرار گرفتند سپس در بین لایه‌های کاغذ صافی در آب مقطر ولرم در ژرminatور در دمای  $18 \pm 2$  درجه گذاشته شدند (Podlaski et al., 2003). قبل از خیساندن، بذرها با محلول ۵ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت یک دقیقه ضدعفونی شدند و سپس چندین مرتبه با آب مقطر شستشو شدند. بذرهای خشک بدون خیساندن به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. بذرها به تعداد ۲۰ عدد درون پتری‌دیش‌های با عرض ۱۲ در چهار

## صفات مورد اندازه‌گیری

در این آزمایش صفات زمان رسیدن بذرها به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، توان جوانه‌زنی بذرها، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، وزن خشک دانه‌رست‌ها و شاخص بنیه دانه‌رست‌ها به شرح زیر اندازه‌گیری شدند: زمان رسیدن بذرها به ۵۰ درصد جوانه‌زنی ( $T_{50}$ ): زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی با اقتباس از Khan و همکاران (۲۰۱۷) و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$T_{50} = t_i + [(N/2 - n_i) (t_i - t_j)] / n_i - n_j \quad \text{رابطه ۱}$$

که در این رابطه N تعداد نهایی بذرهای رویش یافته و  $n_i$  و  $n_j$  اعداد تجمعی بذرهای جوانه‌زنی یافته با شمارش دقیق در زمان‌های  $t_i$  و  $t_j$  به نحوی که  $n_i < N/2 < n_j$  باشد.

توان جوانه‌زنی (GP): توان جوانه‌زنی بذرهای توده‌ها بر مبنای درصد جوانه‌زنی بذرها در روز بیستم پس از کاشت یعنی زمانی که اولین بذرها در حال سبز شدن هستند، در نظر گرفته شد.

وزن خشک دانه‌رست‌ها (SDW): میانگین وزن ۱۰ دانه‌رست از هر توده به صورت تصادفی پس از خشک کردن در آون در دمای ۸۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت به دست آمد.

میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT): این میانگین برحسب معادله Ellis و Roberts (۱۹۸۱) و رابطه (۲) محاسبه شد:

$$MGT = \sum Dn / \sum n \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن n تعداد بذرهایی است که در روز D جوانه‌زده و D تعداد روزهای پس از آغاز جوانه‌زنی است.

جدول ۱- فهرست اسامی و محل جمع آوری بذرهای توده‌های بومی جعفری

Table 1- The list of names and the location of collected seeds of native parsley

| سال تولید بذر<br>Time of harvest | موقعیت جغرافیایی محل جمع آوری بذرها<br>Location of collecting |                   | نام توده جعفری<br>stands | ردیف<br>No. |
|----------------------------------|---|-------------------|--------------------------|-------------|
|                                  | شهر/روستا<br>City/village                                     | استان<br>province |                          |             |
| ۱۳۹۸                             | پاکدشت  | تهران             | جعفری ایرانی             | ۱           |
| 2019                             | Pakdasht  | Tehran            | Iranian parsley          | 1           |
| ۱۳۹۸                             | ورامین  | تهران             | جعفری پیچ                | ۲           |
| 2019                             | Varamin   | Tehran            | Pich                     | 2           |
| نامشخص                           | خریداری شده   | وارد شده          | جعفری خزہ فر             | ۳           |
| Unknown                          | Purchased   | Impirted          | Curled parsley           | 3           |
| نامشخص                           | خریداری شده   | وارد شده          | جعفری ایتالیایی          | ۴           |
| Unknown                          | Purchased   | Impirted          | Italian parsley          | 4           |
| ۱۳۹۸                             | بهار  | همدان             | توده بهار                | ۵           |
| 2019                             | Bahar   | Hamedan           | Bahar                    | 5           |
| ۱۳۹۸                             | خرم آباد  | لرستان            | خرم آباد                 | ۶           |
| 2019                             | Khoramabad  | Lorestan          | Khoramabad               | 6           |
| ۱۳۹۸                             | ملاطانی   | خوزستان           | ملاطانی                  | ۷           |
| 2019                             | Molasani  | Khuzestan         | Molasani                 | 7           |
| ۱۳۹۸                             | رهنان   | اصفهان            | رهنان                    | ۸           |
| 2019                             | Rehnan  | Isfahan           | Rehnan                   | 8           |
| ۱۳۹۷                             | جرقویه سفلی   | اصفهان            | جرقویه                   | ۹           |
| 2018                             | Jarquie sofla   | Isfahan           | Jarquie                  | 9           |
| ۱۳۹۸                             | کرون  | اصفهان            | تیران و کرون             | ۱۰          |
| 2019                             | Karvan  | Isfahan           | Tiran & Karvan           | 10          |
| ۱۳۹۷                             | نجف آباد  | اصفهان            | نجف آباد                 | ۱۱          |
| 2018                             | Najafabad   | Isfahan           | Najafabad                | 11          |
| ۱۳۹۸                             | اردستان   | اصفهان            | اردستان                  | ۱۲          |
| 2019                             | Ardestan  | Isfahan           | Ardestan                 | 12          |
| ۱۳۹۷                             | خور و بیابانک   | اصفهان            | خور و بیابانک ۱          | ۱۳          |
| 2018                             | Khor & Biabanak   | Isfahan           | Khor & Biabanak 1        | 13          |
| ۱۳۹۷                             | خور و بیابانک   | اصفهان            | خور و بیابانک ۲          | ۱۴          |
| 2018                             | Khor & Biabanak   | Isfahan           | Khor & Biabanak 2        | 14          |
| ۱۳۹۸                             | محمد آباد   | یزد               | محمد آبادی               | ۱۵          |
| 2019                             | Mohammad abad   | Yazd              | Mohammad abadi           | 15          |
| ۱۳۹۸                             | چاه سیدالشهداء  | یزد               | توده چاه سید الشهداء     | ۱۶          |
| 2019                             | Chah Seyedoshohada  | Yazd              | Chah Seyedoshohada       | 16          |
| ۱۳۹۸                             | دزفول   | خوزستان           | دزفول                    | ۱۷          |
| 2019                             | Dezfool   | Khuzestan         | Dezfool                  | 17          |
| ۱۳۹۷                             | جیرفت   | کرمان             | یکتا                     | ۱۸          |
| 2018                             | Jiroft  | Kerman            | Yekta                    | 18          |
| ۱۳۹۷                             | جیرفت   | کرمان             | دهقان ۱                  | ۱۹          |
| 2018                             | Jiroft  | Kerman            | Dehghan 1                | 19          |
| ۱۳۹۷                             | جیرفت   | کرمان             | دهقان ۲                  | ۲۰          |
| 2018                             | Jiroft  | Kerman            | Dehghan 2                | 20          |
| ۱۳۹۷                             | جیرفت   | کرمان             | دهقان ۳                  | ۲۱          |
| 2018                             | Jiroft  | Kerman            | Dehghan 3                | 21          |
| ۱۳۹۸                             | گر مسار   | سمنان             | گر مساری                 | ۲۲          |
| 2019                             | Garmsar   | Semnan            | Garmsari                 | 22          |
| ۱۳۹۸                             | میناب   | هرمزگان           | میناب                    | ۲۳          |
| 2019                             | Minab   | Hormozgan         | Minab                    | 23          |
| ۱۳۹۸                             | اراک  | مرکزی             | اراک                     | ۲۴          |
| 2019                             | Arak  | Markazi           | Arak                     | 24          |
| ۱۳۹۷                             | تبریز   | آذربایجان شرقی    | تبریز                    | ۲۵          |
| 2018                             | Tabriz  | East Azarbaijan   | Tabriz                   | 25          |
| ۱۳۹۷                             | مشهد  | خراسان رضوی       | مشهد                     | ۲۶          |
| 2018                             | Mashhad   | Khoran Razavi     | Mashhad                  | 26          |

## نتایج

میانگین درصد جوانه‌زنی بذرهای توده‌ها قبل از اعمال تیمار هیدروپرایمینگ ۵۷٫۸ درصد اندازه گیری شد. کمترین میزان جوانه‌زنی به میزان ۲۰ درصد در توده جعفری وارد شده خزه فر (با ۵۶ درصد زنده‌مانی تست تترازولیوم) و بیشترین میزان آن در توده جعفری یکتا (جیرفت) به میزان ۷۸ درصد (با ۹۵ درصد زنده‌مانی) مشاهده شد. نتایج نشان داد که هیدروپرایمینگ بذرها تاثیر معنی‌دار و قابل توجهی در افزایش درصد جوانه‌زنی و ارتقاء صفات مورد بررسی در این آزمایش داشت (جدول ۲). کمترین تغییر ناشی از این تیمار در توده وارد شده جعفری خزه فر به میزان ۷/۴ درصد افزایش جوانه‌زنی دیده شد. همچنین بیشترین تاثیر تیمار بر توده‌های اراک و گرمسار و پیچ تهران به ترتیب به میزان ۲۱/۸، ۲۰/۹ و ۲۰ درصد بود.

شاخص جوانه‌زنی (GI): این شاخص توسط رابطه (۳)

به دست آمد (AOSA, 1983):

$$GI = G1 / T1 + G2 / T2 + \dots + Gn / Tn \quad (3)$$

که در آن  $G1$  و  $G2$  و ...  $Gn$  بترتیب تعداد بذرهای جوانه‌زده در اولین شمارش، دومین شمارش و آخرین شمارش ( $n$ ) هستند.  $T1$  و  $T2$  و ...  $Tn$  تعداد روزهای بین زمان کاشت و اولین شمارش، دومین شمارش و آخرین شمارش ( $n$ ) هستند.

شاخص توان (بنیه) دانه‌رست (SVI): این شاخص با ضرب کردن وزن خشک دانه‌رست‌ها در درصد جوانه‌زنی (Khan et al., 2017) به دست آمد.

## تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در بذرهای توده‌های بومی جعفری

Table 2- Analysis of Variance of the traits studied in the seeds of native populations of parsley

| منبع تغییرات<br>(Source of variations)   | درجه<br>آزادی<br>(DF) | میانگین مربعات<br>(Mean square) |   |  |                                       |                           |                                 |                                   |
|--|-----------------------|---------------------------------|---|--|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
|  |                       | درصد<br>جوانه‌زنی<br>(G)        | زمان رسیدن<br>به ۵۰ درصد<br>جوانه‌زنی<br>(T <sub>50</sub> ) | توان<br>جوانه‌زنی در<br>بسیستمین روز<br>(GP) | میانگین<br>زمان<br>جوانه‌زنی<br>(MGT) | شاخص<br>جوانه‌زنی<br>(GI) | وزن خشک<br>دانه‌رست‌ها<br>(SDW) | شاخص بنیه<br>دانه‌رست‌ها<br>(SVI) |
| تیمار (هیدروپرایمینگ)<br>(treatment)     | 4                     | 62.34**                         | 26.72*  | 56.21**                                      | 89.16**                               | 29.86**                   | 2.83*                           | 0.284**                           |
| توده<br>(population)                     | 25                    | 285.29**                        | 195.47*   | 401.2 <sup>ns</sup>                          | 188.3**                               | 95.58**                   | 1.85 <sup>ns</sup>              | 4.31**                            |
| تیمار X توده<br>(treatment x population) | 100                   | 129.6*                          | 273.9 <sup>ns</sup>   | 67.3 <sup>ns</sup>                           | 309.55**                              | 128.7**                   | 4.32 <sup>ns</sup>              | 5.39*                             |
| ضریب تغییرات<br>(CV)                     |                       | 3.98                            | 8.67  | 10.68  | 6.84                                  | 7.59                      | 10.56                           | 5.29                              |
| خطا                                      |                       | 5.34                            | 4.67  | 7.19   | 3.89                                  | 5.26                      | 8.61                            | 4.73                              |

ns، \* و \*\*: به ترتیب فاقد معنی داری، معنی‌دار شدن در سطح آماری ۵ و ۱ درصد.

ns, \* and \*\*: no significance, significance at the statistical level of 5 and 1 percent, respectively.

G – germination; T<sub>50</sub> – time taken to 50 per cent germination; GP – germination potential; MGT – mean germination time; GI – germination index; SDW – seedling dry weight; SVI – seedling vigour index

سطح یک درصد معنی دار شد و سایر صفات فاقد معنی داری بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که زمان‌های تیمار هیدروپرایمینگ در بین بذرهای توده‌های جعفری معنی دار بوده و علاوه بر این که کلیه زمان‌های اعمال تیمار در برابر شاهد معنی دار شده‌اند، در بین زمان‌های تیمار نیز در برخی موارد معنی داری دیده می‌شود؛ اگرچه در بعضی موارد نیز فاقد تفاوت معنی دار بوده‌اند. میانگین جوانه‌زنی برای بذرهای تیمار نشده (شاهد) برابر ۵۷/۸، تیمار ۱۲ ساعت ۶۳/۴، در ۲۴ ساعت ۷۱/۳، تیمار ۴۸ ساعت برابر ۶۸/۵۵ و برای تیمار ۷۲ ساعت ۶۴/۷۵ ثبت شد. بررسی مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که بالاترین سطح تیمارها در تیمار زمانی ۲۴ ساعت وجود داشت و با افزایش زمان هیدروپرایمینگ، از درصد جوانه‌زنی کاسته شد (جدول ۳). نمودار اثر تیمارها در توده‌های جعفری در شکل ۱ آمده است (شکل ۱).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که هیدروپرایمینگ در افزایش درصد جوانه‌زنی بذرها در تمامی توده‌ها تاثیر معنی داری در سطح یک درصد داشته است. اثر تیمار زمانی نیز در سطح یک درصد معنی دار شد و بهترین تیمار ۲۴ ساعت بود. نتایج نشان داد که مدت زمان بیشتر، کاهش جوانه‌زنی و صفات مورد بررسی در آزمایش را داشت. اثر تیمار در صفات درصد جوانه‌زنی، توان جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و شاخص بنیه دانه‌رست‌ها در سطح یک درصد معنی دار بودند و صفات زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی و وزن خشک دانه‌رست‌ها در سطح ۵ درصد معنی دار بودند. اثر توده‌های بومی مورد بررسی در این آزمایش در صفات توان جوانه‌زنی در بیستمین روز و وزن خشک دانه‌رست‌ها فاقد معنی داری و در بقیه موارد معنی دار بود. اثر متقابل تیمار هیدروپرایمینگ در توده‌های مورد بررسی جعفری نیز در صفات درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه دانه‌رست‌ها در سطح ۵ درصد و صفت میانگین زمان جوانه‌زنی در

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمار هیدروپرایمینگ بذرهای جعفری

Table 3- Mean comparison of the studied traits in the hydropriming treatment of parsley seeds

| تیمار<br>(Treatment) | درصد جوانه‌زنی<br>(G) | زمان رسیدن به<br>۵۰ درصد<br>جوانه‌زنی (T <sub>50</sub> )<br>(روز) | توان جوانه‌زنی<br>در بیستمین روز<br>(GP)<br>(درصد) | میانگین زمان<br>جوانه‌زنی<br>(MGT)<br>(روز بر بذر) | شاخص<br>جوانه‌زنی (GI) | وزن خشک<br>دانه‌رست‌ها<br>(SDW)<br>(گرم) | شاخص بنیه<br>دانه‌رست‌ها<br>(SVI) |
|----------------------|-----------------------|---|--|--|------------------------|--|-----------------------------------|
| شاهد<br>(control)    | 56.7 <sup>d</sup>     | 11.5 <sup>d</sup>   | 39.7 <sup>c</sup>                                  | 25.6 <sup>a</sup>                                  | 11.3 <sup>b</sup>      | 2.13 <sup>b</sup>                        | 0.15 <sup>c</sup>                 |
| ۱۲ ساعت<br>(12 h)    | 67.5 <sup>c</sup>     | 10.89 <sup>c</sup>  | 38.7 <sup>d</sup>                                  | 22.97 <sup>b</sup>                                 | 11.01 <sup>b</sup>     | 2.08 <sup>bc</sup>                       | 0.18 <sup>b</sup>                 |
| ۲۴ ساعت<br>(24 h)    | 78.7 <sup>a</sup>     | 7.2 <sup>a</sup>  | 48.7 <sup>a</sup>                                  | 17.98 <sup>d</sup>                                 | 12.75 <sup>a</sup>     | 3.13 <sup>a</sup>                        | 0.23 <sup>a</sup>                 |
| ۴۸ ساعت<br>(48 h)    | 73.7 <sup>b</sup>     | 9.9 <sup>b</sup>  | 46.9 <sup>b</sup>                                  | 19.3 <sup>c</sup>                                  | 10.2 <sup>c</sup>      | 2.49 <sup>ab</sup>                       | 0.18 <sup>b</sup>                 |
| ۷۲ ساعت<br>(72 h)    | 66.5 <sup>c</sup>     | 11.7 <sup>d</sup>   | 40.5 <sup>c</sup>                                  | 20.4 <sup>bc</sup>                                 | 9.8 <sup>c</sup>       | 1.96 <sup>c</sup>                        | 0.13 <sup>d</sup>                 |

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد آزمون دانکن می‌باشند

Means that have at least one letter in common have no significant difference at the 1% level of Duncan's test

### بحث

جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از جمله مراحل بحرانی در چرخه زندگی گیاه است و استقرار موفق گیاه به جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر وابسته است. گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش در صد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌گردد. هیدروپرایمینگ که یکی از روش‌های پرایمینگ

بذر محسوب می‌شود نیز سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، خروج یکنواخت و سریع‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش قدرت نمو گیاهچه می‌شود. هم‌چنین هیدروپرایمینگ توانسته در گیاهانی که بذره‌های آنها تحت این تیمار قرار گرفته‌اند، میزان کلروفیل کل و کلروفیل‌های a و b و نیز فتوسنتز را افزایش دهد. تاثیر مثبت هیدروپرایمینگ در گیاهان را می‌توان به استقرار سریع و مطلوب گیاهچه‌ها و استفاده بیشتر آن‌ها از منابع همچون مواد غذایی، رطوبت و نور نسبت داد (Gholamnejad and Nejat zadeh, 2015).

جدول ۴- مقایسه میانگین و پاسخ توده‌های بومی جعفری به تیمار زمانی هیدروپرایمینگ

Table 4- mean comparison and response of native parsley populations to hydropriming treatment

| Treatment                  | Control         | 12 h            | 24 h            | 48 h            | 72 h            |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| جمشید/ تیدار               |                 |                 |                 |                 |                 |
| جعفری ابری - تهران         | 58 <sup>d</sup> | 61 <sup>c</sup> | 76 <sup>c</sup> | 73 <sup>b</sup> | 68 <sup>b</sup> |
| جعفری پیچ - تهران          | 58 <sup>d</sup> | 64 <sup>c</sup> | 78 <sup>c</sup> | 71 <sup>b</sup> | 63 <sup>b</sup> |
| جعفری خرد فر               | 21 <sup>d</sup> | 26 <sup>b</sup> | 28 <sup>a</sup> | 26 <sup>a</sup> | 23 <sup>a</sup> |
| جعفری ایتالیایی            | 28 <sup>c</sup> | 31 <sup>b</sup> | 35 <sup>a</sup> | 30 <sup>a</sup> | 27 <sup>a</sup> |
| مدان - بهار                | 76 <sup>d</sup> | 78 <sup>c</sup> | 83 <sup>c</sup> | 82 <sup>b</sup> | 81 <sup>b</sup> |
| لرستان - خرم آباد          | 70 <sup>d</sup> | 75 <sup>c</sup> | 82 <sup>c</sup> | 79 <sup>b</sup> | 75 <sup>b</sup> |
| خوزستان - ملایمی           | 74 <sup>d</sup> | 81 <sup>c</sup> | 90 <sup>c</sup> | 84 <sup>b</sup> | 81 <sup>b</sup> |
| اصفهان ۱ - رمان            | 58 <sup>c</sup> | 62 <sup>d</sup> | 69 <sup>c</sup> | 67 <sup>b</sup> | 64 <sup>a</sup> |
| اصفهان ۲ - خرم‌ویه         | 65 <sup>c</sup> | 70 <sup>d</sup> | 80 <sup>c</sup> | 78 <sup>b</sup> | 72 <sup>a</sup> |
| اصفهان ۳ - تیراز و گرون    | 62 <sup>c</sup> | 63 <sup>c</sup> | 72 <sup>c</sup> | 68 <sup>b</sup> | 60 <sup>a</sup> |
| اصفهان ۴ - نجف آباد        | 55 <sup>c</sup> | 58 <sup>d</sup> | 67 <sup>c</sup> | 62 <sup>b</sup> | 60 <sup>a</sup> |
| اصفهان ۵ - ارومان          | 68 <sup>c</sup> | 76 <sup>c</sup> | 85 <sup>c</sup> | 79 <sup>b</sup> | 73 <sup>a</sup> |
| اصفهان ۶ - خور و بیابانک ۱ | 68 <sup>d</sup> | 73 <sup>c</sup> | 82 <sup>c</sup> | 78 <sup>b</sup> | 74 <sup>a</sup> |
| اصفهان ۷ - خور و بیابانک ۲ | 58 <sup>c</sup> | 62 <sup>d</sup> | 71 <sup>c</sup> | 69 <sup>b</sup> | 66 <sup>a</sup> |
| یزد ۱ - محمدآباد           | 56 <sup>d</sup> | 64 <sup>c</sup> | 72 <sup>c</sup> | 71 <sup>b</sup> | 69 <sup>b</sup> |
| یزد ۲ - چاد سیالانهداد     | 46 <sup>d</sup> | 57 <sup>c</sup> | 60 <sup>c</sup> | 58 <sup>b</sup> | 57 <sup>a</sup> |
| خوزستان - دزفول            | 71 <sup>d</sup> | 73 <sup>c</sup> | 80 <sup>c</sup> | 77 <sup>b</sup> | 76 <sup>a</sup> |
| کردان - جیروت ۱ - پیکنا    | 78 <sup>c</sup> | 84 <sup>c</sup> | 90 <sup>c</sup> | 87 <sup>b</sup> | 83 <sup>a</sup> |
| کردان - جیروت ۲ - دهقان ۱  | 56 <sup>c</sup> | 58 <sup>d</sup> | 68 <sup>c</sup> | 69 <sup>b</sup> | 62 <sup>a</sup> |
| کردان - جیروت ۳ - دهقان ۲  | 41 <sup>d</sup> | 52 <sup>c</sup> | 60 <sup>c</sup> | 59 <sup>b</sup> | 56 <sup>a</sup> |
| کردان - جیروت ۴ - دهقان ۳  | 53 <sup>c</sup> | 58 <sup>d</sup> | 64 <sup>c</sup> | 64 <sup>b</sup> | 61 <sup>a</sup> |
| سمنان - گرمسار             | 43 <sup>d</sup> | 51 <sup>c</sup> | 64 <sup>c</sup> | 57 <sup>b</sup> | 55 <sup>a</sup> |
| هرمزگان - سیاب             | 52 <sup>c</sup> | 60 <sup>b</sup> | 65 <sup>c</sup> | 61 <sup>b</sup> | 61 <sup>a</sup> |
| مرکزی - اراک               | 58 <sup>d</sup> | 68 <sup>c</sup> | 80 <sup>c</sup> | 74 <sup>b</sup> | 70 <sup>a</sup> |
| آذربایجان شرقی - تبریز     | 64 <sup>c</sup> | 68 <sup>d</sup> | 76 <sup>c</sup> | 75 <sup>b</sup> | 71 <sup>a</sup> |
| خراسان رضوی - مشهد         | 69 <sup>d</sup> | 75 <sup>c</sup> | 87 <sup>c</sup> | 85 <sup>b</sup> | 76 <sup>a</sup> |

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد آزمون دانکن می‌باشند

Means that have at least one letter in common have no significant difference at the 1% level of Duncan's test

۱۸ ساعت منجر به حداکثر در صد جوانه‌زنی، زیست توده گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص جوانه‌زنی و شاخص بینه دانه‌رست‌ها در مقایسه با بذره‌های شاهد در شرایط طبیعی و همچنین شرایط تنشی شدند (Abbasdokht, 2011). گزارش شده است که پرایمینگ

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که هیدروپرایمینگ توانسته توان جوانه‌زنی را بهبود بخشد و سایر صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر و رویش دانه را ارتقاء دهد. در کلیه توده‌های جعفری مورد مطالعه نیز این تاثیر مشهود بود. هیدروپرایمینگ بذر گندم (پیش‌تاز) به مدت

جوانه‌زنی بذرهای جعفری را افزوده اما درصد جوانه‌زنی بذرها را بر حسب نوع تیمار کاسته است (Olszewski et al., 2005a). در گزارش دیگری مشخص شده زمانی که طول مدت پرایمینگ افزایش می‌یابد، نرخ جوانه‌زنی بذرها و همچنین محتوای رطوبتی بذر به صورت خطی افزایش می‌یابد (Olszewski et al., 2005b). داده‌های به دست آمده در تحقیق حاضر نشان داد که پرایمینگ بذر بیش از ۲۴ ساعت به افت شاخص‌ها منجر می‌شود. این یافته در راستای تحقیقات مشابه و تاییدکننده آنهاس است (Gholamnejad and Nejatizadeh, 2015; Khan et al., 2017).

مقایسه میانگین‌ها در صفت وزن خشک دانه‌رست‌ها در بین توده‌ها معنی‌دار نشد ولی در بین تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. گزارش شده است که پیش‌تیمار بذر با پاکلوبوترازول باعث کاهش وزن خشک بوته جعفری نسبت به گیاهان شاهد شد (Saadati et al., 2019). تیمار بذر کلزا با غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک موجب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی شد. افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی در شرایط پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک را به بهبود فتوسنتز در اثر کاربرد این ماده در شرایط بروز تنش نسبت داده‌اند (Fariduddin et al., 2003). پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک از طریق افزایش محتوای کلروفیل و فعالیت آنزیم رویسکو، میزان فتوسنتز کل را افزایش داده و باعث افزایش ماده خشک بوته می‌شود (Singh and Usha, 2003). کاهش وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر پیش‌تیمار با پاکلوبوترازول را می‌توان به خاصیت کندکنندگی رشد تحت تأثیر پیش‌تیمار با این ماده، به‌ویژه در غلظت‌های زیاد، نسبت داد (Barranco and E. Fernandez, 1998). علی‌رغم نتایج تأثیر پیش‌تیمارهای اسید سالیسیلیک و پاکلوبوترازول روی وزن خشک بوته جعفری، معنی‌دار نشدن وزن خشک دانه‌رست در بین توده‌ها و معنی‌دار شدن آن در بین تیمارها، در تحقیق حاضر نمی‌تواند در تضاد با یافته‌های

هیدرولیکی موثرترین روش برای بهبود جوانه‌زنی بذر پیاز است (Caseiro et al., 2004). بهبود جوانه‌زنی بذر دانه‌های هیدروپرایم شده به بهبود وضعیت فعال فیزیولوژیکی بذرها به دلیل پرایمینگ نسبت داده می‌شود، زیرا فرآیندهای متابولیکی دانه‌ها با فعال شدن  $\alpha$ -آمیلاز ناشی از آب جذب شده، آغاز می‌شود. جذب آب در حین پرایمینگ و توان متابولیکی ایجاد شده در بذر، در دوره خشک کردن بذرهای پس از پرایمینگ حفظ می‌شود (Matsushima and Sakagami, 2013). بنابراین افزایش و تسریع رشد دانه‌رست‌ها با هیدروپرایمینگ بذرها ممکن است نتیجه افزایش عرضه قندهای محلول به دلیل افزایش آلفا آمیلاز فعال باشد. همچنین نشان داده شده است که پرایمینگ بذر باعث تغییرات متابولیکی در جوانه‌زنی بذر می‌شود (Dursun and Ekinici, 2010). هیدروپرایمینگ به عنوان تیمار مناسب برای آماده‌سازی بذرهای گیاهان مختلف (Matsushima and Sakagami, 2013; Abbasdokht, 2011) و همچنین جعفری (Gholamnejad and Nejatizadeh, 2015; Khan et al., 2017) در گزارش‌های مشابه نیز تایید شده است.

یافته‌های ما نشان داد که تیمار هیدروپرایمینگ به مدت ۲۴ ساعت به عنوان بهترین زمان پرایمینگ در بذرهای جعفری است و افزایش این زمان باعث افت درصد جوانه‌زنی و سایر شاخص‌ها می‌شود. افزایش مدت پرایمینگ بیش از ۲۴ ساعت (یعنی ۴۸ و ۷۲ ساعت) برای توانایی جوانه‌زنی بذر در جعفری مناسب نبود؛ اگرچه میانگین جوانه‌زنی در این تیمارها از شاهد بهتر بود. اثرات مثبت پرایمینگ بذر بر قدرت رویشی بذر به مدت زمان پرایمینگ بستگی دارد (Ghassemi-Golezani et al., 2008b)؛ اگرچه صفاتی مانند طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در گیاه جعفری متأثر از مدت زمان پرایمینگ نیستند (Gholamnejad and Nejatizadeh, 2015). گزارش شده است که اسموپرایمینگ (۱ تا ۱/۵ مگاپاسکال برای زمان‌های ۷، ۱۴ و ۲۱ ساعت در دمای ۲۰ درجه) نرخ



قبلی باشد زیرا دانه‌رست‌ها هنوز فعالیت فتوسنتزی خود را کامل نکرده‌اند و هیدروپرایمینگ نمی‌تواند تاثیر مشابهی با اسید سالیسیلیک و پاکلوبوترازول داشته باشد.

مدت زمان پرایمینگ مناسب یک عامل کلیدی برای اطمینان از جوانه‌زنی بهینه و سریع با قدرت گیاهچه بالا است. مدت زمان پرایمینگ ۲۴ ساعت در دمای  $18 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی سریع و تقویت شده بذر با نهال‌های قوی جعفری بهینه بود. علاوه بر این، افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ بالاتر از این زمان نه تنها غیراقتصادی است، بلکه تأثیر مخربی بر جوانه‌زنی دارد.

## نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که هیدروپرایمینگ یک تکنیک مناسب برای بهبود جوانه‌زنی در گیاه جعفری است، اما

## Reference

## منابع

- Abbasdokht, H. 2011.** The effect of hydropriming and halopriming on germination and early growth stage of wheat (*Triticum aestivum* L.). Desert. 16: 61-68.
- Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anderson. 1973.** Vigour determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633. Doi:10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013x.
- AOSA (Association of Official Seed Analysts). 1990.** Rules for testing seeds. J. Seed Technol. 12: 1-112.
- Barranco, D., and E. Fernandez. 1998.** Influence of phosphorus and paclobutrazol application, trunk girdling and container size on growth and fruiting of young olive (*Olea europaea* L.) trees. ITEA Product, Vegetable. 94: 51-55.
- Bitire, SO., and T.C. Jen. 2022.** The Potential of Parsley Biodiesel as an Alternative Fuel in Diesel Engines. Vol. 917, Pp. 258-265. In Key Engineering Materials. Trans. Tech Publications Ltd, Switzerland. Doi:10.4028/p-3p823o.
- Caseiro, R., M.A. Bennett, and J. Marcos-Filho. 2004.** Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. Seed Sci. Technol. 32: 365-375. Doi:10.15258/sst.2004.32.2.09.
- Dursun, A., and M. Ekinci. 2010.** Effects of different priming treatments and priming durations on germination percentage of parsley (*Petroselinum crispum* L.) seeds. Agric. Sci, 1(01): 17-23. Doi:10.4236/as.2010.11003.
- Fariduddin, Q., S. Hayat, and A. Ahmad. 2003.** Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica. 41: 281-284. Doi:10.1023/B:PHOT.0000011962.05991.6c.
- Ghassemi-Golezani, K., A. Chadordooz-Zeddi, and M. Nasrollahzadeh Moghaddam. 2010.** Effects of hydro-priming duration on seedling vigour and grain yield of pinto Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Not Bot Horti Agrobot Cluj. 38(1):109-113. Doi:10.15835/nbha3813475.
- Gholamnejad S, and F. Nejatizadeh. 2015.** The effect of seed hydropriming on improving germination and growth of parsley seedlings under salt stress. New Cell. Mol. Biotechnol. J. 6(24): 23-30. (In Persian)
- Marthe, F. 2020.** *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman (Parsley). In J. Novak and W.D. Blüthner (eds.) Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants. Springer, Cham, Switzerland. Doi:10.1007/978-3-030-38792-1\_22.
- Matsushima K., and J. Sakagami. 2013.** Effects of seed hydropriming on germination and seedling vigor during emergence of rice under different soil moisture conditions. Am. J. Plant Sci. 4: 1584-1593. Doi:10.4236/ajps.2013.48191.
- Olszewski, MW, T.A. Evans, N.F. Gregory, and W.G. Pill. 2005a.** Enhanced germination of primed mericarps of parsley (*Petroselinum crispum* Mill. Nyman ex A.W.Hill) limited by *Alternaria alternate* proliferation. J. Hort. Sci. Biotechnol. 80(4): 427-432. Doi:10.1080/14620316.2005.11511955.

**Olszewski, M, W. Pill, T.D. Pizzolato, and J. Pesek. 2005b.** Priming duration influences anatomy and germination responses of parsley mericarps. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 130(5): 754-758. Doi:10.21273/JASHS.130.5.754.

**Podlaski S, Z. Chrobak, and Z. Wyszowska. 2003.** The effect of parsley seed hydration treatment and pelleting on seed vigour. Plant Soil Environ. 49(3): 114-118.

**Saadati, Z., B. Esmailpour, and A. Javadi. 2019.** Effect of Seed Priming by Salicylic Acid and Paclobutrazol on some Agronomical and Physiological Traits of Parsley (*Petroselinum sativum* Mill.) under Drought Stress. J. Soil Plant Interact. 10(1): 13-27. Doi:10.29252/ejgcst.10.1.13. (In Persian)

**Singh, B. and K. Usha. 2003.** Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. J. Plant Growth Regul. 39: 137-141. Doi:10.1023/A:1022556103536.