

تأثیر دگرآسیبی اندام‌های زعفران (*Crocus sativus* L.) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه زیره‌سبز و گوجه‌فرنگی

امیر سالاری^۱، حسن فیضی^{۲*}، فائزه قراری^۳ و فاطمه بختیاری بانوی^۴

۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه

۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه

۳- کارشناس ارشد کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه

۴- دانشجوی سابق کارشناسی گیاهان دارویی، دانشگاه تربت حیدریه

* نویسنده مسئول: Email: h.feizi@torbath.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۱۱

چکیده

برخی از گیاهان با ترشح ترکیب‌های شیمیایی، رشد و نمو گیاهان مجاور خود را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این پژوهش به منظور بررسی اثر دگرآسیبی اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران (برگ، بنه و ترکیب برگ و بنه) در پنج سطح صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد گیاهچه زیره‌سبز و گوجه‌فرنگی در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه در سال ۱۳۹۶ انجام شد. نتایج نشان داد که تأثیر اندام، غلظت و اثر متقابل آن‌ها، بر درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی و وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی بر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه زیره‌سبز معنی‌دار نبود. در مورد اکثر شاخص‌های رشدی زیره‌سبز از جمله درصد جوانه‌زنی، وزن و طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I، کاربرد بنه نسبت به برگ و ترکیب برگ و بنه، تأثیر بیشتری نشان داد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی زیره‌سبز در عصاره برگ و بنه (۴/۷۲ بذر در روز) و شاهد (۴/۷۵ بذر در روز) و بیشترین وزن ریشه‌چه در تیمار عصاره برگ و بنه (۰/۲۳ میلی‌گرم) و غلظت ۰/۲۵ (۰/۲۳ میلی‌گرم) به دست آمد. نتایج تجزیه واریانس گوجه‌فرنگی نیز نشان داد که تأثیر اندام‌های مختلف برگ، بنه و ترکیب برگ و بنه بر درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی بذر و وزن و طول ریشه‌چه معنی‌دار نبود. افزایش غلظت عصاره اندام‌های زعفران باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، گیاهچه و ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر در زیره‌سبز و گوجه‌فرنگی گردید. به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد که کشت زعفران بر زیره‌سبز و گوجه‌فرنگی دارای اثر دگرآسیبی بوده و مرحله جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی نسبت به تنش مواد دگرآسیب‌اندام‌های زعفران، حساسیت کمتری داشت، بنابراین، محصول گوجه‌فرنگی از ارجحیت بالاتری در مقایسه با زیره سبز در تناوب کشت با زعفران برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: برگ و بنه، درصد جوانه‌زنی، دگرآسیبی، غلظت

مقدمه

راشد محصل و همکاران (Rashed-Mohassel et al.,)

(2009a) نیز با بررسی تأثیر بنه و برگ زعفران در چهار غلظت صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱/۵ و ۴/۵ گرم پودر در هزار میلی‌لیتر آب بر رشد گیاهچه تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) نتیجه گرفتند که غلظت‌های عصاره اندام‌های برگ و بنه شاخص‌های رشدی همچون ارتفاع، سطح برگ، وزن برگ، وزن ساقه و وزن تک بوته هر دو گونه علف هرز را کاهش داده و در مورد علف‌هرز تاج‌خروس، اندام برگ و در مورد سلمه‌تره، تأثیر کاهندگی اندام بنه، دارای تأثیر بازدارندگی بیشتری بوده است.

در بررسی روی اثر دگرآسیبی زعفران زراعی روی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.)، زنیان (*Trachyspermum capticum* L.) و رازیانه (*Foenicululm vulgare* L.) مشخص گردید که بین گونه‌های گیاهی و سطوح غلظت‌های بنه از نظر همه شاخص‌ها، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. اثر متقابل گونه و غلظت عصاره آبی بنه زعفران، از نظر همه صفات به استثنای طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه معنی‌دار بود و با افزایش غلظت‌های عصاره آبی اندام بنه زعفران همه شاخص‌ها، در هر سه گونه کاهش یافت (Agah et al., 2014). در بررسی اثر دگرآسیبی زعفران (*Crocus sativus* L.) بر شاخص‌های رشدی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris* L.) نیز نتیجه گرفته شد که با افزایش درصد غلظت، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و وزن خشک کاهش یافتند (Izadpanah et al., 2010).

در بررسی اثر دگرآسیبی زعفران بر جوانه‌زنی و رشد اولیه علف‌های هرز گچ‌دوست (*Gypsophila pilosa* L.) و شلمبیک (*Rapistrum rugosum* L.) نیز نشان داده شد که رابطه همبستگی منفی بین سطوح مختلف غلظت و درصد و سرعت جوانه‌زنی شلمبیک و گچ‌دوست برقرار است. در مقایسه دو اندام بنه و برگ زعفران، اثر دگرآسیبی برگ بیشتر از بنه بود (Azizi et al., 2013). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که عصاره آبی اندام‌های هوایی زعفران (کلاله و گلبرگ) دارای اثر تحریک‌کنندگی روی رشد گیاه ماش (Ataei & Hashemloian, 2007) بوده و اندام‌های زیرزمینی زعفران اثر دگرآسیبی شدیدی دارند که تحت اثر این مواد دگرآسیب، ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه،

زعفران به‌عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان، جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد (Abrishamchi, 2003). در حال حاضر، ایران بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان است و بیش از ۹۴ درصد تولید جهانی این محصول گران‌بها را به خود اختصاص داده است. استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به‌ترتیب با ۶۹ (معادل ۷۸ درصد) و ۱۵ (معادل ۱۷ درصد) هزار هکتار، قطب عمده تولید زعفران در ایران محسوب می‌شوند (Mollafilabi, 2000; Mollafilabi & Shoorideh, 2009).

از دیرباز کشاورزان پی برده بودند که زعفران همانند بسیاری از گونه‌های گیاهی دارای اثر دگرآسیبی بر روی خود و سایر گونه‌های گیاهی همراه می‌باشد (Mazaheri, 1998). عزیززهان و همکاران (Azizi-Zahan et al., 2006) اظهار داشتند پس از یک دوره کشت، در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تغییری حاصل نشده و از نظر عناصر کم مصرف نیز، در خاک محدودیتی ایجاد نشده است، بنابراین احتمالاً تولید مواد دگرآسیب و تغییر در وضعیت بیوشیمیایی خاک توسط زعفران، مانع اصلی کشت مجدد زعفران می‌باشد. اندام‌های زعفران حاوی مواد دگرآسیب شیمیایی هستند، از میان این مواد، ترکیب‌های حلقوی نظیر فنل‌ها، کومارین‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، مشتقات سینامیک‌اسید و کوئینون‌ها به‌عنوان مهم‌ترین مواد دگرآسیب مطرح می‌باشند (Kohli et al., 2001). فلاونوئیدها اولین گروه از مواد دگرآسیب شیمیایی بازدارنده جذب اکسیژن میتوکندریایی معرفی شده‌اند که تولید ATP را در میتوکندری متوقف کرده و بر تنفس اثر می‌گذارد (Meyghani, 2003).

نتایج بررسی روی اثر دگرآسیبی عصاره آبی برگ و بنه زعفران در پنج سطح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزنی حجمی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) و خاکشیر (*Descurainia sophia* L.) نشان داد که غلظت‌های مختلف اندام‌های برگ و بنه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی هر دو گونه علف هرز شده و بیشترین اثر بازدارندگی صفات در علف پشمکی مربوط به برگ و در خاکشیر مربوط به بنه بود (Alipour et al., 2015).

پودر خشک در ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر قرار گرفت و پس عبور از دو لایه کاغذ صافی، محلول‌هایی با غلظت مورد نظر ساخته شد (Musavi et al., 2018).

کشت بذرها درون ظروف پتری‌دیش استریل شده انجام گردید، ابتدا بذرها به مدت ۳۰ ثانیه با هیپوکلریت خالص ضدعفونی شده و پس از آن، سه مرتبه با آب مقطر شستشو گردید (جهت ضدعفونی، کاغذ صافی‌ها به مدت دو ساعت درون آون ۱۱۰ درجه قرار داده شد). تعداد ۲۵ بذر روی کاغذ صافی درون هر پتری‌دیش قرار داده و آب‌دهی با مصرف پنج سی‌سی از عصاره آبی صورت پذیرفت. در نهایت، پتری‌دیش‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در داخل ژرمیناتور قرار داده شده و شمارش جوانه‌زنی روزانه تا ۱۴ روز و در ساعتی معین برای هر دو گیاه، انجام شد. بذرهایی با ظهور ریشه‌چه به‌اندازه دو میلی‌متر به‌عنوان بذره‌های جوانه‌زده محسوب می‌شد (ISTA, 2009). در پایان روز چهاردهم، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از هر تکرار به‌وسیله خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد و وزن خشک آن‌ها تعیین گردید. مجموع وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌عنوان وزن گیاهچه مدنظر قرار گرفت.

جهت تعیین سرعت جوانه‌زنی^۱ (GR) از معادله ۱ (فرمول ماگیور (Maguire, 1982)) و به‌منظور محاسبه متوسط زمان جوانه‌زنی^۲ (MGT) از معادله ۲ استفاده شد (Matthes & Khajeh-Hosseini, 2007).

معادله (۱)

$$GR = (a/1) + (b-a/2) + (c-b/3) + \dots + (n-n-1/N)$$

در معادله فوق، سرعت جوانه‌زنی بر حسب بذر جوانه‌زده بر روز و a ، b ، c ، ... و n به‌ترتیب نشان‌دهنده تعداد بذره‌های جوانه‌زده پس از ۱، ۲، ۳، ... و n روز بعد از شروع آبیاری آن‌ها می‌باشد.

$$MGT = \frac{\sum (F \cdot X)}{\sum F} \quad \text{معادله (۲)}$$

که در این معادله، MGT: متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)، F: تعداد بذر جدید جوانه‌زده در روز شمارش X ام و X روز شمارش می‌باشد. جهت محاسبه شاخص‌های بنیه بذر I و II

تولید ریشه‌های موئین، تعداد ریشه‌های ثانویه، طول ریشه-چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد.

نتایج تحقیق اقبالی و همکاران (Eghbali et al., 2008) با عنوان اثر دگرآسیبی بقایای اندام‌های هوایی و بنه زعفران بر رشد دو گونه زراعی زمستانه (شامل گندم (*Triticum aestivum* L.) و چاودار (*Secale cereale* L.)) و تابستانه (شامل ماش (*Vigna radiata* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)) نیز نشان داد که اندام‌ها و بافت‌های زعفران، تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه هر چهار گونه گیاهی مذکور داشت؛ به طوری‌که با افزایش غلظت بافت‌های اندام هوایی نسبت به شاهد، درصد کلروفیل، ارتفاع، سطح برگ، ماده خشک اندام‌های هوایی و ریشه افزایش یافت، اما با افزایش غلظت بنه نسبت به شاهد، همه صفات مورد مطالعه کاهش یافته و گیاهان تابستانه در مقایسه با گیاهان زمستانه کمتر تحت تأثیر تنش مواد موجود در بافت‌های زعفران قرار گرفته و در مجموع، بنه زعفران اثر دگرآسیبی منفی ولی برگ‌ها اثر تحریک‌کنندگی بر گونه‌های مورد مطالعه داشتند.

با توجه به اینکه ایران، هفتمین تولیدکننده عمده محصول گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) در جهان بوده و زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.)، جایگاه دوم بین گیاهان صادراتی ایران (در گروه گیاهان دارویی و معطر) را به‌خود اختصاص داده است و در تناوب زراعی زعفران، مورد کشت و تولید کشاورزان منطقه تحت مطالعه قرار می‌گیرد، در این آزمایش به بررسی اثر دگرآسیبی اندام‌های زعفران (برگ، بنه و برگ-بنه) بر رشد زیره‌سبز (موجود در تناوب زعفران) و گوجه‌فرنگی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت‌حیدریه انجام گردید. در این آزمایش، تأثیر غلظت‌های مختلف برگ، بنه و ترکیب برگ بنه زعفران در پنج غلظت مختلف صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد حجمی بر روی جوانه زنی و رشد گیاهچه گوجه‌فرنگی و زیره‌سبز به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد.

برای انجام آزمایش، ابتدا اندام‌های زعفران (برگ و بنه) در آون با حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد، سپس توسط آسیاب برقی پودر شده، ۱۰ گرم

1- Germination rate
 2- Mean germination time

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی زیره سبز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عصاره آبی اندام‌های برگ، بنه و ترکیب برگ و بنه و غلظت‌های مختلف عصاره، تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه نداشت، در حالی‌که بر درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی و وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر II در سطح احتمال یک درصد، تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱).

به ترتیب از معادله‌های ۳ و ۴ استفاده شد (Vashisth & Nagarajan, 2010):

معادله (۳)

$$\text{شاخص بنیه I} = \text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{طول گیاهچه بر حسب سانتی‌متر (ساقه‌چه + ریشه‌چه)}$$

معادله (۴)

$$\text{شاخص بنیه II} = \text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{وزن خشک گیاهچه بر حسب میلی‌گرم (ساقه‌چه + ریشه‌چه)}$$

نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال پنج و یک درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نوع و غلظت‌های اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه زیره سبز

Table 1. Analysis of variance (mean comparisons) for the effects of above-ground and below-ground tissues and concentrations of saffron on seed germination criteria and seedling criteria of cumin

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی df | درصد جوانه‌زنی Germination percentage | سرعت جوانه‌زنی Germination rate | متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|---------------------------|---------------------|---|---------------------------------------|---|--|--|
| اندام Tissue (T) | 2 | 53.06** | 0.77** | 0.62** | 1797185 ^{ns} | 1154.59** |
| غلظت Concentration (C) | 4 | 36** | 0.58** | 0.57** | 1698479 ^{ns} | 645.70** |
| T × C | 8 | 23.40 ^{ns} | 0.43** | 0.45** | 2980673 ^{ns} | 1234.05** |
| خطا Error | 45 | 13.24 | 0.08 | 0.10 | 1776159 | 171.86 |

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ^{ns} عدم معنی‌داری

** : Significance at 1% probability level, * : significance at 5% probability level and ns: insignificance.

جدول ۱. ادامه

Table 1. Continued

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی df | وزن گیاهچه Seedling weight | وزن ساقه‌چه Stem weight | وزن ریشه‌چه Root weight | طول گیاهچه Seedling length | طول ساقه‌چه Stem length | طول ریشه‌چه Root length |
|------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| اندام Tissue (T) | 2 | 0.09** | 0.04** | 0.01** | 98.48 ^{ns} | 42.77 ^{ns} | 11.64 ^{ns} |
| غلظت Concentration (C) | 4 | 0.06** | 0.02** | 0.008** | 92.59 ^{ns} | 10.34 ^{ns} | 58.11 ^{ns} |
| T × C | 8 | 0.13** | 0.09** | 0.007** | 321.21 ^{ns} | 174.10** | 182.00 ^{ns} |
| خطا Error | 45 | 0.01 | 0.008 | 0.003 | 182.66 | 15.11 | 137.89 |

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ^{ns} عدم معنی‌داری

** : Significance at 1% probability level, * : significance at 5% probability level and ns: insignificance.

بیشتر از ساقه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Kobayashi, 2004).

از طرفی، تأثیر معنی‌دار عصاره آبی اندام زعفران بر وزن ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاه‌چه و عدم تأثیر معنی‌دار همین عامل بر رشد اندام‌ها (جدول ۱)، نشان داد تقسیم سلولی تحت تأثیر قرار نگرفته درحالی‌که جذب املاح از خاک و انتقال و تجمع آن‌ها در اندام‌های مختلف کاهش معنی‌داری یافته است. شاید بتوان افزایش پتانسیل اسمزی و رقابت یونی را در کاهش جذب املاح از خاک، مؤثر دانست، کاهش ورود املاح به ریشه، کاهش تجمع آن‌ها در ساقه‌چه و گیاهچه را نیز به‌همراه داشته است.

تأثیر معنی‌دار اندام‌های مختلف برگ، بنه و ترکیب برگ و بنه بر شاخص‌های رشد زیره‌سبز در سطح احتمال یک درصد نشان داد عصاره هر دو اندام برگ و بنه، کاهش شدید جوانه‌زنی را در پی دارد. با توجه به برهمکنش بین مواد مترشحه از اندام‌های برگ و بنه در حالت ترکیبی برگ و بنه، میزان کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی نسبت به اندام مجزای برگ و بنه کاهش یافت (جدول ۲).

با توجه به عدم معنی‌داری تأثیر عصاره آبی اندام‌های زعفران، بر رشد اندام‌های زیره‌سبز (از جمله طول گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه) و تأثیر معنی‌دار آن بر شاخص‌های جوانه‌زنی، به‌نظر می‌رسد یکی از حساس‌ترین مراحل رشد زیره‌سبز به تنش دگرآسیبی عصاره آبی اندام‌های زعفران، مرحله جوانه‌زنی باشد و اگر گیاه بتواند از مرحله سبز شدن عبور نماید، مراحل بعدی را آسان‌تر طی خواهد نمود. این مطلب بیانگر آن است که همانند سایر تنش‌ها، با بالغ شدن گیاه، تأثیر منفی تنش حاصل از دگرآسیبی بر گیاه کاهش می‌یابد، این موضوع اهمیت کشت نشاء و انتقال از خزانه به زمین اصلی را پس از طی مرحله سبز شدن آشکار می‌سازد. مرحله جوانه‌زنی بذرها یکی از حساس‌ترین مراحل زندگی گیاهان است. آثار دگرآسیبی اغلب در اوایل چرخه زندگی شدیدتر است و از جوانه‌زنی بذرها ممانعت می‌کند (Bhowmik & Inderjit, 2003). با ظهور سریع‌تر ریشه‌ها و جذب مواد دگرآسیب، ریشه‌ها مدت بیشتری تحت تأثیر مواد دگرآسیب شیمیایی قرار می‌گیرد و به‌دلیل اینکه ریشه اولین جایگاه تماس مستقیم با این مواد است، رشد آن

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر عصاره آبی اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی زیره‌سبز

Table 2. Mean comparisons for effect of above-ground and below-ground tissues of saffron on seed germination indices of cumin

| اندام Tissue | جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%) | سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seeds per day) | متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day) | وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mg) | وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mg) | وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mg) | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|----------------------------|---|--|---|---|--|--|--|---|
| برگ Leaf | 95.60 ^{ab*} | 4.33 ^b | 5.83 ^a | 0.69 ^a | 0.21 ^{ab} | 0.47 ^a | 6405.12 ^a | 66.03 ^a |
| بنه Corm | 95.20 ^b | 4.50 ^{ab} | 5.62 ^{ab} | 0.58 ^b | 0.18 ^b | 0.40 ^b | 6110.22 ^a | 55.98 ^b |
| برگ و بنه Leaf- corm | 98.20 ^a | 4.72 ^a | 5.47 ^b | 0.72 ^a | 0.23 ^a | 0.48 ^a | 6709.72 ^a | 70.87 ^a |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال پنج درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.
 * Means with the same letter in each column are statistically significant (based on the Tukey multi-domain test at 5% probability level).

شاهد چهار درصد، تعداد جوانه‌ها را کاهش داده است (جدول ۳). تأثیر دگرآسیبی گیاه زعفران بر جوانه‌زنی سایر گیاهان، به وجود مواد دگرآسیب شیمیایی از جمله فلاونوئید و کومارین در اندام‌های این گیاه، نسبت داده می-

نتایج نشان داد فقط غلظت دو درصد باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی گردید؛ این درحالی است که سرعت جوانه‌زنی در غلظت یک درصد کاهش معنی‌داری یافت. تحلیل داده‌ها نشان داد که غلظت دو درصد نسبت به

میاندهی و محمودی (Alipoor-Miandehi & Mahmoudi, 2015) نیز در بررسی اثر اندام برگ و بنه زعفران بر جوانه‌زنی علف پشمکی عنوان نمودند که درصد جوانه‌زنی این علف هرز تحت تأثیر غلظت‌های مختلف اندام برگ و بنه زعفران به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

شود (Alipoor-Miandehi & Mahmood, 2015). علیمردادی و همکاران (Alimoradi et al., 2008) بیان داشتند که اندام بنه زعفران تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی علف هرز گچ‌دوست و شلمی نداشت، ولی تحت تأثیر اندام برگ آن، کاهش معنی‌داری یافت. علی‌پور

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت‌های مختلف اندام‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی زیره‌سبز

Table 3. Mean comparison for the simple effect of different concentrations of saffron tissues on seed germination indices of cumin

| غلظت Concentration (%) | جوانه‌زنی (درصد) Germination (%) | سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seeds.day ⁻¹) | متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day) | وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mg) | وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mg) | وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mg) | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|---------------------------|--|---|--|--|---|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 0 | 97.33 ^{ab*} | 4.75 ^a | 5.46 ^b | 0.63 ^{ab} | 0.21 ^{ab} | 0.42 ^{ab} | 6454.03 ^a | 61.67 ^{ab} |
| 0.25 | 96.66 ^{ab} | 4.66 ^{ab} | 5.46 ^b | 0.79 ^a | 0.23 ^a | 0.52 ^a | 6600.56 ^a | 73.33 ^a |
| 0.50 | 96.66 ^{ab} | 4.59 ^{ab} | 5.53 ^b | 0.56 ^b | 0.16 ^b | 0.39 ^b | 6374.63 ^a | 54.85 ^b |
| 1 | 97.66 ^a | 4.40 ^{bc} | 5.80 ^{ab} | 0.71 ^{ab} | 0.23 ^{ab} | 0.48 ^{ab} | 6808.83 ^a | 69.87 ^{ab} |
| 2 | 93.33 ^b | 4.20 ^c | 5.94 ^a | 0.66 ^{ab} | 0.20 ^{ab} | 0.45 ^{ab} | 5803.70 ^a | 61.76 ^{ab} |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵٪) تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are statistically significant (based on the Tukey multi-domain test at 5% probability level).

متوسط زمان جوانه‌زنی داشته است (جدول ۲)، نتایج مشابه توسط سایر محققان به‌دست آمده است (Izadpanah et al., 2010).

اثر متقابل اندام و غلظت بیان‌گر آن است که کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، به‌ترتیب در اثر متقابل بنه-غلظت دو درصد و برگ-غلظت دو درصد به‌دست آمد. کمترین وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه نیز در اثر متقابل بنه-غلظت اندام ۰/۵ درصد مشاهده گردید. کمترین شاخص بنیه بذر I و II نیز به‌ترتیب در اثر متقابل برگ-غلظت صفر درصد و بنه-غلظت ۰/۵ درصد حاصل گردید. بیشترین شاخص بنیه بذر I و II نیز به‌ترتیب در اثر متقابل بنه-غلظت صفر درصد و ترکیب برگ و بنه-غلظت یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که عصاره آبی اندام‌های هوایی زعفران (شامل کلاله و گلبرگ) دارای اثر تحریک‌کنندگی بر رشد گیاهان مختلف از قبیل پنبه (Eskandari & Alikamar, 2007) می‌باشد.

اثر اصلی اندام‌ها و غلظت‌های مختلف زعفران بر سرعت جوانه‌زنی زیره‌سبز معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$). بیشترین سرعت جوانه‌زنی در اثر متقابل برگ و بنه با ۴/۷۲ بذر در روز و کمترین سرعت جوانه‌زنی در اندام برگ با میزان ۴/۳۳ بذر در روز مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت صفر درصد (شاهد) و کمترین آن در غلظت دو درصد مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد با افزایش غلظت، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافته است. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت، مدت زمان جوانه‌زنی زیره‌سبز نیز افزایش می‌یابد.

اثر اصلی اندام‌ها و غلظت‌های مختلف زعفران بر وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه زیره‌سبز معنی‌دار گردید ($p \leq 0.01$). بیشترین و کمترین وزن گیاهچه به‌ترتیب به اثر متقابل برگ و بنه با ۰/۷۲ میلی‌گرم و بنه با ۰/۵۸ میلی‌گرم مربوط می‌باشد (جدول ۲). اکثر شاخص‌های رشدی زیره-سبز از جمله درصد جوانه‌زنی، وزن و طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I، بیشتر تحت تأثیر اندام بنه بوده، درحالی‌که اندام برگ بیشترین تأثیر را بر سرعت و

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل اندام‌های مختلف زعفران در غلظت‌های متفاوت بر شاخص‌های جوانه‌زنی زیره‌سبز

Table 4. Mean comparisons for the effect of different tissues of saffron in different concentrations on germination indices of cumin

| اندام Tissue | غلظت (درصد) Extract concentration (%) | سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seeds per day) | متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day) | وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mg) | وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mg) | وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mg) | طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Stem length (mm) | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|-------------------------------|--|---|--|--|---|---|---|--|--|
| برگ Leaf | 0 | 4.70 ^{abc*} | 5.50 ^{bc} | 0.34 ^{bc} | 0.22 ^a | 0.56 ^{bcd} | 0.85 ^e | 5400.50 ^a | 74.54 ^{abc} |
| | 0.25 | 4.79 ^{ab} | 5.18 ^c | 0.36 ^{bc} | 0.22 ^a | 0.59 ^{abc} | 24.35 ^{be} | 7095.70 ^a | 56.08 ^{ab} |
| | 0.50 | 4.49 ^{abc} | 5.64 ^{bc} | 0.49 ^{ab} | 0.22 ^a | 0.72 ^{abc} | 32.35 ^{abc} | 6804.30 ^a | 69.29 ^{ab} |
| | 1 | 4.07 ^{cd} | 6.21 ^{ab} | 0.51 ^{ab} | 0.18 ^{ab} | 0.69 ^{abc} | 28.10 ^{ae} | 6198.50 ^a | 67.79 ^{ab} |
| | 2 | 3.61 ^d | 6.60 ^a | 0.67 ^a | 0.21 ^{ab} | 0.89 ^{ab} | 36.07 ^a | 6526.60 ^a | 82.26 ^a |
| بنه Corm | 0 | 5.04 ^a | 5.32 ^c | 0.41 ^b | 0.19 ^{ab} | 0.60 ^{abc} | 29.97 ^{ad} | 7147.50 ^a | 60.50 ^{ab} |
| | 0.25 | 4.28 ^{bcd} | 5.83 ^{abc} | 0.66 ^a | 0.25 ^a | 0.91 ^a | 31.82 ^{abc} | 6331.00 ^a | 86.92 ^a |
| | 0.50 | 4.43 ^{abc} | 5.59 ^{bc} | 0.16 ^c | 0.07 ^b | 0.23 ^d | 21.85 ^{de} | 5594.60 ^a | 22.02 ^c |
| | 1 | 4.49 ^{abc} | 5.65 ^{bc} | 0.40 ^b | 0.23 ^a | 0.64 ^{abc} | 23.85 ^{cde} | 5994.00 ^a | 62.19 ^{ab} |
| | 2 | 4.29 ^{bcd} | 5.71 ^{bc} | 0.35 ^{bc} | 0.22 ^a | 0.53 ^{cd} | 23.17 ^{cde} | 5484.00 ^a | 48.28 ^{bc} |
| برگ و بنه Leaf- corm | 0 | 4.52 ^{abc} | 5.56 ^{bc} | 0.50 ^{ab} | 0.22 ^a | 0.73 ^{abc} | 34.02 ^{ab} | 6814.10 ^a | 69.77 ^{ab} |
| | 0.25 | 4.90 ^{ab} | 5.38 ^{bc} | 0.52 ^{ab} | 0.24 ^a | 0.77 ^{abc} | 30.67 ^{ad} | 6375.00 ^a | 77.00 ^{ab} |
| | 0.50 | 4.86 ^{ab} | 5.38 ^{bc} | 0.52 ^{ab} | 0.21 ^{ab} | 0.73 ^{abc} | 29.55 ^{ae} | 6725.00 ^a | 73.25 ^{ab} |
| | 1 | 4.63 ^{abc} | 5.56 ^{bc} | 0.52 ^{ab} | 0.27 ^a | 0.80 ^{abc} | 30.80 ^{ad} | 8234.00 ^a | 79.63 ^{ab} |
| | 2 | 4.70 ^{abc} | 5.50 ^{bc} | 0.34 ^{bc} | 0.22 ^a | 0.56 ^{bcd} | 19.85 ^e | 5400.50 ^a | 54.74 ^{ab} |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵٪) تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are statistically significant (based on the Tukey multi-domain test at 5% probability level)

شاخص‌های جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی

در مورد گوجه‌فرنگی، می‌توان اقدام به کشت در زمین اصلی نمود. در اثر متقابل اندام و غلظت، طول ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I و II تحت تأثیر قرار گرفته است، بنابراین این محصول می‌تواند به‌عنوان کشت متناوب با زعفران و یا به‌صورت کشت مخلوط مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی با توجه به قیمت مناسب گوجه‌فرنگی و بازار مصرف و کارخانه‌های فرآوری زیاد آن در منطقه نسبت به زیره‌سبز، کشت مطلوب‌تری به‌نظر می‌رسد.

تأثیر اندام‌های مختلف برگ، بنه و ترکیب برگ و بنه بر درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی و وزن و طول ریشه‌چه گوجه‌فرنگی معنی‌دار نگردیده، در حالی که این تأثیر بر وزن و طول ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I و II در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵).

بر خلاف زیره‌سبز، در مورد گوجه‌فرنگی با توجه به تأثیر معنی‌دار اندام‌های مختلف بر رشد طول گیاهچه و تأثیر غیر معنی‌دار آن بر شاخص‌های جوانه‌زنی، به‌نظر می‌رسد مرحله جوانه‌زنی گیاهچه گوجه‌فرنگی نسبت به تنش دگرآسیبی اندام‌های زعفران از حساسیت کمتری برخوردار بوده و مرحله رویشی دارای حساسیت بیشتری می‌باشد، به عبارتی

جدول ۵. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نوع و غلظت‌های اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه گوجه فرنگی

Table 5. Analysis of variance (mean of squares) for the effect of above-ground and below-ground tissues and different concentrations of saffron on seed germination and seedling criteria of tomato

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی df | درصد جوانه‌زنی Germination percentage | سرعت جوانه‌زنی Germination rate | متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|---------------------------|---------------------|---|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| اندام Tissue (T) | 2 | 24.26 ^{ns} | 0.20 ^{ns} | 0.008 ^{ns} | 6061110 ^{**} | 692.10 ^{**} |
| غلظت Concentration (C) | 4 | 24.40 ^{ns} | 0.84 ^{**} | 0.006 ^{ns} | 11121283 ^{**} | 643.58 ^{**} |
| T × C | 24 | 32.60 ^{ns} | 0.26 ^{ns} | 0.02 ^{ns} | 23880061 ^{**} | 258.59 ^{**} |
| خطا Error | 45 | 21.15 | 0.26 | 0.03 | 989336 | 124.93 |

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، * : معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ^{ns} : عدم معنی‌داری

** : Significance at 1% probability level, * : significance at 5% probability level and ns: insignificance.

جدول ۵. ادامه

Table 5. Continued

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی df | وزن ساقه‌چه Stem weight | وزن ریشه‌چه Root weight | وزن گیاهچه Seedling weight | طول ساقه‌چه Stem length | طول ریشه‌چه Root length | طول گیاهچه Seedling length |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| اندام Tissue (T) | 2 | 0.02 ^{**} | 0.001 ^{ns} | 0.04 ^{**} | 36.05 ^{**} | 172.75 ^{ns} | 339.89 ^{**} |
| غلظت Concentration (C) | 4 | 0.02 ^{**} | 0.002 ^{ns} | 0.04 ^{**} | 27.38 ^{**} | 253.14 ^{**} | 295.52 ^{**} |
| T × C | 24 | 0.005 ^{ns} | 0.005 [*] | 0.01 ^{ns} | 13.05 ^{ns} | 300.62 ^{**} | 273.18 ^{**} |
| خطا Error | 45 | 0.005 | 0.002 | 0.01 | 6.50 | 65.81 | 82.28 |

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، * : معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ^{ns} : عدم معنی‌داری

** : Significance at 1% probability level, * : significance at 5% probability level and ns: insignificance.

های عصاره آبی برگ و بنه زعفران بر جوانه‌زنی علف هرز تاج‌خروس نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی تاج‌خروس با افزایش غلظت‌های عصاره آبی برگ و بنه کاهش می‌یابد. عباسی و جهانی (Abbasi & Jahani, 2007) اعلام کردند که سرعت جوانه‌زنی بذر سویا تحت تأثیر غلظت‌های متفاوت اندام زعفران تغییر معنی‌داری ندارد، همچنین عباسی (Abbasi, 2007) با بررسی اثر دگرآسیبی بنه‌های زعفران روی جوانه‌زنی بذر محصولاتی مانند گندم، جو، ذرت، پنبه، سویا و کلزا گزارش کرد که اندام زعفران بر پارامترهای جوانه‌زنی این گیاهان دارای اثر منفی می‌باشد.

نتایج نشان داد بیشترین تأثیر منفی بر جوانه‌زنی و رشد گوجه‌فرنگی در برگ زعفران بوده است (جدول ۶). در مطالعات دیگری نیز، تأثیر معنی‌دار اندام برگ و بنه زعفران بر درصد جوانه‌زنی سایر گیاهان گزارش گردیده است (Izadpanah et al., 2010; Abbasi, 2007; Ataei & Hashemloian, 2007; Eghbali et al., 2008; Azizi-Zahan et al., 2000).

بیشترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف اندام زعفران در غلظت ۰/۲۵ درصد و کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت یک درصد مشاهده گردید (جدول ۶). اسگرپور و همکاران (Asgarpour et al., 2015) با بررسی اثر غلظت-

ها به کاهش فتوسنتز در نتیجه وجود ترکیبات فلاونوئیدی اندام برگ زعفران بر می‌گردد (Maleki-Khezerlou et al., 2016). نتایج تحقیق دیگری نشان داد زعفران تأثیر منفی معنی‌داری در کاهش طول ریشه‌چه گندم دارد (Abbasi & Jahani, 2007).

بیشترین وزن ساقه‌چه مربوط به بنه (با ۱/۰۱ میلی‌گرم) و کم‌ترین وزن ساقه‌چه مربوط به برگ با ۰/۹۴ میلی‌گرم بود (جدول ۶). تأثیر معنی‌دار غلظت‌های مختلف اندام‌های زعفران بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه علف هرز پیچک صحرايي (*Convolvulus arvensis* L.) در سطح احتمال یک درصد نیز گزارش گردیده است و کاهش رشد ساقه‌چه-

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت‌های مختلف اندام‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی
 Table 6. Mean comparison for the simple effect of different concentrations of saffron tissues on seed germination indices of tomato

| اندام Tissue | وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mg) | وزن چه (میلی‌گرم) Seedling weight (mg) | طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Stem length (mm) | طول گیاه چه (میلی‌متر) Seedling length (mm) | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|------------------------|--|---|--|--|--|--|
| برگ Leaf | 0.94 ^{b*} | 1.35 ^b | 39.58 ^b | 156.85 ^b | 14822.50 ^b | 128.08 ^b |
| بنه Corm | 1.01 ^a | 1.44 ^a | 42.12 ^a | 165.07 ^a | 15923.26 ^a | 139.43 ^a |
| برگ و بنه Leaf-corm | 0.98 ^{ab} | 1.43 ^{ab} | 40.10 ^b | 161.52 ^{ab} | 15393.18 ^{ab} | 136.42 ^{ab} |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال پنج درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are statistically significant (based on the Tukey multi-domain test at 5% probability level).

در غلظت ۰/۵ و ۲ درصد و کم‌ترین وزن گیاهچه در غلظت صفر درصد مشاهده گردید (جدول ۷). نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری بین اندام‌های مختلف زعفران بر طول ریشه‌چه گوجه‌فرنگی وجود ندارد ($p \leq 0.01$) (جدول ۵). بیشترین طول ریشه‌چه در غلظت ۱ درصد و کم‌ترین طول ریشه‌چه در غلظت صفر و ۰/۲۵ درصد مشاهده گردید (جدول ۷). عباسی و جهانی (Abbasi & Jahani, 2007) نشان دادند که طول ریشه‌چه گندم تیمار شده با اندام زعفران به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. همچنین حجازی (Hejazi, 2000) کاهش طول ریشه-چه در بذر تیمار شده با مواد دگرآسیب زعفران را ثابت کرد، به نظر می‌رسد مواد دگرآسیب با کاهش تقسیمات میتوزی در مریستم ریشه و رشد سلول‌ها و همچنین مختل کردن جذب یون‌های معدنی، سبب کاهش میزان رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه علف‌های هرز می‌شوند (Soltanipor et al., 2007).

بیشترین وزن گیاهچه مربوط به بنه با ۱/۴۴ میلی‌گرم و کم‌ترین وزن برگ با ۱/۳۵ میلی‌گرم بود (جدول ۶). بیشترین وزن گیاهچه در غلظت‌های مختلف اندام زعفران در غلظت ۰/۲۵ درصد و کم‌ترین وزن گیاهچه در غلظت صفر درصد مشاهده گردید (جدول ۷). بوهم و همکاران (Bohm et al., 2006) بیان نمودند کاهش رشد گیاهچه در حضور ترکیبات دگرآسیب با توقف شدید میتوز در سلول‌های مریستمی ریشه‌چه و ساقه‌چه همراه می‌شود و در نتیجه وزن گیاهچه کاهش می‌یابد. حجتیان‌فر و همکاران (Hojatian-Far et al., 2011) نیز نشان دادند که اندام گلبرگ زعفران باعث کاهش وزن خشک گیاهچه ذرت سینگل کراس شد. بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به بنه با ۴۲/۱۲ میلی‌متر و کم‌ترین وزن برگ و اثر متقابل برگ و بنه به‌ترتیب با ۳۹/۵۸ میلی‌متر و ۴۰/۱۰ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۶). بیشترین طول ساقه‌چه در غلظت‌های مختلف اندام زعفران

بیشترین و کم‌ترین طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر I و II به ترتیب مربوط به اثر بنه و برگ بود (جدول ۶). بیشترین طول گیاهچه در غلظت ۰/۵ درصد و کم‌ترین طول گیاهچه در غلظت صفر درصد مشاهده گردید، بیشترین تأثیر بر شاخص بنیه بذر I در غلظت ۱ و در شاخص بنیه بذر II در غلظت ۰/۲۵ و ۱ مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت‌های مختلف اندام‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی گوجه فرنگی

Table 7. Mean comparison for the simple effect of different concentrations of saffron tissues on seed germination indices of tomato

| غلظت (درصد) Concentration (%) | سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seeds per day) | وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mg) | وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mg) | طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Stem length (mm) | طول ریشه‌چه (میلی-متر) Root length (mm) | طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm) | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|----------------------------------|--|---|--|---|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 0 | 8.43 ^{b*} | 0.89 ^b | 1.32 ^b | 38.54 ^b | 116.87 ^b | 155.41 ^b | 14604.36 ^b | 124.23 ^b |
| 0.25 | 9.05 ^a | 1.02 ^a | 1.47 ^a | 40.70 ^{ab} | 117.09 ^b | 157.80 ^{ab} | 15339.23 ^{ab} | 143.59 ^a |
| 0.5 | 8.57 ^{ab} | 0.99 ^a | 1.38 ^{ab} | 42.00 ^a | 123.95 ^{ab} | 165.96 ^a | 15696.16 ^{ab} | 131.26 ^{ab} |
| 1 | 8.37 ^b | 0.99 ^a | 1.45 ^{ab} | 39.70 ^{ab} | 126.90 ^a | 166.60 ^a | 15852.06 ^a | 138.23 ^a |
| 2 | 8.65 ^{ab} | 0.97 ^{ab} | 1.41 ^{ab} | 42.05 ^a | 117.90 ^{ab} | 159.95 ^{ab} | 15406.40 ^{ab} | 135.23 ^{ab} |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵ درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.
*Means with the same letter in each column are statistically significant (based on the Tukey multi-domain test at 5% probability level).

مطالعه‌ای مشخص گردید که اندام برگ و بنه زعفران، ارتفاع، سطح برگ، وزن برگ، وزن ساقه و وزن تک بوته تاج خروس و سلمه‌تره را کاهش می‌دهد، ضمن آنکه در مورد تاج‌خروس، تأثیر بازدارندگی اندام برگ و در مورد سلمه‌تره، تأثیر کاهش‌دهندگی اندام بنه بیشتر به‌دست آمد (-Rashed- Mohassel., 2009b).

در غلظت‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر، درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی و وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه در غلظت‌های پایین، تحت بیشترین تأثیر مثبت قرار گرفت، درحالی‌که در طول‌های مورد اندازه‌گیری و بنیه بذر I و II، بیشترین تأثیر مثبت در غلظت‌های بالا مشاهده شد (جدول ۷). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش غلظت باعث افزایش طول ساقه‌چه، گیاهچه و ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر I و II می‌گردد و در تمام صفات مورد اندازه‌گیری بیشترین تأثیر منفی مربوط به شاهد می‌باشد. اصولاً کاهش رشد به جلوگیری از عمل جیبرلین و ایندول-استیک‌اسید به‌واسطه عوامل دگرآسیب و در نتیجه کاهش تقسیم سلولی مربوط می‌گردد (Qasem, 1992).

اثر متقابل اندام‌های مختلف زعفران در غلظت‌های مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی

اثر متقابل اندام و غلظت بر درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن ریشه‌چه و گیاهچه معنی‌داری نگردید. در اثر متقابل، اندام برگ-غلظت صفر درصد بیشترین کاهش را بر وزن ساقه‌چه و گیاهچه، طول ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I و II داشته است، بیشترین وزن ریشه‌چه در تیمار ترکیب برگ و بنه-غلظت ۰/۲۵ درصد و کمترین طول ساقه‌چه، در تیمار بنه-غلظت ۰/۵ درصد مشاهده شد (جدول ۸).

برخی از محققین معتقدند دگرآسیبی در غلظت‌های پایین ممکن است اثراتی مثبت و یا منفی داشته باشند، اما در غلظت‌های بالا، همواره دارای تأثیراتی منفی و بازدارنده است (Abbasi & Jahani, 2007; Alipour et al., 2015). نتایج نشان داد در مورد تمامی شاخص‌های رشد، اندام برگ نسبت به اندام بنه و ترکیب برگ و بنه، از تأثیر بیشتری برخوردار بود. کمترین تأثیر مربوط به اندام بنه بود و ترکیب برگ و بنه، حالت بینابینی داشت (جدول ۶) در

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل اندام‌های مختلف زعفران در غلظت‌های متفاوت بر شاخص‌های جوانه‌زنی گوجه فرنگی

Table 8. Mean comparisons for the effect of different tissues of saffron in different concentrations on germination indices of tomato

| اندام Tissue | غلظت (درصد) Concentration (%) | وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mg) | طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Root length (mm) | طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm) | شاخص بنیه بذر I Vigor index I | شاخص بنیه بذر II Vigor index II |
|------------------------|----------------------------------|---|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| برگ Leaf | 0 | 0.43 ^{a*} | 108.05 ^c | 143.17 ^c | 12797.30 ^b | 114.82 ^b |
| | 0.25 | 0.45 ^a | 121.17 ^{abc} | 160.77 ^{abc} | 15400.40 ^a | 133.53 ^{ab} |
| | 0.5 | 0.39 ^a | 129.15 ^{ab} | 170.17 ^{ab} | 15671.30 ^a | 116.04 ^b |
| | 1 | 0.46 ^a | 119.02 ^{abc} | 158.97 ^{abc} | 15735.10 ^a | 144.71 ^a |
| | 2 | 0.42 ^a | 108.95 ^{bc} | 151.17 ^{bc} | 14508.40 ^{ab} | 131.31 ^{ab} |
| بنه Corm | 0 | 0.44 ^a | 128.30 ^{abc} | 167.65 ^{ab} | 16266.00 ^a | 134.97 ^{ab} |
| | 0.25 | 0.39 ^a | 111.60 ^{bc} | 154.42 ^{abc} | 15442.50 ^a | 149.00 ^a |
| | 0.5 | 0.47 ^a | 128.60 ^{abc} | 171.80 ^{ab} | 16450.80 ^a | 144.95 ^a |
| | 1 | 0.44 ^a | 125.32 ^{abc} | 166.05 ^{abc} | 15408.50 ^a | 130.36 ^{ab} |
| | 2 | 0.40 ^a | 120.92 ^{abc} | 165.45 ^{abc} | 16048.50 ^a | 137.91 ^{ab} |
| برگ و بنه Leaf-corm | 0 | 0.41 ^a | 114.27 ^{bc} | 155.42 ^{abc} | 14749.80 ^{ab} | 122.90 ^{ab} |
| | 0.25 | 0.50 ^a | 118.50 ^{abc} | 158.20 ^{abc} | 15174.80 ^{ab} | 148.25 ^a |
| | 0.5 | 0.39 ^a | 114.12 ^{bc} | 155.92 ^{abc} | 14966.40 ^{ab} | 132.79 ^{ab} |
| | 1 | 0.47 ^a | 136.35 ^{bc} | 174.80 ^a | 16412.60 ^a | 139.64 ^{ab} |
| | 2 | 0.46 ^a | 123.85 ^{abc} | 163.25 | 15662.30 ^a | 138.54 ^{ab} |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵ درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are statistically significant (based on the Tukey multi-domain test at 5% probability level).

نتیجه‌گیری

استقرار و رشد اولیه گیاهچه را تحت تأثیر قرار داد که البته تأیید این امر نیازمند مطالعات تکمیلی می‌باشد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد افزایش غلظت، باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه، گیاهچه و ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر در زیره‌سبز و گوجه‌فرنگی می‌گردد، بنابراین، احتمال تأثیر دگرآسیبی اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران بر گیاهانی که در تناوب کشت با آن قرار می‌گیرند، وجود دارد. لذا به منظور جلوگیری از اثر آللوپاتیک اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران در تناوب زراعی، پیشنهاد می‌شود انتخاب گیاهان مناسب به جهت قرارگیری در تناوب زراعی با این گیاه به دقت انجام شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که ۶۴ درصد صفات مورد مطالعه زیره‌سبز تحت تأثیر معنی‌دار سه عامل اندام، غلظت و اثر متقابل اندام و غلظت زعفران قرار گرفتند، در حالی که به ترتیب ۵۵، ۷۳ و ۴۶ درصد صفات مورد مطالعه گوجه‌فرنگی تحت تأثیر معنی‌دار سه عامل اندام، غلظت و اثر متقابل اندام و غلظت زعفران قرار گرفتند. مقایسه نتایج دگرآسیبی زعفران بر درصد جوانه‌زنی زیره‌سبز و گوجه‌فرنگی نشان داد که گوجه‌فرنگی بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته و وزن گیاهچه به‌مراتب کمتری هم برای گیاه گوجه‌فرنگی به‌دست آمد. با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد موادی در بنه زعفران وجود دارد که در مقادیر بالا، اثر ممانعت‌کنندگی روی شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی و بنیه بذر زیره‌سبز و گوجه‌فرنگی داشت و

منابع

- Abbasi, F., 2007. Allelopathic effects of saffron corms on seed germination of several important crops. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology. Acta Hort. 739, 269-273.
- Abbasi, F., and Jahani, M., 2007. Allelopathic effects of saffron corms on seed germination of several important crops. IInd International Symposium of Saffron Biology and Technology. Acta Hort. 739, 269-273.
- Abrishamchi, P., 2003. Investigation about some biochemical changes related to breaking of dormancy and flower formation in *Crocus sativus* L. 3rd National Symposium on Saffron. 2-3 December, 2003, Mashhad, Iran. [in Persian].
- Agah, F., Khayyatmoghaddam, M., and Sadrabadi-Haghighi, R., 2014. Allelopathic study of crop saffron on seed germination indices of cumin, ajowan and fennel. J. Seed Res. 4(1), 52-65. [in Persian with English Summary].
- Alipour-Miandehi, Z., Mahmoudi, S., Behdani, M.A., and Sayyari, M.H., 2015. Effects of corm weight and application of fertilizer types on some growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Mahvelat conditions. J. Saffron Res. 2(2), 97-112. [in Persian with English Summary].
- Alimoradi, L., Azizi, G., Jahani, M., Siahmarguee, A., and Keshavarzi, A., 2008. Allelopathy as an alternative method for weed control in saffron fields: A suitable approach to sustainable agriculture. Competition for Resources in a Changing World: New Drive for Rural Development. Stuttgart, Germany. p. 127-145.
- Asgarpour, R., Khajeh-Hosseini, M., and Khorramdel, S., 2015. Effect of aqueous extract concentrations of saffron organs on germination characteristics and preliminary growth of three weed species. J. Saffron Res. 3(1), 81-96. [in Persian with English Summary].
- Ataei, A.O., and Hashemloian, B.D., 2007. The study of increasing roots shoots and hairy roots production by different extracts of saffron (*Crocus sativus*) in mungbean (*Vicia radiate*) seedlings. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology. Acta Hort. 739, 215-221.
- Azizi, A., Alimardani, L., Jahani-Kondori, M., and Siahmargouei, A., 2013. Allelopathic effects of saffron on germination and early growth of two weed species such as *Gypsophylla pilosa* and *Rapistrum rugosum*. J. Plant Sci. 30(2), 1-12. [in Persian with English Summary].
- Azizi-Zahan, A.A., Kamgar Haghighi, A.A., and Sepaskhah, A.R., 2006. Effect of method and duration of irrigation on production of corm and flowering on saffron. J. Sci. Technol. Agric. Nat. Resour. 10, 45-53. [In Persian with English Summary].
- Aziz-Zahan, A.A., and Sepaskhah, A.R., 2000. The effect of leaching on soil cultivation and re-cultivation of saffron. Master's seminar. Irrigation department. Faculty of Agriculture. Shiraz University, Shiraz, Iran. 38 pp. [in Persian].
- Bhowmik, P., and Inderjit, C., 2003. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. Crop Prot. 22, 661-671.
- Bohm, P.A.F., Zanardo, F.M.L., and Ferrarese, O., 2006. Peroxidase activity and lignification in soybean root growth-inhibition by juglone. Biol. Plantarum. 50(2), 315-317.
- Eghbali, S., Rashed-Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M., and Kazerouni, A., 2008. Allelopathic effect of aerial parts and saffron corm on wheat, rye, mushroom and bean growth. Iran. J. Crop Res. 7(2), 227-234. [in Persian with English Summary].
- Hejazi, A., 2000. Allelopathy. Tehran University Press, Tehran, Iran. p. 324-325. [in Persian].
- Hojatian-Far, M., Bagherzadeh, A., Asaadi, M.R., and Rahnama, O., 2011. Allelopathic effects of agricultural waste products on germination and seedling growth characteristics of maize single cross 704. First National Conference on New Issues in Agriculture. Islamic Azad University of Saveh, Iran. [In Persian].
- ISTA., 2009. ISTA Rules. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. 47 pp.
- Izadpanah, F., Feizi, T., Gholami, S., Kalantari, S., and Hassani, M.E., 2010. Evaluation of the effects of saffron (*Crocus sativus* L.)

- corm extract on growing indices of *Cucurbita pepo* var. *styrca*. 3rd International Symposium of Saffron Biology and Technology. Acta Hort. 850. ISHS 2010. p. 275-276. [in Persian].
- Kobayashi, K., 2004. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. Weed Biol. Manag. 4, 1-7.
- Kohli, R.K., Singh, H.P., and Batish, D.R., 2001. Allelopathy in Agroecosystems. Food Products Press, USA, 447 pp.
- Maguire, I.D., 1982. Speed of germination- Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 22, 176-177.
- Maleki-Khezerlou, M., Ehtemam, M.H., Arimmojeni, H.K., and Zeinalibady, H., 2016. Allelopathic effect of *Crocus sativus* genotypes against *Convolvulus arvensis*. J. Plant Res. 30(1), 64-75. [in Persian with English Summary].
- Matthews, S., and Khajeh-Hosseini, M., 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigor differences in seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Sci. Technol. 35, 200-212.
- Mazaheri, D., 1998. Mixed Agriculture. 1998. Tehran University Press, Tehran, Iran. 262 pp. [in Persian].
- Meyghani, F., 2003. Allelopathy from Concept to Application. Incident Beam Press, Iran. p. 41-107. [in Persian].
- Mollafilabi, A., 2000. New Production and Crop Improvement of Saffron. Research and Industrial Institutes of Khorasan Press, Iran. [in Persian].
- Mollafilabi, A., and Shoorideh, H., 2009. The new methods of saffron production. 4th National Festival of Saffron, Khorasan-Razavi, Iran, 27-28 October. [in Persian].
- Musavi, S.A., Feizi, H., Ahmadian, A., and Izadi, E., 2018. The Allopathic effects of organs' extracts of saffron plant on the growth and germination of *Hordeum murinum* L. and *Descurainia sophia* L. J. Saffron Agron. & Technol. 6(2), 219-236. [in Persian with English Summary].
- Rashed Mohassel, D.H., Gherekhlou, C., and Rastgo, M., 2009a. Allelopathic effects on seedling growth and weed amaranth. Iran. J. Field Crop Res. 7, 51-61. [in Persian with English Summary].
- Qasem, J.R., 1992. Pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in transplanted tomato (*Lycopersicon esculentum*). Hort. Sci. 67, 421-427.
- Rashed Mohassel, M.H., Gherekhlou, J., and Rastgou, M., 2009b. Allelopathic effects of leaves and saffron extract on growth of amaranth (*Amaranthus retroflexus*) and pigweed (*Chenopodium album*). Iran. J. Field Crop Res. 7(1), 53-60. [in Persian with English Summary].
- Soltanipor, M., Hajebi, A., Dastjerdi, A., and Ebrahimi, S., 2007. Allelopathic effects of aqueous extract of *Zhumeria majdae* on seed germination of seven species of vegetables. Iran. J. Med. & Arom. Plant. 23(1), 51-58. [in Persian with English Summary].
- Vashisth, A., and Nagarajan, S., 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. J. Plant Physiol. 167, 149-156.



Influence of Saffron (*Crocus sativus* L.) Exteract Tissues on Seed Germination Criteria and Seedling Growth of Cumin and Tomato

Amir Salari¹, Hassan Feizi^{*1}, Faezeh Gharari², Fatemeh Bakhtiary Banavi³

1- Assistant Professor, University of Torbat Heydarieh

2- MSc of Agriculture, University of Torbat Heydarieh

3- BSc Student in Medicinal plant, University of Torbat Heydarieh

*Corresponding autho: email: h.feizi@torbath.ac.ir

Received 17 April 2018; Accepted 2 July 2018

Abstract

Some plants with their chemical compounds affect the growth of adjacent plants. This research was carried out in order to investigate the allelopathic effects of above ground and below ground tissues of saffron on seedling growth indices of cumin and tomato seed as factorial layout based on a completely randomized design with four replications. The research was conducted at University of Torbat Heydrieih during 2017. The results showed that the effect of extract tissues, concentration and their interaction were not significant on root length, stem length and seedling of cumin but they had significant effect at 1% probability level for germination percentage, germination rate, mean germination time, weight and length of root, stem and seedling and seed vigor II. The results also revealed that corm exteract had the highest impact on most of indigenous growth indices. The highest germination rate was observed in control and leaf- corm extract treatments (with 4.72 and 4.75 seeds per day, respectively) and the highest root dry weight was observed for leaf- corm extract with 0.25 concentration. The results on tomato showed that the effect of leaf, corm and leaf-corm extracts were significant on germination percentage, germination rate, mean germination time and weight and length of root. Increasing in saffron exteract concentration decreased germination percentage, germination rate, shoot, root and seedling length and weight and vigor indeices on cumin and tomato. In the case for all growth indices, the leaf extract was more effectivethan other tissues. The results also showed that by increasing in concentration caused a reduction in the percentage and rate of germination, shoot length, seedling and root and seed indindices in cumin and tomato. The final result of this research showed that cultivation of saffron with crop rotation induced allelopathy effect on cumin and tomato. Therefore, tomato can be rotated with saffron rather than cumin.

Keywords: Allelopathy, Concentration, Germination percent, Leaf and corm extract