

Effect of Ethephon and Boric Acid on Performance and Seed Oil Percentage of Medicinal Pumpkin (*Cucurbita pepo* L var. *styriaca*)

Pages
41-60

S. Alizadeh Salteh^{1*}, B. Rezakhah², S. Bolandnazar³, and M. Adlipour⁴

1, 2, 3 & 4) Department of Horticultural Science and Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Corresponding author : s.a.salte@gmail.com

Received date: 2025.01.29

Accepted date: 2025.04.13

Abstract

Cucurbita pepo L. var. *styriaca*, a valuable medicinal plant, is economically and medicinally significant due to its seeds containing bioactive compounds like beta-sitosterol, fatty acids, and vitamin E. These compounds are used in treating conditions such as prostate hyperplasia and urinary tract inflammation. This study aimed to investigate the effects of ethephon and boric acid foliar sprays on the morphological and biochemical characteristics of *Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*. The experiment was conducted in a factorial design using ethephon (0, 0.025, 0.05, and 0.1 M) and boric acid (0, 0.01, 0.02, and 0.03 M) in a randomized complete block design with five replications at the Khelatpoushan Research Station, University of Tabriz. The results showed that ethephon significantly affected the number of male and female flowers, the male-to-female flower ratio, fruit number per plant, seed length and thickness, thousand-seed weight, and fruit weight. Ethephon application reduced male flowers and increased female flowers, with the lowest male flower count (5.6) at 0.1 M ethephon and the highest female flower count (13.67) at 0.05 M ethephon. The highest female-to-male flower ratio (2.88) was observed at 0.03 M ethephon. Ethephon increased fruit number per plant, with the highest count (2.75) at 0.1 M ethephon. However, ethephon decreased fruit weight, seed length and thickness, and thousand-seed weight. Boric acid application only significantly affected female flower count, with the highest count (13.83) at 0.03 M boric acid. The findings suggest that ethephon can increase fruit number per plant in *Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*. The highest oil percentage (47.1%) was observed at the fourth level of ethephon, while the lowest (35.9%) was in the control treatment.

Keywords: Number of flowers, *Cucurbita pepo*, Oil yield and Fruit number.

اثر اتفون و اسیدبوریک بر عملکرد و درصد روغن دانه کدوی طبعی (*Cucurbita pepo* L var. *styriaca*)

شماره صفحات
۴۱-۶۰

سعیده علیزاده سالطه^{۱*}، بابک رضاخواه^۲، صاحبعلی بلندنظر^۳، محمد عدلی پور^۴

۱، ۲، ۳ و ۴) گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

* نویسنده مسئول: s.a.salte@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰

چکیده

کدوی طبعی (*Cucurbita pepo* L var. *styriaca*) گیاه دارویی با ارزش اقتصادی و دارویی بالا است که بذره‌های آن به دلیل وجود ترکیبات فعال زیستی مانند بتاسیتوسترول، اسیدهای چرب و ویتامین E، در درمان بیماری‌هایی نظیر تورم پروستات و التهاب مجاری ادراری کاربرد دارد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول پاشی اتفون و اسید بوریک بر خصوصیات مورفولوژیک و بیوشیمیایی کدوی طبعی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با استفاده از اتفون (۰، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵ و ۰/۱ مولار) و اسید بوریک (۰، ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ مولار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد اتفون تأثیر معنی‌داری بر تعداد گل‌های نر و ماده، نسبت گل نر به ماده، تعداد میوه در بوته، طول و ضخامت بذر، وزن هزار دانه و وزن میوه داشت. محلول پاشی اتفون تعداد گل‌های نر را کاهش و تعداد گل‌های ماده را افزایش داد، به طوری که کمترین تعداد گل نر (۵/۶) در تیمار ۰/۱ مولار اتفون و بیشترین تعداد گل ماده (۱۳/۶۷) در تیمار ۰/۰۵ مولار اتفون مشاهده گردید. همچنین، بیشترین نسبت گل ماده به نر (۲/۸۸) در تیمار ۰/۰۳ مولار اتفون حاصل شد. کاربرد اتفون باعث افزایش تعداد میوه در بوته گردید، به طوری که بیشترین تعداد میوه (۲/۷۵) در غلظت ۰/۱ مولار اتفون مشاهده شد. با این حال، اتفون اثر کاهشی بر وزن میوه، طول و ضخامت بذر و وزن هزار دانه داشت. محلول پاشی اسید بوریک فقط بر تعداد گل‌های ماده اثر معنی‌دار نشان داد، به طوری که بیشترین تعداد گل ماده (۱۳/۸۳) در تیمار ۰/۰۳ مولار اسید بوریک حاصل گردید. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کاربرد اتفون می‌تواند به عنوان راهکاری به منظور افزایش تعداد میوه در بوته کدوی طبعی در نظر گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین درصد روغن (۴۷/۱) در سطح چهارم اتفون و کمترین مقدار آن (۳۵/۹) در تیمار شاهد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: تعداد گل‌ها، کدوی تخمه کاغذی، عملکرد روغن و تعداد میوه.

مقدمه

كدوی طبي (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) يك گیاه يكساله از خانواده كدوئیان (Cucurbitaceae) است (Tanska et al., 2020). این گیاه يكساله، يك پایه و علفی با ساقه‌های خزنده می‌باشد (Wyatt et al., 2016). میوه‌های كدوی طبي به رنگ زرد مایل به نارنجی بوده و دانه‌های آن به رنگ سبز زیتونی هستند. یکی از ویژگی‌های بارز این گیاه، دانه‌های بدون پوسته آن است (Zraidi et al., 2007). میوه این گیاه از نظر اقتصادی اهمیت داشته و غیرخوراکی می‌باشد و عمده‌ی تحقیقات جهت بهبود ویژگی‌های بذر كدو دارویی متمرکز شده‌اند. از ترکیبات فعال این گیاه، داروهایي مانند پیونن، پروستالیکوئید و گرونفینگ هستند که در درمان هیپرتروفی خوش خیم پروستات (بزرگ شدن غیرطبیعی پروستات) و التهاب مجاری ادراری مؤثرند (Omidbaigi, 2006; Rezig et al., 2019). در هر ۱۰۰ گرم از بذر این گیاه، حدود ۱۳/۱ میلی‌گرم بتاسیتوسترول وجود دارد. بتاسیتوسترول‌ها، که جزئی از گروه فیتواسترول‌ها هستند، به‌عنوان ترکیبات ضدالتهاب، تقویت‌کننده سیستم ایمنی و درمان‌کننده تورم خوش خیم پروستات و کاهش‌دهنده کلسترول استفاده می‌شوند. همچنین، این دانه‌ها حاوی مواد معدنی مفیدی مانند روی (Zn) و مقادیر بالایی از اسیدهای چرب امگا ۳، ۶ و ۹ می‌باشند (Dotto et al., 2020). روغن سبز رنگ استخراج شده از بذر رقم استریاکا دارای بالاترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع، فیتواسترول‌ها و بتاسیتوسترول در میان گونه‌های مختلف كدو هستند (Zainali et al., 2019). به‌دلیل این ویژگی‌ها، دانه‌ها و روغن كدو به‌عنوان مکملی برای بهبود سلامت و شرایط بیماران مبتلا به HIV/AIDS استفاده می‌شود (Zimmerman et al., 1997). علاوه بر این، روغن و فرآورده‌های حاصل از آن در صنایع آرایشی و نیز برای درمان بیماری‌هایی مانند چربی خون، التهاب معده و تصلب شرایین مورد استفاده قرار می‌گیرد (Fruhworth & Hermetter, 2008). مصرف بذر و روغن كدو به‌عنوان یک ماده ضد دیابت، آنتی‌اکسیدان، ضد سرطان، کاهشنده فشار خون، ضد زخم و ضد میکروب در ارتقای سطح سلامت و بهداشت شناخته شده است. محصولات متنوعی مانند عصاره، روغن، کپسول و کنسرو از بذر این گیاه تولید می‌شود (Tanska et al., 2020). استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (PGRs) بر هورمون‌های طبیعی گیاه تأثیر می‌گذارد و در فرآیندهای فیزیولوژیک آن تغییراتی ایجاد می‌شود که این تغییرات می‌توانند زمان برداشت میوه را کاهش دهند (Gosai et al., 2020). کاربرد محلول پاشی عناصر غذایی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای جبران کمبود مواد مغذی جذب‌شده از طریق ریشه یا تأمین مستقیم نیازهای تغذیه‌ای گیاه از طریق برگ‌ها باشد. این روش انتقال سریع مواد مغذی به گیاه را فراهم کرده و به‌عنوان یک راهکار مناسب به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات زیست‌محیطی ناشی از آن‌ها می‌باشد (Tusi-Kohel et al., 2011). هورمون اتیلن در تحریک تولید گل‌های ماده در اکثر گیاهان خانواده كدوئیان مانند خیار (*Cucumis sativus* L.)، خربزه (*Cucumis melo* L.)، كدو (*Cucurbita pepo* L.) و هندوانه (*Citrullus vulgaris* L.) نقش مهمی دارد. این اثر از طریق افزایش نسبت گل‌های ماده به گل‌های نر یا کاهش ظهور تعداد گره‌های گل‌های نر قبل از زمان تشکیل اولین گل ماده حاصل می‌شود. کاربرد محلول‌هایی که ترکیبات رهاکننده اتیلن دارند باعث افزایش تعداد گل‌های ماده

در گیاهانی مانند خیار، خربزه و کدو (به جز هندوانه) می‌شود (Salman-Minkov *et al.*, 2008). اتفون با نام شیمیایی ۲-کلرواتیل فسفونیک اسید به صورت ماده سنتزی در دهه ۱۹۶۰ کشف شده و با آزادسازی هورمون اتیلن به عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی به کار می‌رود (Yousefzadeh *et al.*, 2013). اتیلن آزاد شده ناشی از اعمال این ماده به گیاهان می‌تواند فرآیندهای رشدی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (Sun *et al.*, 2015). این ترکیب، به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی، به‌ویژه در کشاورزی به منظور مدیریت تفکیک جنسیتی گل‌ها (Martínez *et al.*, 2013)، تسریع فرایند رسیدگی میوه‌ها (Cui *et al.*, 2021) و شکستن خواب زمستانی (Corbineau *et al.*, 2014) استفاده می‌شود. کاربرد محلول اتفون بسته به گونه‌ی گیاهی، غلظت شیمیایی، زمان و مدت کاربرد تاثیر متفاوت می‌گذارد. استفاده از اتفون در قسمت‌های مختلف اندام می‌تواند رشد، مراحل رشد و توسعه‌ی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (Vadigeri *et al.*, 2001). استفاده از اتیلن سبب تأخیر در شکوفه‌دهی گل‌های نر خانواده کدوئیان می‌شود (Wang *et al.*, 2010). تعداد و نسبت گل‌های ماده در گیاهان خانواده کدوئیان به‌طور مستقیم می‌تواند عملکرد محصول و مزایای اقتصادی آن‌ها اثر بگذارد. معمولاً برای تحریک تولید گل‌های ماده در این گیاهان از اتفون استفاده می‌شود، اما هنوز مکانیسم دقیق اثرگذاری این ترکیب بر تفکیک جنسیتی گل‌ها در کدو حلواپی (*Cucurbita moschata*) مشخص نشده است. اعمال اتفون بر مرستم نوک ساقه کدو تنبل در مرحله نهال میزان تعداد گل‌های ماده و ظهور اولین گل ماده را طور معنی‌دار افزایش می‌دهد (Li *et al.*, 2021). مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از اتفون تعداد گل‌های ماده و کاهش گل‌های نر در گیاه خیار افزایش می‌دهد (Wang *et al.*, 2010). همچنین، تحقیقات نشان داده است که در گیاهان خیار یک‌پایه‌ای تعداد گل‌های پرچم‌دار و نسبت گل‌های نر به ماده تحت تاثیر تیمارهای حاوی اتفون قرار گرفته و کاهش می‌یابد (Hidayatullah and Khokhar, 2009). عنصر بور (B) برای رشد و عملکرد گیاهان خیلی مهم می‌باشد. این عنصر در فرآیندهای مختلفی مثل رشد سلول‌ها، حفظ سلامت غشاهای سلولی، فعال شدن آنزیم‌ها، گسترش برگ‌ها و انتقال قندها کمک می‌کند (Pinho *et al.*, 2015). عنصر بور همچنین در رشد و تولید مثل گیاهان نقش دارد و بر جوانه‌زنی گرده و تشکیل دانه و میوه تاثیر می‌گذارد (Christensen *et al.*, 2006; Davarpanah *et al.*, 2016). کمبود عنصر بور در رشد اندام‌های تولید مثل اختلال ایجاد کرده و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد و در نتیجه موجب افت کیفیت محصول می‌شود (Ahmad *et al.*, 2012; Zheng *et al.*, 2019). علاوه بر این، عنصر بور بر محتوای روغن‌های ضروری گیاهان هم اثر می‌گذارد (Liu *et al.*, 2014). اسید بوریک (H_3BO_3)، یکی از رایج‌ترین کودهای معدنی در کشاورزی محسوب می‌شود. تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از محلول اسید بوریک در دوره‌های حساس تشکیل گرده به‌ویژه در مرحله شکوفه‌دهی درختان میوه می‌تواند مرحله جوانه‌زنی و تلقیح پیش از تولید میوه را تحت تاثیر قرار دهد. در این مرحله، عنصر بور به سرعت جذب گل‌ها شده و در نتیجه گل‌ها مقادیر کافی بور را در مراحل گل‌دهی و تشکیل میوه دریافت می‌کنند. این امر، جوانه‌زنی لوله‌ی گرده و توسعه میوه را تسهیل می‌کند (Sharafi and Raina, 2020). علی‌رغم ارزش اقتصادی و دارویی بالای کدوی طبی، بهینه‌سازی عملکرد و کیفیت محصول آن نیازمند بررسی عوامل مؤثر بر

تولید و توسعه میوه و بذر این گیاه است. یکی از چالش‌های اصلی در کشت این گیاه، نسبت گل‌های نر به ماده نامتعادل می‌باشد که می‌تواند عملکرد نهایی را تحت تاثیر قرار دهد. همچنین، بهبود خصوصیات کمی و کیفی بذر و افزایش محتوای روغن و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دانه‌ها از مهم‌ترین اهداف پژوهشگران و تولیدکنندگان این محصول است. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند اتفون (آزادکننده اتیلن) و عناصر غذایی میکرو مانند عنصر بور (به شکل اسید بوریک) از جمله ترکیباتی هستند که بر فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاهان اثرگذار است. اتیلن در تعیین جنسیت گل‌ها در خانواده کدوئیان نقش داشته و می‌تواند بین گل‌های نر و ماده تعادل ایجاد کند. از سوی دیگر، عنصر بور عنصری ضروری برای رشد لوله گرده، گرده‌افشانی و تشکیل میوه است که کمبود آن می‌تواند باروری و عملکرد محصول را کاهش دهد. با توجه به اهمیت دارویی و اقتصادی کدوی طبی و لزوم بهبود عملکرد و کیفیت بذر آن، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول پاشی اتفون و اسید بوریک بر خصوصیات مورفولوژیک و بیوشیمیایی این گیاه طراحی و اجرا گردید. نتایج این یافته می‌تواند به توسعه راهکارهای مدیریتی نوین برای افزایش کارایی تولید و بهبود کیفیت محصول کدوی طبی کمک شایانی کند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان، وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۸ کیلومتری شهر تبریز (عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۶۷ متر از سطح دریا) انجام گردید. خاک منطقه دارای بافت شنی لومی سبک بوده و از نظر هدایت الکتریکی، خطر شوری در آن وجود نداشت. همچنین، مقادیر فسفر و پتاسیم خاک در حد قابل قبول بود. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری
Table 1: Some physicochemical properties of the soil used in the experiment at a depth of 0 to 30 cm.

رس Clay	لای Silt	شن Sand	پتاسیم K mg/kg	فسفر P mg/kg	نیتروژن N mg/kg	کربن آلی Organic carbon	pH	هدایت الکتریکی EC ds/m
6	18	76	480	36	0.5	1.2	7.8	3.33

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل کاربرد اتفون در ۴ سطح (۰، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵ و ۰/۱ مولار) و فاکتور دوم شامل محلول پاشی اسید بوریک در ۴ سطح (۰، ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ مولار) بود. صفات مورد ارزیابی شامل صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بودند. عملیات تهیه بستر شامل شخم زدن، دو بار دیسک عمود بر هم، تسطیح و کرت‌بندی قبل از کشت انجام شد. بستر بذر به صورت جوی و پشته آماده شد. قبل از کاشت، زمین به منظور تعیین محل داغاب مناسب، آبیاری شد. زمان کاشت اواخر فروردین و اوایل اردیبهشت ماه (بعد از عبور سرمای دیررس بهاره) و زمان برداشت در اواخر شهریورماه صورت گرفت. بذرهای توده محلی تبریز در ردیف‌هایی با فاصله ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته در طول ردیف ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر کشت شدند. در هر چاله، ۳ تا ۵ بذر به عمق ۳ سانتی‌متر قرار داده شد و پس

از سبز شدن، بوته‌های ضعیف تنک شدند تا تنها یک بوته قوی باقی بماند. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری انجام شد و در طول دوره رشد، آبیاری بر اساس شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه (معمولاً دو بار در هفته) ادامه یافت.

جدول ۲- دما، رطوبت نسبی و میانگین بارش ایستگاه هواشناسی تبریز در سال ۲۰۱۶ (tutiempo.net/clima)

Table 2: Temperature, relative humidity, and average precipitation at the Tabriz meteorological station in 2016 (tutiempo.net/clima).

	میانگین بارش (میلیمتر) Average rainfall (mm)	میانگین رطوبت نسبی هوا (%) Average relative humidity	میانگین دما (درجه سانتیگراد) Average temperature (°C)
May	29.72	46.1	17.8
June	36.33	37.3	22.3
July	3.81	36.1	26.2
August	-	24	28.3
September	4.57	34.4	20.8

به منظور جلوگیری از برهمکنش تنظیم‌کننده‌های رشد با علف‌کش شیمیایی، کنترل علف‌های هرز در طول فصل رشد به صورت وجین دستی انجام شد. به علت عدم وجود آفات و بیماری‌ها در کرت‌های آزمایشی از سموم آفت‌کش استفاده نگردید. تیمارها در مرحله دو تا سه برگی اعمال شدند. اتفون و اسید بوریک به صورت محلول پاشی و به طور یکنواخت بر روی کانوپی گیاه اسپری شدند. مقدار محلول پاشی به گونه‌ای بود که برگ‌ها و ساقه‌های جوان به طور کامل آغشته شوند. به منظور جلوگیری از اثرات نامطلوب نور خورشید، محلول پاشی در زمان غروب آفتاب انجام گرفت و بلافاصله پس از آن، مزرعه آبیاری شد.

اندازه‌گیری صفات موفولوژی

گل‌های نر و ماده روی بوته‌ها هر دو روز یک‌بار شمارش شدند و گل‌های شمارش شده با نخ رنگی علامت‌گذاری شدند تا از شمارش مجدد جلوگیری شود. تعداد میوه‌های هر بوته نیز شمارش گردید. وزن هر میوه به صورت جداگانه با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. پس از برداشت و خشک کردن بذرها در دمای اتاق، به صورت تصادفی ۱۰۰۰ عدد بذر کدوی طبی را برداشته و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن هزار دانه تعیین شد. از هر تیمار، ۲۰ بذر به صورت تصادفی انتخاب شد و طول، عرض و ضخامت آن‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی

استخراج روغن

به منظور استخراج روغن نمونه‌ها، از روش استخراج گرم استفاده شد، بدین صورت که مقدار ۳۰ گرم دانه پس از توزین، آسیاب شده و سپس در دستگاه سوکسله با حلال n-هگزان استخراج انجام گرفت. به این صورت که نمونه آسیاب شده (W_1) در کاغذ صافی پیچیده و در کارتوش قرار داده شد و n-هگزان اضافه شد. ابتدا حلال شروع به جوشیدن کرد و این جوشش به مدت ۶ ساعت ادامه داشت. در این مدت روغن موجود در پودر دانه‌ها به دلیل حلالیت در هگزان استخراج شد (AOCS, 1989). در نهایت فقط چربی حل شده در بشر باقی ماند. بشرهای حاوی چربی نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت (W_2) در دمای ۴۰

درجه سلسیوس رطوبت گیری شد. در صورت مشاهده کاهش وزن، مرحله فوق را تکرار کرده تا به وزن ثابت برسد (Jahan et al., 2007).

رابطه ۱: $100 \times (\text{وزن نمونه} / (W_2 - W_1)) = \text{درصد چربی خام}$

ظرفیت آنتی اکسیدانی

برای اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی، به ۰/۱ گرم از بافت فریز شده حدود ۱/۵ میلی لیتر متانول اسیدی (حاوی اسیدکلریدریک ۰/۵ نرمال در متانول ۸۰٪) اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت یک شب در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد و سپس به مدت ۵ دقیقه در ۲۰۰۰۰ گرم در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ گردید. ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها، از طریق خنثی کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲ و ۲ دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل) تعیین شد. به این منظور ۵۰ میکرولیتر از عصاره نمونه داخل تیوپ ریخته و ۹۵۰ میکرولیتر محلول DPPH60 میکرومولار به آن‌ها اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس و به مدت ۳۰ دقیقه در یک محفظه تاریک در دمای اتاق نگهداری شد. سپس میزان جذب شاهد (۱ میلی لیتر محلول ۰/۱ نرمال DPPH) و نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین گردید. ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها به صورت بازدارندگی DPPH محاسبه شد (Lin et al., 2007).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌های درون تیماری مقایسه انجام شده و مورد تأیید قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تکرار انجام شد. میانگین تیمارها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS (Ver. 20) و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل (Excel) استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد گل‌های نر و گل‌های ماده

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای اتفون اعمال شده بر تعداد گل نر و گل ماده در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار اسید بوریك اعمال شده روی تعداد گل‌های ماده در سطح ۵ درصد معنی دار است (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها در اثر اعمال تیمار اتفون نشان داد که بیشترین تعداد گل نر در تیمار شاهد (۲۵/۳) و کمترین تعداد آن (۵/۶) در تیمار ۰/۱ حاصل گردید (شکل ۱) که حدود ۸۸ درصد کاهش تعداد گل نر نسبت به تیمار شاهد حاصل شد. همچنین بیشترین تعداد گل ماده (۱۳/۶۷) در تیمار ۰/۰۵ و کمترین تعداد آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱). مقایسه میانگین داده‌ها با اعمال تیمار اسید بوریك نشان داد که بیشترین تعداد گل ماده

(۱۳/۸۳) در تیمار ۰/۰۳ و کمترین تعداد آن (۷/۲۸) در تیمار ۰/۰۱ اسید بوریک می‌باشد (شکل ۱).

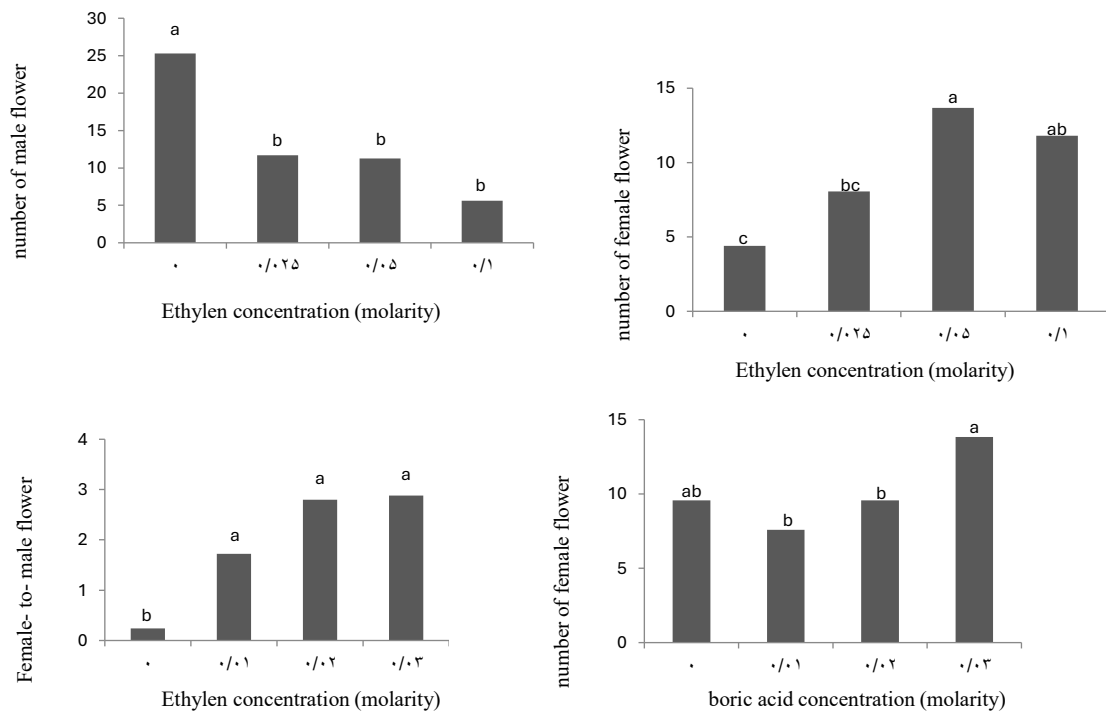
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تعداد گل نر، گل ماده و نسبت گل ماده به نر تحت تاثیر غلظت‌های مختلف اتفون و اسید بوریک
Table 3: Results of variance analysis for the number of male flowers, female flowers, and the ratio of female to male flowers under the influence of different concentrations of ethephon and boric acid.

میانگین مربعات									
وزن هزار دانه خشک Thousand seed number weight (d)	وزن هزار دانه تر Thousand seed number weight (f)	تعداد بذر Seed number	وزن میوه Fruit weight	تعداد میوه در بوته Fruit number	نسبت گل ماده به نر Male to female ratio	تعداد گل ماده Female flower number	تعداد گل نر Male flower number	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
222.087	22.877	1802.59	0.35	1.9857	77.423	0.956	0.214	4	Block بلوک
8505**	20932**	14033 ^{ns}	1.71*	19.2**	23.0**	262**	1230**	3	اتفون Ethephon
327 ^{ns}	388 ^{ns}	3408 ^{ns}	0.18 ^{ns}	2.44 ^{ns}	5.66 ^{ns}	150*	217 ^{ns}	3	اسید بوریک Boric acid
229 ^{ns}	806 ^{ns}	9771 ^{ns}	0.42 ^{ns}	1.07 ^{ns}	7.06 ^{ns}	40.4 ^{ns}	84.7 ^{ns}	9	اتفون × اسید بوریک
1454	2931	5214	0.44	2.30	3.81	45.1	135	54	Error خطا
34.2	29.8	32.8	42.4	0.6	1.02	0.7	0.86		ضریب تغییرات CV (%)

*** و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns غیر معنی‌داری

در آزمایشی گزارش کردند که محلول‌پاشی با اسید بوریک با غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام در مراحل ظهور گل‌های نر و ماده اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر روی عملکرد بذر دارد (Hamidi-Moghaddam *et al.*, 2010). طی آزمایشی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (PGRs) و روش‌های کاشت بر رشد و عملکرد دانه‌ی کدوی طی‌ی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر ساده‌ی محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر تعداد گل نر و ماده بود. اسپری با اتفون تعداد گل‌های ماده را در بوته به‌طور معنی‌داری در سطح ۱ درصد نسبت به سایر تیمارها افزایش داد. بیشترین تعداد گل نر (۱۵/۰۶) در پیش تیمار GA₃ و کمترین تعداد (۲/۱۲) در تیمار اسپری اتفون به‌دست آمد. اثر ساده‌ی محلول‌پاشی دارای تفاوت در سطح ۱ درصد معنی‌داری در تعداد گل ماده بود و بیشترین تعداد گل ماده (۸/۲۵) اسپری اتفون و کمترین تعداد (۱) در تیمار شاهد به‌دست آمد (Sure *et al.*, 2012). در آزمایشی با اتفون در غلظت‌های صفر، ۲۰۰، ۲۴۰ و ۲۸۰ میلی‌گرم بر لیتر بر روی خیار رقم جوردیس هیلاریس انجام دادند. نتایج نشان داد که کاربرد اتفون بر تعداد گل ماده معنی‌دار بود. بیشترین گل ماده مربوط به کاربرد ۲۸۰ میلی‌گرم بر لیتر اتفون با میزان ۳۲/۷۵ گل و کمترین میزان گل ماده مربوط به تیمار شاهد بود (Eskandari *et al.*, 2010). همچنین در آزمایش دیگری استفاده از سطح ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اتفون تعداد گل ماده را به‌صورت معنی‌داری افزایش داده به‌طوری‌که تعداد گل ماده در بوته‌های تیمار شده ۱۵۶/۵ عدد بود درحالی‌که در بوته‌های شاهد ۱۰۵/۵۶ عدد بود (Kalantar *et al.*, 2008). اتفون بر بروز جنسیت گل در کدوی تخم کاغذی تأثیر گذاشته و باعث تغییر جنسیت گل نر به گل ماده در مراحل اولیه تکامل گل می‌شود. از این رو باعث افزایش گل ماده و کاهش گل نر

می‌شود (Kozeniewska *et al.*, 2003). در آزمایش ما نیز اتفون تعداد گل‌های نر را کاهش داده و باعث افزایش گل‌های ماده گردید. همچنین نسبت گل‌های نر به ماده را نیز افزایش داد.



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف اتفون و اسیدبوریک بر تعداد گل‌های نر و ماده

Fig 1. Comparison of the mean number of flowers per plant under the effect of different concentrations of boric acid

نسبت تعداد گل‌های ماده به گل‌های نر

بر اساس نتایج بدست آمده، اثر تیمار اتفون اعمال شده روی نسبت گل‌های ماده به نر در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. در حالی که اثر تیمار اسیدبوریک بر روی این صفات غیرمعنی‌دار به دست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین نسبت گل‌های ماده به نر (۲/۸۸) در تیمار ۰/۰۳ اتفون و کمترین نسبت آن (۰/۲۳۹) در تیمار شاهد می‌باشد (شکل ۱). مطالعات نشان دادند که استفاده از محلول پاشی اتفون در غلظت‌های مختلف ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور قابل توجهی تعداد گل‌های ماده را افزایش داد و این افزایش بیشتر از تیمار شاهد و GA_3 بود. در میان این تیمارها، بالاترین تعداد گل‌های ماده در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. به‌علاوه، تعداد گل‌های نر به‌طور واضحی تحت تأثیر این تیمارها کاهش پیدا کرد. در نهایت، همه غلظت‌های اتفون باعث کاهش نسبت جنسیتی در گیاهان شدند (Sure *et al.*, 2013). تحقیقات نشان دادند که در بین غلظت‌های مختلف اتفون، غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام بهترین تاثیر را داشت. این غلظت باعث شد تا تعداد گل‌های ماده بیشتر و تعداد گل‌های نر کمتر شود، که در نهایت نسبت گل‌های نر به ماده کاهش پیدا کرد (Dhakai *et al.*, 2019). در تحقیقی دیگر مشاهده گردید که کاربرد ۳۰۰ پی‌پی‌ام اتفون منجر به ظهور زود هنگام گل‌های ماده، افزایش تعداد

گل‌های ماده و کاهش نسبت جنسیتی در خیار شد (Khatiwada *et al.*, 2024). مطالعات نشان دادند که استفاده از اتیلن موجب می‌شود تا شکوفه‌دهی گل‌های نر در گیاهان کدوئیان با تأخیر همراه باشد (Wang *et al.*, 2010).

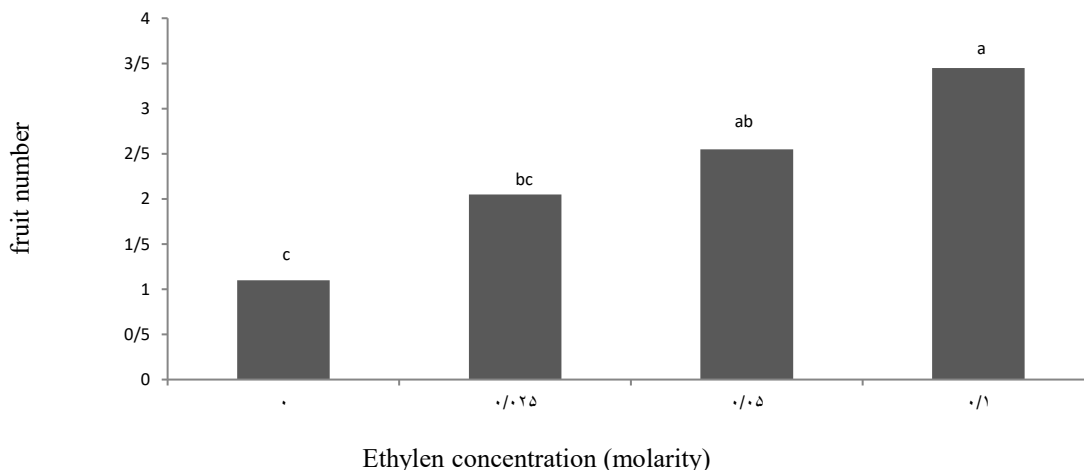
تعداد میوه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار اتفون اعمال‌شده بر روی تعداد میوه معنی‌دار شده است. درحالی‌که اثر تیمار اسیدبوریک بر روی این صفات غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش غلظت اتفون تعداد میوه بیشتر می‌شود به طوری که بیشترین تعداد میوه (۲/۷۵) در اتفون ۰/۱ درصد و کمترین مقدار آن (۱/۹۵) در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۲). یکی از مشکلات در محصولات خانواده‌ی کدوئیان و به‌ویژه کدوی طبی ضعف در میوه دهی می‌باشد. تعداد میوه در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به‌ویژه اتفون قرار گرفت. اسپری با اتفون باعث افزایش تعداد گل‌های ماده و در نتیجه افزایش تعداد میوه در بوته شد و در عملکرد نیز تأثیر بسزایی گذاشت. در آزمایشی نشان دادند که کدو تنبل با کاربرد اتفون با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تعداد میوه در بوته را به دست آوردند (Prasad *et al.*, 2008). مطالعات نشان دادند که بیشترین تعداد میوه گیاهانی که با دوز ۳۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اتفون تیمار شده بودند به دست آمد و کمترین میزان در گروه شاهد مشاهده شد (Dhakal *et al.*, 2019). در پژوهشی گزارش شده است که بیشترین تعداد میوه در هر بوته (۱/۴۳ عدد) در تیمار اتفون ۳۰۰ میلی‌گرم به دست آمد (Sure *et al.*, 2013). در پژوهشی گزارش کردند که کاربرد اتل با غلظت ۲۵ یا ۵۰ (ppm) در گواوا موجب افزایش تعداد میوه و وزن و کیفیت میوه شد، در حالی که تعداد و وزن دانه‌ها کاهش یافت و در نتیجه نسبت گوشت میوه به دانه افزایش پیدا کرد (Brahmchari *et al.*, 1995). در آزمایشی از چهار سطح اتفون با غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و چهار سطح اکسین به فرم نفتالین استتیک اسید با غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در مرحله چهار و شش برگی استفاده کرد. نتایج نشان داد که از بین تیمارها، تیمار اثر متقابل اتفون و نفتالین استتیک اسید اثر معنی‌دار بر صفت تعداد میوه داشت و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نفتالین استتیک اسید با ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اتفون تعداد میوه را به‌طور معنی‌دار افزایش داد به طوری‌که تعداد میوه در بوته‌های تیمار شده ۱۵۷/۵ عدد بود. درحالی‌که در بوته‌های شاهد ۷۰/۵ عدد میوه وجود داشت (Kalantar *et al.*, 2008). نتایج آزمایش ما در راستای آزمایش کلانتر و همکاران می‌باشد. به طوری‌که تیمار اتفون ۰/۱ مولار تعداد میوه (۳/۴۵) بیشتری نسبت به شاهد (۱/۱) دارد.

وزن میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تیمار اتفون روی وزن میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. درحالی‌که اثر تیمار اسیدبوریک بر روی این صفات غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان می‌دهد این معنی‌داری اثر منفی بر وزن

میوه برجای گذاشته است، به طوریکه در تیمار اتفون با غلظت ۰/۱، وزن میوه (۱/۲۲kg) می باشد و در تیمار شاهد وزن آن (۲/۰۸ kg) است. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد تیمار اتفون و اسید بوریک روی تعداد بذر معنی دار نیست.



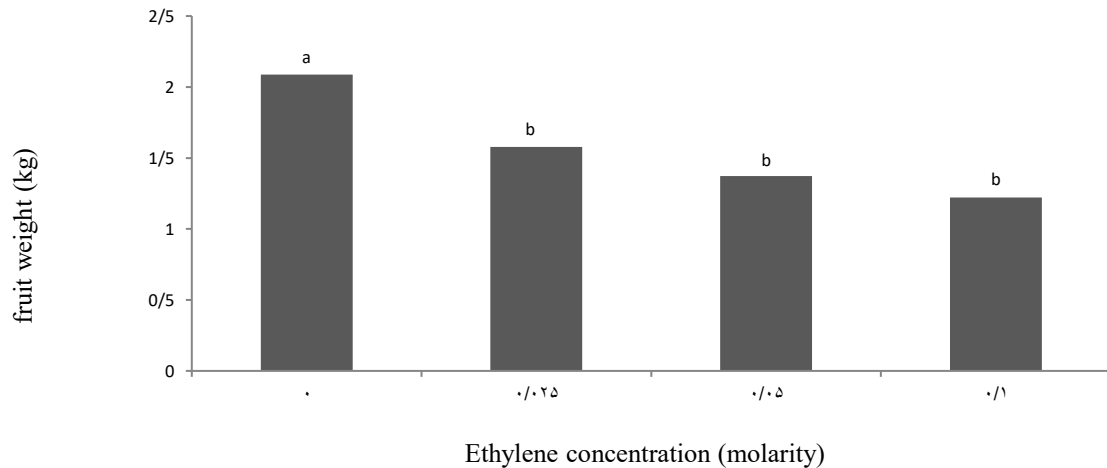
شکل ۲. تاثیر غلظت های مختلف اتفون بر تعداد میوه

Figure 2: Comparison of the mean fruit number under the effect of different ethephon concentrations

مطالعات نشان دادند که اثر ساده‌ی محلول پاشی اتفون بر وزن میوه در سطح ۱ درصد معنی دار بود و بیشترین مقدار آن (2/22 kg) در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن (۱/۲۲ kg) در تیمار اتفون بود (شکل ۳). اتفون با افزایش تعداد میوه در بوته، باعث کاهش اندازه‌ی میوه و کاهش وزن میوه شد (Sure *et al.*, 2012). گزارش شده است که بیشترین تعداد میوه، وزن میوه و عملکرد کلی در گیاهانی که با غلظت‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ پی پی ام اتفون تیمار شده بودند، ثبت گردید، در حالی که کمترین مقادیر این شاخص‌ها در تیمار شاهد به دست آمد (Dhakal *et al.*, 2019). پژوهش‌ها نشان دادند که محلول پاشی توسط اتفون می‌تواند از طریق افزایش تقسیم یاخته‌ای و طولیل شدن یاخته‌ها منجر به افزایش اندازه و عملکرد میوه شود (Marzouk and Kassem, 2011). نشان داده شده است که اندازه میوه انگور قرمز رقم بیدانه توسط محلول پاشی اتفون افزایش یافته است (Parseh *et al.*, 2009). پژوهش‌ها نشان دادند با افزایش غلظت اتفون، وزن کل میوه و عملکرد افزایش یافت که به دلیل افزایش تعداد گل ماده و در نتیجه افزایش تعداد میوه بود (McMurray and Miller, 1976). درحالی که در آزمایش ما با افزایش غلظت اتفون، وزن میوه کاهش یافت. دلیل این نتایج در این آزمایش تأثیر بازدارندگی اتفون بر روی رشد گیاه می‌باشد که با افزایش غلظت اتفون، رشد بوته‌ها کاهش یافت و در نتیجه‌ی آن تعداد گل ماده و تعداد میوه و وزن میوه کاهش یافت. به عبارت دیگر، مهار رشد گیاه تحت تأثیر اتفون، تأثیر مستقیمی بر عملکرد و وزن نهایی میوه‌ها داشت.

وزن هزار دانه

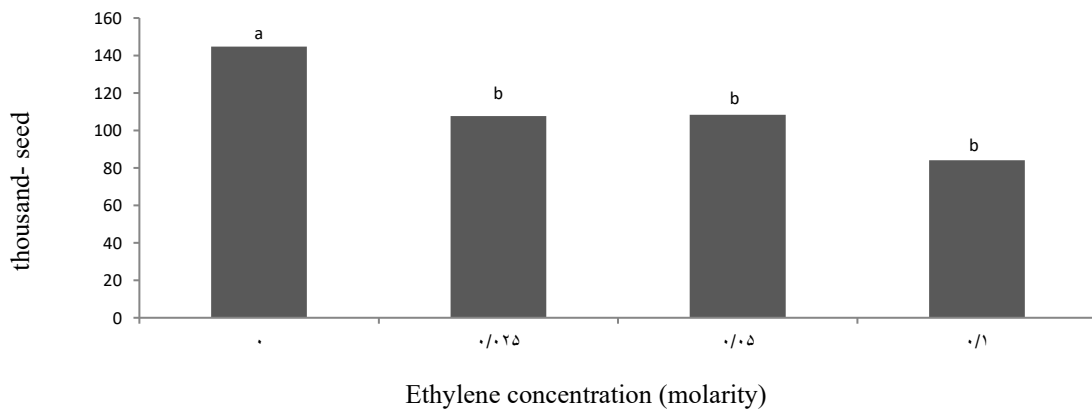
با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمار اتفون در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار قرار گرفت. در حالیکه اثر تیمار اسیدبوریک بر روی این صفات غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). در تیمار اتفون بیشترین وزن هزار دانه (۱۴۴/۷۵g) به دست آمده در تیمار شاهد مشاهده شد و با اعمال اتفون وزن هزار دانه کاهش یافت به طوری که در تیمار اتفون ۰/۱ مولار وزن هزار دانه (۸۴/۱۱g) به دست آمد (شکل ۴).



شکل ۳. نتایج مقایسه میانگین وزن میوه تحت غلظت‌های مختلف اتفون

Figure 3: Comparison of mean fruit weight under the effect of different ethephon concentrations

مطالعات نشان دادند که اتفون بر عملکرد دانه در گیاه جو باعث انباشت ماده خشک در بخش غیر دانه ای شده و وزن دانه، سنبله و متعاقب آن عملکرد کاهش یافت (Ma and Smith, 1992). همچنین اتفون تعداد دانه در سنبله را افزایش داده ولی اندازه دانه را اغلب کاهش می‌دهد (Shabestari & Mojtahedi, 1980). همچنین نتایج نشان دادند که اتفون سبب کاهش تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و وزن چوب بلال شد (Karimi *et al.*, 2013). در آزمایشی اثر ساده‌ی محلول پاشی بر وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و بیشترین مقدار آن (۱۴۸/۹۱mg) در تیمار IBA و کمترین مقدار آن (۱۲۴/۴۳mg) در تیمار اتفون به دست آمد (Sure *et al.*, 2012). آزمایش ما نیز در راستای این آزمایش بود.



شکل ۴. نتایج میانگین وزن هزاردانه تحت تاثیر غلظت‌های مختلف اتفون

Figure 4: Comparison of the mean thousand-seed weight under the effect of different ethephon concentrations**طول و عرض و ضخامت بذر**

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر اعمال تیمار اتفون روی طول، عرض و ضخامت بذر تأثیر معنی داری نشان داد. در حالیکه اثر تیمار اسیدبوریک بر روی این صفات غیرمعنی دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین طول بذر در تیمار شاهد (۱۵/۸۳ mm) و کمترین مقدار آن (۱۴/۰۱ mm) در تیمار اتفون ۰/۰۵ مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان عرض بذر (۸/۰۴ mm) در تیمار شاهد مشاهده شده و اعمال سطوح مختلف تیمار اتفون تأثیر منفی روی عرض بذر برجای گذاشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ضخامت بذر (۲/۰۳۴ mm) مربوط به تیمار اتفون ۰/۰۲۵ و کمترین ضخامت آن (۱/۶۴ mm) مربوط به بیشترین غلظت اتفون به کار رفته بود (شکل ۵). تیمار اتفون با غلظت ۰/۱ اثر منفی بر روی ضخامت بذر داشته است چون ضخامت بذر در تیمار شاهد بیشتر از تیمار ۰/۱ اتفون بوده است.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس طول، عرض و ضخامت بذر و عملکرد روغن و فعالیت ی اکسیدانی تحت تاثیر غلظت های مختلف اتفون

و اسید بوریک**Table 4: Results of variance analysis for seed length, width, and thickness, as well as oil yield and antioxidant activity under the influence of different concentrations of ethephon and boric acid.**

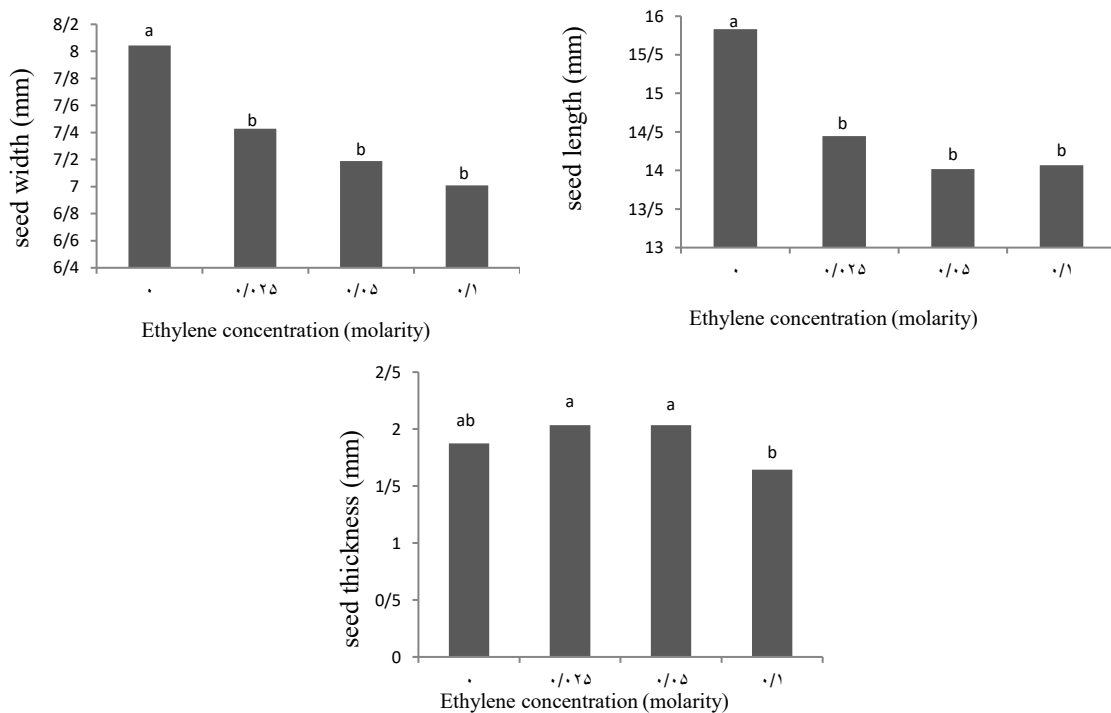
میانگین مربعات Mean of squares						
خاصیت آنتی اکسیدانی Antioxidant activity	عملکرد روغن Oil yield	ضخامت بذر Seed thickness	عرض بذر Seed width	طول بذر Seed length	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
4.185	6.387	0.001	1.008	3.100	4	بلوک Block
12.0 ^{ns}	28.60*	0.53**	1.76*	5.38**	3	اتفون Ethephon
12.8 ^{ns}	2.05 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.27 ^{ns}	1.08 ^{ns}	3	اسید بوریک Boric acid
12.4 ^{ns}	4.49 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.14 ^{ns}	1.15 ^{ns}	9	اتفون × اسید بوریک
13.1	9.09	0.11	0.46	1.23	43	خطا Error
1.07	6.4	18.19	9.17	7.59		ضریب تغییرات CV (%)

** و * به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns غیر معنی داری

درصد روغن

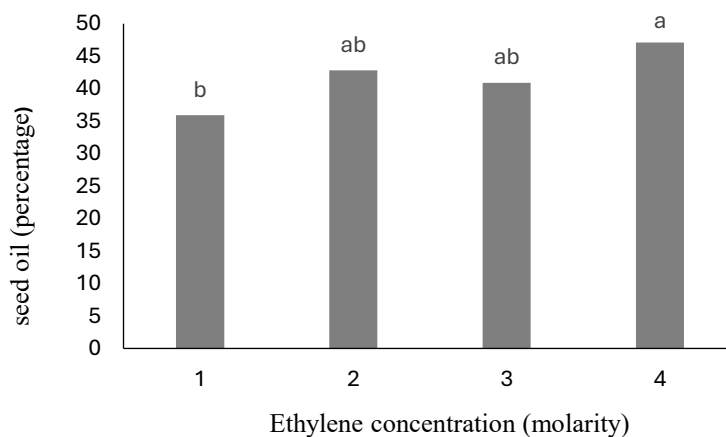
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر معنی داری اثر اتفون بر درصد روغن در سطح احتمال ۵ درصد بود. در حالی که اثر تیمار اسیدبوریک بر روی این صفات غیرمعنی دار به دست آمد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین (شکل ۶) نشان داد بیشترین درصد روغن (۴۷/۱) در سطح چهارم اتفون و کمترین مقدار آن (۳۵/۹) در تیمار شاهد مشاهده شد. محققان در پژوهشی به بررسی تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر رشد، عملکرد و ترکیبات شیمیایی دانه‌های سویا پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از محلول پاشی اتفون با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام در مراحل مختلف رشد گیاه، شامل مرحله آغاز گلدهی (۴۰ روز پس از کاشت)، شروع تشکیل غلاف (۶۰ روز پس از کاشت) و همچنین و گل‌آغازی و شروع غلاف‌دهی، منجر به افزایش محتوای روغن دانه‌ها به میزان ۰/۹، ۱/۰۲ و ۰/۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد شد (Devi et al., 2011). براساس پژوهش‌های انجام شده، استفاده از

اترل به‌طور قابل توجهی موجب افزایش درصد روغن و بهبود عملکرد خردل شده است (Mir, 2002; Lone *et al.*, 2001). مطالعات نشان دادند که حداکثر درصد پروتئین و روغن دانه ذرت نیز تحت تاثیر تیمار کاربرد ۰/۵ و ۱/۵ گرم اتفون حاصل گردید که در مقایسه با شاهد به ترتیب: ۱/۵ و ۰/۷۵ درصد افزایش نشان داد.



شکل ۵. تاثیر غلظت های مختلف اتفون بر طول، عرض و ضخامت بذر

Figure 5: Comparison of the mean seed length, width and thickness under the effect of different ethephon concentrations



شکل ۶. تاثیر غلظت های مختلف اتفون بر میانگین درصد روغن

Figure 6. Comparison of the mean seed oil percentage under the effect of different ethephon concentrations

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴)، اثر تیمار اتفون و اسید بوریک روی خاصیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد اتفون به عنوان منبع آزادکننده اتیلن، تأثیر قابل توجهی بر خصوصیات مورفولوژیکی و تولیدمثلی کدوی طبي دارد. محلول پاشی اتفون به طور معنی داری باعث کاهش تعداد گل های نر و افزایش تعداد گل های ماده شده و در نتیجه نسبت گل های نر به ماده را به میزان قابل توجهی کاهش داده است. بیشترین تعداد گل ماده در غلظت ۰/۰۵ مولار اتفون و بیشترین نسبت گل ماده به نر در غلظت ۰/۰۳ مولار مشاهده گردید. این تغییر در نسبت جنسیتی گل ها تعداد میوه در بوته را افزایش داد، به طوری که بیشترین تعداد میوه در غلظت ۰/۱ مولار اتفون حاصل شد. با این حال، کاربرد اتفون اثرات دوگانه ای را نشان داد. اگرچه تعداد میوه در بوته افزایش یافت، اما وزن میوه ها در مقایسه با تیمار شاهد کاهش پیدا کرد. همچنین، اتفون به طور معنی داری طول و ضخامت بذر، عرض بذر و وزن هزار دانه (تر و خشک) را کاهش داد که می توان به دلیل افزایش رقابت درون گیاهی به منظور تخصیص منابع به تعداد بیشتری از میوه ها نسبت داد. در مورد اسید بوریك، نتایج نشان داد که این ماده تنها بر تعداد گل های ماده اثر معنی دار داشته و بیشترین تعداد گل ماده در غلظت ۰/۰۳ مولار مشاهده گردید. تیمارهای مورد استفاده بر فعالیت آنتی اکسیدانی اثر معنی داری نداشتند. با این حال، اسید بوریك بر سایر صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی مورد مطالعه تأثیر معنی داری نداشت. عدم تأثیر گذاری اسید بوریك بر اکثر صفات می تواند به دلیل کافی بودن میزان بور در خاک یا عدم محدودیت این عنصر در متابولیسم گیاه باشد. نکته قابل توجه دیگر، عدم وجود اثر متقابل معنی دار بین اتفون و اسید بوریك بر هیچ یک از صفات مورد مطالعه بود. این یافته نشان می دهد که این دو ماده احتمالاً از مسیرهای فیزیولوژیك متفاوتی بر گیاه تأثیر گذاشته و اثرات هم افزایی یا بازدارندگی بر یکدیگر ندارند. با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده از اتفون در غلظت های مناسب می تواند به عنوان راهکاری برای افزایش تعداد میوه در بوته و در نتیجه افزایش عملکرد کلی در کدوی طبي توصیه نمود. با این حال، اثر کاهشی اتفون بر وزن میوه و اندازه بذر باید در نظر گرفته شود. برای کاربرد عملی این یافته ها، پیشنهاد می شود مطالعات تکمیلی برای یافتن غلظت بهینه ای که علاوه بر افزایش تعداد میوه، کیفیت بذر را بهبود بخشد.

سپاسگزاری

لازم است از دانشگاه تبریز که در فراهم آوردن امکانات لازم جهت اجرای این تحقیق همکاری داشته اند تشکر و قدردانی

گردد.

منابع

- Ahmad, W., Zia, M. H., Malhi, S. S., Niaz, A., & Saifullah. (2012). Boron deficiency in soils and crops: A review. *Crop. Plant. Intech*, 77–114.
- Akbari, G., Moolarressanavy, S. A. M., & Yousefzadeh, S. (2007). Effect of salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Biochemical Science*, 10(15), 2557–2567.
- American Oil Chemists' Society. (1989). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Method Cd 3-25. AOCS, Champaign, IL, USA.

Brahmchari, V. S., Mandal, A. K., Kumar, R., Rani, R., & Kumar, R. (1995). Effect of growth substance on fruit-set and physicochemical characteristics of 'Sardar' guava (*Psidium guajava* L.). *Recent Hort*, 2(2), 127–131.

Christensen, L., Beede, R., & Peacock, W. (2012). Fall foliar sprays prevent boron deficiency symptoms in grapes. *Calif. Agric*, 60, 100–103.

Corbineau, F., Xia, Q., Bailly, C., & El-Maarouf-Bouteau, H. (2014). Ethylene, a key factor in the regulation of seed dormancy. *Frontiers in Plant Science*, 5, 539.

Cui, Y. Y., Zhai, Y. L., Flaishman, M., Li, J. P., Chen, S. W., Zheng, C. L., et al. (2021). Ethephon induces coordinated ripening acceleration and divergent coloration responses in fig (*Ficus carica* L.) flowers and receptacles. *Plant Molecular Biology*, 105, 347–364.

Davarpanaha, O., Tehranifara, A., Davarynejada, G., Abadiab, J., & Khorasanic, E. (2016). Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 210, 1–8.

Devi, K. N., Vyas, A. K., Singh, M. S., & Singh, N. G. (2011). Effect of bioregulators on growth, yield and chemical constituents of soybean (*Glycine max*). *Journal of Agriculture Science*, 3(4), 151–159.

Dhakal, S. C., Karki, M., Subedi, P., & Gc, A. (2019). Effect of ethephon doses on vegetative characters, sex expression and yield of cucumber (*Cucumis sativus* cv. Bhaktapur Local) in Resunga Municipality, Gulmi, Nepal. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 7(3), 370–377.

Dhakal, S. C., Karki, M., Subedi, P., & Gc, A. (2019). Effect of ethephon doses on vegetative characters, sex expression and yield of cucumber (*Cucumis sativus* cv. Bhaktapur Local) in Resunga Municipality, Gulmi, Nepal. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 12, 1981–1987.

Dotto, J. M., & Chacha, J. S. (2020). The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Sci. Afri.*, 10, e00575.

Eskandari, M., Haghshenas, J., & Jafari Haghghi, B. (2010). Application of ethephon on yield and some growth parameters of cucumber (*Cucumis sativus* L.) cv. Jordis Hilaris. *Journal of Plant Ecophysiology*. (In Persian).

Fruhirth, G. O., & Hermetter, A. (2008). Production technology and characteristics of Styrian pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 637–644.

Gosai, S., Adhikari, S., Khanal, S., & Poudel, P. B. (2020). Effects of plant growth regulators on growth, flowering, fruiting and fruit yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.): A review. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 5(3), 268–274.

Hamidi-Moghaddam, A., Fakhr-Tabatabaei, S. M., Kashi, A., & Omidbaigi, R. (2010). The effect of boric acid foliar application on boron accumulation in seeds and some active compounds of Styrian pumpkin (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *styriaca*). *National Conference on Medicinal Plants*. (In Persian)

Hidayatullah, A. B., & Khokhar, K. M. (2009). Sex expression and level of phytohormones in monoecious cucumber as affected by plant growth regulators. *Sarhad J. Agric.*, 25(2), 173–177.

Jahan, M., Koocheki, A., Nassiri, M., & Dehghanipoor, F. (2007). The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo* L. *Iran. J. Field Crops Res.*, 5(2), 281–289.

Kalantar, M., Khalighi, A., & Tafazzoli, A. (2008). Investigation of the effect of auxin, ethephon, and planting system on quantitative traits of hybrid cucumber cv. Melita (*Cucumis sativus* cv. Melita). *Journal of Research in Agricultural Sciences*, 4, 214–224. (In Persian).

Karimi, A., Tajbakhsh, M., Amiri, R., & Ayvazi, A. (2013). Effect of some plant growth regulators on yield and yield components of corn (*Zea mays* L) [In Persian]. *Journal of Crop Production Research*, 20(2), 161-178.

Khatiwada, P., Kandel, B., Chand, N., Koirala, K., & Chaudhary, N. (2024). Effect of different doses of ethephon on vegetative characters, sex expression and yield of cucumber [*Cucumis sativus*] in Rainas Municipality, Lamjung, Nepal. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 12, 1981–1987.

Kozeniewska, A., Galecka, T., & Nienirowicz, K. (2003). Ethephon treatment on monoecious cucumber accession for hybrid seed production. *ISHS Acta Horticulture*, 510, 715–725.

Li, Q., Guo, W., Chen, B., Pan, F., Yang, H., Zhou, J., Wang, G., & Li, X. (2021). Transcriptional and hormonal responses in ethephon-induced promotion of femaleness in pumpkin. *Frontiers in Plant Science*, 12, 715487.

Lin, J., & Tang, C. (2007). Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry*, 101, 140–147.

Liu, G., Dong, X., Liu, L., Wu, L., Peng, S., & Jiang, C. (2015). Metabolic profiling reveals altered pattern of central metabolism in navel orange plants as a result of boron deficiency. *Physiologia Plantarum*, 153(4), 513–524.

Lone, N. A. (2001). Studies on effect of cycocel and ethrel sprays in association with nitrogen on growth and metabolism of mustard under non-irrigated conditions. Ph.D. Thesis, Aligarh Muslim University, Aligarh, India.

Ma, B. L., & Smith, D. L. (1992). Growth regulators effect on above ground dry matter partitioning during grain fill of spring barley. *Crop Science*, 32, 741–746.

Martínez, C., Manzano, S., Megías, Z., Garrido, D., Pico, B., & Jamilena, M. (2013). Involvement of ethylene biosynthesis and signalling in fruit set and early fruit development in zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.). *BMC Plant Biology*, 13, 139. doi: 10.1186/1471-2229-13-139

Marzouk, H. A., & Kassem, H. A. (2011). Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. *Scientia Horticulturae*, 130(2), 425–430.

McMurray, A. L., & Miller, C. H. (1976). Cucumber sex expression modified by 2-chloroethane phosphonic acid. *Horticulture Science*, 162, 1397–1398.

Mir, M. R. (2002). Physiological significance of Ethrel 2 Chloroethyl Phosphonic acid and Nitrogen in relation to growth and metabolism of Mustard under irrigated and non-irrigated conditions. Ph.D. Thesis, Aligarh Muslim University, Aligarh, India.

Mohammadian, R. (1995). Effects of seed deterioration on germination, seedling emergence, and establishment of seven sugar beet lines under salt stress. Master's thesis, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. (In Persian)

Omidbaigi, R. (2006). Production and processing of medicinal plants (Vol. 3, p. 326). Astan Quds Razavi Publications, Tehran. (In Persian)

Pakseresht, G. M., & Pasari, B. (2020). Investigation of ethephon and male inflorescence removal on quantitative and qualitative characteristics of corn. *Journal of Plant Ecophysiology*, 12(42), 131-146. (In Persian)

Parseh, S. H., Amiri, M. E., & Fallahi, E. (2009). Application of ethephon and ABA at 40% veraison advanced maturity and quality of 'Beidaneh Ghermez' grape. In XI International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production (pp. 371–377).

Pinho, L. G., Monnerat, P. H., Pires, A. A., Freitas, M. S., & Marciano, C. R. (2015). Diagnosis of boron deficiency in green dwarf coconut palm. *Agricultural Sciences*, 6, 164–174.

- Prasad, M. C. T., Sajjan, A., Vyakaranahal, B. S., & Hosamani, R. M. (2008).** Influence of nutrition and growth regulators on fruit, seed yield and quality of pumpkin cv. Arka Chandan. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 115–117.
- Rezig, L., Chouaibi, M., Meddeb, W., Msaada, K., & Hamdi, S. (2019).** Chemical composition and bioactive compounds of Cucurbitaceae seeds: Potential sources for new trends of plant oils. *Process Safety and Environmental Protection*, 127, 73–81.
- Salman-Minkov, A., Levi, A., Wolf, S., & Trebitsh, T. (2008).** ACC synthase genes are polymorphic in watermelon (*Citrullus* spp.) and differentially expressed in flowers and in response to auxin and gibberellin. *Plant Cell Physiology*, 49(5), 740–750.
- Shabestari, M., & Mojtahedi, M. (1980).** *Physiology of crops* (p. 431). Tehran University. (In Persian)
- Sharafi, Y., & Raina, M. (2020).** Effect of Boron on Pollen Attributes in Different Cultivars of *Malus domestica* L. *National Academy Science Letters*, 44, 189–194.
- Sun, Z. Y., Zhang, T. J., Su, J. Q., Chow, W. S., Liu, J. Q., Chen, L. L., et al. (2015).** A novel role of ethephon in controlling the noxious weed *Ipomoea cairica* (Linn.) sweet. *Scientific Reports*, 5, 11372. doi: 10.1038/srep11372
- Sure, S. H., Arooie, H., & Azizi, M. (2012).** Influence of Plant Growth Regulators (PGRs) and Planting Method on Growth and Yield in Oil Pumpkin (*Cucurbita pepo* var. styriaca). *Ferdowsi University of Mashhad, Department of Horticultural Science*, 4(2), 101–107.
- Sure, S. H., Arooie, H., & Azizi, M. (2012).** Influence of plant growth regulators (PGRs) and planting method on growth and yield in oil pumpkin (*Cucurbita pepo* var. styriaca). *Ferdowsi University of Mashhad, Department of Horticultural Science*, 4(2), 101–107.
- Sure, S., Arooie, H., & Azizi, M. (2013).** Effect of GA3 and ethephon on sex expression and oil yield in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* var. styriaca). *International Journal of Farming and Applied Sciences*, 2(9), 196–201.
- Tanska, M., Ogrodowska, D., Bartoszewski, G., Korzeniewska, A., & Konopka, I. (2020).** Seed lipid composition of new hybrids of Styrian oil pumpkin grown in Poland. *Agronomy*, 10(8), 1104.
- Tusi-Kohel, P., Esfahani, M., Rabiei, M., & Rabiei, B. (2011).** Effect of concentration and spray time of nitrogen fertilizer on dry matter remobilization, seed yield, and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) Hyola 401 [In Persian]. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(2), 352–367.
- Vadigeri, B. G., Madalageri, B. B., & Sheelavantar, M. N. (2001).** Effect of ethrel and gibberellic acid on yield and quality of two cucumber varieties. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 14, 727–730.
- Wang, D., Feng, L., Duan, Q., Han, T., Xu, Z., & Bai, S. (2010).** Ethylene perception is involved in female cucumber flower development. *Plant Journal*, 61(5), 862–872.
- Wyatt, L. E., Strickler, S. R., Mueller, A. L., & Mazourek, A. M. (2016).** Comparative analysis of *Cucurbita pepo* L. metabolism throughout fruit development in acorn squash and oil seed pumpkin. *Horticulture Research*, 3, Article 16045.
- Yousefzadeh, M., Daneshvar, M., Sharvandsond, S., & Sorkheh, H. (2013).** Effect of ethephon and nitrogen fertilizer application on quantitative traits of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(2), 199–207. (In Persian)
- Zainali, M., Maleki Zanjani, B., Moradi, P., Shekhari, F., & Niazkhani, S. M. (2019).** The effect of drought stress on the content of phytosterols and key genes involved in beta-sitosterol synthesis pathway in the medicinal plant (*Cucurbita pepo* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 36(2), 209–226. (In Persian)

Zheng, Y., Wu, J., Peng, X., & Zhang, Y. (2019). Field-grown *Moringa oleifera* response to boron fertilization: Yield component, chemical composition of seed-oil and physiology. *Industrial Crops and Products*, 138, 111449.

Zimmerman, J. R. D. (1997). Optimal nutrition for HIV/AIDS wellness. *Journal of the American Dietetic Association*, 97, A18.

Zraidi, A., Stift, G., Pachner, M., Shojaeiyan, A., Gong, L., & Lelley, T. (2007). A consensus map for *Cucurbita pepo* L. *Molecular Breeding*, 20(4), 375–388.