Journal of Vegetables Sciences, Spring & Summer 2021, Vol 9, No 5(1), Pages 93-107

doi: 10.22034/iuvs.2021.134949.1116 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

The Effect of Irrigation Levels and Planting Date on Some Morpho-Physiological Characteristics, Biomass and Yeild of Savory (*Satureja hortensis* L.)

Toktam Padid[1], Mohammadjavad Seghatoleslami[2*], Hamed Javadi[3] and Seyyed Gholamreza Mousavi[2]

1- M.Sc. Graduate. Department of Agricultural Science, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran

2- Associate Professor, Agricultural, Medicinal Plants and Animal Sciences Research Center, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran

3- Assistant Professor of Department of Agricultural Science, Payame Noor University, Iran

[*]**Corresponding author:** mjseghat@yahoo.com

(**Received:** 2 September 2020 **Revise:** 18 January 2021 **Accepted:** 17 March 2021)

Extended Abstract

1. Introduction: Summer savory (*Satureja hortensis* L.) is an annual to perennial herbaceous and aromatic plant of the Lamiaceae family. The essential oil of savory is widely used as an antioxidant and antimicrobial agent in the food and pharmaceutical industries. Available water is one of the climatic factors that affects the distribution of plants around the world. Some studies have shown that water shortage reduces the yield of plants. It is important to achieve maximum yield in plants. Planting date by adapting the growth stages of the plant with soil and air temperature, day length, rainfall and other environmental factors affect crop growth and yield. Considering that Iran is located in arid and semi-arid regions and the production of vegetable seeds is of great economic importance, so determine the management methods that are compatible with regional conditions and can achieve maximum quantitative and qualitative performance, is important. Determining the best planting date by creating favorable growth and development conditions while making optimal use of water and soil resources will improve the growth status of the plant. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of planting date and irrigation levels on savory grain yield in Birjand.

2. Materials and Methods: The experiment was conducted in Birjand in 2016-2017 as a split plot based on a randomized complete block design with three replications. Irrigation levels (100, 75, 50 and 25% evaporation from Class A evaporation pan at five-day irrigation intervals) and planting dates (March 16, April 11 and May 5) were as the main plots and sub plots, respectively. Each subplot consisted of four six-meter-long planting lines in which seeds were sown on either side of 50 cm wide ridges. The distance between subplots was 0.5 m, between two main plots was one meter and between two replications was three meters. Seed sowing was done by hand based on the date of sowing.

3. Results and Discussion: The results showed that reducing the amount of irrigation water to 50% of evaporation from the pan, did not have any significant effect on the most studied traits, but in the treatment of 25% of evaporation from the pan, number of lateral branches (13.7%), grain yield (51.5%), biomass yield (35.2%) and harvest index (25.9%) decreased compared to 100% evaporation treatment from the pan. Planting dates in March and April were not significantly different in terms of the most studied traits (except for remobilization rate and remobilization efficiency), but delay in planting to May 15, reduced plant height, number of lateral branches, remobilization rate, remobilization efficiency and grain and biomass yield, but increased flowering branches and total vegetative biomass. The interaction of irrigation levels and planting dates on crop growth rate (CGR), contribution of remobilization in grain yield and dry weight of seed branches were significant. The highest crop growth rate (CGR) was related to the treatment 75% evaporation from the pan and planting dates of April 21 and May 15 (10.3 and 11 g m^{-2} day^{-1}, respectively). The highest dry weight of seed branches was related to treatment 100% evaporation from the pan and March 16 (621.7 g m^{-2}).

The results of comparing the means showed that decreasing the amount of irrigation water, remobilization rate and efficiency increased, so that in the treatment of 50 and 25% of evaporation from the pan compared to the 100% of evaporation from the pan, the highest amount of remobilization (3121.2 and 273.3 g m^{-2}, respectively) and the remobilization efficiency (1.15 and 0.99%, respectively) was obtained. Therefore, current photosynthesis was not enough to fill the seeds, thus the need for filling the seeds (especially carbohydrates) is compensated by re-transferring photosynthetic materials stored in different parts especially the stem. In some cases, current photosynthesis may not be enough to fill the seeds under optimal growth conditions, and the plant may be somewhat dependent on storage compounds. Delay in planting reduced remobilization content and its efficiency in savory, so that the delay in planting from march 17 to May 6 caused reduced it 44.8% and 57.6%, respectively.

4. Conclusion: Totally, the highest remobilization contribution in grain yield was related to the treatment 25% evaporation from the pan and planting dates April 11 (236.5%). On the other hand, considering save water in Birjand, aimed to maximum vegetative biomass production, irrigation levels of 50% evaporation from the pan at five-day irrigation intervals and planting on May 5 is recommended. In addition, planting on April 11 is recommended to achieve maximum savory grain yield.

Keywords: Biomass yield, Crop growth rate, Remobilization, Savory.

Citation: Padid, T., Seghatoleslami, M. J., Javadi, H. & Mousavi, S. G. (2021). The effect of irrigation levels and planting date on some morpho-physiological characteristics, biomass and yeild of Savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 5(1), 93-107. doi: 10.22034/iuvs.2021.134949.1116

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال ۵، دوره ۹، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۰، صفحات (۱۰۷-۹۳)

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi: 10.22034/iuvs.2021.134949.1116

تأثیر سطوح آبیاری و تاریخ کاشت بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه تابستانه (*Satureja hortensis*)

تکتم پدید[۱]، محمد جواد ثقۀالاسلامی[۲*]، حامد جوادی[۳] و سید غلامرضا موسوی[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد کشاورزی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

۲- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی، گیاهان دارویی و علوم دامی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

۳- استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

[*]نویسنده مسئول: mjseghat@yahoo.com

(**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۹/۰۶/۱۲ **تاریخ بازنگری:** ۱۳۹۹/۱۰/۲۹ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۹/۱۲/۲۷)

چکیده

به‌منظور تعیین سطوح آبیاری و تاریخ کاشت مناسب گیاه مرزه تابستانه، آزمایشی به‌صورت اسپلیت- پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. سطوح آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در چهار سطح (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و تاریخ کاشت در سه سطح (۲۶ اسفند، ۲۱ فروردین و ۱۵ اردیبهشت) به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که کاهش میزان آب آبیاری تا ۵۰ درصد تبخیر از تشتک تأثیر معنی‌داری بر اغلب صفات مورد مطالعه نداشت، اما در ۲۵ درصد تبخیر از تشتک تعداد شاخه جانبی (۱۳/۷ درصد)، عملکرد دانه (۵۱/۵ درصد)، عملکرد بیولوژیکی (۳۵/۲ درصد) و شاخص برداشت (۲۵/۹ درصد) نسبت به ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک کاهش یافت. تاریخ کاشت‌های ۲۶ اسفند و ۲۱ فروردین از لحاظ اغلب صفات مورد مطالعه (به جزء میزان انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد) تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند، اما تأخیر در کاشت به ۱۵ اردیبهشت موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، میزان انتقال مجدد، کارایی انتقال مجدد، عملکرد دانه، افزایش وزن خشک سرشاخه‌های گلدار و وزن خشک کل شد. بیشترین سرعت رشد محصول در تیمار ۷۵ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت‌های ۲۱ فروردین و ۱۵ اردیبهشت (به‌ترتیب ۱۰/۳ و ۱۱ گرم بر مترمربع در روز)، بیشترین وزن خشک سرشاخه‌های بذری در تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک و ۲۶ اسفند (۶۲۱/۷ گرم بر مترمربع) و بیشترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه از تیمار ۲۵ درصد تبخیر از تشتک و ۲۱ فروردین (۲۳۶/۵ درصد) حاصل شد. بر اساس نتایج این تحقیق و به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب، تیمار ۵۰ درصد تبخیر از تشتک و کاشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت به‌منظور تولید حداکثر زیست‌توده کل و کاشت در تاریخ ۲۱ فروردین جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد مرزه تابستانه در منطقه بیرجند پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: **انتقال مجدد، زیست‌توده، سرعت رشد محصول، مرزه.**

استناد: پدید، ت.، ثقۀالاسلامی، م. ج.، جوادی، ح. و موسوی، س.غ. (۱۴۰۰). تأثیر سطوح آبیاری و تاریخ کاشت بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه تابستانه (*Satureja hortensis*). *علوم سبزی‌ها*، ۵(۱)، ۱۰۷-۹۳.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

مـرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) گیـاهی یک‌ساله تا چندساله علفی و معطر از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است (Bakhtiari *et al*., 2020). این گیاه دارای ساقه‌های متعدد افراشته و کمانی‌شکل و برگ‌های دارای غدد ترشحی حاوی اسانس است (EL-Leithy *et al*., 2017; Saeidinia *et al*., 2019). از سرشاخه‌های گلدار مرزه در صنایع بهداشتی، غذایی و دارویی استفاده می‌شود. این گیاه برای درمان دردهای عضلانی، تهوع، سوء هاضمه، بیماری‌های عفونی و اسهال مورد استفاده قرار می‌گیرد (Skubij & Dzida, 2019). اسانس گیاه مرزه به‌طور گسترده به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و عامل ضد میکروبی در صنایع غذایی و دارویی استفاده می‌شود. همچنین مرزه به‌صورت خام و پخته در غذا مصرف می‌شود (Zaremanesh *et al*., 2019).

یکی از عوامل اقلیمی که بر توزیع و پراکنش گیاهان در سراسر جهان مؤثر است آب قابل‌دسترس می‌باشد. برخی مطالعات نشان داده است که تنش ناشی از کم‌آبی موجب کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود (Soheilnejad *et al*., 2018; Baghbani Arani *et al*., 2017). در تحقیقی بیشترین ارتفاع بوته و زیست‌توده مرزه در فاصله آبیاری یک روز در میان به‌دست آمد و با افزایش دور آبیاری زیست‌توده کاهش یافت (Mehdi Shahivand *et al*., 2013). در تحقیقی دیگر، کاهش آبیاری ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و زیست‌توده مرزه را کاهش داد (Miranshahi & Sayyari, 2016). در پژوهشی دیگر، تنش کم‌آبی باعث کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه مرزه شد (Akrami nejad *et al*., 2015). همچنین نتایج تحقیق دیگری نشان داد با کاهش مقدار آب خاک به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و وزن خشک اندام‌های هوایی در گیاه مرزه کاهش یافت (Mohammadi *et al*., 2017).

تصمیم‌گیری در مورد زمان کاشت مطلوب یک گیاه زراعی بسیار با اهمیت بوده و از عوامل مهم جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد در گیاهان می‌باشد. تاریخ کاشت از طریق انطباق مراحل رشد و نمو گیاه با وضعیت دمای خاک و هوا، طول روز، بارندگی و سایر عوامل محیطی بر استقرار، رشد رویشی، زایشی و در نتیجه کمیت و کیفیت عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. در مطالعه‌ای که بر روی مرزه در ساری انجام شد، حداکثر عملکرد زیست‌توده از تاریخ کاشت‌های دوم و سیزدهم اردیبهشت به‌دست آمد (Mohammadpour *et al*., 2017). در تحقیقی، سه تاریخ کاشت ۱ اکتبر، ۱ نوامبر و ۱ دسامبر (۱۰ مهر، ۱۰ آبان و ۱۰ آذر) روی گیاه نعناع وحشی (*Mentha arvensis* L.) و در منطقه کارناتاکا هند بررسی شد و نتایج نشان داد که بیشترین زیست‌توده از تاریخ کاشت ۱ نوامبر (۱۰ آبان) به‌دست آمد (Shwetha Desai *et al*., 2018). در بررسی اثر دو تاریخ کاشت ۲۰ نوامبر و ۲۰ فوریه (۲۹ آبان و ۱ اسفند) روی گیاه مرزه در منطقه داکی‌قاهره مشخص شد که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و زیست‌توده از تاریخ کاشت ۲۰ نوامبر (۲۹ آبان) حاصل شد (El-Gohary *et al*., 2015). در تحقیقی دیگر اثر چهار تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۴ اسفند، ۱۲ و ۲۶ فروردین روی گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) در ترکیه بررسی شد و نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد زیستی به‌طور مشترک از تاریخ کاشت‌های اول، دوم و سوم به‌دست آمد (Beyzi & Gurbuz, 2020). در مطالعه‌ای که بر روی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) در مشهد انجام شد، تأخیر در کاشت از ۵ اسفند به ۱۵ اردیبهشت عملکرد دانه و عملکرد زیستی را کاهش داد. در این پژوهش بیشترین شاخص برداشت از ۱۵ فروردین حاصل شد (Javadi Hedayat Abad *et al*., 2015).

با توجه به اینکه کشور ایران در منطقه‌ای خشک و نیـمه‌خشک قـرار گـرفته و تولید گیاهان سبزی از لحاظ

اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است، بنابراین تعیین روش‌های مدیریتی که سازگار با شرایط منطقه بوده و بتواند حداکثر عملکرد کمی و کیفی را فراهم نماید حائز اهمیت است. بنابراین، تعیین بهترین تاریخ کاشت از طریق ایجاد شرایط مطلوب رشد و نمو ضمن استفاده بهینه از منابع آب و خاک موجب بهبود وضعیت رشد گیاه خواهد شد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت و سطوح آبیاری بر عملکرد مرزه در بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا اجرا شد. محل آزمایش از نظر اقلیمی بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق خشک می‌باشد. میانگین ۱۵ ساله بارندگی این منطقه ۱۷۶ میلی‌متر، حداکثر دمای آن ۳۹/۱، حداقل دما ۱۷- و متوسط دمای روزانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. میانگین شاخص‌های آب و هوایی محل آزمایش در طی دوره رشد گیاه مرزه تابستانه در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین، نتایج تجزیه خاک منطقه مورد آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین شاخص‌های آب و هوایی محل آزمایش در طی دوره رشد مرزه تابستانه

Table 1- Average climatic indicators of the test site during the summer savory growth period

ماه	Month	دمای حداقل (سانتی‌گراد) T min (◦C)	دمای حداکثر (سانتی‌گراد) T max (◦C)	متوسط دما (سانتی‌گراد) T mean (◦C)	بارندگی کل (میلی‌متر) Rainfall (mm)	متوسط رطوبت (درصد) Humidity (٪)
اسفند	March	6.5	21.6	14.0	58.3	50
فروردین	April	9.4	24.4	16.9	8.3	41
اردیبهشت	May	14.1	29.9	21.8	18.1	41
خرداد	June	16.8	34.4	25.6	0.0	24
تیر	July	21.3	38.1	29.7	0.2	25
مرداد	August	16.3	33.7	25.0	0.0	29
شهریور	September	12.7	31.5	22.1	0.0	25
مهر	October	10.5	30.3	20.4	0.0	32

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

Table 2- Physical and chemical characteristics of experimental soil (0-30 cm depth)

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS m^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی (درصد) OC (%)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P (mg kg^{-1})	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K (mg kg^{-1})	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)
شنی Sandy	1.57	8.2	0.33	6.8	133	0.033

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. آبیاری بر اساس تشتک تبخیر در چهار سطح (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و تاریخ کاشت در سه سطح (۲۶ اسفند، ۲۱ فروردین و ۱۵ اردیبهشت) به‌عنوان عامل فرعی بودند. هر کرت فرعی شامل چهار خط کاشت به طول شش متر بود که بذور در دو طرف پشته‌های عریض ۵۰ سانتی‌متری کشت شدند. فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ متر، بین دو کرت اصلی یک متر و بین دو تکرار سه متر در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل پاییز آغاز گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک، ۳۰۰ کیلوگرم در

هکتار اوره (یک‌سوم قبل از کاشت، یک‌سوم در مرحله هشت برگی و یک‌سوم در مرحله قبل از گلدهی)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌صورت قبل از کاشت داخل زمین پخش گردید و با خاک مخلوط شد. مرزه مورد استفاده از نوع توده محلی بود که به‌صورت یک‌ساله مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. کاشت بذور بر اساس تاریخ کاشت‌های مورد نظر به روش خشکه‌کاری و با دست انجام گردید. قبل از کاشت، بذور به‌وسیله قارچ‌کش ویتاواکس با غلظت دو در هزار ضدعفونی گردید. در مرحله چهار تا شش برگی، گیاهچه‌ها بر اساس فاصله ۲۰ سانتی‌متر (تراکم ۲۰ بوته در مترمربع) تنک شدند. پس از استقرار گیاه، آمار روزانه تبخیر از تشتک کلاس A از اداره هواشناسی شهرستان بیرجند اخذ و برای دور آبیاری استفاده شد. سپس با استفاده از عمق آب و مساحت کرت، حجم آب آبیاری محاسبه و تیمارهای آبیاری برای هر کرت با کمک سیستم تحت‌فشار و توسط شیلنگ و کنتور اعمال شد. در صورت وقوع بارندگی در فاصله بین دو مرحله آبیاری، میزان بارندگی از حجم آب داده شده به هر کرت کسر گردید. علف‌های‌هرز طی سه نوبت به‌صورت دستی وجین شدند. در طول فصل رشد آفت و بیماری خاصی مشاهده نگردید.

جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی در مرحله گلدهی کامل، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و این صفات تعیین شد. در این آزمایش صفات فیزیولوژیک مانند سرعت رشد محصول، میزان انتقال مجدد، کارایی انتقال مجدد، سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری‌ها بعد از گلدهی و از پنج بوته در هر کرت صورت پذیرفت. برای خشک‌کردن نمونه‌ها از آون تهویه‌دار با دمای حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت استفاده شد. صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه بر اساس روابط زیر محاسبه شدند (Karimi, & Siddique, 1991):

رابطه (۱) $$CGR: \frac{(W2-W1)}{(t2-t1)} \times \frac{1}{GA}$$

رابطه (۲) $$HI: \frac{YG}{YB} \times 100$$

رابطه (۳) $$RA: WF-WG$$

رابطه (۴) $$RE: \frac{RA}{WF}$$

رابطه (۵) $$RG: \frac{RA}{YG} \times 100$$

در این روابط، CGR: سرعت رشد محصول، W_2-W_1: تغییرات وزن خشک، T_2-T_1: فاصله زمانی بین دو نمونه‌برداری (نمونه‌برداری اول در مرحله گلدهی و نمونه‌برداری دوم در مرحله رسیدگی دانه)، GA: واحد سطح زمین، HI: شاخص برداشت، YG: عملکرد دانه، YB: عملکرد بیولوژیکی RA: میزان انتقال مجدد، WF: وزن خشک سرشاخه‌های گلدار، WG: وزن خشک سرشاخه‌ها در مرحله رسیدگی دانه، RE: کارایی انتقال مجدد، RG: سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه هستند.

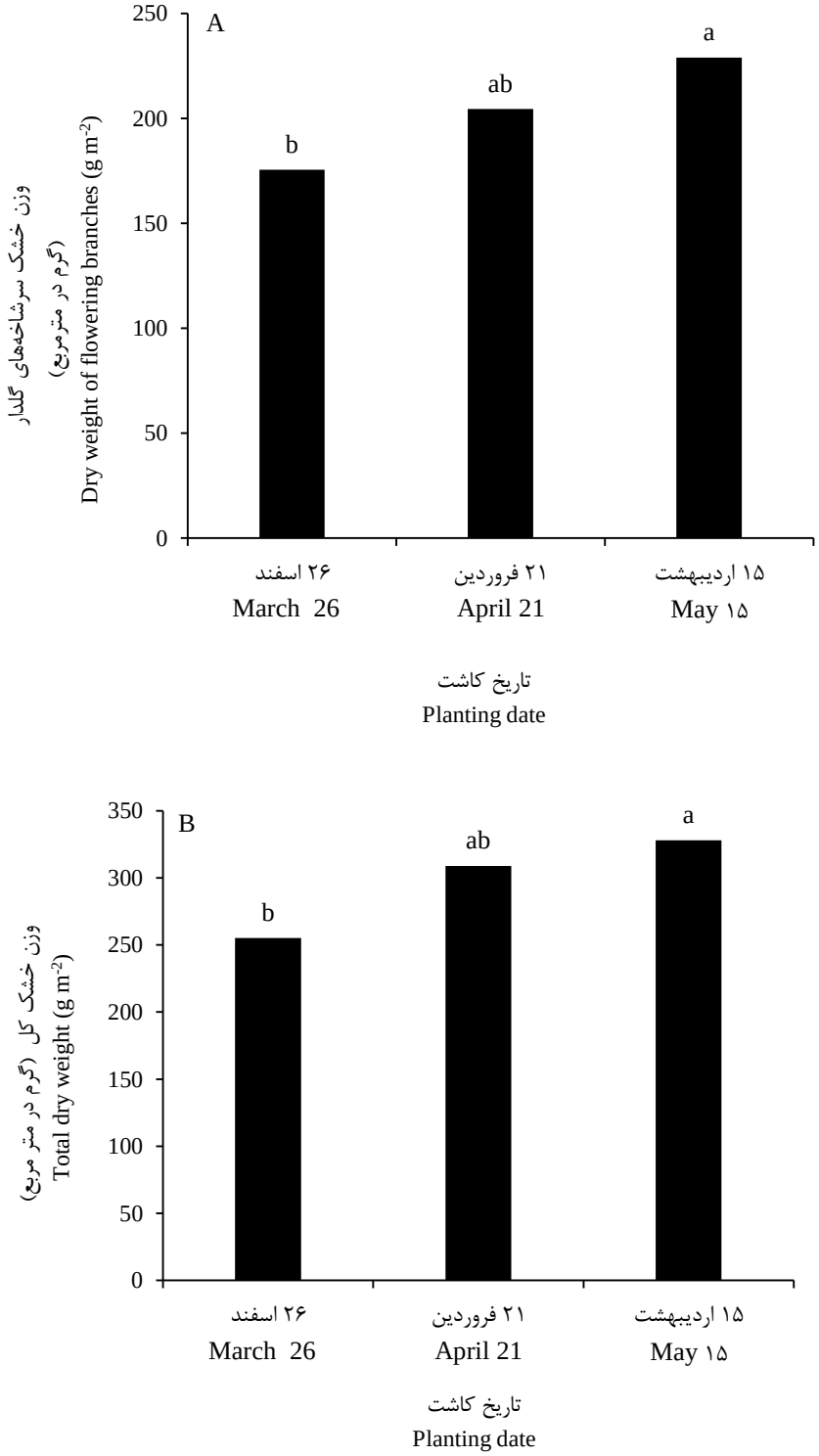
جهت تعیین عملکرد اندام‌های رویشی و عملکرد دانه، کرت به دو بخش تقسیم و نیمی از آن برای تعیین عملکرد اندام‌های رویشی و نیمی از آن برای تعیین عملکرد دانه منظور شد. جهت تعیین وزن خشک سرشاخه‌های گلدار و اندام‌های رویشی، بوته‌های دو مترمربع قسمت میانی هر کرت در زمان گلدهی کامل برداشت و در هوای آزاد و سایه خشک و سپس با ترازوی دیجیتال توزین و بر مبنای ۱۰ درصد رطوبت گزارش شد. جهت تعیین وزن خشک سرشاخه‌های بذری و عملکرد دانه با رعایت اثرات حاشیه‌ای، بوته‌های دو مترمربع قسمت میانی هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (خشک شدن سرشاخه‌ها و تغییر رنگ بذور از قهوه‌ای روشن به سیاه) برداشت و پس از توزین صفات مورد نظر تعیین شدند.

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام پذیرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک سرشاخه‌های گلدار و کل اندام‌های هوایی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تأخیر در کاشت از ۲۶ اسفند به ۱۵ اردیبهشت موجب افزایش وزن خشک سرشاخه‌های گلدار و کل اندام‌های هوایی مرزه شد. بیشترین وزن خشک سرشاخه‌های گلدار و کل اندام‌های هوایی از تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت حاصل شد که نسبت به تاریخ کاشت ۲۶ اسفند به‌ترتیب از افزایش ۳۰/۴ و ۲۸/۵ درصدی برخوردار بودند (شکل ۱ الف و ب).



شکل ۱- اثر تاریخ کاشت بر وزن خشک سرشاخه های گلدار (الف) و وزن خشک کل (ب) مرزه

Figure 1- Effect of planting date on dry weight of flowering branches (a) and total dry weight (b) of savory

در تحقیقی، بیشترین وزن خشک کل اندام‌های رویشی مرزه از تاریخ کاشت ۲۵ آوریل (۵ اردیبهشت) حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تاریخ کاشت ۱۰ می (۲۰ اردیبهشت) نداشت، اما کاشت زودتر و در تاریخ ۱۰ آوریل (۲۱ فروردین) موجب کاهش عملکرد مرزه شد (Jadczak, 2007). در تحقیق‌های جداگانه‌ای روی مرزه (Ziombra & Fraszczak, 2008; Mohammadpour *et al*., 2013) و نعناع فلفلی (Jabarpour *et al*., 2014) حداکثر وزن خشک از تاریخ کاشت‌های اردیبهشت حاصل شد. تاریخ کاشت دیرهنگام (۱۵ اردیبهشت) نسبت به سایر تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه از شرایط مناسب‌تر محیطی از جمله درجه حرارت و رطوبت برخوردار بود. بنابراین این شرایط زمینه افزایش سطح سبز گیاه و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر را فراهم نموده و در نهایت موجب افزایش وزن خشک سرشاخه‌های گلدار و کل اندام‌های هوایی مرزه شد.

صفات مورفولوژیک

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از تاریخ کاشت ۲۱ فروردین (۴۳/۴ سانتی‌متر) حاصل شد و کمترین آن متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت (۳۹/۵ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد علت کاهش ارتفاع بوته با تأخیر در کاشت و کاهش دوره رشد رویشی مرزه مرتبط باشد. در حقیقت در تاریخ کاشت دیرتر به‌علت برخورد دوره رشد با هوای گرم رشد گیاه تسریع شده و طول دوره رشد کاهش یافته است. در برخی از مطالعات به تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته اشاره شده است (El- Gohary *et al*., 2015; Shwetha Desai *et al*., 2018; Beyzi & Gurbuz, 2020). در مطالعه‌ای، حداکثر ارتفاع بوته مرزه از تاریخ کاشت ۲۲ فروردین گزارش شد (Mohammadpour *et al*., 2013).

اثر تاریخ کاشت بر تعداد شاخه جانبی حاکی از آن بود که بیشترین تعداد شاخه جانبی به‌طور مشترک از تاریخ کاشت‌های ۲۶ اسفند (۳۵/۱ شاخه) و ۲۱ فروردین (۳۴/۶ شاخه) حاصل شد و کمترین آن متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت (۳۲/۶ شاخه) بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری بر تعداد شاخه جانبی نشان داد که کمترین تعداد شاخه جانبی از ۲۵ درصد تبخیر از تشتک حاصل شد که نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک از کاهش ۱۳/۷ درصدی برخوردار بود، اما تفاوت آماری معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد (جدول ۴).

در تحقیق‌های جداگانه روی مرزه (Hassanzadeh *et al*., 2015; Akrami nejad *et al*., 2015; Miranshahi & Sayyari, 2016; Mohammadi *et al*., 2017) و نعناع فلفلی (Chitsaz *et al*., 2016) با افزایش تنش خشکی تعداد شاخه جانبی در بوته کاهش یافت. همچنین در آزمایشی دیگر روی کنگر فرنگی بیشترین ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی از تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد (Tahmasebi *et al*., 2020). فراهمی آب‌بر بسیاری از جنبه‌های متابولیسمی گیاه از جمله جذب و آسیمیلاسیون عناصر غذایی مؤثر است. کاهش در جذب عناصر غذایی در اثر کمبود آب ممکن است در این زمینه مؤثر باشد (Souri, 2016). به‌نظر می‌رسد علت کاهش تعداد شاخه جانبی با تأخیر در کاشت کاهش دوره رشد رویشی مرزه باشد. نتایج برخی مطالعات حاکی از آن است که بیشترین تعداد شاخه جانبی از تاریخ کاشت‌هایی حاصل شد که از شرایط مساعد محیطی از جمله رطوبت، نور و حرارت برخوردار بودند (Mohammadpour *et al*., 2013; El- Gohary *et al*., 2015). در برخی از مطالعات به تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت بر تعداد شاخه جانبی اشاره شده است (El- Gohary *et al*., 2015; Shwetha Desai *et al*., 2018). در تحقیقی، حداکثر تعداد شاخه جانبی مرزه از تاریخ کاشت ۲۲ فروردین گزارش شد (Mohammadpour *et al*., 2013).

صفات فیزیولوژیک

برهمکنش آبیاری و تاریخ کاشت بر سرعت رشد محصول نشان داد که بیشترین سرعت رشد محصول به‌طور مشترک از تیمار ۷۵ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت‌های ۲۱ فروردین (۱۰/۳ گرم بر مترمربع در روز)

و ۱۵ اردیبهشت (۱۱ گرم بر مترمربع در روز) حاصل شد و کمترین آن متعلق به تیمار ۲۵ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت ۲۱ فروردین (۳/۳ گرم بر مترمربع در روز) بود (جدول ۵).

در تحقیقی مشخص شد که در شرایط بدون تنش دسترسی بهتر به آب و مواد غذایی کافی از طریق افزایش شاخه‌های جانبی و افزایش برگ و گستردگی کانوپی در گیاه موجب افزایش سرعت رشد محصول در آویشن کرک‌آلود (*Thymus eriocalyx* L.) شد (Amiri *et al*., 2018). به‌نظر می‌رسد در تیمار ۷۵ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت‌های ۲۱ فروردین و ۱۵ اردیبهشت دسترسی به آب کافی و عناصر غذایی و از طرفی دیگر شرایط محیطی مساعد مانند درجه حرارت و ساعات آفتابی بیشتر (جدول ۵) موجب افزایش شاخص سطح برگ و افزایش تولید ماده خشک شده و در نهایت سرعت رشد محصول افزایش یافته است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش میزان آب آبیاری انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۵۰ و ۲۵ درصد تبخیر از تشتک به‌طور مشترک بیشترین میزان انتقال مجدد (به‌ترتیب ۳۲۱/۲ و ۲۷۳/۳ گرم بر مترمربع) و کارایی انتقال مجدد (به‌ترتیب ۱/۱۵ و ۰/۹۹ درصد) نسبت به ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک حاصل شد (جدول ۴).

انتقال مجدد یکی از شاخص‌های فیزیولوژیکی است که جزء سازوکارهای تحمل به خشکی و مکانیسم‌های جبرانی به‌منظور تأمین امنیت عملکرد دانه در نظر گرفته می‌شود (Abdoli, 2019). کمبود آب از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش سنتز روبیسکو و افزایش تخریب آن، تخریب دستگاه فتوسنتزی و کاهش چشمگیر کلروفیل و تسریع پیری برگ‌ها سبب کاهش سرعت فتوسنتز و فتوآسیمیلات تولیدی و در نهایت افت عملکرد دانه می‌شود (Mahrokh *et al*., 2017; Bagherikia *et al*., 2017). بنابراین، فتوسنتز جاری برای پر کردن دانه‌ها کافی نبوده و نیاز دانه‌ها برای پر شدن (به‌ویژه کربوهیدرات‌ها) از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بخش‌های مختلف ساقه جبران و تأمین می‌شود. در برخی موارد ممکن است در شرایط رشد مطلوب نیز فتوسنتز جاری برای پر کردن دانه‌ها کافی نباشد و گیاه تا حدودی وابسته به ترکیبات ذخیره‌ای باشد (Azhand *et al*., 2015). محققان مختلف افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه به دانه‌های در حال رشد و افزایش سرعت پر شدن دانه را تحت شرایط کم‌آبی گزارش کرده‌اند (Abdoli *et al*., 2015; Ardalani *et al*., 2015). در شرایط کمبود آب میزان آبسیزیک اسید افزایش می‌یابد که این تنظیم‌کننده رشد گیاهی به‌طور قابل‌توجهی سبب افزایش فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سنتتاز در برگ و ساقه شده که پیامد آن تبدیل ذخایر ساقه به فرم قابل انتقال (ساکارز) به دانه است، بنابراین آبسیزیک اسید تولیدی طی تنش کمبود رطوبت به‌طور غیرمستقیم سبب افزایش میزان انتقال مجدد مواد می‌گردد (Yang *et al*., 2000).

تأخیر در کاشت موجب کاهش انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد مرزه شد، به‌طوری‌که تأخیر از ۲۶ اسفند به ۱۵ اردیبهشت موجب کاهش به‌ترتیب ۴۴/۸ و ۵۷/۶ درصدی انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد شد (جدول ۳). در تحقیقی، تأخیر در کاشت باعث کاهش میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های هوایی به دانه در ارقام کلزا (*Brassica napus L.*) شد (Mustafvirad & Mir Abdul Haq Hazavei, 2010). در این تحقیق نیز تأخیر در کاشت، میزان انتقال مجدد را در مرزه کاهش داد که این امر می‌تواند از تحریک عادت رشد نامحدود مرزه در کشت‌های تأخیری ناشی شود. در چنین وضعیتی به موازات رشد زایشی، مواد فتوسنتزی بیشتری صرف رشد رویشی و تولید گل‌ها می‌شود و تسهیم و تخصیص مواد فتوسنتزی ذخیره شده در اندام‌های هوایی به دانه کاهش می‌یابد. در همین ارتباط گزارش شده است که هر چه تجمع ماده خشک در اندام‌های رویشی و در مرحله گلدهی بیشتر باشد، ماده خشک بیشتری از طریق فرآیند انتقال مجدد به دانه‌ها منتقل می‌شود (Momoh *et al*.,

2004). بنابراین، در این تحقیق بیشترین میزان انتقال مجدد و کارایی آن در تاریخ کاشت‌های ۲۶ اسفند و ۲۱ فروردین حاصل شد (جدول ۳).

بر اساس دلایل ذکر شده فوق، بیشترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه از تیمار ۲۵ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت‌های ۲۱ فروردین (۲۳۶/۵ درصد) و ۲۶ اسفند (۲۱۱/۵ درصد) و کمترین آن به‌طور مشترک از تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت‌های ۲۶ اسفند (۵۴/۵ درصد)، ۲۱ فروردین (۵۳/۶ درصد) و ۱۵ اردیبهشت (۴۸/۶ درصد) حاصل شد (جدول ۵).

بیشترین وزن خشک سرشاخه‌های بذری به‌طور مشترک از تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت ۲۶ اسفند (۶۲۱/۷ گرم بر مترمربع) و ۷۵ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت ۲۶ اسفند (۵۲۹/۸ گرم بر مترمربع) و کمترین آن به‌طور مشترک متعلق به تیمار ۲۵ درصد تبخیر از تشتک و تاریخ کاشت‌های ۲۶ اسفند (۲۸۶/۱ گرم بر مترمربع)، ۲۱ فروردین (۲۶۳/۴ گرم بر مترمربع) و ۱۵ اردیبهشت (۳۱۳/۲ گرم بر مترمربع) حاصل شد (شکل ۲). در تحقیقی، حداکثر عملکرد سرشاخه‌های گلدار گیاه آویشن در تیمار آبیاری بدون تنش گزارش شد (Mohammadpour vashvaei *et al*., 2015). در تحقیقی دیگر نیز حداکثر عملکرد سرشاخه‌های گلدار گشنیز (*Coriandrum sativum L.*) در شرایط بدون تنش حاصل شد (Gholizadeh *et al*., 2019). به‌نظر می‌رسد افزایش سرعت رشد محصول در تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک و در تاریخ کاشت‌های اول و دوم موجب اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت سرشاخه‌های بذری شده باشد.

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاهش میزان آب آبیاری تا ۵۰ درصد تبخیر از تشتک کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ایجاد نکردند، اما در تیمار ۲۵ درصد تبخیر از تشتک عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده به‌ترتیب ۵۱/۵ و ۳۵/۲ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک کاهش یافت (جدول ۴). در تحقیقی، بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی مرزه در شرایط بدون تنش حاصل شد. در این تحقیق دلیل کاهش عملکرد بیولوژیکی در شرایط تنش کم‌آبی کاهش ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی ذکر شد (Akrami nejad *et al*., 2015). در تحقیقی دیگر، کاهش آبیاری عملکرد کل اندام‌های هوایی مرزه را کاهش داد (Sodaii zadeh *et al*., 2016). کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد زیستی با افزایش تنش کم‌آبی در رازیانه (Salarpour & Farahbakhsh, 2016)، شوید (Javadi *et al*., 2019)، گشنیز (Gholizadeh *et al*., 2019) و بادرشبو (Ramroudi *et al*., 2017) گزارش شده است. کمبود آب از طریق کاهش جذب عناصر غذایی موجب کاهش سطح برگ و میزان فتوسنتز شده و در نهایت موجب کاهش زیست‌توده و افت عملکرد دانه می‌شود (Mahrokh *et al*., 2017; Bagherikia *et al*., 2017). در این تحقیق، با کاهش میزان آب آبیاری تعداد شاخه‌های جانبی کاهش یافته و لذا مکان‌های تولید دانه کم شده و عملکرد دانه کاهش یافت. کاهش وزن خشک سرشاخه‌های بذری و سرعت رشد محصول از دلایل دیگر کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی می‌باشد. در تیمار ۵۰ درصد تبخیر از تشتک افزایش انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد موجب شد سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه افزایش یافته و از کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در اثر کاهش میزان آب آبیاری جلوگیری شود.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده به‌طور مشترک از تاریخ کاشت‌های ۲۶ اسفند و ۲۱ فروردین حاصل شد و تأخیر در کاشت موجب کاهش به‌ترتیب ۳۱/۵ و ۲۴/۸ درصدی عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده شد (جدول ۳). در تحقیقی، تأخیر در کاشت از ۵ اسفند به ۵ اردیبهشت موجب کاهش عملکرد دانه و عملکرد

بیولوژیکی سیاهدانه شد. در این پژوهش، کوتاه شدن طول دوره رشد گیاه و احتمال برخورد زمان گل‌دهی با دمای بالا از دلایل کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ذکر شده است (Javadi Hedayat Abad *et al*., 2015). در مطالعه‌ای دو ساله، چهار تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ مارس (۱۰ و ۲۴ اسفند)، ۱ و ۱۵ آوریل (۱۲ و ۲۶ فروردین) در گیاه شنبلیله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تاریخ کاشت‌های ۱و ۱۵ مارس (۱۰ و ۲۴ اسفند) و ۱ آوریل (۱۲ فروردین) در هر دو سال مورد مطالعه تأثیری بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی نداشت، اما تأخیر در کاشت به ۱۵ آوریل (۲۶ فروردین) موجب کاهش این صفات شد. مساعد بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و درجه حرارت و طول رشد بیشتر در تاریخ کاشت ماه مارس (اسفند) و ۱ آوریل (۱۲ فروردین) از طریق افزایش تولید مواد فتوسنتزی موجب افزایش عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه شد (Beyzi & Gurbuz, 2020). به‌نظر می‌رسد در تاریخ کاشت‌های اول و دوم شرایط مساعد محیطی و طولانی شدن دوره رشد موجب بهره‌برداری بهتر گیاه از منابع محیطی شده و از طریق افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی سطح برگ و سطح سبز گیاه افزایش یافته و از طریق افزایش میزان فتوسنتز بر میزان تولید ماده خشک و سرعت رشد محصول افزوده شده و در نهایت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی افزایش یافته باشد. از طرف دیگر، افزایش میزان و کارایی انتقال مجدد و افزایش سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه و همچنین افزایش وزن خشک سرشاخه‌های بذری (شکل ۲) از دلایل دیگر افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در تاریخ کاشت‌های اول و دوم می‌باشند.

شاخص برداشت

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاهش میزان آب آبیاری تا ۵۰ درصد تبخیر از تشتک کاهش معنی‌داری در شاخص برداشت ایجاد نکرد، اما در تیمار ۲۵ درصد تبخیر از تشتک شاخص برداشت ۲۵/۹ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک کاهش یافت (جدول ۴). در این تحقیق مشخص شد که تیمار ۲۵ درصد تبخیر از تشتک، عملکرد دانه را به میزان بیشتری نسبت به عملکرد زیست‌توده کاهش داده که در نتیجه آن شاخص برداشت کاهش یافت. در سایر تیمارهای آبیاری شدت تنش خشکی در حدی نبوده است که کاهش معنی‌داری ایجاد کند. به‌نظر می‌رسد در تیمار تنش شدید کاهش ماده خشک تولیدی، موجب اختلال تسهیم کربوهیدرات‌ها به دانه و در نتیجه کاهش شاخص برداشت شده باشد.

جدول ۳- اثر تاریخ کاشت بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه

Table 3- The effect of planting date on morphophysiological characteristics and savory yield

تاریخ کاشت Planting date	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of lateral branch per Plant	میزان انتقال مجدد (گرم بر مترمربع) Assimilate remobilization (g m^{-2})	کارایی انتقال مجدد (درصد) Remobilization efficiency (%)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیکی (گرم در مترمربع) Biological Yield (kg ha^{-1})
۲۶ اسفند 26 March	41.97^{ab}	35.15^{a}	288.0^{a}	1.18^{a}	52.54^{a}	745.9^{a}
۲۱ فروردین 21 April	43.48^{a}	34.60^{a}	242.5^{b}	0.87^{b}	45.06^{ab}	682.0^{a}
۱۵ اردیبهشت 15 May	39.52^{b}	32.63^{b}	159.0^{c}	0.50^{c}	35.95^{b}	560.3^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05).

جدول ۴- اثر آبیاری بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه

Table 4- Effect of irrigation on morphophysiological characteristics and savory yield

آبیاری Irrigation*	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of lateral branch per Plant	میزان انتقال مجدد (گرم بر مترمربع) Assimilate remobilization (g m^{-2})	کارایی انتقال مجدد (درصد) Remobilization efficiency (%)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیکی (گرم در مترمربع) Biological Yield (kg.h-1)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
100	5.35.54^{a}	162.4^{b}	0.60^{c}	57.95^{a}	757.1^{a}	7.55^{a}
75	36.28^{a}	164.4^{b}	0.65^{bc}	49.32^{a}	779.4^{a}	6.34^{ab}
50	34.03^{a}	321.2a	1.15^{a}	42.78^{ab}	624.3^{ab}	6.61^{ab}
25	30.65^{b}	273.3a	0.99^{ab}	28.09^{b}	490.5^{b}	5.59^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05)

*: میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A *MM evaporation from pan class A

جدول ۵- تأثیر تاریخ کاشت بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک مرزه تحت سطوح مختلف آبیاری

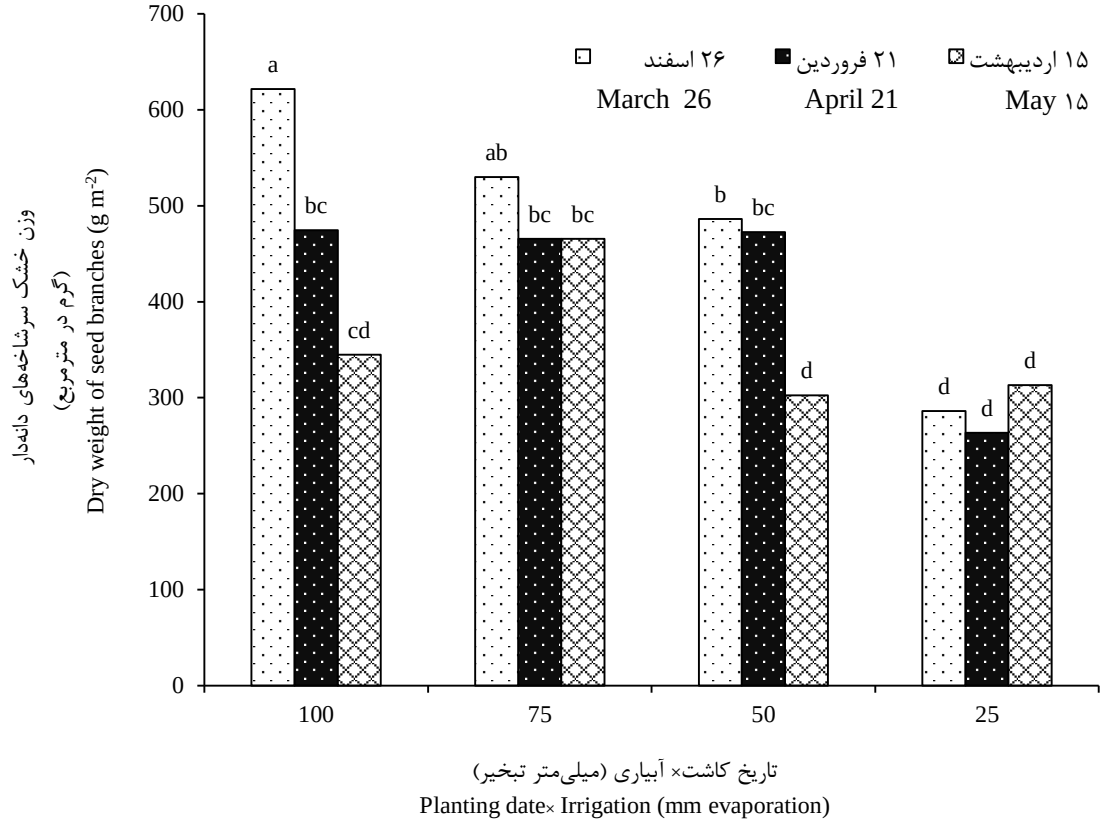
Table 5- The effect of planting date on some physiological characteristics of savory under different levels of irrigation

آبیاری Irrigation*	تاریخ کاشت	Planting date	سرعت رشد محصول (گرم بر مترمربع در روز) Crop growth rate (g m^{-2} day^{-1})	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه (درصد) Contribution of reserves to grain yield (%)
100	۲۶ اسفند	26 March	9.7^{ab}	54.5^{f}
	۲۱ فروردین	21 April	9.08^{a-c}	53.6^{f}
	۱۵ اردیبهشت	15 May	5.55^{c-e}	48.6^{f}
75	۲۶ اسفند	26 March	7.50^{a-d}	78.8^{d-f}
	۲۱ فروردین	21 April	10.30^{a}	70.5^{ef}
	۱۵ اردیبهشت	15 May	11.05^{a}	38.6^{f}
50	۲۶ اسفند	26 March	6.20^{b-e}	136.1^{c}
	۲۱ فروردین	21 April	9.03^{a-c}	132.6^{cd}
	۱۵ اردیبهشت	15 May	4.21^{de}	158.9^{bc}
25	۲۶ اسفند	26 March	3.99^{de}	211.5^{ab}
	۲۱ فروردین	21 April	3.33^{e}	236.5^{a}
	۱۵ اردیبهشت	15 May	4.28^{de}	122.2^{c-e}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05)

*: میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A *MM evaporation from pan class A



شکل ۲- تأثیر تاریخ کاشت بر وزن خشک سرشاخه‌های دانه‌دار مرزه تحت سطوح مختلف آبیاری

Figrue 2- The effect of planting date on dry weight of seed branches of savory under different levels of irrigation

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش میزان آب آبیاری تا ۵۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A در فواصل آبیاری پنج روزه، به‌دلیل عدم کاهش تعداد شاخه جانبی و افزایش میزان و کارایی انتقال مجدد کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه مرزه تابستانه ایجاد نشد. از سوی دیگر بیشترین وزن خشک سرشاخه‌های گلدار و کل از تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد. همچنین در تاریخ کاشت‌های ۲۶ اسفند و ۲۱ فروردین بیشترین عملکرد دانه در مرزه تابستانه حاصل شد که به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و در شرایط آب و هوایی بیرجند می‌توان از تاریخ کاشت ۲۱ فروردین استفاده نمود.

References

- Abdoli, M. (2019). Remobilization of photoassimilates a strategy to deal with drought stress in wheat. *Journal of Wheat Research*, 2(1), 87-104. (In Persian)
- Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S. & Eghbal Ghobadi, M. (2015). Evaluating the effect of water deficit and source limitation on grain yield and remobilization of dry matter at post anthesis in bread wheat cultivars. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 7(2), 137-154. (In Persian)
- Akrami nejad, O., Saffari, M. & Abdolshahi, R. (2015). Effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil of two ecotypes of savory (*Satureja hortensis* L.) under normal and drought stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(4), 675-686. (In

Persian)
- Amiri, H., Dousty, B. & Hosseinzedeh, S. R. (2018). Water stress-induced changes of morphological, physiological and essential oil compounds in *Thymus eriocalyx* from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(5), 1210-1223.
- Ardalani, S., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Ghobadi, M. E. & Abdoli, M. (2015). Evaluation of grain yield and its relationship with remobilization of dry matter in bread wheat cultivars under water deficit stress at the post anthesis. *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 3(2), 173-196. (In Persian)
- Azhand, M., Saeidi, M., Abdoli, M. & Khas-Amiri, M. (2015). The impact of source limitations on yield formation, storage capacity and contribution of stem reserves to the growing grains of modern barley cultivars under post-anthesis water deficiency. *Plant Knowledge Journal*, 4(1), 13-24.
- Baghbani Arani, A., Modarres-Sanavy, S.A.M., Mashhadi Akbar Boojar, M. & Mokhtassi Bidgoli, A. (2017). Effect of application of zeolite and nitrogen fertilization on growth, seed yield and water productivity of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences,* 19(3), 239-254. (In Persian)
- Bagherikia, S., Pahlevani, M.H., Yamchi, A., Zenalinezhad, K. & Mostafaie, A. (2017). Molecular and physiological analysis of flag leaf senescence and remobilization of assimilates in bread wheat under terminal drought stress. *Agricultural Biotechnology Journal*, 8(4), 1-16. (In Persian)
- Bakhtiari, M., Mozafari, H., Karimzadeh Asl, Kh., Sani, B. & Mirza, M. (2020). Plant growth, physiological, and biochemical responses of medic Savory [*Satureja macrantha* (Makino) Kudo] to bio-organic and inorganic fertilizers. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 1, 9-17.
- Beyzi, E. & Gurbuz, B. (2020). Influence of sowing date and humic acid on fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants,* 16, 100234. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2019.100234.
- Chitsaz, M., Nejatzadeh, F. & Valizadegan, E. (2016). Effect of irrigation and zinc nutrition on growth and yield of essential oil (*Menta piperata* L.). *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*, 23, 39-46.
- El- Gohary, A. E., El- Gendy, A. G., Hendawy, S. F., El- Sherbeny, S. E., Hussein, M. S. & Geneva, M. (2015). Herbage yield, essential oil content and composition of summer savory (*Satureja hortensis* L.) as affected by sowing date and foliar nutrition. *Genetics and Plant Physiology*, 5(2), 170- 178.
- EL-Leithy, A. S., EL-Hanafy, S. H., Khattab, M. E., Ahmed, S. S. & EL-Sayed, A. A. A. (2017). Effect of nitrogen fertilization rates, plant spacing and their interaction on essential oil percentage and total flavonoid content of summer savory (*Satureja hortensis* L.) plant. *Egyptian Journal of Chemistry*, 60(5), 805-816.
- Gholizadeh, A., Dehghani, H. & Khodadadi, M. (2019). The effect of different levels of drought stress on some morphological, physiological and phytochemical characteristics of different endemic coriander (*Coriandrum sativum* L.) genotypes. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 12(2), 459-470. (In Persian)
- Hassanzadeh, R., Jahan, M., Majnoon Hosseini, N., Nezami, A. & Rezvani Moghaddam, P. (2015). Effects of irrigation levels and macro and micro fertilizers on morpho-physiological traits of summer annual Savory (*Satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Filed*

Crop Science, 46(2), 277-286. (In Persian)
- Jabarpour, S., Zehtab-Salmasi, S., Alyari, H., Javanshir, A. & Shakiba, M. (2014). Effects of sowing time and plant density on yield and essential oil production of medicinal plant, peppermint (*Mentha piperita* L.). *Agroecology*, 5(4), 416-423. (In Persian)
- Jadczak, D. (2007). Effect of sowing date on the quantity and quality of yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.) grown for a bunch harvest. *Heron of Polonica*, 53(3), 22-27.
- Javadi hedayat abad, F., Nezami, A., Kafi, M. & Shabahang, J. (2015). Effects of sowing time on yield of black seed (*Nigella sativa* L.) ecotypes under Mashhad conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4), 632-640. (In Persian)
- Javadi, H., Moosavi, S., Seghatoleslami, M. & Kermani, F. (2019). Effect of organic and chemical improver's application on yield and essential oil percentage of Dill (*Anethum graveolens* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Plant Productions* (*Agronomy, Breeding and Horticulture*), 44(2), 283-294. (In Persian)
- Karimi, M. M. & H. M. Siddique. (1991). Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42, 13-20
- Mahrokh, A., Nabipour, M., Roshanfekr, H. & Choukan, R. (2017). Current photosynthesis and remobilization of assimilates in maize cultivar KSC 704 as affected by spraying of growth regulators under drought stress conditions. *Applied Research in Field Crops*, 30(1), 33-48. (In Persian)
- Mehdi Shahivand, Z., Saidi, M. & Tahmaasebi, Z. (2013). Effects of plant spacing and irrigation intervals on yield and essential oil percentage of (*Satureja bachtiarica* Bunge.). *Eco-phytochemical Journal of Medical Plants*, 1(2), 25-38. (In Persian)
- Miranshahi, B. & Sayyari, M. (2016). Methyl jasmonate mitigates drought stress injuries and affects essential oil of summer savory. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18, 1635-1645.
- Mohammadi, H., Dashi, R., Farzaneh, M., Parviz, L. & Hashempour, H. (2017). Effects of beneficial root pseudomonas on morphological, physiological, and phytochemical characteristics of *Satureja hortensis* (Lamiaceae) under water stress. *Brazilian Journal of Botany*, 40(1), 41-48.
- Mohammadpour vashvaei, R., Galavi, M., Ramroudi, M. & Fakheri, B. A. (2015). Effects of drought stress and bio-fertilizers inoculation on growth, essential oil yield and constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Agroecology*, 7(2), 237-253. (In Persian)
- Mohammadpour, M., Abaszadeh, B., Azadbakht, M. & Minooei Moghadam, J. (2017). Investigation of main constituents of *Satureja hortensis* L. essential oil under sowing date and plant density in Mazandaran province. *Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs)*, 8(3), 141-148. (In Persian)
- Mohammadpour, M., Ghasemnejad, A., Lebaschy, M. H., Abbaszadeh, B. & Azadbakht, M. (2013). Effects of sowing date and plant density on morphological characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(3), 621-634. (In Persian)
- Momoh, E. J., Song, W. J., Li, H. Z. & Zhou, W. J. (2004). Seed yield and quality response of winter rapeseed to plant density and nitrogen fertilization. *Indian Journal of Agricultural Science*, 74, 420-424.
- Mustafvirad, M. & Mir Abdul Haq Hazavei, A. (2010). Evaluation of delayed sowing dates on quantitative and qualitative traits and dry matter remobilization in three winter aapeseed

cultivars in Markazi Province. *Journal of Plant Productions* (*Agronomy, Breeding and Horticulture*), 33(1), 49-66. (In Persian)

- Ramroudi, M., Chezgi, M. & Galavi, M. (2017). Effect of methanol spraying on quantitative traits and osmatic adjustments in Moldavian (*Dracocephlum moldavica* L.) under low irrigation conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(1), 149-158. (In Persian)
- Saeidinia, M., Hosseinian, S. H., Beiranvand, F. & Mumivand, H. (2019). Study of the essential oil, morphological parameters, and growth-stage specific crop coefficients of summer Savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 1, 1-6.
- Salarpour, F. & Farahbakhsh, H. (2016). Effects of salicylic acid on some physiological traits, yield and yield components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under drought stress. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 32(2), 216-230. (In Persian)
- Shwetha Desai, T. N., Pushpa, D., Srikantaprasad, V., Kantharaju, I. B., Biradar, R. M. & Asha, M. R. (2018). Effect of dates of planting on growth, yield and quality of menthol mint (*Mentha arvensis* L.) cultivars planted during Rabi season. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(9), 625-633.
- Skubij, N. & Dzida, K. (2019). Influence of nitrogen dose and harvesting date on the yield and biological value of raw garden savory (*Satureja hortensis* L.) of Saturn cv. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(1), 171-180.
- Sodaii zadeh, H., Shamsaie, M., Tajamoliyan, M., Mirmohammady maibody, A. M. & Hakim zadeh, M. A. (2016). The Effects of water stress on some morphological and physiological characteristics of *Satureja hortensis*. *Journal of Plant Process and Function Iranian Society of Plant Physiology*, 5(15), 1-12. (In Persian)
- Soheilnejad, A., Mahdavi Damghani, A., Liaghati, S. & Pezeshkpour, P. (2018). Effect of superabsorbent hydrogel Aquasorb application on mitigating drought stress, grain yield and water use efficiency of mung bean (*Vigna radiate* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(4), 363-375. (In Persian)
- Souri, M. K. (2016). Aminochelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review. *Open Agriculture*, 1, 118-123.
- Tahmasebi, M., Hamidoghli, Y., Rezaei, M.B. & Hoseini, A. 2020. Effect of different irrigation levels and planting density on yield, yield components and morphological traits of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Vegetable Sciences*, 3(6), 123-134. (In Persian)
- Yang, J., Zhang, J., Huang, Z., Zhu, Q. & Wang, L. (2000). Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil-drying during grain filling of wheat. *Crop Science*, 40(6), 1645-1655.
- Zaremanesh, H., Eisvand, H. R., Akbari, N., Ismaili, A. & Feizian, M. (2019). Effects of different humic acid and salinity levels on some traits of Khuzestani savory. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5409-5433.
- Ziombra, M. & Fraszczak, B. (2008). Effect of sowing and harvest date on yielding in summer savory (*Satureja hortensis* L.) herbage. *Nauka Przyroda Technologie*, 1-5. Available at: htpp://www.npt.up-poznan. net/tom2/ zeszyt1/art_1.pdf.