

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Meta-analysis of the Effect of Planting date on Yield and Water use Efficiency in Potato

Parvizi, Kh^{1*}

1. Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran.

*: Corresponding Author Email: kparvizi@yahoo.com

Received: 2025/01/21

Accepted: 2025/04/14

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L) is a relatively cold-tolerant plant and is a cool-season vegetable. One of the important factors in the growth, development, and yield of potatoes is the planting date (Struik, 2023). When determining the planting date for potatoes, care must be taken to ensure that the plant is planted at a time when it has achieved maximum vegetative growth before being exposed to hot temperatures and long day lengths, which leads to optimal tuber production and quantity (Dehdar et al., 2014). Various experiments have been conducted to investigate the effect of different potato planting dates in Hamedan and different potato-growing regions of the country with relatively similar and comparable climatic conditions to Hamedan province. Despite the fact that potato planting date experiments have a long history in different potato growing regions of the country, the results have been accompanied by many differences. With the aim of reaching a single guideline and examining the degree of convergence and consistency of the desirable effects of planting date on yield and water use efficiency in potatoes, research conducted in different regions of the country over a 20-year period was subjected to meta-analysis.

Materials and Methods

In this research, firstly, researches were conducted in different regions of Iran, in a period of 20 years from the beginning of 2000 to 2019 from WOS foreign data bank and internal data bank and official websites of Iran DOC. , Fipak, Magiran.Com and SID were searched. In the following, screening was done among the searched researches. Then, the final sources were extracted which had a lot to do with the issue of planting date and its effects on yield and water efficiency. In the investigation of the planting date in the conducted studies, it was found that the set of studies could be separated into two evaluation groups of autumn and summer planting date in potato. For this purpose, the full text of the extracted sources was fully examined and the required statistical data from each of the studies including mean, standard deviation and sample size were extracted from the control planting date and other experimental planting date in each independent studies. Finally, the resulting data were combined and subjected to meta-analysis using Stata/SE version 11.1, StataCrop, Lp, Station, TX software. To evaluate the homogeneity of the study results, the I^2 index and the Q test (Hedges et al, 1999; Higgins and Thompson, 2002) were used.

Results and Discussion

Analysis of variance of the initial studies on the effect of planting date in potatoes and meta-analysis revealed that there was a significant difference ($P \leq 0.05$) in total yield in both groups of planting dates: fall or winter and spring or summer. By examining the forest plot obtained from the meta-analysis, it was found that in autumn and winter crops, there is a significant homogeneity of the average of the studies within the range of deviation from the average yield. In four of the six studies conducted, the weighted yield values were very close. The average yield of the experimental treatments in these four cases intersected or was tangent to the standard deviation ratio balance line, which is an indicator of homogeneity in the meta-analysis. The average of the experimental treatments in two cases of the autumn planting group is much higher than the average of the whole group, and this is due to the planting in autumn and winter and the harvesting in spring. The result of the homogeneity assessment using the Q test in summer planting date was 54.71%, which indicates moderate homogeneity with a tendency towards weakness in the standard deviation results of the data of the studies compared to autumn planting date. In two of the four studies conducted in this group, the yield of the planting date treatments increased significantly compared to the control. However, in only one study, the planting date treatments showed a decrease in yield compared to the control. By examining the results of the planting date meta-analysis, it was found that generally in autumn planting date, the production capability and capacity of potatoes

Parvizi: Meta-analysis of the effect of planting date on yield...

decreases, and the specific reason for this is that the length of the potato growing season coincides with the warm climate in these regions compared to summer planting date. In the final study of summer cultivation, the plausible reason for the reduced yield of the planting date treatments compared to June 15 (control) was the implementation of 2 delayed planting dates in these 5 treatments. In delayed planting date, as has been shown in the result of Meta-analysis, there is a relative decrease in yield. However, the results of other experiments (Hassan Panah and Hassan Abadi, 2017; Parvizi and Ghadami Firouzabadi, 2014) have shown that delayed cultivation saves about 15 to 20 percent of water consumption in early-maturing varieties and about 20 to 25 percent in late-maturing varieties.

Conclusion

Totally, based on the results of the meta-analysis conducted in this study, it was determined that although the average yield of autumn potato planting date is significantly lower compared to summer planting date, they have relatively higher homogeneity. It is also necessary that in order to achieve the desired state of yield and higher water productivity in the country, a large part of the summer potato planting date be carried out with a delay of 20 to 25 days compared to the current planting date. Therefore, it is better to move from late June to early July to July 20 to 25.

Keywords: Production efficiency, potato, planting time, meta-analysis

Citations: Parvizi, Kh. (2025). Meta-analysis of the Effect of Planting date on Yield and Water use Efficiency in Potato. *Plant Production Technology*, 25(1), 1-11. <https://doi.org/10.22084/ppt.2025.30402.2150>

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Online ISSN: 2476-5651

Print ISSN: 2476-6321

فرا تحلیل اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب در سیب زمینی

Meta-analysis of the Effect of Planting Date on Yield and Water Use Efficiency in Potato

خسرو پرویزی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۵

(مقاله پژوهشی)

چکیده

علی‌رغم این‌که انجام آزمایشات تاریخ‌های کاشت سیب‌زمینی در مناطق مختلف سیب‌زمینی‌کاری کشور از پیشینه طولانی برخوردار می‌باشد؛ اما در نتایج حاصله با تفاوت‌های بسیاری همراه بوده است. با هدف تهیه یک دستورالعمل واحد و همچنین بررسی میزان هم‌گرایی و همخوانی اثرات مطلوب تاریخ کاشت بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در سیب‌زمینی، تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف کشور، در دوره زمانی ۲۰ ساله از ابتدای سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ میلادی و یا از ابتدای سال ۱۳۷۹ تا پایان ۱۳۹۸ شمسی مورد تجزیه و تحلیل فراتحلیل قرار گرفتند. تمامی مطالعات اولیه انجام گرفته در این بازه زمانی و مرتبط با اثر تاریخ کاشت سیب‌زمینی در دو گروه کشت پاییزه (طرح استمرار) و تابستانه قابل تفکیک بودند. با نتایج فراتحلیل مطالعات انجام شده در تاریخ کشت مشخص شد که تفاوت معنی‌دار ($P \leq 0.05$) در اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد سیب‌زمینی در هر دو گروه کشت پاییزه و تابستانه وجود داشته است. مطالعات انجام شده در کشت پاییزه در مقایسه با کشت تابستانه از همگنی بیشتری برخوردار بودند. در مجموع عملکرد تاریخ‌های کشت پاییزه با اختلافی قابل توجه در سطح پایین‌تری از کشت تابستانه قرار گرفت. به‌طوری‌که متوسط عملکرد در کشت‌های پاییزه در مجموع مطالعات ۱۹/۷۳ تن در هکتار حاصل گردید که با کشت‌های تابستانه با متوسط ۲۷/۶۵ تن در هکتار تفاوت قابل توجه نشان داد. در کشت تابستانه سیب‌زمینی، اگرچه کشت تأخیری باعث کاهش عملکرد به میزان چهار تا پنج تن در هکتار می‌شود، اما به‌طور میانگین کارایی مصرف آب را به میزان ۱/۸۵ کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی افزایش می‌دهد. به‌عبارت دیگر، به‌طور تقریبی ۲۵ تا ۲۷ درصد از میزان آب مصرفی سیب‌زمینی کاسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری تولید، سیب‌زمینی، زمان کاشت، متاآنالیز

ارجاع به مقاله: پرویزی، خ. (۱۴۰۴). فراتحلیل اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب در سیب‌زمینی، مجله فناوری تولیدات گیاهی، ۲۵(۱)، ۱۱-۱.

<https://doi.org/10.22084/ppt.2025.30402.2150>

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License

Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در

سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.



شاپا چاپی: ۲۴۷۶-۶۳۲۱

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱

۱. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات گیاهان زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، همدان، ایران

* نویسنده مسئول Email: kparvizi@yahoo.com

۱. مقدمه

سیبزمینی (*Solanum tuberosum* L.) گیاهی است نسبتاً سرمادوست و جزء سبزیجات فصل خنک می‌باشد. یکی از عوامل مهم در رشد و نمو و عملکرد سیبزمینی تاریخ کاشت می‌باشد. تولید و کیفیت غده حاصله در سیبزمینی تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله استرس‌های رطوبتی، آب و هوایی و تغذیه‌ای قرار می‌گیرد (Struik, 2023). اثر نوسانات دمایی بر رشد و ناهنجاری‌های غده‌ها و کیفیت نامطلوب آن‌ها در یک محدوده خاص جغرافیایی به ویژگی‌های آب و هوایی منطقه مربوط بوده و خارج از توان کنترلی زارعین است. اما چنانچه با اتخاذ تاریخ کاشت مناسب در هر منطقه بتوان از برخورد مراحل رشد با تنش دمایی پرهیز کرده و شرایط ممکن را به نفع غده‌سازی بهینه در سیبزمینی تغییر داد، می‌توان از خسارت حاصل بر کیفیت غده‌های تولیدی ممانعت کرده و در ضمن کمیت تولید را نیز ارتقاء بخشید (Rabinowitch and Levy, 2001; Struik, 2023).

انتخاب تاریخ کاشت عمدتاً به شرایط آب و هوایی وابسته است. در سیبزمینی کشت بسیار زودهنگام به‌خصوص در نواحی با نوسانات ناگهانی دمای پایین اغلب منتج به آسیب‌پذیری به غده‌های بذری از سرما و پوسیدگی در خاک‌های سرد و مرطوب می‌شود (Dehdar et al., 2014). در تعیین تاریخ کاشت مناسب در سیبزمینی بایستی دقت شود که گیاه موقعی کشت شود که قبل از مواجهه با دمای گرم و طول روز بلند، رشد رویشی حداکثر را کسب کرده باشد و گیاه سیبزمینی با حداکثر توان رویشی وارد مرحله غده‌زایی شود که این امر به تولید بهینه غده و میزان تولید آن منجر می‌شود. دوره بحرانی رشد در گیاه سیبزمینی مرحله غده‌بندی آن است که بیشترین حساسیت را به تغییرات درجه حرارت و دوره نوری (فتوپریود) دارد که با انتخاب تاریخ مناسب کاشت می‌توان از برخورد مرحله فوق با دمای زیاد جلوگیری نمود (Dehdar et al., 2014; Struik, 2023).

در اقلیم مناطق مدیترانه‌ای تأخیر در کاشت زمستانه سیبزمینی منجر به برخورد مراحل غده‌سازی با درجه حرارت بیشتر و طول روز کوتاه‌تر برای سیبزمینی شده که نتیجه آن اثر سوء بر عملکرد کیفی و کمی محصول سیبزمینی می‌باشد (Kouchaki and Nasiri Mahallati, 1992).

حسین‌زاده و کاشی (Hosseinzadeh and Kashi, 2014) در بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی ارقام سیبزمینی در اردبیل بیان داشتند که در تاریخ‌های کاشت دیرتر از هشت خرداد، غده‌های بذری به‌شدت افزایش می‌یابد اما در تاریخ‌های کاشت زودتر عملکرد کل افزایش چشمگیری دارد.

حسن‌پناه و حسن‌آبادی (Hassan-Panah and Hassan-Abadi, 2018) با مقایسه کشت ارقام سیبزمینی در کشت بهاره و کاشت پس از برداشت جو (کشت تأخیری) نتیجه گرفتند که ارقام لوتا، مارکیز و فوتانه در کشت بهاره و ارقام آرکونا، مارکیز، مارفونا و لوتا در کشت بعد از برداشت جو دارای بیشترین عملکرد کل، عملکرد قابل‌فروش غده و وزن غده در بوته بودند. در کشت بهاره میزان کارایی مصرف آب به طور متوسط $6/4$ کیلوگرم در مترمکعب آب مصرفی و با کشت تأخیری (پس از برداشت جو) $8/6$ کیلوگرم در مترمکعب آب مصرفی حاصل شد. به‌عبارتی کارایی مصرف آب در کشت تأخیری در مقایسه با کشت بهاره (اواخر بهار) با افزایش $24/3$ درصدی مواجه شد.

علوی شهری و زاهدی (Alavi Shahri and Zahedi, 1989) در بررسی اثرات تراکم با تاریخ‌های مختلف کاشت رقم دراگا در منطقه گرگان بیان داشتند که با تأخیر افتادن زمان کاشت، کاهش محسوس در عملکرد کل به‌وجود آمده و تاریخ کاشت پنج اردیبهشت‌ماه، تفاوت معنی‌داری در عملکرد کل با تاریخ‌های ۱۵ و ۲۵ اردیبهشت‌ماه دارد.

Singh et al, 1992 اظهار نمودند که با تأخیر در کاشت سیبزمینی، تعداد غده‌ها افزایش می‌یابد اما متقابلاً وزن متوسط غده‌ها کاهش پیدا می‌کند. در تحقیقی دیگر که در هندوستان بر روی رقم کوفری جی اوتی در سه تاریخ کاشت ۲۵ آوریل (پنج اردیبهشت)، ۲۵ می (چهار خرداد) و ۶ ژوئن (۱۶ خرداد) با فواصل ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متری انجام گرفت، مشخص شد که بیشترین محصول و بزرگ‌ترین غده‌ها (۵۱ تا ۷۵ گرمی) در تاریخ ۲۵ آوریل (پنج اردیبهشت‌ماه) به‌دست آمد (Sniet and Ludko, 1995).

Ezekiel and Bhargava, 1992 در بررسی اثر تاریخ کاشت بر شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد سیبزمینی نتیجه گرفتند که

چشمگیری در تولید سیب‌زمینی در دهه‌های آینده به دلیل تغییر اقلیم اتفاق خواهد افتاد. براساس آخرین آمار موجود (آمارنامه ۱۴۰۰ سازمان جهاد کشاورزی استان همدان) سطح زیر کشت سیب‌زمینی در استان همدان حدود ۱۷۵۰۰ هکتار است که از نظر سطح زیر کشت، دومین استان کشور و با متوسط عملکرد ۳۹ تن در هکتار از نظر راندمان تولید، اولین استان کشور محسوب می‌گردد (Anonymous, 2023).

با بررسی روند تغییرات سطح زیرکشت سیب‌زمینی در استان همدان می‌توان نتیجه گرفت که مقدار سطح زیر کشت محصول سیب‌زمینی در دوره ۱۰ ساله ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷ نه تنها افزایش نیافته بلکه حدود ۴۴۰۰ هکتار کاهش هم داشته است. در مقابل، مقدار تولید حدود ۱۹۹۰۰ تن در سال افزایش یافته و این موضوع بیانگر افزایش متوسط عملکرد در واحد سطح محصول از حدود ۳۵ تن در سال ۱۳۸۸ به ۴۳ تن در سال ۱۳۹۷ می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در منطقه‌ای مانند استان همدان، برای افزایش تولید محصول سیب‌زمینی روی افزایش سطح زیر کشت نمی‌توان برنامه‌ریزی نمود و تنها راه در اولویت اول کاهش صدمات و ضایعات محصول و در مرحله بعد در حد محدود و با شیب کم بررسی امکان افزایش عملکرد و بهره‌وری آن می‌باشد (Jafari et al., 2018).

آزمایشات مختلفی در بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت سیب‌زمینی در همدان و مناطق مختلف سیب‌زمینی‌کاری کشور با شرایط اقلیمی نسبتاً مشابه و قابل مقایسه با استان همدان صورت گرفته است. هدف از انجام متاآنالیز در حله اول ترکیب نتایج مطالعات مستقلی است که همگی هدف یکسانی دارند. در مرحله دوم دریافت نتایج کمی از تلفیق مطالعات مختلف مورد انتظار می‌باشد. بدین ترتیب از طریق متاآنالیز نتایج چندین مطالعه مستقل و اولیه در هم ادغام شده و به پاسخ سوالاتی می‌رسیم که با ارزیابی مطالعات مستقل و به صورت جداگانه قادر به دریافت آن نبوده‌ایم. ممکن است این مطالعات اولیه در پاره‌ای موارد نتایج متناقضی هم داشته باشند. بنابراین، انجام تجزیه و تحلیل فراتحلیل (متا آنالیز) با تلفیق نتایج حاصل از آزمایشات اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد سیب‌زمینی در بازه زمانی نسبتاً مشابه در مناطق مختلف کشور با استان همدان (کشت بهاره و تابستانه)، امکان دسترسی به دستورالعمل واحد را که بتواند مدل مشخص و منظم‌تری را

شاخص سطح برگی و سرعت رشد محصول (CGR) و کل ماده خشک تحت تاثیر تاریخ کشت قرار می‌گیرد.

پرویزی و همکاران (Parvizi et al., 2011) با بررسی دو ساله اثر شش تاریخ کاشت ۲۰ فروردین، پنج و ۲۰ اردیبهشت، پنج و ۲۰ خرداد و پنج تیر بر روی خصوصیات سه رقم سیب‌زمینی آگریا، مارفونا و سانه در منطقه همدان نتیجه گرفت که هر سه رقم از نظر عملکرد قابل فروش در دو تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت و پنجم خرداد ماه از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار بودند.

پرویزی و قدمی فیروزآبادی (Parvizi and Ghadamifiroozabadi, 2024) با مقایسه سه تاریخ کشت بهاره و تابستانه (۱۵ تا ۲۰ خردادماه، یک تیرماه و ۱۵ تیرماه) با کشت تاخیری در اواخر تیرماه (۲۵ تا ۳۰ تیرماه) نتیجه گرفتند که اگرچه عملکرد در ارقام زودرس سیب‌زمینی و در کشت تاخیری به مقدار جزیی (حداکثر به میزان شش تا هشت درصد) کاهش می‌یابد، اما در عوض کارایی مصرف آب از ۵/۶ به ۷/۱ کیلوگرم در مترمکعب آب مصرفی، یعنی به مقدار ۲۷ درصد افزایش پیدا می‌کند.

خالقی و همکاران (Khalegi et al., 2015) در چهارچوب مدل حلقوی نیمکره جنوبی^۱ به بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید در بخش کشاورزی پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که در اثر تغییر اقلیم پیش بینی شده برای ایران در سال ۲۰۲۰ حدود ۵/۳۶ درصد کاهش تولید در بخش کشاورزی اتفاق خواهد افتاد که این میزان حدود ۲۵/۵ درصد کاهش درآمد برای روستائیان در پی خواهد داشت.

Haverkort and Verhagen, 2013 با شبیه‌سازی تغییرات آب و هوایی در چهار منطقه آفریقای جنوبی نتیجه گرفتند که در سال ۲۰۵۰ افزایش میزان CO₂ به حد ۵۵۰ PPM و همچنین افزایش متوسط درجه حرارت تا حد ۳/۲ درجه سلسیوس قابل پیش‌بینی می‌باشد. این محققین با میزان تولید ماده زیست توده در این شرایط در سیب‌زمینی نتیجه گرفتند که در مجموع اثرات مثبت افزایش CO₂ در تجمع ماده خشک با اثرات منفی افزایش دما با تأثیر بر میزان تبخیر و تعرق و کاهش کارایی مصرف آب جبران نخواهد شد و عملاً کاهش

ترسیم نماید، فراهم می‌سازد. در نهایت براساس اطلاعات حاصل از فراتحلیل اجرای آزمایشات تاریخ کاشت می‌توان تاریخ کاشت مناسب‌تر را از جنبه مطلوبیت در عملکرد و بهره‌وری آب که نطبق با شرایط استان همدان و مناطق مشابه آب و هوایی باشد، معرفی نمود.

۲. مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف کشور ایران، در دوره زمانی ۲۰ ساله از ابتدای سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ میلادی و یا از ابتدای ۱۳۷۹ تا پایان ۱۳۹۸ شمسی از بانک اطلاعات خارجی WOS و بانک اطلاعاتی داخلی و سایت‌های رسمی Iran DOC، فیپاک، Magiran.Com و SID جستجو شدند. در ادامه از بین پژوهش‌های جستجو شده غربال‌گری براساس کلمات کلیدی سیب‌زمینی، عملکرد، تاریخ کاشت، زمان کاشت، بهره‌وری آب و آب مصرفی صورت گرفت. منابع نهایی که ارتباط زیادی با موضوع تاریخ کاشت و اثرات آن بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب داشتند، استخراج شدند. با بررسی گسترده منابع خارجی در سایت‌های معتبر مشخص شد که در هیچ‌یک از منابع اطلاعاتی خارج تحقیقی در ارتباط با اثرات تاریخ کاشت در محصول سیب‌زمینی که منحصراً در ایران انجام شده باشد، دریافت نگردید. به ناچار تمرکز اصلی بر منابع داخلی قرار گرفت. در این خصوص پس از انجام بررسی در منابع داخلی در مجموع ۱۰ مطالعه و تحقیق اولیه در خصوص ارزیابی و مقایسه تاریخ کاشت بر عملکرد در سیب‌زمینی دریافت و استخراج گردید که شش مطالعه در

کشت‌های پاییزه یا طرح استمرار و چهار مطالعه هم مرتبط با تاریخ کاشت بهاره و یا تابستانه بود (جدول ۱).

در ارزیابی کلیه مطالعات اولیه در تاریخ کاشت سیب‌زمینی مشخص شد که مطالعات انجام گرفته در دو گروه با تاریخ کشت‌های پاییزه یا زمستانه و بهاره و یا تابستانه قابل تفکیک می‌باشند. بدین منظور متن کامل منابع استخراج شده به‌طور کامل مورد بررسی قرار گرفته و داده‌های آماری مورد نیاز از هریک از مطالعات شامل میانگین، انحراف معیار و اندازه نمونه از تیمار شاهد (مرجع) و تاریخ کاشت‌های مقایسه شده با شاهد (محک) استخراج گردید (جدول ۲). در مطالعات انجام‌شده در تاریخ کاشت پاییزه، تاریخ کشت یک تا ۱۵ دی-ماه و در تاریخ کاشت تابستانه، تاریخ کشت ۱۵ تا ۳۰ خردادماه به‌عنوان تیمار شاهد (مرجع) آزمایشات مد نظر قرار گرفته و میانگین و انحراف معیار داده‌های حاصل با آن‌ها در گروه مرتبط مورد سنجش قرار گرفت. در نهایت، داده‌های حاصل ترکیب شده و با استفاده از نرم‌افزار (Stata/SE version 11.1, StataCrop., Lp, Station, TX) فراتحلیل قرار گرفتند. جهت ارزیابی همگنی نتایج مطالعات از شاخص I^2 و آماره یا آزمون Q (Higgins and Thompson, 2002) استفاده شد. بدین ترتیب داده‌های مورد نیاز به نرم‌افزار معرفی و دامنه تغییرات شاخص تاریخ کاشت در مطالعات مشخص گردید. این شاخص با عنوان I^2 مشخص می‌گردد. عدد صفر در شاخص I^2 بیانگر همگنی کامل و عدد یک بیانگر وجود ناهمگنی بالا در مطالعات می‌باشد. در این مدل آماره آزمون Q به‌صورت درصد بیان می‌شود که درصدهای بالاتر از ۵۰ بیانگر ناهمگنی بیشتر و درصدهای پایین‌تر از ۵۰ نشانگر وجود همگنی بیشتر می‌باشد.

Table 1: Studies conducted in the 20-year period in evaluating the effects of planting date on potato yield in the country

Row	Study	Autumn cultivation date, with reference (Control)	Row	Study	The ripening group its control cultivar
1	Babaei, 1990	Autumn planting date, December 1 to January 4 (control)	1	Mortazavibak and Aminpour, 2001	Summer planting date, June 4 to June 19 (control)
2	Darabi, 2006	Autumn planting date, December 1 to January 4 (control)	2	Parvizi et al, 2011	Summer planting date, June 4 to June 19 (control)
3	Rakhshandeh, 2012	Autumn planting date, December 1 to January 4 (control)	3	Hossein-zadeh and Kashi, 2014	Summer planting date, June 4 to June 19 (control)
4	Arji et al., 2013	Autumn planting date, December 1 to January 4 (control)	4	Parvizi and Ghadamifiroozabadi, 2024	Summer planting date, June 4 to June 19 (control)
5	Parvizi and Salavati, 2018	Autumn planting date, December 1 to January 4 (control)			
6	Hassan-panah & Hassan-Abadi, 2018	Autumn planting date, December 1 to January 4 (control)			

Table 2: Extraction of statistical data from conducted studies for meta-analysis in evaluating the effects of planting dates on potato yield

Case study	SAMPLE SIZE (X _e)	Statistical indices of the experimental treatment			Statistical indices of the control treatment	
		MEAN (Me)	STD. (Se)	DEV	MEAN (Mc)	STD. DEV.(Sc)
Rakhshandeh, 2012	4	12.83	1.57		10.65	2.18
Babaei, 1990	3	18.72	8.75		18.65	0.07
Hossein-zadeh and Kashi, 2014	3	22.07	4.15		15.65	6.65
Arji et al., 2013	4	8.85	2.13		12.02	3.35
Mortazavibak and Aminpour, 2001	3	37.52	2.81		38.3	3.22
Darabi, 2006	4	15.22	0.54		14.72	0.05
Hassan-panah and Hassan-Abadi, 2018	3	29.86	4.66		26.23	3.36
Parvizi and Salavati, 2018	4	31.12	3.38		28.68	3.12
Parvizi et al, 2011	4	34.73	5.35		29.15	5.58
Parvizi and Ghadamifiroozabadi, 2024	3	33.96	3.01		36.04	4.18

۳. نتایج

با تجزیه واریانس مطالعات اولیه در اثر تاریخ کاشت در سیب زمینی و با تجزیه متاآنالیز مشخص شد که تفاوت معنی دار ($P \leq 0.05$) در عملکرد کل در هر دو گروه تاریخ کاشت پاییزه یا زمستانه و بهاره یا تابستانه ایجاد شده است (جدول ۳).

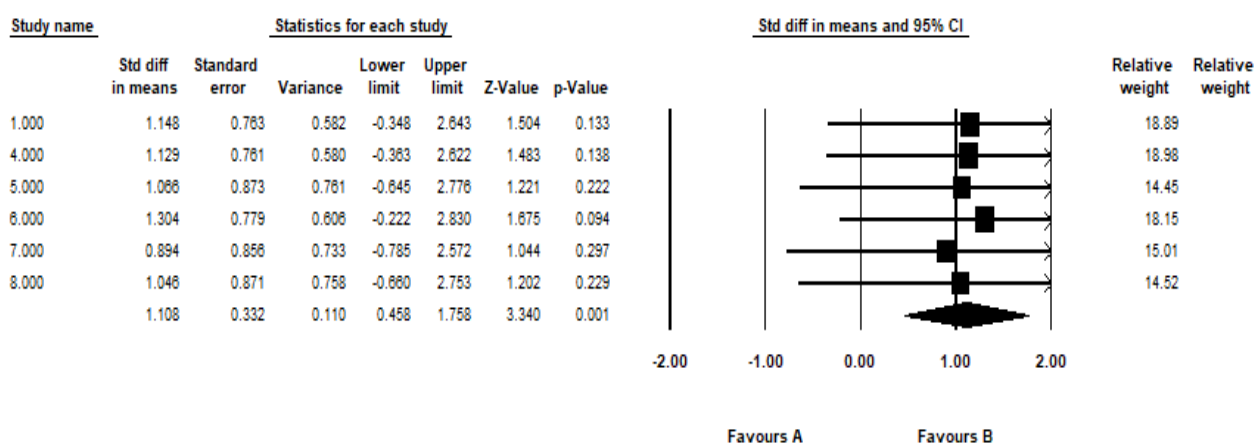
ابتدا همگنی داده‌ها با استفاده از شاخص I^2 و از طریق آماره X^2 (Q) مورد محاسبه قرار گرفت. شاخص Q در گروه کشت پاییزه ۰/۱۳ درصد و در گروه کشت تابستانه ۵۱/۵۲ درصد بود؛ بنابراین، در مجموع مطالعات گروه کشت پاییزه از همگنی قابل قبول در واریانس داده‌ها برخوردار بوده و با اطمینان بیشتری نتایج در متاآنالیز تفسیر می‌گردند. اما در کشت تابستانه از همگنی پائین‌تری برخوردار می‌باشند.

Table 3: Values of effect size of planting date in different studies on potato yield by meta-analysis with 95% confidence

Randomized model	Number of study	Hedges effect size	p-Value	Standard error	Low limit	Upper limit
Autumn planting date	6	0.92	0.001	0.278	0.379	1.467
Summer planting date	4	0.53	0.042	0.344	-0.622	0.827

سیب‌زمینی از چهار مطالعه موردنظر به شاهد آزمایش نزدیک می‌باشد. اما تفاوت قابل توجهی در میانگین تیمارهای تاریخ کاشت در این چهار مطالعه در مقایسه با همدیگر وجود دارد. میانگین تیمارهای آزمایش در دو مورد از گروه کشت پاییزه بسیار بالاتر از میانگین کل این گروه می‌باشد و این به دلیل انجام کشت در پاییز و زمستان و برداشت در بهار می‌باشد (شکل ۱).

با بررسی نمودار جنگلی حاصل از متاآنالیز مشخص شد که در کشت پاییزه و زمستانه در مجموع همگنی قابل توجهی از میانگین مطالعات در محدوده انحراف از میانگین عملکرد وجود دارد. در چهار مورد از شش مطالعه انجام شده ارزش وزنی عملکرد بسیار به هم نزدیک بوده است. متوسط عملکرد تیمارهای آزمایش در این چهار مورد، خط تراز نسبت به انحراف از معیار را که شاخصی از همگنی در متاآنالیز می‌باشد را قطع کرده و یا بر آن مماس شده است. ارزش وزنی عملکرد

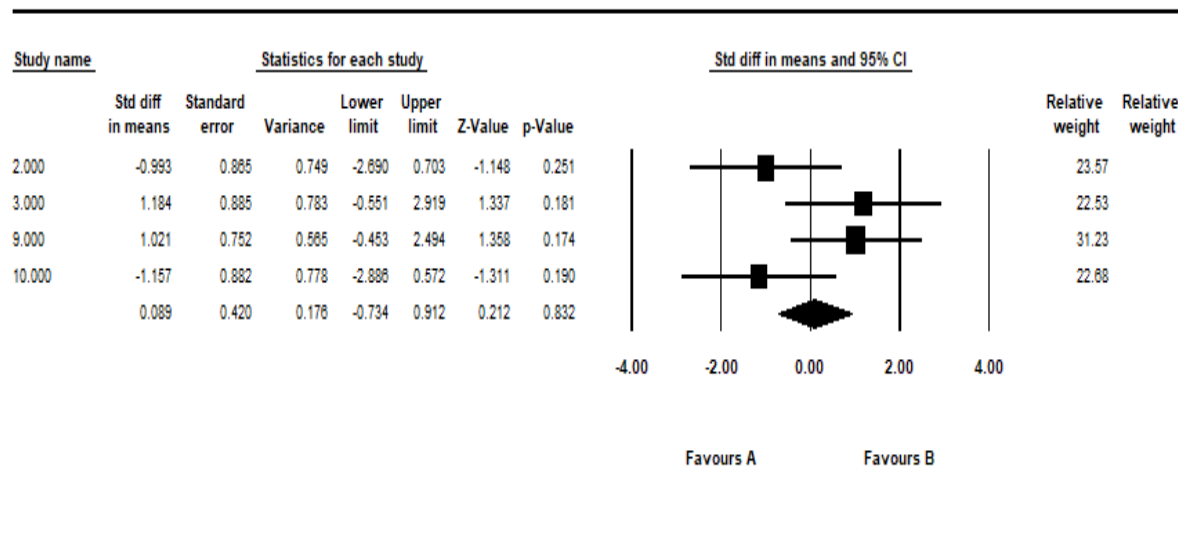


Meta Analysis

Fig. 1: Forest plot of the effect of autumn planting date on potato yield

نمایان می‌باشد (شکل‌های ۱ و ۲). در دو مطالعه از چهار مطالعه انجام گرفته در این گروه، میزان عملکرد در تیمارهای تاریخ کاشت در مقایسه با شاهد افزایش قابل توجه داشته است. اما صرفاً در یک مطالعه، تیمارهای تاریخ کاشت در مقایسه با شاهد کاهش عملکرد نشان داده است و آن هم به دلیل تأخیر در کاشت بوده است که با شاهد آزمایش در مطالعات مشابه مورد مقایسه قرار گرفته است (شکل ۲).

نتایج متاآنالیز در کشت تابستانه نشان داد که اثر تاریخ‌های کاشت در عملکرد سیب‌زمینی معنی‌دار ($P \leq 0.05$) شده است (جدول ۳). همچنین حاصل ارزیابی همگنی با آزمون Q به مقدار ۵۴/۷۱ درصد منتج گردید که حاکی از همگنی متوسط با تمایل به سمت ضعیف در نتایج انحراف معیار داده‌های مطالعات انجام گرفته در این گروه دارد. این وضعیت همگنی پایین‌تر نسبت به کشت پاییزه در نمودار جنگلی نیز به خوبی



Meta Analysis

Fig. 2: Forest plot of the effect of summer planting date on potato yield.

۴. بحث

تأخیر همان‌طوری‌که در این مطالعه نیز مشخص شده است، اگرچه کاهش نسبی در عملکرد ایجاد می‌گردد، اما با نتیجه آزمایشات دیگر (Ghadami Firouzabadi and Parvizi, 2017; Hassan-Panah and Hassan-Abadi, 2018) مشخص شده است که با کشت تأخیری در ارقام زودرس حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد و در ارقام دیررس در حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شده‌است. ضمناً تاریخ کشت معمول در کشت بهاره و تابستانه که بیش از ۶۰ درصد از سطح زیر کشت تولیدی سیب‌زمینی را در استان همدان و همچنین بیش از ۵۰ درصد در سایر مناطق کشور و مشابه با این شرایط آب و هوایی را به‌خود اختصاص داده است، از اواسط خرداد تا اواسط تیرماه صورت می‌گیرد. با کشت در این دوره زمانی، چرخه رشدی سریع و ذخیره‌سازی در سیب‌زمینی به اوایل تا اواسط مرداد، محدود می‌گردد. ضمن این‌که در این دوره رطوبت نسبی هوا در منطقه به زیر ۱۰ درصد افت کرده و گیاه سیب‌زمینی با بیشترین شدت تبخیر و تعرق مواجه خواهد شد. هر دو این عوامل شرایطی را ایجاد می‌کنند که از قابلیت ذخیره سازی و عملکرد نهایی سیب‌زمینی کاسته شده و عملاً در صورت کمترین بروز تنش، گیاه سیب زمینی به ناهنجاری رشدی مواجه می‌شود. در نتیجه از میزان کارایی مصرف آب و بهره‌وری آن به‌شدت کاسته می‌شود. با بررسی انجام شده توسط پرویزی و قدمی فیروزآبادی (Parvizi and Ghadami

با بررسی نتایج حاصل از فراتحلیل تاریخ کاشت مشخص شد که عموماً در کشت‌های پاییزه قابلیت و ظرفیت تولید در سیب‌زمینی پایین می‌آید و دلیل عمده آن مصادف شدن طول فصل رشد در سیب‌زمینی با آب‌وهوای گرم در این مناطق در مقایسه با کشت‌های تابستانه می‌باشد. همچنین افزایش ضریب پس‌روی صفات^۱ و در نتیجه کاهش ظرفیت عملکردی سیب‌زمینی به‌دلیل بالا رفتن جمعیت ناقلین و عوامل بیماری‌زای ویروسی، باکتریایی و قارچی در شرایط آب و هوای گرم‌تر، می‌تواند دلیل دیگری برای افت عملکرد در این مناطق در مقایسه با نواحی دارای آب و هوای خنک‌تر باشد. بنابراین با انتخاب مناسب‌تر تاریخ کشت در این مناطق از همپوشانی طول دوره غده‌زایی و ذخیره‌سازی در گیاه سیب‌زمینی با هوای گرم و نامساعد منطقه کاسته و طبیعتاً افزایش قابل توجهی در عملکرد در اغلب تیمارهای تاریخ کاشت در مقایسه با شاهد ایجاد شده است.

در کشت تابستانه، امکان کشت سیب‌زمینی در طول بهار و همچنین تا اواسط تابستان امکان‌پذیر می‌باشد. در مطالعه پایانی از کشت تابستانه دلیل قابل قبول در کاهش عملکرد تیمارهای تاریخ کاشت در مقایسه با ۱۵ خرداد (شاهد آزمایش)، انجام دو تاریخ کشت با تأخیر در این پنج تیمار بوده است. در کشت با

1. Traits degeneration

۵. نتیجه گیری کلی

در مجموع براساس نتایج فراتحلیل صورت گرفته در این مطالعه مشخص شد که در کشت های پاییزه سیب زمینی اگر چه متوسط عملکرد در مقایسه با کشت های تابستانه به طور قابل توجهی در سطح پایین تری قرار دارد، اما از همگنی نسبتا بالاتری برخوردار می باشند. همچنین لازم است که به منظور رسیدن به وضعیت مطلوب عملکرد و بهره وری بالاتر آب جهت پایداری تولید سیب زمینی در کشور، بخش زیادی از کشت تابستانه سیب زمینی با تاخیر ۲۰ تا ۲۵ روزه نسبت به تاریخ کشت معمول (در حال حاضر) انجام گرفته و از اواخر خرداد تا اوائل تیرماه به ۲۰ تا ۲۵ تیرماه منتقل گردد.

(firoozabadi, 2024) مشخص شده است که با تأخیر در تاریخ کشت سیب زمینی و منتقل نمودن کشت تابستانه از نیمه دوم خرداد به اواخر تیر و اوایل مرداد در منطقه همدان، به طور متوسط به میزان ۱/۵۹ کیلوگرم در مترمکعب به کارایی آب مصرفی افزوده می شود. در عمل، حدود ۲۵ تا ۲۷ درصد در مصرف آب سیب زمینی صرفه جویی می شود. اما کاهش عملکرد در کشت تأخیری جزئی است و حدوداً شش تا هشت درصد در کشت تأخیری از عملکرد کاسته می شود. در عین حال، جمعیت آفات و بیماری ها و میزان آلودگی های قارچی مانند رایزوکتونیا، آلترناریا و اسکب باکتریایی، و همچنین خسارت گل جالیز نیز در کشت های تأخیری به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می کند.

۶. منابع

- Alavi Shahri, H. and Zahedi, M. M. (1989). Results of investigating the effects of density combined with different planting dates on the yield of Draga cultivar. Khorasan Agricultural Research Center, 25 p. (In Persian with English abstract).
- Anonymous. (2023). Agricultural statistics. The first volume: Crops. Ministry of Agricultural Jihad, Planning and Economic Deputy. Information and Communication Technology Center. 125 p. (In Persian with English abstract).
- Arji, I. , Miri, S. and Abdosi, V. (2013). An investigation into the effects of planting date on quantity and quality traits of some potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars in Ghasre Shirin. *Plant Productions*, 35(4), 43-54. (In Persian with English abstract)
- Babaei, N. (1990). Studying the effect of planting date and irrigation cessation time on secondary growth and yield of potatoes. Final report of the research project, Agricultural Research, Education and Extension Organization, 37 p. (In Persian with English abstract).
- Darabi, A. S. (2006). Studying the effect of planting date on the yield of potato varieties in Khuzestan Province. Final report of the research project, Agricultural Research, Education and Extension Organization, 35 p. (In Persian with English abstract).
- Dehdar, B. A., Hosseinzadeh, A. and Hassan Panah, D. (2014). Studying the effects of different planting and harvesting dates on the yield of potato cultivars in Ardabil. Final report of the research project, Agricultural Research Center of Ardabil Province, 52 p. (In Persian with English abstract).
- Ezekiel, R. and Bhargava, A.C. (1992). Nitrogen distribution within the potato plant in relation to planting data under short day conditions. *Indian Journal of plant physiology*, 35 (2), 130-139. <http://doi:10.1590/S0100-204X2000000500011>
- Gadami Firoozabadi, A. and Parvizi, K. (2017). Management of insufficient irrigation using drip irrigation system in potato cultivation. *Potato Applied Science Magazine*, Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources of Hamadan Province, 1, 19-25. (In Persian with English abstract).
- Hassan-Panah, D. and Hassan-Abadi, H. (2018). Investigating the quantitative traits of potato cultivars in spring cultivation and cultivation after barley harvest in Ardabil region. *Scientific research journal of ecophysiology of crops and weeds*, 17, 27-40. (In Persian with English abstract). <http://doi.20.1001.1.20085958.1398.11.38.7.1>
- Higgins, J. P. T. and Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21, 1539-1558.
- Haverkort, A. J. and Verhagen, A. 2008. Climate change and its repercussions for the potato supply chain, *Potato Research*, 51, (3-4): 223-237. <http://dx.doi.org/10.1007/s11540-008-9107-0>
- Hosseinzadeh, A. A. and Kashi, A. K. (2014). Investigating the effect of planting date on quantitative and qualitative traits of selected potato cultivars. Ardabil Agricultural Research Center. Master thesis, Ardabil. Islamic Azad University Ardabil branch. 125 pp. (In Persian with English abstract).
- Jafari, A. M., Bakhtiari, M., Asadi, M. and Ghadami firoozabadi, A. (2018). Conducting studies to develop a pilot cropping pattern improvement program in Hamadan Province. Final report of the research project, Hamadan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. 122 p.

- Khalegi, S., Bazazan, F. and Madani, S. (2015). The Effects of climate change on agricultural production and Iranian economy. *Agricultural Economics Research*, 7(25), 113-135. (In Persian with English abstract). <http://doi.20.1001.1.20086407.1394.7.25.6.1>
- Kouchaki, A. and Nasiri Mahallati, M. (1992). Ecology of Crop Plants. Mashhad Academic Jihad Publications. 225 p.
- Mortazavibak, A. and Aminpour, R. (2001). Effects of season and planting date on the yield characteristics of commercial potato cultivars. *Seed and Plant Journal*, 17(1), 95-106. <https://doi: 10.22092/spij.2017.110889>
- Parvizi, K. (2009). Studying the effect of planting date on yield and tuber deformity rate of potato cultivars in Hamedan, Final Report of the Research Project. Hamedan Agricultural and Natural Resources Research Center, 45 p. (In Persian with English abstract).
- Parvizi, K. and Ghadami firoozabadi, A. (2024). Improving water use efficiency, estimating economic benefits and increasing potato tuber quality by the combined application of super absorbent polymer and mycorrhizal biofertilizer. *Advanced Technologies in Water Efficiency*, 4(4), 35-50. <https://doi: 10.22126/atwe.2024.10836.1130>
- Parvizi, K. and Salvati, S. (2018). Evaluation of the effect of using super moisture absorbent on the growth indicators of fall potato cultivars at different planting depths in Hamadan, 11th Iran Horticultural Science Congress, Shahrivar 2018, Urmia University, Urmia, Iran. (In Persian with English abstract).
- Parvizi, k., Souri, J. and Mahmoudi, R. (2011). Evaluation of cultivation date effect on yield and amount of tuber disorders of potato cultivars in Hamadan province, *Horticultural Science*, 25 (1), 82-93. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1390i1.9753>
- Rakshshandeh, M. (2012). Studying the effect of planting date on potato varieties in Bushehr province. Final report of the research project, Agricultural Research, Education and Extension Organization, 23 p.
- Rabinowitch, H. D. and Levy, D. (2001). Biology and Physiology of the Potato. In: Loebenstein, G., Berger, P.H., Brunt, A.A., Lawson, R.H. (eds) Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0842-6_2
- Singh, Dheerendra., Sharma, J., Singh, S. P., Sadawarti, M. J., Kushwah, N., Chouhan, S., Parihar, C. and Chauhan, A. P. (2023). Effect of planting date on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) in semi-arid tropics of central India. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35 (19), 1059-1066. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i193643>
- Sniey, L. and Ludko M. (1995). Regulation of potato cultivars to delay planting date in western Pomerania, *Potato Journal*, 10, 461-463.
- Struik, P. C. (2023). Plant Development in Potato. In: Çalışkan ME, Bakhsh A, Jabran K, editors. Potato Production Worldwide. London: Academic Press; pp. 57-70. <http://doi: 10.1016/B978-0-12-822925-5.00025-6>