



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19th Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)

16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## تأثیر محلول پاشی روی و کلسیم بر غلظت عناصر غذایی، کیفیت میوه و کاهش ریزش سیب

حسین عزیزی\*<sup>۱</sup>، عزیز مجیدی<sup>۲</sup>

- ۱- پژوهشگر تغذیه بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.
- ۲- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.
- ۳- پژوهشگر، پژوهشکده بیوتکنولوژی صنایع غذایی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، تبریز، ایران.

\* H.azizi@areeo.ac.ir

### چکیده:

تامین و بهبود وضعیت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، یکی از عوامل مهم در افزایش کیفیت میوه و کاهش مشکلات تولید سیب است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول پاشی عنصر روی و منابع مختلف کلسیم بر غلظت عناصر غذایی در برگ و میوه، کاهش ریزش میوه و بهبود خصوصیات کیفی سیب رقم 'رد دلشس' طی چهار سال زراعی اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار کودی (شاهد، سیترات روی، سیترات کلسیم، سیترات روی + سیترات کلسیم، کلرور کلسیم و سیترات روی + کلرور کلسیم) و سه زمان بندی محلول پاشی (۱- فندقه شدن، گردویی شدن و دو هفته قبل از برداشت ۲- فندقه شدن، شروع تغییر رنگ میوه و دو هفته قبل از برداشت ۳- فندقه شدن، گردویی شدن، شروع تغییر رنگ میوه و دو هفته قبل از برداشت میوه) انجام شد. نتایج نشان داد، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، کلسیم، روی، بور، آهن و منگنز در برگ و کلسیم، روی، بور و منگنز در میوه افزایش یافت. این تغییرات تغذیه‌ای موجب بهبود صفات کیفی میوه گردید و ریزش قبل از برداشت میوه را کاهش داد. بهترین عملکرد مربوط به تیمار ترکیبی سیترات روی + سیترات کلسیم با محلول پاشی در زمان بندی سوم (چهار مرحله محلول پاشی) بود.

**واژگان کلیدی:** اسیدیته، روی، کلسیم، کیفیت میوه، کاهش ریزش

### مقدمه:

کلسیم و روی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان نقش مهمی داشته و تأثیر زیادی بر کیفیت و ماندگاری میوه‌ها دارند (Marschner, 2012). کلسیم جزو ساختار دیواره سلولی بوده که موجب استحکام بافت شده و میزان ریزش میوه را کاهش می‌دهد. (Hocking et al., 2016). همچنین، کلسیم در کاهش عوارض فیزیولوژیکی میوه‌ها شامل آب گزیدگی، لکه تلخی و اسکالد میوه مؤثر است (Jaime et al., 2024). عنصر روی نیز به عنوان یک کوفاکتور برای بسیاری از آنزیم‌ها عمل می‌نماید. در ساخت پروتئین و رشد گیاه تأثیر داشته و کمبود آن موجب کاهش کیفیت میوه می‌گردد (Swietlik, 2001). محلول پاشی با عناصر کلسیم و روی می‌تواند غلظت آن‌ها را در برگ و میوه افزایش داده و باعث بهبود صفات کیفی از جمله سفتی بافت و اسیدیته میوه گردد (Wang et al., 2022). بنابراین، بررسی و ارزیابی میزان تأثیر ترکیبات کلسیم و روی و شناسایی زمان کلیدی محلول پاشی که بتواند بر کاهش ریزش میوه و بهبود کیفیت میوه تأثیر داشته باشد به دلیل اهمیت اقتصادی ریزش و کیفیت میوه، می‌تواند بسیار مهم باشد و تأثیرات قابل توجهی بر بهبود وضعیت باغداران داشته باشد.



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19th Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

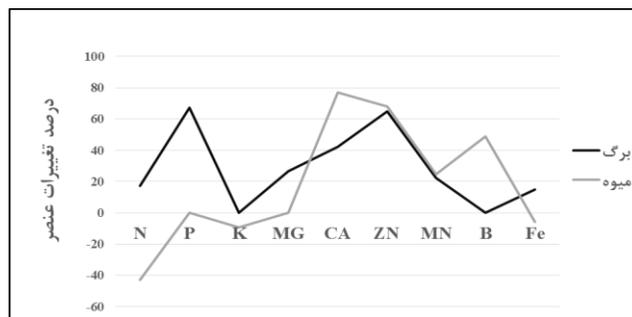


## مواد و روش‌ها

این مطالعه در باغ سیب واقع در استان آذربایجان غربی طی چهار سال زراعی (۱۳۹۹-۱۴۰۳) انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل شش ترکیب کودی (شاهد، سترات روی، سترات کلسیم، کلرید کلسیم، سترات روی + سترات کلسیم، و سترات روی + کلرید کلسیم) و سه زمان محلول‌پاشی (۱. فندقه شدن + گردویی شدن + دو هفته قبل از برداشت؛ ۲. فندقه شدن + شروع رنگ‌گیری + دو هفته قبل از برداشت؛ ۳. فندقه شدن + گردویی شدن + شروع رنگ‌گیری + دو هفته قبل از برداشت) بودند. غلظت محلول‌ها به ترتیب ۰/۲٪ برای سترات روی، ۰/۳٪ برای سترات کلسیم و ۰/۵٪ برای کلرید کلسیم بود. نمونه برداری برگ و میوه در مرحله برداشت انجام شد. غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، بور، آهن، منگنز و مس با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. صفات کیفی شامل سفتی بافت (با دستگاه فشارسنج میوه)، اسیدیته (با تیتراسیون اسید)، مواد جامد محلول (با رفاکتومتر) و pH با pH متر اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن تحلیل شدند.

## نتایج و بحث:

محلول‌پاشی با ترکیبات کلسیم و روی به طور معنی‌داری غلظت نیتروژن، فسفر، کلسیم، روی، بور، آهن و منگنز را در برگ افزایش داد. افزایش غلظت عناصر مذکور در برگ می‌تواند موجب بهبود عملکرد فیزیولوژیکی گیاه از جمله فتوسنتز گردد و به سنتز پروتئین کمک کند (Marschner, 2012). غلظت پتاسیم، مس و بور در برگ تغییر معنی‌داری نشان نداد. در میوه، محلول‌پاشی با عناصر کلسیم و روی موجب افزایش غلظت عناصر کلسیم، روی، بور و منگنز و کاهش نیتروژن، آهن و پتاسیم گردید (شکل ۱)، که این روند با مطالعات Wang و همکاران (۲۰۲۲) روی سیب و Hocking و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد و نشان‌دهنده نقش کلسیم و روی در انتقال عناصر و استحکام و کیفیت میوه است.



شکل ۱: تغییرات درصد عناصر برگ و میوه با محلول‌پاشی ترکیبات کلسیم و روی

افزایش کلسیم میوه باعث افزایش معنی‌دار سفتی بافت میوه گردید که این خصوصیت به عنوان شاخصی برای مقاومت میوه در برابر آسیب‌های مکانیکی و افزایش قدرت انبارمانی میوه است (Jaime et al., 2024). همچنین، افزایش میزان اسیدیته



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

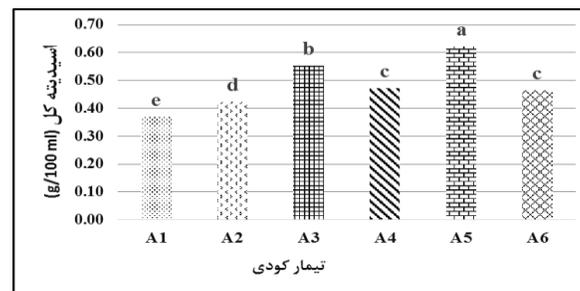
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



میوه در تیمارهای محلول‌پاشی شده با روی و کلسیم، نشان‌دهنده تأثیر مناسب این عناصر بر طعم، مزه و کیفیت نهایی میوه است (شکل ۲). کاهش pH و نسبت‌های N/Ca و K/Ca نشان‌دهنده تعادل بهتر عناصر غذایی در بافت میوه است که برای بهبود کیفیت میوه مهم است (Swietlik, 2001).



شکل ۲. اثر نوع تیمار کودی بر اسیدیته کل میوه

A1: شاهد  
A2: سیترات روی  
A3: سیترات کلسیم  
A4: کلرور کلسیم  
A5: سیترات روی + سیترات کلسیم  
A6: سیترات روی + کلرور کلسیم

نتایج نشان داد که تیمار ترکیبی سیترات روی + سیترات کلسیم با محلول‌پاشی در چهار مرحله زمانی (فندقه شدن، گردویی شدن، شروع تغییر رنگ میوه و ۲ هفته قبل از برداشت میوه)، بیشترین تأثیر را در افزایش غلظت عناصر غذایی برگ و میوه و صفات کیفی میوه را داشت که می‌تواند به دلیل اثرات سینرژیستی دو عنصر روی و کلسیم در بهبود جذب و انتقال عناصر باشد (Prasad et al., 2016).

## نتیجه‌گیری:

پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی با ترکیبات کلسیم و روی تأثیر مهمی بر تعادل عناصر غذایی در برگ و میوه داشته و در نهایت موجب افزایش کیفیت میوه سیب رقم 'رد دلشس' گردید. استفاده از تیمار ترکیبی سیترات روی + سیترات کلسیم به‌ویژه در زمان بندی سوم محلول‌پاشی، باعث بهبود صفات کیفی میوه از جمله سفتی بافت، اسیدیته و کاهش ریزش میوه در مرحله قبل از برداشت گردید. این نتایج می‌تواند به‌عنوان راهکاری علمی و کاربردی برای بهبود عملکرد و کیفیت محصول سیب در باغات سیب کشور مورد استفاده قرارگیرد و اثرات منفی ناشی از افزایش دما را به دلیل تغییرات اقلیمی کشور کاهش دهد.

## تشکر و قدردانی

از تمام همکاران عزیز بخش‌های تحقیقات خاک و آب و فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی که در انجام این پژوهش یاری نمودند، صمیمانه تشکر می‌گردد. همچنین از حمایت‌های مالی و علمی ارائه‌شده توسط ریاست محترم و معاونت محترم پژوهشی مرکز و همکاری مؤثر باغداران محترم منطقه بالانج ارومیه تشکر و قدردانی می‌گردد.



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## فهرست منابع

- Hocking, B., Tyerman, S. D., Burton, R. A., & Gilliam, M. (2016). Fruit Calcium: Transport and Physiology. *Frontiers in Plant Science*, 7, 569.
- Jaime, M., Alvarez-Herrera, J., & Fischer, G. (2024). Effect of calcium on fruit quality: A review. *Agronomía Colombiana*. 42. 1-14. 10.15446/agron.colomb.v42n1.112026.
- Marschner, P. (Ed.). (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Prasad, R., Shivay, Y. S., & Kumar, D. (2016). Interactions of zinc with other nutrients in soils and plants A review. *Indian Journal of Fertilizers*, 12(5), 1626.
- Swietlik, D. (2001). Zinc Nutrition of Fruit Crops. *HortTechnology*. 12. 10.21273/HORTTECH.12.1.45.
- Wang, G., Wang, J., Han, X., Chen, R., & Xue, X. (2022). Effects of spraying calcium fertilizer on photosynthesis, mineral content, sugar–acid metabolism and fruit quality of Fuji apples. *Agronomy*, 12(10), 2563.

## The Effect of Foliar Application of Zinc and Calcium on Nutrient Concentration, Fruit Quality, and Reduction of Apple Fruit Drop

Hossein Azizi<sup>1\*</sup>, Aziz Majidi, Rozita Mazloumi

1. Nutrition researcher, Soil and Water Research Division, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of West Azerbaijan, Urmia, Iran.
  2. Research Assistant Professor, Soil and Water Research Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Urmia, Iran.
  3. Researcher, Food Industry Biotechnology Research Institute, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Tabriz, Iran
- \*H.azizi@areeo.ac.ir

### Abstract

Improving the availability of essential nutrients for plants is one of the key factors in enhancing fruit quality and reducing production challenges in apple cultivation. This study aimed to investigate the effects of foliar application of zinc and different calcium sources on nutrient concentrations in leaves and fruit, reducing fruit drop, and improving the qualitative properties of the 'Red Delicious' apple variety over four growing seasons. The experiment was conducted as a factorial in a randomized complete block design with six fertilizer treatments (control, zinc citrate, calcium citrate, zinc citrate + calcium citrate, calcium chloride, and zinc citrate + calcium chloride) and three foliar application schedules: 1. Fruitlet stage, walnut size stage, and two weeks before harvest. 2. Fruitlet stage, beginning of fruit color change, and two weeks before harvest. 3. Fruitlet stage, walnut size stage, beginning of fruit color change, and two weeks before harvest. Results showed increased concentrations of nitrogen, phosphorus, calcium, zinc, boron, iron, and manganese in the leaves, as well as calcium, zinc, boron, and manganese in the fruit. These nutritional improvements enhanced fruit quality traits and reduced pre-harvest fruit drop. The best performance was observed with the combined treatment of zinc citrate + calcium citrate, applied according to the third schedule (four-stage foliar application).

**Keywords:** Acidity, zinc, calcium, fruit quality, fruit drop reduction