شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

**محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای**

# اثر تغذیه برگی به همراه کاربرد محرک رشد براسینواستروئید بر عملکرد و اجزاء عملکرد پسته

محمد سعید تدین [۱*]، سهراب صادقی [۲]

[۱] دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

[۲] مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

## چکیده

براسینواستروئیدها می توانند رشد و نمو فیزیولوژیکی اندام زایشی را تحت تأثیر قرار دهند. در این آزمایش اثر کاربرد براسینواستروئید و اثر متقابل آن با تغذیه برگی اوره، روی و بور بر عملکرد و اجزاء عملکرد پسته مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. دو فاکتور آزمایش شامل محلول پاشی دو سطح (۰ و ۰/۴ میلی گرم در لیتر) اپی براسینولید به همراه هشت سطح تغذیه برگی ترکیبات اوره (۰ و ۵ گرم در لیتر)، سولفات روی (۰ و ۳ گرم در لیتر) و سولوبور (بورات سدیم ۱۷/۵ درصد) (۰ و ۰/۵ گرم در لیتر) بود. اثر متقابل محلول پاشی اپی براسینولید با تغذیه برگی اوره، روی و بور موجب افزایش تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه، وزن خشک ۱۰۰ دانه و عملکرد کل درخت معنی دار شد. بیشترین افزایش عملکرد متعلق به تیمار ۰/۴ میلی گرم در لیتر محلول پاشی اپی براسینولید به همراه ۵ گرم در لیتر اوره، ۳ گرم در لیتر سولفات روی و ۰/۵ گرم سولوبور در سه مرحله قبل از باز شدن جوانه ها، پس از گلدهی و قبل از شروع پر کردن مغز پسته بود.

**کلمات کلیدی**: اپی براسینولید، اوره، بور، روی

## مقدمه

کاهش و ضعف جوانه های باقی مانده در خوشه و ریزش گل و میوه از عوامل اصلی کاهش عملکرد پسته می باشد. عوامل محدود کننده خاکی از جمله بالا بودن پی اچ، کربنات کلسیم (آهک) و شوری و نیز تحرک کم بور و روی در آوند آبکش موجب کاهش دسترسی اندام زایشی پسته به این دو عنصر می شود (Beede و همکاران، ۲۰۰۵). نقش موثر تغذیه برگی بور و روی در رشد و نمو میوه پسته مطالعه گردیده است (Soliemanzadeh و Mozafari، ۲۰۱۴؛ Açar و همکاران، ۲۰۱۶). براسینواستروئیدها تشکیل و نمو ساختار زایشی نر، شامل پرچم و گرده از نظر تعداد و گرده زنده و نیز اندام ماده مانند تخمدان و تخمک را کنترل می کند (Unterholzner و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین براسینواستروئیدها در نمو و توسعه بافت های آوندی که موجب تسهیل انتقال عناصر و مواد غذایی از منبع (برگ ها) به مخزن (اندام زایشی) می گردد، نقش دارند (Caño-Delgado و همکاران، ۲۰۱۰). ساخت و انتقال مواد قندی و تجمع نشاسته و اسیدهای آمینه عمدتاً گلایسین و پرولین در اندام زایشی به کمک براسینواستروئیدها انجام می شود (Schluter و همکاران، ۲۰۱۱). در آزمایشی مشاهده گردید که محلول پاشی همزمان بور و روی به همراه براسینواستروئید موجب افزایش معنی دار عملکرد و میزان عناصر غذایی میوه گوجه فرنگی گردید (Suhathiya و Singaravel، ۲۰۱۰). همچنین کاربرد براسینولید به همراه عناصر کم مصرف موجب تحریک ساخت و انتقال مواد آلی از منبع به مخزن و افزایش رشد و عملکرد گیاه ماش *Vigna mungo* شد ( Marimuthu و Surendran ، ۲۰۱۵). اخیراً مشاهده گردیده است که کاربرد محرک رشد ۲۴-اپی براسینولید موجب کاهش ناهنجاری های فیزیولوژیکی اندام زایشی و افزایش عملکرد پسته می شود (Kamiab، ۲۰۱۸ و Pakkish و همکاران ۲۰۱۸). با توجه به این مسئله در این تحقیق اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف اوره، بور و روی بر رشد زایشی و عملکرد پسته رقم احمد آقایی مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

آزمایش در یک باغ تجاری با درختان ۱۲ ساله پسته رقم احمد آقایی پیوندی بر روی پایه بادامی زرند در منطقه سروستان با مختصات ۲۹ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ۵۳ دقیقه و ۸ دقیقه شرقی و ۱۵۰۴ متر ارتفاع از سطح دریا طی دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. رقم نر میان گل کله قوچی پیوندی به عنوان رقم گرده زا در سطح باغ بود (شکل ۱). آبیاری به صورت ثقلی و تراکم کشت درخت ۳۱۲ درخت در هکتار با فاصله ۴ متر در ۸ متر بود. کود دهی خاکی بر اساس تجزیه خاک انجام شد (جدول ۱).

* ایمیل نویسنده مسئول: m.tadayon@areeo.ac.ir

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

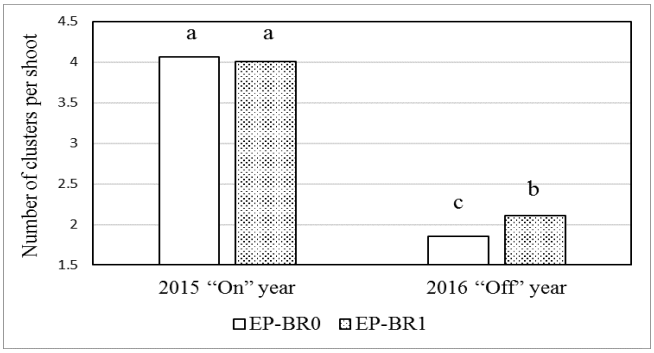
| بافت خاک | بور ($mg.kg^{-1}$) | روی ($mg.kg^{-1}$) | کلسیم ($meq.1^{-1}$) | منیزیم ($meq.1^{-1}$) | پتاسیم ($mg.kg^{-1}$) | فسفر ($mg.kg^{-1}$) | کربن آلی (٪) | کل مواد خنثی شونده | پ.ها ش | هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) | عمق خاک (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لوم رسی | ۰/۴۵ | ۱/۲ | ۲۷/۶ | ۱۵/۶ | ۱۶۲ | /۲۰۱ | ۰/۷ | ۴۷ | ۷/۸۶ | ۴/۴۲ | ۰-۳۰ |
| لوم رسی | ۰/۵۷ | ۱/۱ | ۲۸/۲ | ۱۵/۸ | ۱۲۲ | /۸۰۱ | ۰/۶ | ۴۹ | ۷/۸۸ | ۴/۵۸ | ۳۰-۶۰ |

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر کرت چهار درخت انجام شد. دو فاکتور آزمایش شامل محلول پاشی دو سطح ( ۰ و ۰/۴ میلی گرم در لیتر) اپی براسینولید (EBR, Sigma E-1641, C28H48O6) به همراه هشت سطح فاکتور تغذیه برگی ترکیبات اوره (۰ و ۵ گرم در لیتر)، سولفات روی (۰ و ۳ گرم در لیتر) و سولوبور (بورات سدیم ۱۷/۵ درصد) (۰ و ۰/۵ گرم در لیتر) بود. محلول پاشی در سه مرحله قبل از گلدهی (اوایل باز شدن جوانه ها)، پس از گلدهی (۵۰ درصد توسعه برگ ها) و قبل از شروع پرکردن مغز پسته انجام شد. یک شاخه در هر چهار طرف درخت در هر کرت انتخاب و درصد جوانه های باقی مانده در خوشه در سه نوبت اواخر اردیبهشت، اواسط و اوایل تیرماه اندازه گیری شد. تعداد گلآذین های خوشه در زمان گلدهی و در زمان برداشت تعیین شد. عملکرد کل درخت پس از برداشت در هر کرت توسط ترازو تعیین گردید. وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته به صورت تصادفی از نمونه های دو کیلوگرمی هر کرت پس از خشک کردن در آون با دمای ۶۰ به مدت ۴۸ ساعت، توسط ترازوی دیجیتال تعیین گردید. نمونه برگچه های کامل جهت اندازه گیری عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی، به صورت تصادفی از شاخه های فاقد میوه در تیرماه تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. درصد کل نیتروژن به روش کجلدال، غلظت روی توسط دستگاه جذب اتمی و بور توسط روش آزومتین اچ اندازه گیری شد (احیایی و همکاران، ۱۳۷۲). تجزیه مرکب داده های دو سال آزمایش توسط نرم افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین داده ها توسط روش چند دامنه ای دانکن ($P\leq 0.05$) انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گردید.

شکل ۱. نمایی از کرت‌های آزمایشی درختان پسته

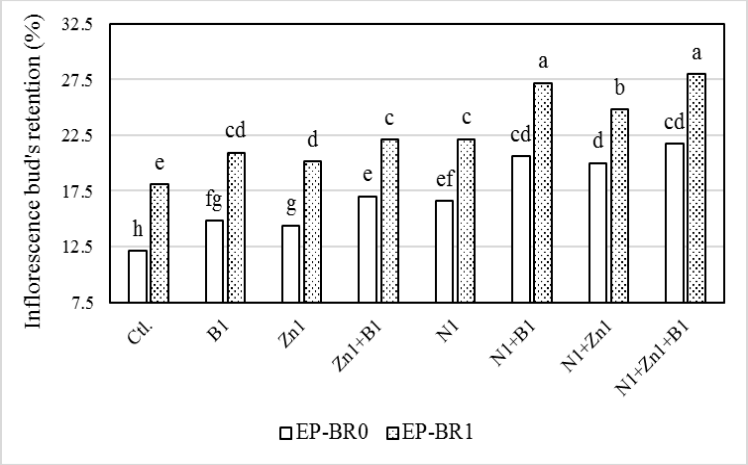
**نتایج و بحث**

نتایج نشان داد که اثر متقابل کاربرد اپی براسینولید و تغذیه برگی اوره، روی و بور موجب افزایش معنی دار عملکرد و وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته شد (شکل ۴ و ۵). محلول پاشی اپی براسینولید موجب افزایش معنی دار تعداد خوشه در شاخه در سال دوم آزمایش (سال کم بار) شد (شکل ۲).



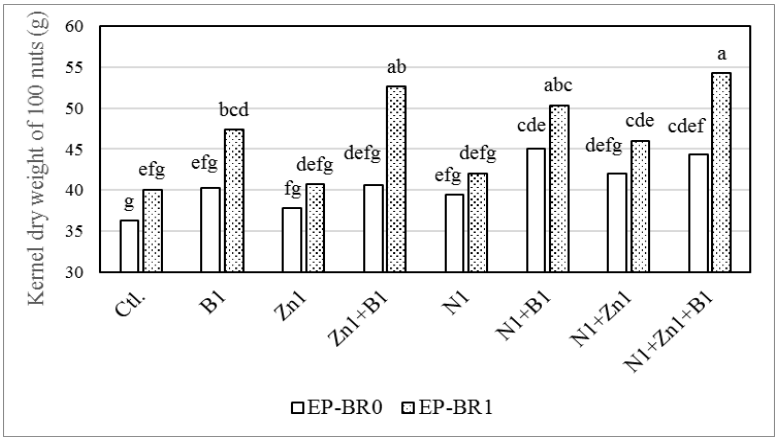

شکل ۲- اثر محلول پاشی اپی براسینولید بر تعداد خوشه در شاخه پسته رقم احمدآقایی

تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه با محلول پاشی اپی براسینولید و نیز کاربرد اوره، روی و بور افزایش نشان داد. روی و بور دارای اثر هم افزایی بر تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه بودند (شکل ۳). تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه رابطه مثبت و معنی دار ($P \leq 0.01$) با عملکرد درخت پسته دارد (جدول ۲).



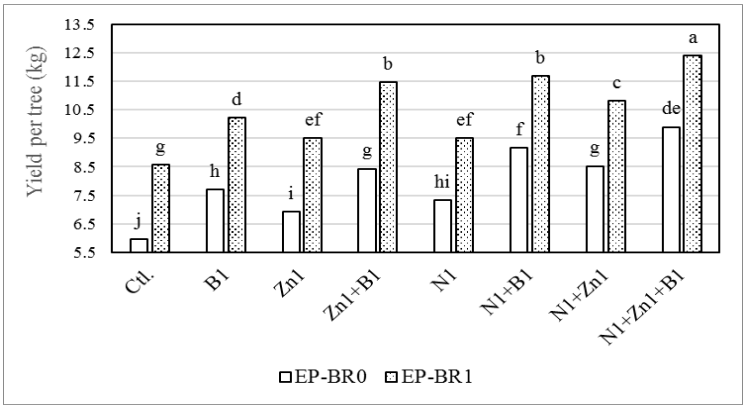

شکل ۳- اثر محلول پاشی اپی براسینولید و تغذیه برگی بر تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه پسته رقم احمدآقایی

نتایج نشان داد که تغذیه برگی بور و روی اثر متقابل معنی دار با اپی براسینولید بر وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته رقم احمدآقایی داشت (شکل ۴). بور موجب افزایش تأثیر روی بر شاخص های فتوسنتزی پسته می گردد (Tavallali، ۲۰۱۷).




شکل ۴- اثر محلول پاشی اپی براسینولید و تغذیه برگی بر وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته رقم احمدآقایی

بیشترین افزایش عملکرد متعلق به تیمار محلول پاشی اپی براسینولید به همراه ۵ گرم در لیتر اوره، ۳ گرم در لیتر سولفات روی و ۰/۵ گرم سولوبور بود (شکل ۵). براسینواستروئیدها موجب افزایش ساخت قندها، نمو عناصر آوندی و انتقال مواد آلی به اندام زایشی می شود ( Xia و همکاران، ۲۰۰۹؛ Caño-Delgado و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد براسینواستروئید همراه با عناصر کم مصرف موجب افزایش انتقال مواد غذایی به مخزن می شود (Marimuthu و Surendran، ۲۰۱۵). در این آزمایش کاربرد اپی براسینولید موجب افزایش تأثیر محلول پاشی بور بر عملکرد و اجزاء عملکرد پسته شد (شکل ۳، ۴ و ۵). کاربرد اپی براسینولید می تواند قدرت مخزن دانه های پسته را افزایش دهد و موجب کاهش نارسایی های فیزیولوژیکی و افزایش عملکرد پسته شود (Kamiab، ۲۰۱۸ ؛ Pakkish و همکاران، ۲۰۱۸).




شکل ۵- اثر محلول پاشی اپی براسینولید و تغذیه برگی بر عملکرد درخت پسته رقم احمدآقایی

درصد پسته های دهان باز ارتباط مثبت و معنی دار با غلظت نیتروژن و بور در برگ داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که همبستگی مثبت و معنی دار بین غلظت روی در نمونه برگی و وزن خشک ۱۰۰ دانه و تعداد خوشه در شاخه وجود دارد. همچنین غلظت نیتروژن برگ همبستگی مثبت و معنی دار با تعداد خوشه در شاخه و تعداد جوانه باقی مانده در خوشه داشت که نشان دهنده نقش کلیدی نیتروژن و روی در نمو اندام زایشی و افزایش عملکرد پسته می باشد. ترکیبات نیتروژنه مانند پلی آمین ها و نیز براسینواستروئیدها با افزایش اسکلت های کربنی، موجب کنترل تنش های غیرزنده می شوند (Sawicki و همکاران، ۲۰۱۵). در این آزمایش غلظت بور برگ همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد درخت پسته داشت. بین عملکرد درخت و اجزاء عملکرد مانند تعداد خوشه در شاخه، درصد جوانه باقی مانده در خوشه و وزن خشک ۱۰۰ دانه ارتباط مثبت و معنی دار وجود داشت.

جدول ۱. همبستگی بین غلظت عناصر غذایی برگی، عملکرد و اجزاء عملکرد درخت پسته رقم احمدآقایی

| | عملکرد | نیتروژن برگ (٪) | روی برگ ($mg.kg^{-1}$) | بور برگ ($mg.kg^{-1}$) | تعداد خوشه در شاخه | درصد جوانه باقی مانده در خوشه | درصد پسته های دهان باز | وزن خشک ۱۰۰ دانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد | ۱ | | | | | | | |
| نیتروژن برگ (٪) | ۰/۴۱ | ۱ | | | | | | |
| روی برگ (٪) | ۰/۴۸۴ | ۰/۴۲۹ | ۱ | | | | | |
| بور برگ (٪) | ۰/۶۱۶* | ۰/۱۷ | ۰/۵۳۹* | ۱ | | | | |
| تعداد خوشه در شاخه | ۰/۶۵۸** | ۰/۷۱۴** | ۰/۷۱۳** | ۰/۲۸۵ | ۱ | | | |
| درصد جوانه باقی مانده در خوشه | ۰/۹۵۴** | ۰/۵۴۶* | ۰/۳۸ | ۰/۴۸ | ۰/۷۰۷** | ۱ | | |
| درصد پسته های دهان باز | ۰/۹۷۶** | ۰/۴۸۶ | ۰/۴۱۳ | ۰/۶۳۱** | ۰/۶۳۵** | ۰/۹۶۲** | ۱ | |
| وزن خشک ۱۰۰ دانه | ۰/۹۴۱** | ۰/۲۸۹ | ۰/۴۷۱ | ۰/۷۱۷** | ۰/۵۵۲* | ۰/۸۶۸** | ۰/۹۳۱** | ۱ |

** همبستگی معنی دار در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$)  * همبستگی معنی دار در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$)

## نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که محلول پاشی همزمان اپی براسینولید و تغذیه برگی اوره، روی و بور موجب افزایش معنی دار عملکرد و وزن ۱۰۰ دانه به عنوان مهمترین شاخص کیفی پسته شد. همچنین محلول پاشی اپی براسینولید موجب افزایش تعداد خوشه در شاخه در سال کم بار و درصد جوانه باقی مانده در خوشه که همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد پسته داشت، شد. محلول پاشی اپی براسینولید دارای اثر هم افزایی با تغذیه برگی روی و بور بر رشد زایشی پسته از جمله درصد جوانه های باقی مانده خوشه، عملکرد درخت و وزن ۱۰۰ دانه پسته بود. کاربرد اوره به همراه اپی براسینوئید نیز موجب افزایش معنی دار درصد جوانه باقی مانده خوشه و عملکرد پسته شد. ارتباط مثبت و معنی دار بین تعداد خوشه در شاخه و غلظت نیتروژن و روی نمونه برگ وجود داشت. نتایج آزمایش نشان دهنده اثر متقابل معنی دار محلول پاشی اپی براسینولید به همراه اوره، روی و بور در سه زمان قبل از گلدهی (اوایل باز شدن جوانه ها)، پس از گلدهی (مرحله توسعه برگ ها) و قبل از شروع پرشدن مغز پسته (سخت شدن پوست پسته) بر عملکرد پسته بود. پیشنهاد می گردد در این سه زمان به همراه تغذیه برگی عناصر نیتروژن، روی و بور، غلظت ۰/۴ میلی گرم در لیتر محرک رشد اپی براسینولید استفاده گردد.

## منابع:

احیایی ، ع.، م. بهبهانی زاده و ع. ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، چاپ اول ، مؤسسه تحقیقات خاک وآب

Acar, I., Doran, I., Aslan, N., and Kalkanci, N. 2016. Boron affects the yield and quality of no irrigated pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40, 664-670.

Beede, R.H., Brown, P.H., Kallsen, C., and Weinbaum, S.A. 2005. Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. Pistachio Production Manual. in Ferguson, L. (4ª eds). University of California, Davis.

Cano-Delgado, A., Lee, J.Y., and Demura, T. 2010. Regulatory mechanisms for specification and patterning of plant vascular tissues. Annual Review of Cell and Developmental Biology, 26, 605–637.

Davarinezhad, G.H., Azizi, M. and Akherati, M., 2009. Effect of foliar nutrition on quality, quantity and of alternate bearing of Pistachio (*Pistacia vera* L.). Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology), 23, 1-10.

Kamiab, F. 2018. 24-Epibrassinolide improves some physiological disorders in pistachio. Advances in Horticultural Science, 32, 3-12.

Marimuthu, S. and Surendran, U. 2015. Effect of nutrients and plant growth regulators on growth and yield of black gram in sandy loam soils of Cauvery new delta zone, India. Cogent Food & Agriculture, 1(1).

Pakkish, Z., Hossien Poor, M., Akbar Nasab, M. and Asghari, H. 2018. Brassinolides have a small effect on vegetative growth, and increase reproductive growth of pistachio trees cv. Owhadi. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 1-5.

Sawicki M., Aït Barka, E., Clément, C., Vaillant-Gaveau N., and Jacquard, C. 2015. Cross-talk between environmental stresses and plant metabolism during reproductive organ abscission. Journal of Experimental Botany, 66, 1707–1719.

Schluter, U., Kopke, D., Altmann, T. and Mussig, C. 2002. Analysis of carbohydrate metabolism of CPD antisense plants and the brassinosteroid-deficient cbb1 mutant. Plant, Cell and Environment, 25, 783-791.

Soliemanzadeh, A. and Mozafari, V. 2014. Response of pistachio trees to alternate bearing and foliar application of zinc and iron. International Journal of Fruit Science, 14, 174-187.

Suhathtya, K. and Singaravel, R. 2010. Effect of brassinosteroids and micronutrients on the yield and nutrients uptake by tomato. Asian J. Soil Science, 5, 415-418.

Tavallali, V. 2017. Interactive effects of zinc and boron on growth, photosynthesis, and water relations in pistachio. J. Plant Nutrition, 40, 1588-1603.

Unterholzner, S.J., Rozhon, W., Papacek, M., Ciomas, J., Lange, T., Kugler, K.G., Mayer, K.F., Sieberer, T. and Poppenberger, B. 2015. Brassinosteroids are master regulators of gibberellin biosynthesis in Arabidopsis. Plant Cell, 15.

Xia, X.J., Huang, L.F., Zhou, Y.H., Mao, W.H., Shi, K., Wu, J.X., Asami, T., Chen, Z. and Yu, J.Q. 2009. Brassinosteroids promote photosynthesis and growth by enhancing activation of Rubisco and expression of photosynthetic genes in Cucumis sativus. Planta, 230, 1185.

**Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation**

# Effect of foliar nutrition and application of brassinosteroid as plant growth stimulator on yield and yield component of pistachio

Tadayon*[1], M.S., Sadeghi[2], S.

1 Associate Prof., Soil and Water Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

[2] Instructor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

## Abstract

Brassinosteroids could enhance the physiological and biological development of reproductive organs. In this experiment the effect of brassinosteroid and its interactive with urea, zinc and boron foliar nutrition on pistachio yield was investigated. The experiment was conducted as factorial trial in a randomized complete block design with three replications. A two experimental factors contain foliar application of two levels (0 and 0.4 $mgl^{-1}$) of epibrassinolide (Epi-BL) and foliar nutrition of eight different combination of urea (0 and $5gl^{-1}$), zinc sulfate (0 and 3 $gl^{-1}$) and solubor (0 and $0.5gl^{-1}$). The interaction effect of epibrassinolide with urea, zinc and boron significantly increased the inflorescence bud's retention, kernel dry weight of 100 nuts and yield per tree of pistachio. The highest increment of yield belongs to foliar spry of epibrassinolide with $5gl^{-1}$ urea, 3 $gl^{-1}$ zinc sulfate and $0.5gl^{-1}$ solubor at three pre-bloom, after bloom and before nut filling of pistachio.

**Keywords:** Epibrassinolide, Urea, Boron, Zinc

* Corresponding author, Email: m.tadayon@areeo.ac.ir