



تأثیر کمبود نیتروژن و فسفر بر ارغوانی شدن برگ و تنظیم رنگدانه های فتوسنتزی در انگور یاقوتی (*Vitis vinifera*) در شرایط درون شیشه ای

محبوبه رحیمی^۱، عباس یداللهی^{۱*}

^۱ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، شهر تهران (yadollah@modares.ac.ir)

نتایج و بحث

طبق جدول ۱، بالاترین میزان آنتوسیانین در تیمار P و N ۵۰ درصد مشاهده شد که برابر با $1/80 \pm 0/25$ میلی گرم بر گرم وزن تازه است. این مقدار به طور قابل توجهی بالاتر از تیمار شاهد N و P ۱۰۰ درصد با $0/50 \pm 0/10$ میلی گرم بر گرم وزن تازه بود. بالاترین میزان کلروفیل کل در تیمار شاهد N و P ۱۰۰ درصد و برابر با $2/50 \pm 0/30$ میلی گرم بر گرم وزن تازه به دست آمد. بالاترین میزان کلروفیل a در تیمار شاهد N و P ۱۰۰ درصد و برابر با $1/80 \pm 0/20$ میلی گرم بر گرم وزن تازه بود. بالاترین میزان کلروفیل b نیز در تیمار شاهد N و P ۱۰۰ درصد و برابر با $0/70 \pm 0/10$ میلی گرم بر گرم وزن تازه مشاهده شد. بالاترین میزان کارتنوئیدها نیز در تیمار شاهد N و P ۱۰۰ درصد و برابر با $0/60 \pm 0/50$ میلی گرم بر گرم وزن تازه بود. کاهش سطح عناصر غذایی، به ویژه در تیمار کمبود هم زمان ۵۰ درصد نیتروژن و فسفر، مقادیر کلروفیل و کارتنوئیدها به طور معنی داری کاهش یافت. در این تیمار، میزان کلروفیل کل به $0/70 \pm 0/15$ ، کلروفیل a به $0/50 \pm 0/80$ ، کلروفیل b به $0/20 \pm 0/04$ و کارتنوئیدها به $0/25 \pm 0/02$ میلی گرم بر گرم وزن تازه رسید که نشان دهنده کاهش نسبت به تیمار شاهد است.

جدول ۱- مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) محتوای رنگدانه های فتوسنتزی و آنتوسیانین در برگ های انگور رقم یاقوتی تحت تیمارهای کمبود نیتروژن و فسفر

تیمار	کارتنوئیدها (میلی گرم بر گرم وزن تازه)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تازه)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تازه)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تازه)	آنتوسیانین (میلی گرم بر گرم وزن تازه)
شاهد N و P ۱۰۰ درصد	$0/60 \pm 0/05a$	$1/80 \pm 0/20a$	$0/70 \pm 0/10a$	$2/50 \pm 0/30a$	$1/80 \pm 0/25$
۵۰ P درصد	$0/50 \pm 0/04b$	$1/40 \pm 0/15b$	$0/60 \pm 0/08b$	$2/00 \pm 0/25b$	$0/70 \pm 0/15c$
۵۰ N درصد	$0/35 \pm 0/03c$	$0/70 \pm 0/10c$	$0/30 \pm 0/05c$	$1/00 \pm 0/20c$	$0/50 \pm 0/10d$
۵۰ N و P درصد	$0/25 \pm 0/02d$	$0/50 \pm 0/08d$	$0/20 \pm 0/04d$	$0/70 \pm 0/15d$	$0/25 \pm 0/02$

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون توکی (Tukey HSD) در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد.

طبق جدول ۲، تیمار P و N ۵۰ درصد بالاترین میانگین رتبه (۱۱/۵) را داشت که نشان دهنده شدیدترین قرمزی برگ است. پس از آن ۵۰ N درصد (۹)، ۵۰ P درصد (۵/۵) و تیمار شاهد (N و P ۱۰۰ درصد) کمترین قرمزی (۱) را داشت.

جدول ۲- مقایسه میانگین رتبه ها برای شدت قرمزی برگ های انگور رقم یاقوتی تحت تیمارهای مختلف تغذیه ای

تیمار	میانگین رتبه ها
N و P ۱۰۰ درصد (شاهد)	۱/۰e
۵۰ P درصد	۵/۵cd
۵۰ N درصد	۹/۰b
۵۰ N و P درصد	۱۱/۵a

آماره H (Kruskal-Wallis) ۹/۸۷
درجه آزادی (df) ۳
سطح معنی داری (P-value) ۰/۰۲۰
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد (آزمون Kruskal-Wallis).

این یافته ها با تحقیقات قبلی در زمینه تأثیر کمبود مواد مغذی بر سنتز آنتوسیانین و رنگدانه های گیاهی همسو است (Zhao et al., 2025; Zheng et al., 2020).

منابع

- Liang, M.-H., He, Y., Li, D., & Jiang, J. (2021). Regulation of carotenoid degradation and production of apocarotenoids in natural and engineered organisms. *Critical Reviews in Biotechnology*, 41(4), 513–534. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1873242>
- Veazie, P., Cockson, P., Henry, J., Perkins-Veazie, P., and Whipker, B. (2020). Characterization of nutrient disorders and impacts on chlorophyll and anthocyanin concentration of *Brassica rapa* var. Chinensis. *Agriculture*, 10(10), 461. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100461>
- Zhao, M., He, J., Jiebu Suolang, Liu, L., Hayat, F., Wang, S., Javed, H. U., and Wang, L. (2025). Consequences of micro- and macronutrient deficiencies on physiological and growth metrics in hydroponic "Thompson Seedless" grapevines. *Horticulturae*, 11(5), 543–543. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11050543>
- Zheng, H.-Z., Wei, H., Guo, S.-H., Yang, X., Feng, M.-X., Jin, X.-Q., Fang, Y.-L., Zhang, Z.-W., Xu, T.-F., and Meng, J.-F. (2020). Nitrogen and phosphorus co-starvation inhibits anthocyanin synthesis in the callus of grape berry skin. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 142(2), 313–325. <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01864-9>

چکیده

در این مطالعه، به بررسی اثر کمبود نیتروژن (N) و فسفر (P) بر ارغوانی شدن برگ انگور رقم یاقوتی در شرایط درون شیشه ای پرداخته شده است. نتایج نشان داد که بالاترین میزان آنتوسیانین در تیمار کمبود هم زمان N و P ۵۰ درصد، برابر با $1/80$ میلی گرم بر گرم وزن تازه بود که به طور قابل توجهی بالاتر از تیمار شاهد N و P ۱۰۰ درصد با $0/50$ میلی گرم بر گرم وزن تازه بود. تیمار کمبود ۵۰ درصد N، آنتوسیانین را به $1/20$ میلی گرم بر گرم و تیمار کمبود ۵۰ درصد P، آنتوسیانین را به $0/70$ میلی گرم بر گرم افزایش داد. در مقابل، بالاترین میزان کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها در تیمار شاهد N و P ۱۰۰ درصد به دست آمد. با کاهش سطح عناصر غذایی، به ویژه در تیمار کمبود هم زمان ۵۰ درصد N و P، مقادیر کلروفیل کل به $0/70$ میلی گرم بر گرم، کلروفیل a به $0/50$ میلی گرم بر گرم، کلروفیل b به $0/20$ میلی گرم بر گرم و کارتنوئیدها به $0/25$ میلی گرم بر گرم کاهش یافت. بررسی شدت قرمزی برگ نیز نشان داد که تیمار کمبود هم زمان N و P ۵۰ درصد بالاترین میانگین رتبه (۱۱/۵) را داشت که نشان دهنده شدیدترین قرمزی بود.

مقدمه

کمبود نیتروژن اغلب منجر به رنگ پریدگی برگ ها و کاهش محتوای کلروفیل می شود (Veazie et al., 2020). کمبود فسفر به زردی برگ های بالایی و سپس کلروز بین رگبرگی منجر می شود و محتوای کلروفیل را کاهش دهد (Zhao et al., 2025). این تغییرات در رنگ برگ ها، به ویژه ارغوانی شدن، نشانه ای از پاسخ های فیزیولوژیکی گیاه به تنش های محیطی می باشد. کارتنوئیدها رنگدانه های ایزوپرنوئیدی زردرنگ تا قرمز رنگ هستند (Liang et al., 2021). آنتوسیانین ها رنگدانه های طبیعی هستند که مسئول ایجاد رنگ های قرمز، بنفش و آبی در گیاهان ارغوانی شدن برگ ها اغلب به دلیل تجمع این رنگدانه ها رخ می دهد. کمبود نیتروژن و فسفر می تواند تجمع آنتوسیانین ها را در سلول های انگور کشت شده در شرایط درون شیشه ای افزایش دهد. درک چگونگی تأثیر کمبود نیتروژن و فسفر بر تعادل بین کلروفیل و آنتوسیانین در برگ های انگور، به ویژه در رقم یاقوتی و در شرایط درون شیشه ای، می تواند به بهبود مدیریت تغذیه گیاه و درک بهتر پاسخ های فیزیولوژیکی آن در برابر تنش های غذایی کمک کند.

مواد و روش ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. هر واحد آزمایشی شامل سه ظرف کشت و هر ظرف حاوی دو گیاهچه بود. گیاهچه های سالم و یکنواخت انگور رقم یاقوتی ابتدا به مدت دو هفته در محیط کشت پایه MS برای سازگاری و استقرار اولیه نگهداری شدند. پس از این دوره، گیاهچه ها به محیط های تیماری منتقل شدند. چهار تیمار تغذیه ای به شرح زیر اعمال شد: شاهد: محیط MS کامل حاوی ۱۰۰ درصد نیتروژن و فسفر؛ کمبود ۵۰ درصد نیتروژن؛ کاهش ۵۰ درصدی در منابع نیتروژن NH_4NO_3 و KNO_3 ؛ کمبود ۵۰ درصد فسفر؛ کاهش ۵۰ درصدی در منبع فسفر KH_2PO_4 و کمبود همزمان ۵۰ درصد نیتروژن و فسفر؛ کاهش ۵۰ درصدی در هر دو منبع نیتروژن و فسفر. شرایط محیطی کشت ها به مدت ۸ هفته در اتاق رشد با دمای 25 ± 2 درجه سانتی گراد، نور سفید و فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. صفات اندازه گیری شده شامل: شدت قرمزی برگ، مقدار آنتوسیانین، کلروفیل کل، a و b تعیین شدند. مقایسه میانگین ها با Tukey HSD 0.05 و آزمون اصلی ناپارامتریک Kruskal-Wallis انجام شد.