بررسی پاسخ مورفولوژیکی پایه‌های MM.106 و MM.111 حاصل از ریزازدیادی سیب (*Malus domestica* Borkh.) نسبت به تنش خشکی در شرایط کشت گلخانه‌ای

علی اکبر جعفری[۱]، سعید ترکش اصفهانی*[۱]، کاظم کمالی علی‌آباد[۱]

[۱] گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

نویسنده مسئول s.tarkesh@yazd.ac.ir

چکیده

تنش خشکی از جمله مهمترین تنش‌های محیطی است که سبب کاهش عملکرد کیفی و کمی محصولات کشاورزی می‌گردد. از این رو توسعه و مقایسه ارقام مقاوم به خشکی در محصولات مختلف ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که در گیاه سیب تولید شده به روش پایه و پیوند، توانایی مقاومت به تنش خشکی از پایه به پیوندک منتقل می‌شود، در این تحقیق پاسخ دو پایه پرکاربرد سیب به نام‌های MM.106 و MM.111 به تنش خشکی در شرایط کشت گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تنش خشکی در چهار سطح (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) در محیط کشت گیاهان شامل ماسه، کوکوپیت، پرلیت و خاک باغچه به نسبت ۱:۱:۲:۲ به مدت دو ماه اعمال شد. سپس خواص برخی خواص مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شامل تعداد برگ، طول شاخساره، وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه در گیاهچه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین تعداد برگ، طول شاخساره، وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک ریشه در تنش ملایم و طویل ترین ریشه‌ها در تنش خشکی متوسط بود. به‌علاوه، پایه MM.111 در شرایط تنش خشکی متوسط و پایه MM.106 در شرایط خشکی شدید بالاترین نمود صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی را داشتند و برای کشت گیاه سیب در این شرایط توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی : سیب، برگ، تنش محیطی، ریشه، مورفولوژی

مقدمه

در بسیاری از نقاط جهان، گیاهان در چرخه رشد و نمو خود با کمبود آب در خاک و اتمسفر مواجه می‌شوند و این موضوع می‌تواند باعث کاهش بازده محصول شود. از آنجایی که خشکی اکنون منشأ یکی از گسترده‌ترین تنش‌های غیر زنده در محصولات کشاورزی است، بهبود درک ما از پاسخ گیاه به تنش خشکی می‌تواند توانایی ما را برای افزایش بازده محصولات در این شرایط افزایش دهد (Wu et al.2014).

سیب از مهمترین محصولات درختی و باغی و از مهمترین میوه‌های مناطق معتدله و یک منبع مهم اقتصادی برای تهیه مواد غذایی و نوشیدنی‌ها به شمار می‌رود. در کشت متراکم گیاه سیب در سطح تجاری، از پایه‌های پاکوتاه و دارای ریشه‌های کم عمق به طور گسترده استفاده می‌شود. این پایه‌ها اغلب به کمبود آب خاک بسیار حساس هستند. البته میزان خسارت ناشی از خشکی، به میزان تحمل پایه نسبت به این تنش بستگی دارد (Nemeskeri et al. 2015). در تحقیقی Alizadeh و همکاران با اعمال تنش خشکی بر پایه‌های GA و M.9 دریافتند که تنش خشکی باعث کاهش قابل توجه پارامترهای رشد گیاه مانند رشد ساقه، سطح تنه، سطح برگ، تعداد برگ، تعداد ریشه، وزن تر و خشک برگ، پتانسیل آب برگ، محتوای نسبی آب، از دست دادن نسبی آب، قطر ساقه می شود. پایه‌های GA و M.9 در مقابل تنش خشکی به نسبت سایر پایه‌ها متحمل‌تر بودند (Alizadeh et al. 2011).

این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو پایه MM.111 و MM106 در گیاه سیب انجام شده است. این دو پایه از اعضای بسیار مهم پایه‌های خانواده مالینگ مرتون در گیاه سیب هستند که در سطح تجاری به دلیل خواص زراعی مطلوب، از جمله امکان کنترل اندازه درخت، زودباردهی، عمکرد بالا و مقاومت به تنش‌های زیستی به طور وسیعی

مورد استفاده قرار می‌گیرند. نتایج این مطالعه می‌تواند در افزایش بازدهی تولید و ریزازدیادی پایه‌های رایج و پرکاربرد سیب و توسعه استفاده از سیستم پایه و پیوند در تولید تجاری این گیاه نقش مهمی داشته باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر روی گیاهچه‌های سازگار شده حاصل از ریزازدیادی پایه‌های تجاری سیب که در مرحله عادت‌دهی پس از انتقال از محیط کشت بافت به محیط خاک قرار داشتند، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تمامی گیاهان دارای سن و اندازه یکسان بوده و تحت شرایط کنترل‌شده و یکسان مورد آزمایش قرار گرفتند. گلدان‌های مورد استفاده دارای ظرفیت ۵۵۰ سانتی‌متر مکعب از جنس پلاستیک و با زهکشی مناسب از ته گلدان بودند. ترکیب خاک گلدان‌ها به‌صورت یک قسمت ماسه، یک قسمت کوکوپیت، دو قسمت پرلیت و دو قسمت خاک باغچه اتوکلاو شده تهیه شد. جهت تعیین ظرفیت زراعی گلدان‌ها، در ابتدا گلدان‌ها با ترکیب خاک ذکر شده به صورت خشک وزن شدند. سپس گلدان‌ها به اندازه‌ای آبیاری شدند که آب از زیر گلدان‌ها جاری شد. پس از ۴۸ ساعت گلدان‌های آبیاری شده وزن شده و اختلاف وزن تر و خشک گلدان‌ها به عنوان ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد. جانمایی گلدان‌ها در گلخانه به صورت تصادفی بود. در زمان مورد نیاز پس از تخلیه درصد رطوبت مورد نظر آبیاری انجام شد.

عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل ژنوتیپ در دو سطح (شامل پایه‌های MM.106 و MM.111) و تنش خشکی در چهار سطح (شامل ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. پس از گذشت دو ماه از اعمال تنش خشکی، شاخص‌های طول بوته‌ها برحسب سانتی‌متر و تعداد برگ‌ها در داخل گلدان‌ها اندازه‌گیری شد. سپس بوته‌ها از داخل خاک برداشته شد. پس از شسته شدن خاک از ریشه گیاه، نمونه‌ها روی صافی قرار داده شد تا آب آنها گرفته شود. سپس طول ریشه برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس وزن قسمت هوایی و ریشه گیاه در هر گلدان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و شاخساره ابتدا نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد و سپس وزن گردیدند.

نتایج و بحث

در این تحقیق، اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مهم گیاه سیب شامل تعداد برگ، طول شاخساره، طول بلندترین ریشه، وزن تر و وزن خشک ریشه و شاخساره اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تنش خشکی بر اغلب شاخص‌های مورد بررسی اثر معنی‌دار داشته و دو ژنوتیپ مورد ارزیابی نیز تفاوت معنی‌داری از نظر پاسخ مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به سطوح مختلف تنش خشکی نشان داده‌اند (جدول ۱).

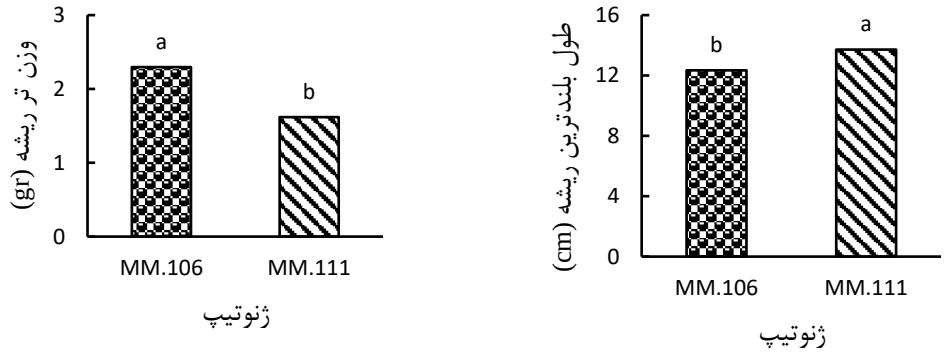
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و ژنوتیپ بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پایه‌های حاصل از ریزازدیادی در گیاه سیب (*Malus domestica* Borkh.)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد برگ	طول شاخساره	طول بلندترین ریشه	وزن تر شاخساره	وزن تر ریشه	وزن خشک شاخساره	وزن خشک ریشه
ژنوتیپ	۱	۱۵/۰۴۲*	۵/۷۰۴**	۱۱/۳۴۴**	۰/۰۱۰ns	۲/۷۶۱**	۰/۰۰۰ns	۰/۰۳۸ns
تنش خشکی	۳	۲۵/۱۵۳**	۲۲/۶۷۷**	۰/۷۹۷ns	۱/۸۶۳**	۰/۸۹۷**	۰/۰۲۹ns	۰/۰۲۳ns
ژنوتیپ × تنش خشکی	۳	۴/۳۷۵ns	۴/۲۵۵**	۰/۸۹۲ns	۱/۱۹۰**	۰/۳۰۱**	۰/۰۶۰*	۰/۰۱۲ns
خطا	۱۶	۲	۰/۴۷۴	۰/۵۸۶	۰/۰۳۴	۰/۰۳۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۲
کل	۲۴							

****، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد، ۹۵ درصد و عدم معنی‌داری است.**

اثر ژنوتیپ بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی

ژنوتیپ‌های مختلف در پایه‌های گیاه سیب پاسخ متفاوتی به تنش خشکی نشان دادند. محققان گزارش کرده‌اند که تنش خشکی به علت اثر منفی بر تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها در اثر کاهش فشار اسمزی درون سلول، باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (Harmrouni *et al*. 2001). در پژوهش حاضر نیز ژنوتیپ‌های مختلف تحت تنش خشکی پاسخ مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متفاوتی داشته‌اند. نتایج تجزیه واریانس در پژوهش حاضر نشان داد اثر ژنوتیپ بر تعداد برگ در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بر طول شاخساره و بلندترین ریشه و وزن تر ریشه در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود، ولی بر وزن تر و خشک شاخساره و وزن خشک ریشه معنی‌دار نشدند (جدول ۱). مقایسات میانگین نشان داد بلندترین طول ریشه در پایه MM.111 و بیشترین وزن تر ریشه در پایه MM.106 بود (شکل ۱).

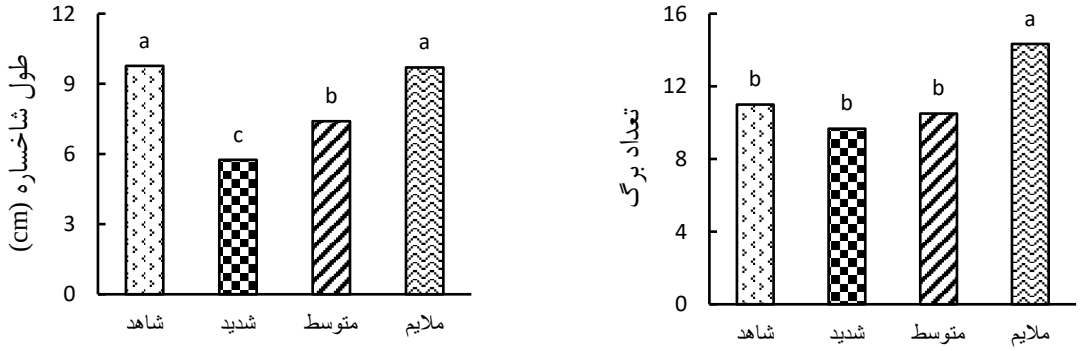


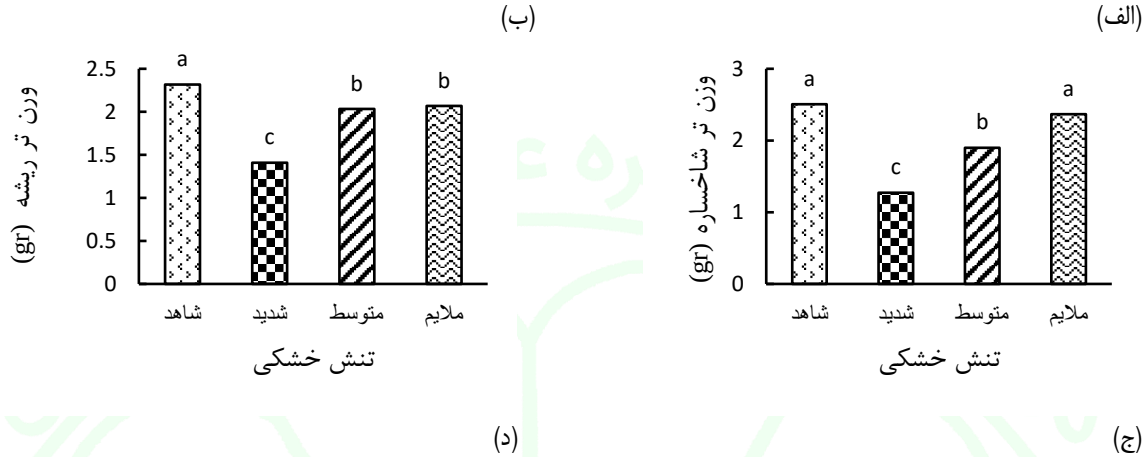
(ب) (الف)

شکل ۱- اثر ژنوتیپ بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شامل طول بلندترین ریشه (الف) و وزن تر ریشه (ب) تولید شده توسط پایه‌های مختلف سیب (*Malus domestica* Borkh.)

اثر تنش خشکی بر شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی

نتایج پژوهش حاضر حاکی از کاهش معنی‌دار تعداد برگ، طول شاخساره، وزن تر ریشه و شاخساره در اثر تنش خشکی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تنش خشکی بر صفات تعداد برگ، طول شاخساره، وزن تر شاخساره و ریشه در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده، اما بر طول بلندترین ریشه، وزن خشک شاخساره و وزن ریشه معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از گزارش شده قبلی در گیاه سیب که حاکی از کاهش شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در رقم گلدن دلیشز پیوند شده روی پایه M.9 همزمان با کاهش آب موجود در خاک بوده است، مطابقت داشته است (Buwalda *et al*. 1992). مقایسات میانگین نشان داد بیشترین تعداد برگ در تنش ملایم و بلندترین طول شاخساره و بیشترین وزن تر شاخساره و ریشه در تیمار شاهد یا بدون تنش بوده است (شکل ۲).



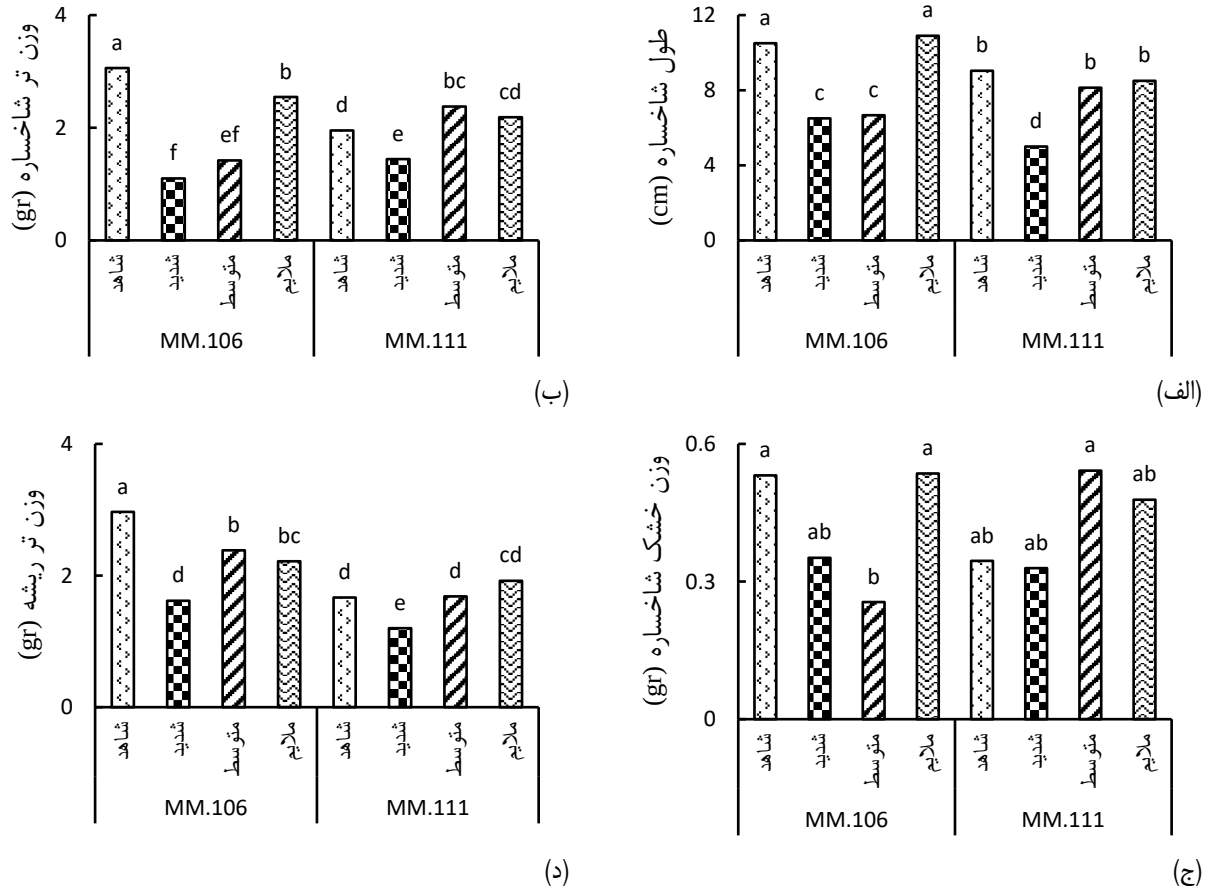


شکل ۲- اثر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شامل تعداد برگ (الف)، طول شاخساره (ب)، وزن تر شاخساره (ج) و وزن تر ریشه (د) تولید شده توسط پایه‌های مختلف سیب (*Malus domestica* Borkh.)

اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی

اثر تنش خشکی به مرحله رشد گیاه، ظرفیت ژنوتیپی گونه‌ها و عوامل محیطی وابسته است. در پژوهش حاضر نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر طول شاخساره، وزن تر شاخساره و ریشه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بر وزن خشک شاخساره در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بوده و بر تعداد برگ، طول بلندترین ریشه و وزن خشک ریشه معنی‌دار نبوده (جدول ۱). مقایسات میانگین نیز نشان داد بلندترین طول شاخساره در پایه MM.106 در تنش ملایم و بلندترین طول شاخساره در پایه MM.111 در شاهد، بیشترین وزن تر شاخساره و ریشه و وزن خشک شاخساره در پایه MM.106 در شاهد و بیشترین وزن تر و خشک شاخساره در پایه MM.111 در تنش متوسط، بیشترین وزن تر ریشه در پایه MM.111 در تنش ملایم و بیشترین وزن خشک شاخساره در پایه MM.106 در شاهد و تنش ملایم بوده است (شکل ۳). محققان گزارش کرده‌اند که شاخص‌های رشدی در سه رقم انگور (یاقوتی، بیدانه سفید و عسکری) بر اثر اعمال تنش خشکی، به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، اما در شرایط تنش خشکی شدید رقم یاقوتی دارای بهترین عملکرد می‌باشد (Aran et al. 2017). این موضوع با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که در شرایط تنش خشکی، بیشترین تعداد برگ، طول شاخساره، وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک ریشه در تنش ملایم و طویل‌ترین ریشه‌ها در تنش خشکی متوسط مشاهده شد. به طور کلی در پایه MM.106 بیشترین تعداد برگ، طول شاخساره، طول ریشه، وزن تر و خشک شاخساره و وزن خشک ریشه در تنش خشکی ملایم و بیشترین وزن تر ریشه در تنش خشکی متوسط و در پایه MM.111 بیشترین تعداد برگ، طول شاخساره و وزن تر و خشک ریشه در تنش خشکی ملایم، وزن تر و خشک شاخساره و طول بلندترین ریشه در تنش خشکی متوسط مشاهده شد. براساس این نتایج، پایه MM.111 برای کشت گیاه سیب در شرایط تنش خشکی متوسط و پایه MM.106 برای کشت در شرایط خشکی شدید توصیه می‌شوند. نتایج این مطالعه می‌تواند در افزایش بازدهی تولید و ریزازدیادی پایه‌های رایج و پرکاربرد سیب و توسعه استفاده از سیستم پایه و پیوند در تولید تجاری این گیاه نقش مهمی داشته باشد.



شکل ۳- اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شامل طول شاخساره (الف)، وزن تر شاخساره (ب)، وزن خشک شاخساره (ج) و وزن تر ریشه (د) تولید شده توسط پایه‌های مختلف سیب (*Malus domestica* Borkh.)

منابع و مأخذ

Alizadeh, A., Alizade, V., Nassery, L., Eivazi, A. 2011. Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks. Technical Journal of Engineering and Applied Science, 1(3):86-94.

Aran, M., Abedi, B., Tehranifar, A., Parsa, M. 2017. Effects of Drought Stress and Rewatering on some Morphological and Physiological Properties of Three Grapevine Cultivars. Journal of horticulture science, 31(2):315-326.

Buwalda, J.G., Lenz, F. 1992. Effects of cropping, nutrition and water supply on accumulation and distribution of biomass and nutrients for apple trees on 'M9'root systems. Physiologia Plantarum, 84(1):21-28.

Hamrouni, I., Salah, H.B., Marzouk, B. 2001. Effects of water-deficit on lipids of safflower aerial parts. Phytochemistry, 58(2):277-280.

Nemeskeri, E., Kovacs-Nagy, E., Nyeki, J., Sardi, E. 2015. Responses of apple tree cultivars to drought: carbohydrate composition in the leaves. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 39(6):949-957.

Ren, J., Li, X., Mao, J., Zuo, C., Zhao, X., Chen, B. 2017. Physiological and quantitative phosphoproteome analyses of drought stress-induced mechanisms in *Malus baccata* (L.) Borkh. Biochemical Systematics and Ecology, 72:47-55.

Wu, S., Liang, D., Ma, F. 2014. Leaf micromorphology and sugar may contribute to differences in drought tolerance for two apple cultivars. Plant physiology and biochemistry, 80:249-258.

Evaluation of Morphological Response of MM.106 and MM.111 Obtained from Apple (*Malus domestica* Borkh.) Micropropagation to Drought Stress under Greenhouse Cultivation Condition

Aliakbar Jafari[1], Saeed Tarkesh Esfahani*[1], Kazem Kamali Aliabad[1]
[1] Dpartment of Arid Land and Desert Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

Corresponding Author: s.tarkesh@yazd.ac.ir

Abstract

Drought stress is one of the most important environmental stresses that reduces the qualitative and quantitative yield of agricultural products. Therefore, development and comparison of drought tolerant cultivars in different crops seems necessary. Since the drought tolerance ability in the apple plants produced by grafting method is transferred from rootstock to scion, in this study, the response of two widely used apple rootstocks named MM.106 and MM.111 to drought stress in greenhouse cultivation conditions was evaluated. This experiment was performed as factorial in a completely randomized design with three replications. Drought stress was applied at four levels (40, 60, 80 and 100% of field capacity) in plants grown within a culture medium including sand, cocopeat, perlite and garden soil in the ratio of 1:1:2:2 for two months. Then morphological properties including number of leaves, shoot length, fresh and dry weight of shoots, fresh and dry weight of roots and root length in seedlings were investigated. The results showed that the highest number of leaves, shoot length, fresh and dry weight of shoots, fresh and dry weight of roots were obtained under mild stress condition and the longest roots were obtained under moderate stress. In addition, MM.111 rootstock revealed the highest morphological traits under moderate drought stress, while MM.106 had the best morphological performance under severe drought conditions. So, they are recommended for apple cultivation in various drought conditions.

Keywords: Apple, Leaf, Environmental stress, Root, Morphology