عکس العمل رشد رویشی و زایشی انار به کم آبیاری و خشکی موضعی ریشه

محمد سعید تدین و غلامرضا معاف پوریان
اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

اثر کم آبیاری و خشکی موضعی ریشه بر رشد و عملکرد کمی انار رقم زرد- انار مورد بررسی قرار گرفت. تیمار آزمایش شامل - آبیاری غرقابی - آبیاری غرقابی متناوب (خشکی موضعی ریشه) – کم آبیاری غرقابی (۵۰ درصد ET_C) - آبیاری کامل قطره ای - آبیاری قطره ای متناوب و – کم آبیاری قطره ای بود. نتایج نشان داد که بیشترین شدت گلدهی، درصد میوه بندی، عملکرد و کارایی مصرف آب به ترتیب متعلق به تیمارهای خشکی موضعی ریشه در آبیاری قطره ای و غرقابی متناوب بود. آبیاری کامل غرقابی و قطره ای موجب افزایش رشد رویشی و کاهش گلدهی شده که خود منجر به کاهش عملکرد گردید. ارتباط مثبت و معنی دار بین شدت گلدهی، درصد میوه بندی و عملکرد مشاهده گردید. با توجه به کاهش معنی دار رشد رویشی و افزایش عملکرد و کارآیی مصرف آب در آبیاری قطره ای متناوب (خشکی موضعی ریشه)، کاربرد این تیمار در منطقه توصیه می گردد.

واژه های کلیدی: انار، خشکی موضعی ریشه، عملکرد، کارایی مصرف آب

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. بومی ایران و شمال آفریقا بوده است (Mars, 1996). در ایران، استان فارس بزرگترین تولید کننده انار به میزان ۲۶۰۱۸۰ تن در سال می باشد. بیش از ۲۰۵۸ هکتار آن در منطقه ارسنجان وجود دارد و رقم بومی و عمده در این منطقه زرد انار می‌باشد (آمارنامه، ۱۳۹۱). انار متحمل به گرما و خشکی بوده و حتی در شرایط بیابانی رشد می کند (Aseri et al., 2008). خشکی موضعی ریشه به عنوان یک روش کاهش آب مصرفی اولین بار در آمریکا بر روی پنبه انجام پذیرفت (Grimes et al., 1968). این تکنیک در درختان میوه اولین بار به منظور کاهش رشد شاخساره و افزایش ورود نور به تاج درخت مورد استفاده قرار گرفت این در حالی بود که عملکرد و کیفیت میوه دستخوش تغییر نشد و در بعضی موارد افزایش نشان داد (Dry and Loveys, 1999). این روش بطور موفقیت آمیز بر روی محصولات باغی از جمله گلابی، هلو، انگور، زیتون، مرکبات و اخیراً بر روی انار انجام پذیرفته است(Abrisqueta et al., 2008؛ Hutton et al., 2011 ؛ Parvizi et al., 2016؛ Ghrab et al. 2013). تحقیقات انجام شده بر محصولات باغی مانند انگور(Gu et al., 2000)، گوجه فرنگی (Kirda et al. 2004) و هلو (Gong et al., 2006) در هر دو شرایط گلخانه ای و مزرعه ای نشان داد که خشکی موضعی ریشه باعث کاهش مصرف آب آبیاری به میزان ۵۰-۳۰ درصد می گردد، این در حالی است که اثر معنی دار بر کاهش عملکرد نداشته و حتی صفات کیفی میوه افزایش یافته است (Loveys, 2000). اثر کاربرد سیستم آبیاری متناوب محیط ریشه بر روی کارآیی مصرف آب و کنترل رشد رویشی و نیز کیفیت میوه انگور در بسیاری از منابع مثبت ارزیابی شده است (Stoll et al., 2000). آبیاری متناوب منطقه ریشه موجب کاهش قابل توجه مصرف آب آبیاری بدون کاهش معنی دار عملکرد می شود (Kang and Zhang, 2004). در این مطالعه عکس العمل رشد رویشی و زایشی انار(*Punica granatum* L. cv. Zarde-anar) به مدیریت کم آبیاری و خشکی موضعی ریشه و ارتباط آن با رشد، عملکرد و کارایی مصرف آب در منطقه نیمه خشک شهرستان ارسنجان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی درختان انار (*Punica granatum* L. cv. zardeanar) در منطقه نیمه خشک شهرستان ارسنجان بین سال های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ به مدت ۵ سال اجرا گردید. درختان انار با فاصله کشت ۶×۴ متر و عمر ۱۲ سال و ۵ سال باردهی انتخاب گردید. نمونه مرکب خاک محل آزمایش از اعماق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتیمتر تهیه و خواص فیزیکوشیمیایی آن تعیین شد(احیایی و همکاران، ۱۳۷۲) (جدول ۱). خاک باغ مورد مطالعه عمیق با بافت خاک نسبتاً سنگین بود. آزمایش در کرت های ثابت و در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار و اعمال تیمار سیستم های مختلف کم آبیاری شامل ۱- آبیاری غرقابی عرف منطقه (شاهد) (T_1) ۲- آبیاری غرقابی متناوب (خشکی موضعی ریشه) (T_2)[1] ۳- کم آبیاری غرقابی (۵۰ درصد ET_C)(T_3)[2] ۴- آبیاری کامل قطره ای (تعداد ۸ عدد قطره چکان با دبی ۲ لیتر در ساعت در دو طرف هریک هریک با شبکه مستقل)(T_4) ۵- آبیاری قطره ای متناوب[3] (T_5) و ۶- کم آبیاری قطره ای (۵۰ درصد ET_C)[4] (T_6)، در هر دور آبیاری انجام گرفت. هر تیمار آزمایشی شامل ۴ درخت و آزمایش جمعاً برروی ۹۶ اصله درخت یکنواخت انار انجام شد.

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه خاک در محل آزمایش

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی dS. m-1	pH	کل مواد خنثی شونده (%)	کربن آلی (٪)	فسفر mg.kg-1	پتاسیم mg.kg-1	منیزیم me.l-1	کلسیم me.1-1
0-30	1.86	8.3	39	1.65	1.2	426	19	24
30-60	1.56	8.1	42	1.60	0.9	412	18	26
60-90	1.52	8.1	42	1.36	0.9	386	18	24

عمق خاک (cm)	جرم ویژه ظاهری ($g.cm^{-3}$)	جرم ویژه حقیقی ($g.cm^{-3}$)	ظرفیت مزرعه (%)	نقطه پژمردگی دائم(%)	مقدار آب قابل دسترس (%)	بافت خاک
0-30	1.42	2.56	41.5	17.4	12	Silty ClayLoam
30-60	1.42	2.58	40.5	16.8	11.8	Silty ClayLoam
60-90	1.40	2.52	40.4	16.8	11.8	Silty ClayLoam

دور آبیاری ثابت و با توجه به نیاز آبی گیاه اعمال گردید. میانگین طول دوره رشد درخت انار در چهار مرحله رشد تعیین و با استفاده از اطلاعات منطقه ای میزان ETc در طول مراحل مختلف رشد درخت انار تعیین گردید (جدول ۲).

جدول شماره ۲- میانگین مقادیر محاسبه شده ETc ، ET0 و Kc درخت زرد انار طی فصل رشد

مرحله رشد	طول دوره Duration (day)	(mm) ETc	(mm) ET0	Kc
اولیه Initial	30	74.61	144.15	0.52
توسعه Development	50	182.13	289.38	0.63
میانی Mid. season	130	516.70	705.90	0.73
نهاییLate season	30	55.43	85.13	0.65

صفات آزمایشی شامل عملکرد کل درخت، رشد قطر تنه درخت، تعداد شاخه های فصل رشد جاری، باروری شاخه بر حسب تعداد جوانه های گل به تعداد کل جوانه ها بر روی همان شاخه، شدت گلدهی حاصل ضرب تعداد گل تشکیل شده در شاخه های بارور (تعداد شاخه حاوی گل به کل شاخه های تشکیل شده) ، شدت تشکیل میوه چه از حاصل ضرب درصد شاخه بارور در تعداد میوه چه در هر خوشه به دست آمد، درصد تشکیل میوه که از تقسیم داده های حاصل از شدت تشکیل

1 - Alternate partial root-zone irrigation
2 - Regular deficit irrigation
3 - Alternate partial root-zone drip irrigation
4 - Regular deficit drip irrigation

میوه چه به شدت تشکیل گل به دست آمد. کارایی مصرف آب از تقسیم میزان عملکرد به حجم آب مصرفی محاسبه شد. تجزیه واریانس مرکب داده های به دست آمده از آزمایش توسط نرم افزار MSTATC انجام و مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن (DMRT) انجام شد و معادلات رگرسیونی و ضرایب همبستگی ما بین صفات محاسبه و توسط نرم افزار Excell رسم گردید.

نتایج و بحث

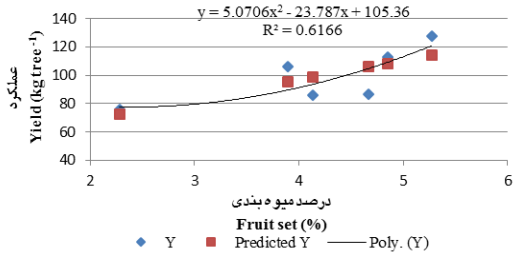
تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای آزمایشی بر روی میزان عملکرد، کارایی مصرف آب، تغییرات قطر تنه، تعداد شاخه فصل جاری، شدت گلدهی و درصد میوه بندی انار بود. بیشترین میزان عملکرد میوه مربوط به تیمارهای خشکی موضعی ریشه در آبیاری قطره ای و غرقابی متناوب بود که به ترتیب موجب افزایش عملکرد نسبت به شاهد به میزان ۶۸/۷۷ و ۴۹/۶۵ درصد شد(جدول ۳). کلیه تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد موجب افزایش کارایی مصرف آب شدند. بیشترین مقادیر کارایی مصرف آب درختان انار مربوط به تیمارهای خشکی موضعی ریشه در آبیاری قطره ای و غرقابی متناوب بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین داده های صفات اندازه گیری شده در آزمایش

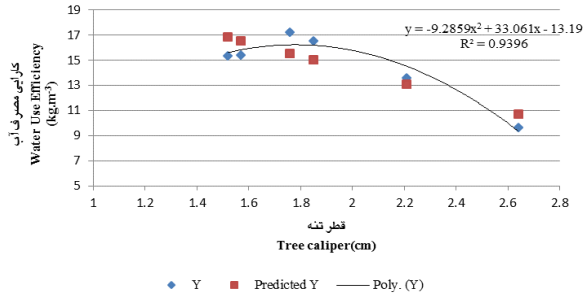
تیمارهای آزمایشی	عملکرد ($kg.tree^{-1}$)	کارایی مصرف آب($kg.m^{-3}$)	قطر تنه	تعداد شاخه فصل جاری	شدت گلدهی	درصد میوه بندی (%)
آبیاری غرقابی عرف منطقه	75.61d	9.65e	2.64a	4.65ab	28.54d	2.28e
آبیاری غرقابی متناوب (خشکی موضعی ریشه)	113.15ab	16.54ab	1.85c	3.84cd	38.97cd	4.85ab
کم آبیاری غرقابی	86.25cd	15.33c	1.52d	4.15c	45.6c	4.13cd
آبیاری کامل قطره ای	106.53b	13.59d	2.21b	4.75a	43.1c	3.89d
آبیاری قطره ای متناوب (خشکی موضعی ریشه)	127.61a	17.21a	1.76c	3.59e	58.7a	5.27a
کم آبیاری قطره ای	86.49cd	15.43c	1.57d	3.67de	51.6ab	4.67b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

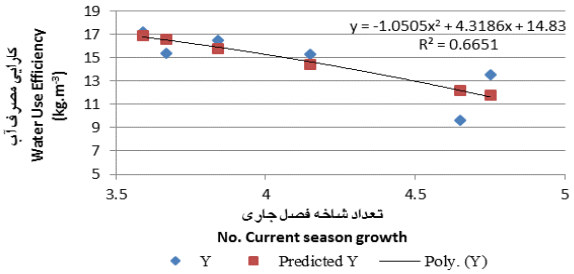
بیشترین افزایش قطر تنه درخت مربوط به تیمار آبیاری غرقابی عرف منطقه و پس از آن آبیاری کامل قطره ای بود افزایش قطر تنه در تیمارهای خشکی موضعی ریشه در آبیاری غرقابی و قطره ای متناوب در گروه سوم آماری قرار داشت. بیشترین تعداد شاخه های فصل جاری مربوط به تیمارهای آبیاری کامل قطره ای و آبیاری کامل غرقابی عرف منطقه بود و کمترین تعداد شاخه های فصل جاری مربوط به تیمار خشکی موضعی ریشه در آبیاری قطره ای متناوب و کم آبیاری قطره ای بود. این دو تیمار با کاهش رشد رویشی و افزایش رشد زایشی نسبت به تیمار شاهد، موجب افزایش معنی دار کارایی مصرف آب در درختان انار شدند(شکل های ۲، ۳ و ۴). بیشترین شدت گلدهی انار نسبت به شاهد به ترتیب متعلق به تیمارهای خشکی موضعی ریشه آبیاری قطره ای متناوب و کم آبیاری قطره ای بود. بیشترین درصد تشکیل میوه مربوط به تیمارهای خشکی موضعی ریشه در آبیاری قطره ای و غرقابی متناوب بود و در یک گروه آماری قرار داشتند. نتایج نشان دهنده اهمیت خشکی موضعی ریشه در آبیاری متناوب بر درصد میوه بندی انار می باشد(جدول ۳).



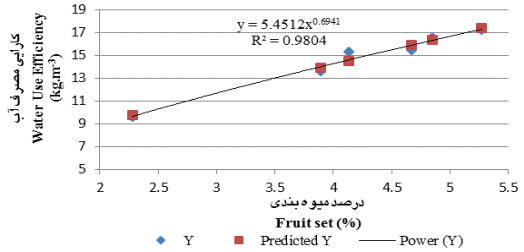
شکل ۱- برازش رگرسیونی بین صفات عملکرد و درصد میوه بندی



شکل ۲- برازش رگرسیونی بین صفات کارایی مصرف آب و قطر تنه



شکل ۳- برازش رگرسیونی بین صفات کارایی مصرف آب و تعداد شاخه فصل جاری



شکل ۴- برازش رگرسیونی بین صفات کارایی مصرف آب و درصد میوه بندی

نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای خشکی موضعی ریشه در آبیاری متناوب قطره ای و غرقابی، نسبت به تیمارهای کم آبیاری، موجب افزایش معنی دار کارایی مصرف آب در درختان انار، به دلیل افزایش عملکرد، شد (جدول ۳). نشان داده شده که اثر تیمار خشکی موضعی ریشه بدون کاهش عملکرد بر درختان هلو با استفاده آبیاری قطره ای موجب کاهش مصرف آب آبیاری خالص به میزان ۲۳ درصد شد (Kang and Zhang, 2004). بالا بودن میزان رشد رویشی در تیمارهای آبیاری کامل قطره ای و غرقابی عرف منطقه خود منجر به کاهش میزان عملکرد می گردد. همبستگی بین صفات نشان دهنده ارتباط منفی افزایش تعداد شاخه های فصل جاری با عملکرد و کارایی مصرف آب بود (جدول ۴). اگرچه در هر دو روش خشکی موضعی ریشه و کم آبیاری به یک میزان آب آبیاری مصرف گردید اما در روش خشکی موضعی ریشه، کارایی مصرف آب و میزان عملکرد به مراتب بیشتر از روش کم آبیاری بود (Parvizi et al. 2016).

جدول ۴- محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات آزمایشی

صفات آزمایشی	عملکرد	کارایی مصرف آب	قطر تنه	تعداد شاخه فصل جاری	شدت گلدهی	درصد میوه بندی
عملکرد	1.000					
کارایی مصرف آب	0.708**	1.000				
قطر تنه	-0.255	-0.854**	1.000			
تعداد شاخه فصل جاری	-0.439*	-0.814**	0.765**	1.000		
شدت گلدهی	0.574*	0.799**	-0.751**	-0.714**	1.000	
درصد میوه بندی	0.744**	0.985**	-0.808**	-0.828**	0.837**	1.000

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد آماری

قطر تنه و تعداد شاخه فصل جاری در دو روش کم آبیاری و خشکی موضعی ریشه کاهش یافته، اما شدت گلدهی و درصد میوه بندی افزایش نشان داد، این مسئله به دلیل کاهش رشد رویشی و در نتیجه افزایش رشد زایشی در مدت زمان انجام

آزمایش بود. مشاهده شده که رشد اندام‌های هوایی در خشکی موضعی ریشه انگور کاهش می یابد. اما طی چند سال به میزان قبل از تیمار بر می گردد (Dry and Loveys, 1999). عملکرد ارتباط معنی دار و مثبت با شدت گلدهی و درصد میوه بندی در درختان انار داشت(جدول ۴). عملکرد کل درخت بیشتر تابع تعداد میوه بوده و وضعیت میوه بندی تأثیر بسزایی بر روی عملکرد دارد (Parvizi et al. 2014). افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب، رابطه مستقیم و معنی دار با شدت گلدهی و درصد میوه بندی در انار داشت. افزایش رشد رویشی انار ارتباط معنی دار منفی با میزان عملکرد و کارایی مصرف آب داشت. شدت گلدهی ارتباط معنی دار با افزایش درصد میوه بندی در انار داشت(جدول ۴). محاسبه و بررسی رگرسیونی مابین صفات نشان داد که عملکرد انار رقم زرد انار ارتباط مستقیم با درصد میوه بندی داشت، با توجه به شکل ۱ مشاهده می گردد که عملکرد انار با افزایش درصد میوه بندی افزایش یافت. مهمترین عامل تأثیر گذار بر روی درصد میوه بندی، شدت گلدهی بود (جدول ۴). با توجه به افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد در دو تیمار خشکی موضعی ریشه در آبیاری قطره ای و غرقابی متناوب در سطح منطقه برای باغ های انار قابل توصیه می باشند. از نظر مدیریت آبیاری بهترین تیمار خشکی موضعی ریشه با اعمال آبیاری قطره ای متناوب برای درخت انار رقم زرد انار بود و کاربرد این تیمار از این نظر توصیه می 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. صفحه‌های ۵ تا ۴۸.

آمارنامه استان فارس. ۱۳۹۱. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان فارس، معاونت آمار و انفورماتیک.

Abrisqueta, J.M., Mounzer O., Alvarez S., Conejero W., Garcia-Orellana Y., Tapia L.M., Vera J., Abrisqueta I. and Ruiz-Sanchez M.C. 2008. Root dynamics of peach trees submitted to partial root zone drying and continuous deficit irrigation. Agric. Water Manag. 95: 959–967.

Aseri G.K., Jain N., Panwar J., Rao A.V. and Meghwal P.R. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, and metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. Sci. Hort. 117(2): 130–135.

Dry P.R. and Loveys B.R. 1999. Grapevine shoot growth and stomatal conductance are reduced when part of the root system is dried. Vitis 38: 151-156.

Ghrab, M., Gargouri K., Bentaher H., Chartzoulakis K., Ayadi M., Ben Mimoun M., Masmoudi M.M., Ben Mechlia N. and Psarras G. 2013. Water relations and yield of olive tree (cv. Chemlali) in response to partial root-zone drying (PRD) irrigation technique and salinity under arid climate. Agric. Water Manage. 123: 1–11.

Gong D., Kang S., Zhang L., Du T. and Yao L. 2006. A two-dimensional model of rootwater uptake for single apple tree and its verification with sap flow and soil water content measurements. Agricultural Water Management 83: 119–129.

Grimes D.W., Walhood V.T. and Dickens W.L. 1968. Alternate furrow irrigation for San Joaquin valley cotton. California Agric. 22 (5): 4–6.

Gu, S.L., Z. David, G. Simon and J. Greg. 2000. Effect of Partial Root Zone Drying on Vine Water Relations, Vegetative Growth, Mineral Nutrition, Yield and Fruit Quality in Field- Grown Mature Sauvignon Blanc Grapevines. Research Notes, #000702. California Agricultural Technology Institute, California State University, Fresno.

Hutton R.J. and Loveys B.R. 2011. A partial root zone drying irrigation strategy for citrus effects on water use efficiency and fruit characteristics. Agric. Water Manage. 98: 1485–1496.

Kang, S. and Zhang J. 2004. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. J. Exp. Bot. 55 (407): 2437–2446.

Kirda, C., Cetin M., Dasgan Y., Topcu S., Kaman H., Ekici B., Derici M.R. and Ozguven A.I. 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agric. Water Manage. 69: 191–201.

Loveys, B.R., 2000. Using irrigation management to improve the water use efficiency of horticultural crops. Land Manage. 1 (3): 31–33.

Mars, M. 1996. Pomegranate genetic resources in the Mediterranean region. In: In: Proc. First Mesfin Plant Genet. Res. Meeting, Tenerife, Spain, 2-4 Oct. 1995, pp. 345-354.

Parvizi, H., Sepaskhah A.R. and Ahmadi S.H. 2016. Physiological and growth responses of pomegranate tree (Punica granatum L.) cv. Rabab under partial root zone drying and deficit irrigation regimes. Agricultural Water Management. 163: 146–158.

Parvizi, H., Sepaskhah A.R. and Ahmadi S.H. 2014. Effect of drip irrigation and fertilizer regimes on fruit yields and water productivity of a pomegranate (*Punica granatum* (L.) cv. Rabab) orchard. Agric. Water Manage. 146: 45–56.

Stoll, M., Loveys B.R., Dry P.R. 2000. Hormonal changes induced by partial root-zone drying of irrigated grapevine. J. Exp. Bot. 51 (350): 1627–1634.

Reproductive and growth reaction of pomegranate to deficit irrigation and partial drying root zone

M. S. Tadayon and G. Moafpourian

Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

The effects of deficit irrigation and partial drying root zone on growth and reproductive yield of pomegranate were investigated. Experimental treatments contain - full flood irrigation (Control) - Alternate partial root-zone flood irrigation – Deficit flood irrigation with 50 percent of ET_C - drip irrigation - Alternate partial root-zone drip irrigation - deficit drip irrigation with 50 percent of ET_C. Results showed the maximum flowering intensity, fruit set, yield and water use efficiency belong to alternate partial root-zone drip and flood irrigation respectively. Complete flood and drip irrigation significantly increased the vegetative growth parameters and decreased flowering intensity and in consequence the yield of pomegranate. There was a significant correlation between flowering intensity, fruit set and yield. With regard to the meaningful reduction of vegetative growth and increment of reproductive yield and water use efficiency in alternate drip irrigation (partial root drying), this treatment was recommended for the experimental region.

Keywords: Partial root-zone drying, Pomegranate, Water use efficiency, Yield