بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و هیدروپرایمینگ بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل دلمه‌ای

صابر جمالی، حسین انصاری* و عباس صفری‌زاده ثانی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۱)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر توامان هیدروپرایمینگ بذر و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل دلمه (رقم Padra) پژوهشی گلدانی در گلخانه پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و شامل دو فاکتور هیدروپرایمینگ با دو سطح (بدون پرایمینگ و هیدروپرایمینگ) و مقدار آب آبیاری با سه سطح (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) بوده که در یک خاک با بافت رسی سیلتی اعمال شد. نتایج نشان داد که اثر هیدروپرایمینگ بذر بر صفات وزن تازه اندام هوایی و رسانایی الکتریکی (EC) آب میوه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر کم‌آبیاری بر وزن تازه و خشک میوه، تعداد میوه، ارتفاع بوته، قطر ساقه و ضخامت گوشت در سطح احتمال یک درصد و بر صفات وزن تازه و خشک اندام هوایی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر برهم‌کنش تیمارها بر EC آب میوه در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد میوه، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته و pH آب میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین تعداد میوه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و هیدروپرایمینگ بذر (۴/۳۴ عدد در بوته) و کم‌ترین تعداد آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و هیدروپرایمینگ بذر (۲ عدد در بوته) مشاهده شد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان وزن تازه میوه (با ۱۹۱/۴ و ۸۲/۱ گرم در بوته) به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. نتایج نشان داد که تعداد میوه برداشت‌شده در اثر اعمال تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌ترتیب منجر به تغییر ۱۱/۳ و ۱۱/۰- درصدی (بدون پرایمینگ بذر) و ۱۶/۵- و ۵۰- درصدی (هیدروپرایمینگ بذر) نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی شد. به هر حال، تیمار بهینه برای کشت در شرایط گلخانه‌ای، آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی و هیدروپرایمینگ بذر است. اعمال تیمارهای پرایمینگ بذر و سطوح مختلف آبی روی این گیاه در شرایط مزرعه‌ای منطقه مشهد برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعداد و وزن میوه، تنش آبی، شرایط گلخانه‌ای، کم‌آبیاری، هیدروپرایمینگ

مقدمه

عوامل محیطی مختلفی بر رشد گیاهان زراعی و باغی تأثیرگذار بوده، به‌طوری که خشکی یکی از مهم‌ترین این عوامل به‌حساب می‌آید. تنش خشکی منجر به کاهش تولیدات زراعی می‌شود (۴۴ و ۴۶). تنش خشکی در شرایطی رخ می‌دهد که آب قابل دسترس خاک برای گیاه کاهش یابد و ممکن است به‌صورت

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Ansary@um.ac.ir

روزانه یا در یک دوره درازمدت رخ دهد که خود عاملی مؤثر بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در خاک است؛ از این‌رو برای بهبود در وضعیت جوانه‌زنی و رشد و نمو گیاهچه‌ها از فناوری هیدروپرایمینگ بذر که به‌عنوان یکی از راهکارهای بهبود و قدرت بذور در جوانه‌زنی در شرایط کمبود رطوبت خاک شناخته شده و خود عاملی برای افزایش کمّیت و کیفیت محصول، خروج یکنواخت و سریع‌تر گیاهچه و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و افزایش قدرت نمو گیاه است، استفاده می‌شود (۴۱).

اعمال کم‌آبیاری و آبیاری بخشی ریشه بر فلفل قرمز اثر منفی داشته یا به عبارتی آبیاری بخشی ثابت و متناوب به‌ترتیب منجر به کاهش ۲۲/۷ و ۱۶/۷ درصدی عملکرد و کاهش ۲۵ و ۵۰ درصدی آب آبیاری منجر به کاهش ۷/۶ و ۲۰/۹ درصدی عملکرد قابل عرضه به بازار میوه فلفل قرمز شده است (۴۳). افزایش تنش آبی، روی گیاه فلفل دلمه‌ای اثر منفی داشته به نوعی که بیش‌ترین میزان ارتفاع و قطر ساقه در مکش ماتریک ۱۵ کیلوپاسکال و کم‌ترین میزان این صفات در مکش ماتریک ۴۵ کیلوپاسکال مشاهده شده است (۳۵). اعمال کم‌آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار ۲۷/۸ و ۸۰/۱ درصدی در عملکرد قابل عرضه به بازار میوه فلفل دلمه‌ای شده است (۲). اعمال تنش آبی دوره‌ای به میزان ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد نیاز آبی سبب کاهش در صفات وزن و عملکرد میوه فلفل شده و وزن و عملکرد میوه را در به این ترتیب کاهشی در دوره‌های تشکیل میوه > گلدهی > رویشی > رسیدن میوه تحت تأثیر قرار داد (۱۳).

اعمال کم‌آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری بخشی ریشه سبب حصول عملکرد میوه فلفل دلمه‌ای، به میزان ۲/۶۴ و ۲/۵۰ کیلوگرم در مترمربع می‌شود (۹). آبیاری به میزان ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی در سامانه‌های مختلف آبیاری منجر به کاهش عملکرد فلفل شده و عملکرد در روش آبیاری تراوا > تیپ > قطره‌ای (در آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی) و تراوا > قطره‌ای > تیپ (در آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی) تحت تأثیر قرار گرفت (۳۸). اعمال کم‌آبیاری به میزان ۱۵ و ۳۰ درصد نیاز آبی در آبیاری قطره‌ای روی فلفل دلمه‌ای منجر به کاهش معنی‌دار صفات وزن تازه برگ، تعداد میوه، وزن تک میوه و عملکرد شد (۴۰).

اعمال کم‌آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد روی فلفل قلمی به افزایش بهره‌وری مصرف آب به میزان ۷۳/۷ و ۱۳۶/۷ درصد انجامید (۳۷). کاهش ۱۵ و ۳۰ درصدی آب آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار وزن تازه بوته فلفل دلمه‌ای، وزن خشک بوته، ارتفاع، قطر ساقه و وزن میوه شد (۴۹). کاهش ۲۵ و ۵۰ درصدی آب آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار صفات تعداد میوه فلفل دلمه‌ای (به‌ترتیب ۲/۰ و ۴۰/۴ درصد) و وزن خشک میوه (۴۳/۳ و ۴۶/۴ درصد) در سطح احتمال ۵ درصد شد (۱۸). کم‌آبیاری بخشی ریشه به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه فلفل دلمه‌ای منجر به کاهش معنی‌دار در صفات pH آب میوه، وزن تازه و خشک اندام هوایی، وزن تازه کل میوه و قطر میوه شد (۱۶). کاهش ۲۵ و ۵۰ درصدی میزان آب آبیاری موجب کاهش معنی‌دار و در سطح ۵ درصد قطر ساقه، ارتفاع بوته و تعداد میوه فلفل شیرین شد (۸).

کاودنگا و همکاران (۲۴) گزارش کردند که اعمال هیدروپرایمینگ روی بذور فلفل باعث بهبود در وزن تازه و خشک اندام هوایی و ارتفاع نشاء در شرایط گلخانه‌ای شده است. گزارش‌های مختلفی حاکی از اثر مثبت پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی، ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاهچه‌های هندوانه (۱۴) و علف گندمی بلند (۳۲) است. پژوهش‌های متعددی نشان می‌دهند که هیدروپرایمینگ بذر (به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت) باعث بهبود در رشد گیاهچه و میزان جوانه‌زنی بذور اقاقیا (۳۴)، ماش سبز (۲۰)، خار مریم (۳۰) و بادام زمینی (۴۰) می‌شود. نتایج پژوهش عباس‌دخت و بیکی (۱) حاکی از اثر مثبت و معنی‌دار هیدروپرایمینگ بذر بر ارتفاع گیاه ذرت بود. نتایج پژوهش اشرفی و رزمجو (۱۱) نشان داد که هیدروپرایمینگ بذر باعث افزایش وزن تک بوته و شاخص برداشت ارقام مختلف گلرنگ می‌شود. در پژوهشی که با هدف بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ بذر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ماش انجام شد نتایج نشان داد که هیدروپرایمینگ

جدول ۱- میانگین دما و رطوبت نسبی در گلخانه

ماه	میانگین دما		میانگین رطوبت نسبی درون گلخانه
	درون	بیرون	
بهمن	۲۴/۱	-۱/۵	۷۲
اسفند	۲۴	۷/۲	۷۵
فروردین	۲۳/۲	۱۴/۵	۷۹
اردیبهشت	۲۳/۰	۱۸/۷	۷۸
خرداد	۲۴/۱	۳۰/۱	۷۶
تیر	۲۵/۵	۳۶/۲	۷۰

بذر به مدت ۳ ساعت سبب بهبود درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و وزن ساقه‌چه می‌شود (۲۱).

افزایش جمعیت افزایش تقاضای آب و مواد غذایی را به همراه دارد و همچنین بحران آبی در کشور شدیدتر شده است. در این راستا پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که پرایمینگ بذور سبب بهبود در رشد گیاهچه‌ها می‌شود (۲۶). از این‌رو در این پژوهش از گیاه فلفل دلمه‌ای استفاده شد که یکی از مهم‌ترین سبزی‌های میوه‌ای است، در انواع و ارقام بسیار متنوع پرورش داده می‌شود و سطح زیر کشت و مصرف آن همواره در حال افزایش است (۵ و ۴۵). این پژوهش با هدف بررسی اثر هیدروپرایمینگ و تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل دلمه‌ای در شرایط گلخانه‌ای انجام شده است.

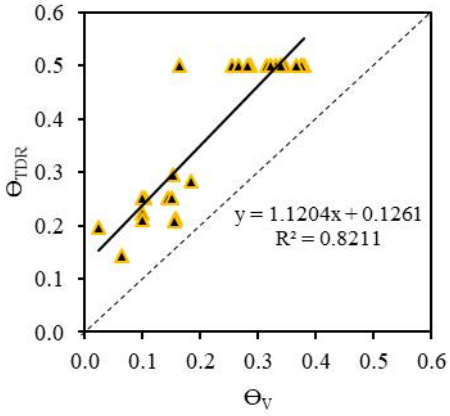
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری و هیدروپرایمینگ بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل دلمه‌ای آزمایشی در زمستان و بهار ۹۸-۱۳۹۷ در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با شرایط دمایی و رطوبتی ذکرشده در جدول (۱) و با مختصات ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی، ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بر پایه کشت گلدانی (گلدان‌های با قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر) اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش شامل ۳ سطح آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و ۲ سطح هیدروپرایمینگ بذر شامل شاهد (بدون پرایمینگ) و اعمال هیدروپرایمینگ بود.

به‌منظور پرایمینگ، بذور گیاه فلفل دلمه‌ای رقم *Padra* درون پتری‌دیش‌هایی که از قبل ضدعفونی شده بود قرار گرفت و به هر یک از پتری‌دیش‌ها در ابتدا ۳ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد. سپس پتری‌دیش‌ها درون ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و در صورت نیاز هر روز به هر یک از پتری‌دیش‌ها، یک میلی‌لیتر آب افزوده شد. پتری‌دیش‌ها به مدت ۳/۵ روز درون ژرمیناتور قرار داشته و اولین جوانه‌های بذور مشاهده شد. بلافاصله پس از آن بذور از ژرمیناتور خارج شده و به مدت ۲۴ ساعت هوا-خشک شد (۳۶). در تاریخ ۲۹ آذر ۱۳۹۷ بذور در سینی‌های کشت حاوی کوکوپیت و پرلیت کشت شدند.

در تاریخ ۲۲ بهمن ۱۳۹۷ نشاهای تولیدی به گلدان‌های ۸ کیلوگرمی حاوی خاک مرکب (۴ :۴ :۱ خاک، ماسه و کود گاوی پوسیده) منتقل شد. لازم به ذکر است که ۵ سانتی‌متر بالایی هر گلدان به‌منظور آبیاری خالی در نظر گرفته شد. همچنین در ابتدای آزمایش در انتهای هر یک از گلدان‌ها برای بهبود زهکشی، لایه‌ای از سنگریزه به عمق ۲ سانتی‌متر قرار داده شد. تراکم کاشت در هر گلدان یک نشاء بود. تا زمان استقرار کامل گیاهچه‌ها در گلدان به تمامی گلدان‌ها به میزان نیاز آبی گیاه، آب داده شد. پس از اینکه گیاه به مرحله ۶ برگی رسید، تیمارهای مورد بررسی روی آن اعمال شد.

شکل ۱- دستگاه TDR مورد استفاده ساخت شرکت Lutron تایوان



شکل ۲- منحنی واسنجی رطوبت محاسبه‌شده با TDR در برابر روش حجمی در خاک رسی سیلتی

در این پژوهش زمان آبیاری و میزان آب آبیاری متغیر بود. زمان آبیاری بر اساس رسیدن حد رطوبتی موجود در خاک به میزان MAD (بیشینه تخلیه مجاز رطوبتی برابر ۰/۲۵) برای گیاه فلفل دلمه‌ای بوده (۲۹) و برای تعیین رطوبت خاک در حد آستانه از دستگاه TDR مدل PM-714 ساخت شرکت Lutron تایوان استفاده شد (شکل ۱). لازم به ذکر است که این دستگاه برای خاک مذکور واسنجی شد (شکل ۲). تبخیر به‌صورت روزانه از تشت تبخیر کلاس A دریافت می‌شد. تعیین نیاز آب شامل سه مرحله بود: تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0)، تعیین ضریب گیاهی (K_c) و تعیین اثر شرایط محل و عملیات زراعی بر نیاز آبی گیاه. در این پژوهش از تشت تبخیر کلاس A و از روابط (۱) و (۲) برای تعیین میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی استفاده شد (۷):

$$ET_0 = K_p \times E_{pan} \quad [۱]$$

در این رابطه، K_p ضریب تشت و E_{pan} میزان تبخیر اندازه‌گیری از تشت (میلی‌متر) برای هر منطقه است که به تبخیر و تعرق گیاه مرجع و تبخیر و تعرق واقعی گیاه وابسته است. مقدار K_p به عوامل متعددی از جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و محیط اطراف تشت بستگی دارد. میزان ضریب تشت با توجه به پژوهش امیری و همکاران (۱۰) برابر با ۰/۹۴ در نظر گرفته شد. همچنین بر اساس بررسی‌های انجام‌شده ضریب گیاهی برای فلفل تعیین شده (جدول ۲) و در محاسبه نیاز آبی مدنظر قرار گرفت (۳):

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad [۲]$$

میزان آب مصرفی در طول فصل رشد در تیمارهای مختلف آبیاری در جدول (۳) ارائه شده است. در جداول (۴) و (۵) به‌ترتیب ویژگی‌های شیمیایی آب و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ارائه شده است. در طول دوره رشد برای مبارزه

جدول ۲- مقادیر ضریب گیاهی (K_c) در طول دوره رشد فلفل (۳)

مرحله رشد	فلفل	
	طول دوره	K_c
ابتدایی	۳۰	۰/۲۵
توسعه گیاه	۴۰	۰/۵۳
میانی	۱۰۰	۱/۰۳
پایانی	۴۵	۰/۷۵

جدول ۳- میزان کل آب مصرفی در تیمارهای آبیاری در طول فصل رشد

تیمار آبی	۵۰ درصد نیاز آبی	۷۵ درصد نیاز آبی	۱۰۰ درصد نیاز آبی
	DI۵۰	DIv۵	FI
میزان آب مورد استفاده (لیتر)	۱۱/۱	۱۶/۷	۲۲/۲

جدول ۴- ویژگی‌های شیمیایی آب چاه مورد استفاده برای آبیاری

ترکیبات شیمیایی									
pH	EC (dS/m)	HCO_3 (meq/L)	SO_4 (meq/L)	Cl (meq/L)	Mg (meq/L)	Ca (meq/L)	K (meq/L)	Na (meq/L)	SAR
۸/۲	۱/۲	۷/۸	۱/۷	۲/۴	۲/۸	۴/۴	۰/۶	۴/۱	۱/۷۳

جدول ۵- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	شن	سیلت	رس	چگالی ظاهری	گنجایش زراعی	نقطه پژمردگی دائم	رسانایی الکتریکی	pH	ماده آلی	N	P	K
	٪			$g\ cm^{-3}$	% v/v		dSm^{-1}		٪		$mg\ kg^{-1}$	
رسی سیلتی	۸	۵۰	۴۲	۱/۴۷	۳۲/۸	۱۷/۸	۱/۲۵	۷/۸۵	۱/۲۸	۰/۰۷۷	۴۸	۱۴۵۱/۷

با آفاتی مانند مگس سفید از سموم ترکیبی دورسبان و کنفیدور با غلظت ppm ۱ استفاده شد. لازم به ذکر است که در طول دوره رشد از کود NPK (۲۰ :۲۰ :۲۰ دو هفته پس از انتقال نشاء و ۳ بار و با فاصله زمانی یک ماه، ۱۰ :۵۲ :۱۰ یک هفته پس از انتقال نشاء و ۲ بار در طول دوره رشد به مدت زمانی ۴۵ روزه و ۳۶ : ۱۲ :۱۲ پس از شروع گلدهی و ۴ بار با فاصله زمانی ۱۴ روز) با غلظت یک در هزار حجمی استفاده شد. در انتهای فصل رشد، صفات مورفولوژیک (شامل وزن تازه و خشک میوه، تعداد میوه، وزن تازه و خشک اندام هوایی، ارتفاع، قطر ساقه و ضخامت گوشت) و بیوشیمیایی (pH، مواد جامد محلول یا TSS، سفتی بافت میوه و رسانایی الکتریکی آب میوه) اندازه‌گیری شد.

بافت‌های گیاهی به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سلسیوس خشک شد. برای اندازه‌گیری وزن هر یک از اندام‌ها از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. برای اندازه‌گیری ضخامت گوشت و قطر ساقه از کولیس دیجیتالی استفاده شد. ارتفاع بوته نیز با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری EC و pH آب‌میوه در ابتدا با

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات رشدی و عملکردی فلفل دلمه‌ای

منابع تغییرات		پرایمینگ بذر	آبیاری	پرایمینگ بذر × آبیاری	خطا	ضریب تغییرات
	درجه آزادی	۱	۲	۲	۱۲	
میانگین مربعات	وزن تازه میوه	۳۱۶/۴ ns	۱۸۶۵۰/۸ **	۱۰۲۴/۶ns	۴۳۳/۱	۱۵/۹
	وزن خشک میوه	۱۳/۱ ns	۱۸۱/۹ **	۱۰/۰ns	۴/۶	۱۴/۴
	تعداد میوه	۰/۲۲ns	**۲/۸۹** **	۱/۵۶ *	۰/۳۹	۲۰/۰
	وزن تازه اندام هوایی	۱۱۱۳/۴ **	۴۹۶/۱ *	۱۳۷/۳ ns	۸۵/۲	۱۳/۹
	وزن خشک اندام هوایی	۴/۲ ns	۱۲/۶ *	۱۲/۰ *	۲/۷	۷/۹
	ارتفاع بوته	۸۴/۵ ns	۳۷۰/۵ **	۱۱۴/۵ *	۲۰/۳	۶/۹
	قطر ساقه	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۵ **	۰/۰۲ *	۰/۰۰۴	۷/۵
	ضخامت گوشت	۰/۰۱ns	۰/۰۷ **	۰/۰۱ns	۰/۰۰۸	۲۲/۱
	pH	۰/۰۴ ns	۰/۰۶ ns	۰/۲۹ *	۰/۰۶	۳/۲
	EC	۱۶۰۹۲/۲ **	۲۷۹۴/۸ ns	۱۲۸۹۱/۲ **	۹۵۱/۱	۷/۴
	سفتی بافت میوه	۰/۶۸ *	۱/۲۸ **	۰/۰۳ ns	۰/۰۴	۶/۸
	TSS	۲/۰ ns	۵۰/۹ **	۴/۷ ns	۲/۳	۱۰/۸

**، * و ns به‌ترتیب بیانگر اثر معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد و عدم اثر معنی‌دار است.

آب‌میوه‌گیری، آب میوه گرفته شده و با استفاده از دستگاه‌های سنجنده هر یک از این صفات مقادیر آن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول (TSS) و سفتی بافت میوه به ترتیب از رفراکتومتر ATAGo (مدل E1، ژاپن) و فروسنج (Wagner، آمریکا) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS (Ver. 9.4) استفاده شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودار و جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

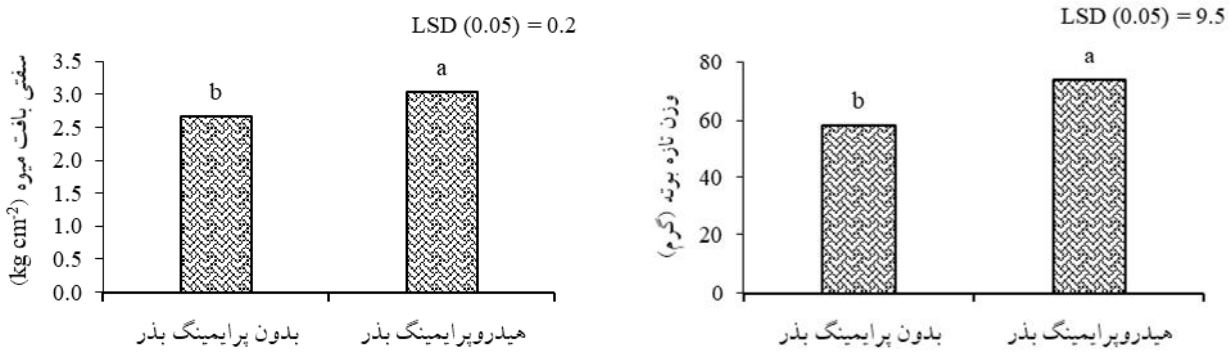
بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶)، اثر پرایمینگ بذر بر صفات وزن تازه اندام هوایی، سفتی بافت میوه و EC آب میوه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر کم‌آبیاری بر وزن تازه و خشک میوه، تعداد میوه، ارتفاع، قطر ساقه، سفتی بافت میوه، TSS و ضخامت گوشت در سطح احتمال یک درصد و بر صفات وزن تازه و خشک اندام هوایی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر برهم‌کنش تیمارها نیز بر EC آب میوه در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد میوه، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته و pH آب میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد.

نتایج نشان داد که فلفل دلمه‌ای نسبت به اعمال کم‌آبیاری حساس بوده و وزن تازه میوه (یکی از اجزای مهم عملکرد) در اثر اعمال تنش‌ها کاهش یافت. اعمال تنش آبی به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب سبب کاهش معنی‌دار به میزان ۳۸/۴ و ۵۷/۱ درصد (وزن تازه میوه) و ۳۱/۴ و ۵۲/۷ درصد (وزن خشک میوه) شد (جدول ۷). بیش‌ترین میزان وزن تازه میوه (۱۹۱/۴ گرم در بوته) و وزن خشک میوه (۲۰/۷ گرم در بوته) در تیمار آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) مشاهده شد. وزن تازه بوته نیز در تیمار آبیاری کامل با ۷۶/۵ گرم در بوته بیش‌ترین میزان بود. لازم به ذکر است که بین مقادیر میانگین وزن تازه اندام هوایی در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اگرچه کاهش ۲۵ و ۵۰ درصدی آب آبیاری به ترتیب منجر به کاهش ۲۰ و ۲۱/۱ درصدی در این صفت شد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر کم‌آبیاری بر صفات عملکردی و رشدی فلفل دلمه‌ای

تیمار آبیاری	وزن میوه (گرم در بوته)		وزن تازه بوته	ضخامت گوشت میوه	سفتی بافت میوه	TSS
	تازه	خشک	گرم	سانتی‌متر	کیلوگرم در سانتی‌متر مربع	درصد
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۱۹۱/۴ a	۲۰/۷ a	۷۶/۵ a	۰/۴۹ a	۳/۳ a	۱۶/۷ a
۷۵ درصد نیاز آبی	۱۱۷/۸ b	۱۴/۲ b	۶۱/۲ b	۰/۴۲ a	۲/۸ b	۱۵/۰ a
۵۰ درصد نیاز آبی	۸۲/۱ c	۹/۸ c	۶۰/۴ b	۰/۲۸ b	۲/۴ c	۱۱/۰ c
LSD (۰/۰۵)	۲۶/۲	۲/۷	۱۱/۶	۰/۱۲	۰/۲۵	۱/۹

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنادار دارند.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر بر: الف) وزن تازه بوته، و ب) سفتی بافت فلفل دلمه‌ای؛ حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است.

بر اساس جدول (۷)، ضخامت گوشت میوه نیز در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نبود. بیش‌ترین میزان این صفت (۰/۴۹ سانتی‌متر) نیز در تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان سفتی بافت میوه با ۳/۳ و ۲/۴ کیلوگرم در سانتی‌متر مربع به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد؛ همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان TSS در تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۱۶/۷ درصد) و ۵۰ درصد نیاز آبی (۱۱/۰ درصد) مشاهده شد. لازم به ذکر است که مقادیر TSS بین تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشتند. بر اساس شکل (۳) هیدروپرایمینگ بذر فلفل دلمه‌ای منجر به افزایش ۲۶/۹ درصدی در وزن تازه بوته شده است. بر اساس شکل (۴) در اثر اعمال تیمار هیدروپرایمینگ، سفتی بافت میوه به میزان ۱۴/۳ درصد افزایش یافته است.

نتایج مقایسه میانگین آثار برهم‌کنش تیمارها نشان داد که بیش‌ترین تعداد میوه (با ۴/۳ عدد در بوته) در تیمار ترکیبی آبیاری کامل و در شرایط پیش‌تیمار بذور مشاهده شد (شکل ۴- الف). بر اساس شکل (۴- الف) بین تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی در شرایط پیش‌تیمار و عدم آن و تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی در شرایط عدم پیش‌تیمار بذور، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد.

بیش‌ترین مقادیر pH و EC آب میوه (به‌ترتیب ۷/۸۵ و ۰/۴۸ دسی‌زیمنس بر متر) در تیمارهای ترکیبی عدم پرایمینگ و آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی، و پرایمینگ بذر و آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی مشاهده شد. لازم به ذکر است که کم‌ترین

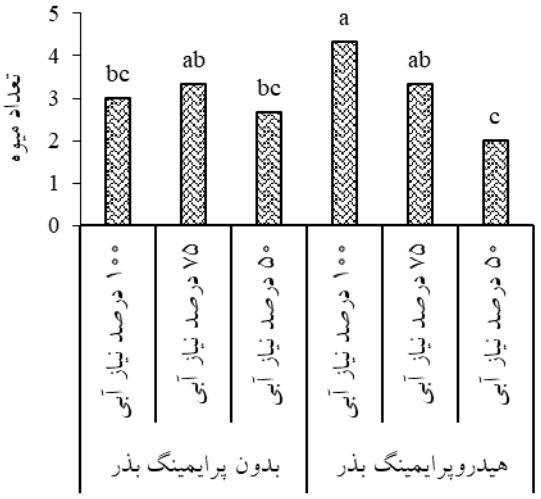
میزان این صفات نیز در تیمارهای پرایمینگ و آبیاری با ۷۵ درصد نیاز آبی (۷/۳۵) و عدم پرایمینگ و آبیاری با ۷۵ درصد نیاز آبی (۰/۳۵ دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد (شکل‌های ۴- ب و ۴- ج). بر اساس شکل (۴- د)، استفاده از هیدروپرایمینگ بذر منجر به بهبود در وزن خشک بوته در تیمارهایی که میزان آب آبیاری کم‌تری (به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) استفاده شد. ولی این اثر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود، به‌طوری که بین تیمارهای ۷۵ درصد آبیاری و عدم پرایمینگ و تیمارهای آبیاری به میزان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آبیاری و هیدروپرایمینگ بذر اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد. بیش‌ترین میزان این صفت (۱۳/۶ گرم در بوته) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و در شرایط عدم پرایمینگ بذر و کم‌ترین مقدار این صفت (۷/۹ گرم در بوته) نیز در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و در شرایط عدم پرایمینگ بذر مشاهده شد.

بر اساس شکل‌های (۴- هـ) و (۴- و)، اعمال هیدروپرایمینگ بذر سبب بهبود در ارتفاع بوته و قطر ساقه در شرایط تنش خشکی شده است، به‌طوری که بیش‌ترین میزان این صفات (به‌ترتیب با ۷۳/۳ و ۰/۹۷ سانتی‌متر) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و عدم پرایمینگ بذر به دست آمد. کم‌ترین مقادیر ارتفاع و قطر ساقه (به‌ترتیب (۵۰/۳ و ۰/۷۴ سانتی‌متر) در تیمارهای آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی و عدم پرایمینگ، و آبیاری به میزان ۵۰ درصد و در شرایط هیدروپرایمینگ مشاهده شد. نتایج این پژوهش با نتایج سجادی و همکاران (۳۹) روی فلفل سبز، کرم و همکاران (۲۵) روی فلفل، کورونک و همکاران (۲۷) روی فلفل، یانگ و همکاران (۴۸) روی فلفل تند و دهقان و همکاران (۱۷) روی گوجه‌فرنگی هم‌خوانی داشت. کاهش عملکرد گیاه فلفل دلمه‌ای در شرایط کم‌آبیاری احتمالاً به‌دلیل حساسیت این گیاه نسبت به کمبود آب بوده، به‌طوری که کمبود آب خود عامل کاهش عمل فتوسنتز و انتقال مواد به‌سمت میوه است.

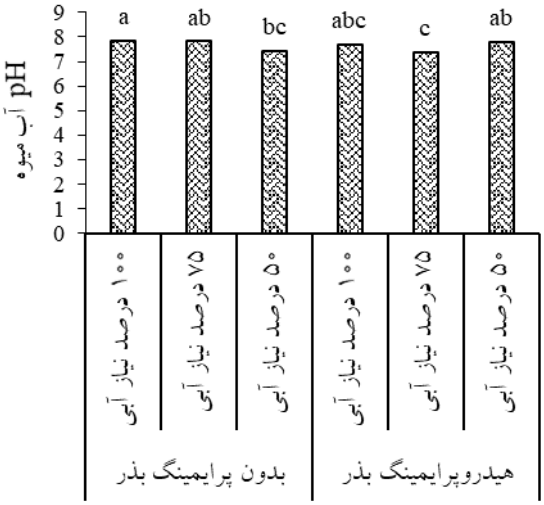
هامرونی و همکاران (۲۲) و احمدی و سوری (۴) بیان کردند خشکی منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود زیرا تقسیم سلولی و بزرگ‌شدن سلول‌ها در اثر کاهش پتانسیل اسمزی درون سلول کاهش می‌یابد. از طرفی کاهش ارتفاع گیاه در اثر افزایش تنش خشکی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز و کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای انتقال به اندام‌های در حال رشد گیاه و در نهایت به ممانعت و یا کاهش در تقسیم و به‌خصوص طویل شدن سلول‌ها نسبت داد (۲۸، ۳۳ و ۴۶). در تنش خشکی علت کاهش رشد ساقه، کمبود شدید فعالیت آنزیم ایندول استیک اسید اکسیداز (IAAO) در بافت‌های گیاهی که دارای رشد سریعی هستند، بیان شده است ولی فعالیت این آنزیم در شرایط تنش خشکی افزایش یافته و موجب تجزیه هورمون اکسین در گیاه می‌شود (۲۳).

با کاهش مقدار آب، تجمع مواد فتوسنتزی و سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابد و افت قابل توجه سرعت رشد نسبی بیان‌گر کاهش ماده خشک تولیدشده در اثر کاهش رشد شاخ و برگ در مرحله رشد سبزینه‌ای است که می‌تواند یکی از علل کاهش عملکرد محصول باشد (۳۱). از مهم‌ترین دلایل کاهش وزن گیاه در طول دوره تنش می‌توان به آثار سوء تنش بر رشد و فیزیولوژی گیاه شامل: رشد رویشی، سیستم فتوسنتزی، جذب عناصر غذایی و متابولیسم نیتروژن اشاره کرد. رشد و نمو گیاه به تقسیم سلولی، و رشد و تمایز سلول‌ها وابسته است (۶ و ۴۷). رشد و توسعه سلولی نسبت به کمبود آب بسیار حساس بوده و منجر به کاهش رشد گیاه و زیست‌توده آن می‌شود (۵ و ۱۲). نتیجه کاهش اندازه سلول‌ها در رابطه با الگوی رشد گیاه به زمان وقوع کمبود آب از نظر فنولوژی گیاه بستگی دارد. اگر تنش آبی در ابتدای چرخه رشد گیاه رخ دهد، سطح برگ کاهش یافته و در نتیجه تثبیت کربن در فصل رشد کاهش خواهد یافت. دیگر آثار ثانویه حاصل از کاهش سطح برگ شامل تغییر در الگوی مصرف آب و نیتروژن است.

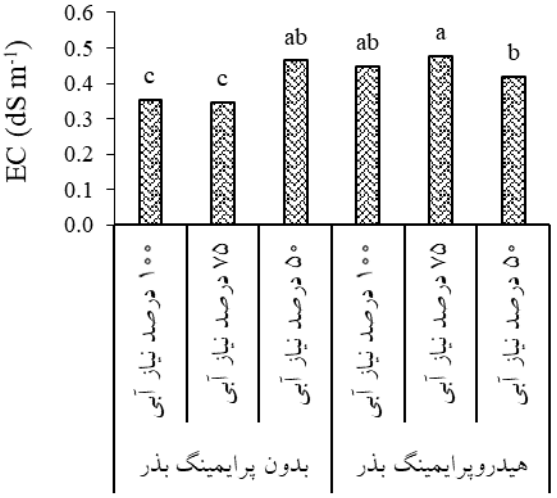
بر اساس پژوهش‌های فاروق و همکاران (۱۹)، باسرا و همکاران (۱۵) و خزائی و همکاران (۲۶)، ارتفاع گیاهانی که


تعداد میوه
a
ab
bc
a
ab
c
۱۰۰ درصد نیاز آبی
۷۵ درصد نیاز آبی
۵۰ درصد نیاز آبی
بدون پرایمینگ بذر
هیدروپرایمینگ بذر

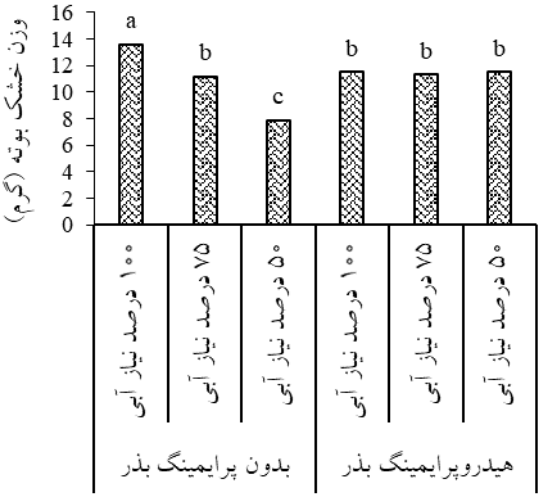
(الف)


pH آب میوه
a
ab
bc
abc
c
ab
۱۰۰ درصد نیاز آبی
۷۵ درصد نیاز آبی
۵۰ درصد نیاز آبی
بدون پرایمینگ بذر
هیدروپرایمینگ بذر

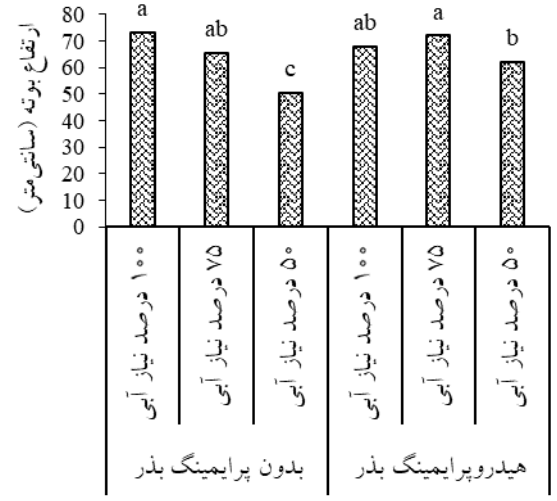
(ب)


EC (dS m-1)
c
c
ab
ab
a
b
۱۰۰ درصد نیاز آبی
۷۵ درصد نیاز آبی
۵۰ درصد نیاز آبی
بدون پرایمینگ بذر
هیدروپرایمینگ بذر

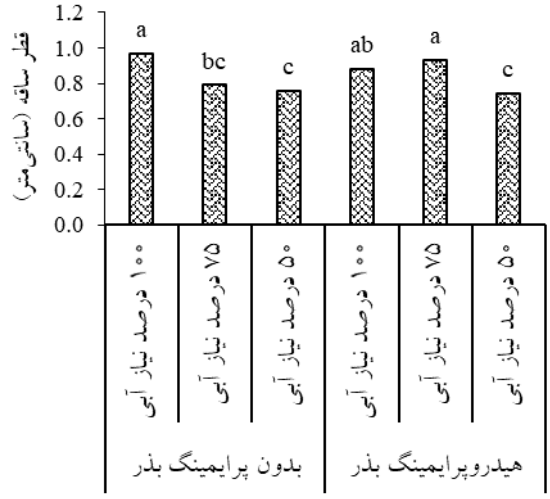
(ج)


وزن خشک بوته (گرم)
a
b
c
b
b
b
۱۰۰ درصد نیاز آبی
۷۵ درصد نیاز آبی
۵۰ درصد نیاز آبی
بدون پرایمینگ بذر
هیدروپرایمینگ بذر

(د)


ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
a
ab
c
ab
a
b
۱۰۰ درصد نیاز آبی
۷۵ درصد نیاز آبی
۵۰ درصد نیاز آبی
بدون پرایمینگ بذر
هیدروپرایمینگ بذر

(هـ)


قطر ساقه (سانتی‌متر)
a
bc
c
ab
a
c
۱۰۰ درصد نیاز آبی
۷۵ درصد نیاز آبی
۵۰ درصد نیاز آبی
بدون پرایمینگ بذر
هیدروپرایمینگ بذر

(و)

شکل ۴- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کم‌آبیاری و پرایمینگ بذر بر: الف) تعداد میوه در بوته، ب) pH آب میوه؛ ج) EC آب میوه، د) وزن خشک بوته، هـ) ارتفاع، و و) قطر ساقه فلفل دلمه‌ای؛ حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است.

بذر آنها پرایم شده است، نسبت به گیاهان دیگر بهبود یافته که دلیل آن می‌تواند بهبود در توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود در جذب آب و مواد غذایی باشد. این روند در پژوهش حاضر نیز قابل مشاهده است و در تیمارهای کم‌آبیاری، گیاهان حاصل از هیدروپرایمینگ نسبت به بدون پرایمینگ دارای ارتفاع بیش‌تری بودند. ممکن است بهبود در ارتفاع ریشه در تیمارهای هیدروپرایمینگ به دلیل فعال‌شدن سریع جنین و استفاده بیش‌تر گیاه فعال‌شده از مواد غذایی موجود در محیط کشت در مقایسه با گیاهان بدون پرایمینگ باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، با افزایش تنش خشکی به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد نسبت به شرایط بدون تنش از وزن تازه میوه فلفل دلمه‌ای به‌ترتیب به میزان ۳۸/۵ و ۵۷/۱ درصد کاسته شد. تعداد میوه برداشت‌شده در طول دوره رشد فلفل دلمه‌ای نیز در اثر اعمال کم‌آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در شرایط عدم اعمال پرایمینگ بذر منجر به تغییرات افزایشی یا کاهشی شده است که به‌ترتیب ۱۱/۳ و ۱۱/۰- درصد نوسان در تعداد میوه مشاهده شد. همچنین اعمال تیمارهای تنش خشکی به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی در شرایط هیدروپرایمینگ بذر سبب کاهش تعداد میوه به‌ترتیب به میزان ۱۶/۵ و ۵۳/۹ درصد شد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال تیمار هیدروپرایمینگ بذر به مدت ۷۲ ساعت سبب افزایش معنی‌دار عملکرد فلفل دلمه‌ای در شرایط تنش رطوبتی نشده و قابلیت اجرایی ندارد. پیشنهاد می‌شود که این پژوهش با روش‌های مختلف پرایمینگ بذر در زمان‌ها و دماهای مختلف نیز بررسی شود.

منابع مورد استفاده

1. Abbas Dokht, H. and M. Arefbeyki. 2015. The effects of hydropriming, planting depth and nitrogen split application on grain yield and its components of 370 double cross hybrid corn in arid zone. *J. Plant Prod. Res* .23(1): 149–172. (in Farsi)
2. Abdelkhalik, A., Pascual-Seva, N., Najera, I., Domene, M.A., Baixauli, C. and B. Pascual. 2019. Production response and irrigation water use efficiency of pepper to different deficit irrigation regimes. In: International Symposium on Water and Nutrient Relations and Management of Horticultural Crops. 147–154.
3. Abedi Koupai, J., S. Eslamian and Zareian M.J. 2011. Measurement and modeling of water requirement and crop coefficient for cucumber, tomato and pepper using microlysimeter in greenhouse. *J. Soil Plant Inter.* 2(7): 51–63. (in Farsi)
4. Ahmadi, M., and Souri, M.K. 2018. Growth and mineral elements of coriander (*Corianderum sativum* L.) plants under mild salinity with different salts. *Acta Physiol. Plant*. 40: 94–99.
5. Ahmadi, M. and M.K. Souri. 2019. Nutrient uptake, proline content and antioxidant enzymes activity of pepper (*Capsicum annuum* L.) under higher electrical conductivity of nutrient solution created by nitrate or chloride salts of potassium and calcium. *Acta Sci. Pol-Hortoru.* 18(5): 113–122.
6. Ahmadi, M. and M.K. Souri. 2020. Growth characteristics and fruit quality of chili pepper under higher electrical conductivity of nutrient solution induced by various salts. *J. Agr. Sci.* 42(1): 143–152.
7. Alizadeh, A. 2014. Soil, Water and Plant Relationship. Sajad University of Technology Press. 876p. (In Farsi).
8. Alizadeh, B., Z. Ghahremani, T. Barzegar and J. Nikbakht. 2017. Effect of foliar application of putrescine on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicuum annum* cv. Dimaz) under water stress. *J. Crop. Improv.* 19(2): 431–444. (in Farsi)

9. Al-Omran, A., A. Ibrahim and A. Alharbi. 2019. Effects of biochar and compost on growth and yield of sweet pepper under a partial root-zone drying irrigation system. *Can. J. Agric. Sci*. 4(2): 56–76.
10. Amiri, M., J. Abedi-Koupai and S. Eslamian. 2011. Evaluation of the performance of evaporation pans in greenhouse environment. *J. Soil Plant Inter.* 2(1): 63–72. (in Farsi)
11. Ashrafi, E. and J. Razmjoo. 2014. Effect of seed hydropriming and irrigation regimes on grain, biological yield, harvest index, oil and protein content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. *Appli. Field Crop. Res.* 103: 61–68. (in Farsi)
12. Aslani, M., and Souri, M.K. 2018. Growth and quality of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under foliar application of organic chelate fertilizers. *Open Agr.* 3: 146–154.
13. Ayas, S. 2019. Water-yield relationships of deficit irrigated pepper (*Capsicum annuum* L. Demre). *Tur. J. Agri-Food.* 7(9): 1328–1338.
14. Barbosa, W.F.S., F. Steiner, L.C.M.D. Oliveira, P.H. Henrique and M.D. Chagas. 2016. Comparison of seed priming techniques with regards to germination and growth of watermelon seedlings in laboratory condition. *Afr. J. Biotechnol*. 15(46): 2596–2602.
15. Basra, M.A.S., E.A. Ehsanullah, M.A. Warraich and L. Afzal. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola *(Brassica napus* L.*)* Seeds. *Int. J. Agric. Biol.* 5: 17–120.
16. Daneshpazhoh, P., A.R. Ghasemi, M.R. Noori and R. Barzegar. 2018. The effect of partial root-zone drying and zeolite on water use efficiency and physiological characteristics of sweet pepper. *J. Water Soil* 32(4): 675–690. (in Farsi)
17. Dehghan, H., A. Alizadeh, K. Esmaeili and H. Nemati. 2015. Root growth, yield and yield components of tomato under drought stress. *Water Res. Agric.* 29(2): 169–179. (in Farsi)
18. Enjili, M., B. Esmaielpour, H. Fatemi and P. Jalilvand P. 2018. Effects of mycorrhizal fungi on growth and yield of sweet pepper (*Caspicum annuum* L.) under drought stress conditions. *J. Soil Plant Int.* 9(2): 39–52. (in Farsi)
19. Farooq, M., S.M.A. Basra, E.A. Warraich and A. Khaliq. 2006. Optimization of hydro-priming techniques for rice seed invigoration. *Seed Sci. Technol.* 34: 507–512.
20. Ghanbari, M., K. Mansour Ghanaei Pashaki, S. Safaei Abdolmanaf and Kh. Aziz Aliabadi. 2016. Effect of salt stress and hydropriming on germination characteristics of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Iri. J. Pulses. Res.* 7(1): 65–80. (in Farsi)
21. Ghatei, A., G. Parmoon, Z. Amin-deldar and H. Ghamary. 2016. Effect of Hydropriming and seed size on germination characteristics and seedling growth of *Vigna radiata* seeds under salinity stress. *Iri. J. Seed. Res.* 2(2): 159–168. (in Farsi)
22. Hamrouni, I., H. Salah and B. Marzouk. 2001. Effects of water-deficit on oil of safflower aerial parts. INRST, Laboratoire d''daptation et d''melioration des Plants, BP 95 2050, Hammam-Lif, Tunisia, 95: 21–52.
23. Jamali, S. 2017. Investigation the effects of salinity and deficit irrigation levels on yield and yield components of Quinoa. MSc Thesis, Gorgan University of Agriculture Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. (in Farsi)
24. Kaewduangta, W., P. Khaengkhan and P. Uttaboon. 2016. Improved germination and vigour of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds by hydro- and osmo-priming. *Azar. J. Agric.* 4(3): 70–75.
25. Karam, F., R. Massad, R. Bachour, C. Rhayem and Y. Rouphael. 2009. Water and radiation use efficiencies in dripirrigated pepper (*Capsicum annuum* L.) response to full and deficit irrigation regimes. *Sci. Hortic.* 74: 79–85.
26. Khazaei, H.R., A. Nezami, B. Saadatian, O. Armand-pishe and R. Pordel. 2016. Effect of seed priming on seedling growth of barely (*Hordeum vulgare* L.), under salinity stress in phytogel. *Envi. Stress. Crop Sci.* 9(1): 87–97. (in Farsi)
27. Kurunç, A., A. Ünlükara and B. Cemek. 2011. Salinity and drought affect yield response of bell pepper similarly. *Acta Agr. Scand.* 61 (6): 514–22.
28. Mardanluo, S., M.K. Souri and M. Ahmadi. 2018. Plant growth and fruit quality of two pepper cultivars under different potassium levels of nutrient solutions. *J. Plant Nutr.* 41(12): 1604–1614.
29. Maughan, T., D. Drost and L.N. Allen. 2015. Vegetable irrigation: sweet pepper and tomato. *Horticulture Extension*. Utah State University. Logan. UT.
30. Mohammadiyan, S. and M. Nasr-esfahani. 2016. The effect of hydropriming on germination performance and seedlings growth in milk thistle (*Silybum marianum*) seeds. *Iri. J. Seed. Res.* 3(1): 123–136. (in Farsi)
31. Molden, D., Murry-Rust, H., Sakthivandival, R. and I. Makin. 2001. A water productivity framework for understanding and action. Workshop on Water Productivity. Wadduwe, Sri Lanka, 12–13 November.
32. Moradi, A., F. Sharifzadeh, R. Tavakol Afshari and R. Maali Amiri. 2010. Seed priming effects on germination and seedling growth of tall wheat grass (*Agropyron elongatum*) under control and drought stress conditions. *J. Range.* 4(3): 462–473. (in Farsi)

33. Naderi darbaghshahi, M.R., Gh. Nourmohammadi, A. Majidi, F. Darvish, A.H. Shiranirad and H. Madani. 2005. Evaluation of summer safflower response to different intensities of drought stress in Isfahan region. *Iri. J. Crop Sci.* 7(3): 212–225. (in Farsi)
34. Norouzi Haroni, N., and M. Tabari Kouchsaraei. 2014. The effect of hydropriming, halopriming and boiling water on seed germination of black locust (*Robinia pesudoacasia* L.). *Ecol. Iri. Forest* 2(3): 76–88. (in Farsi)
35. Pereira, A.I.A., J.D.J Guimaraes, J.V. Costa, F.S.D. Cantuario, L.C. Salomao, R.C.D. Oliveira and J.M.Q. Luz. 2019. Growth of sweet pepper plants submitted to water tensions in soil and potassium silicate doses. *Hortic. Bras*. 37: 082–088.
36. Razmi, Z. and R. Hamidi. 2016. Effect of different priming treatments and different irrigation intervals on biochemical characteristics of two bread wheat cultivars (*Triticumaestivum*). *Crop Physiol.* 29: 73–87. (in Farsi)
37. Rostami, F., M.A. Gholami sefidkouhi, A. Shahnazari and V. Akbarpour. 2016. Effect of super absorbent (A200) on some phytochemical properties and water productivity under drought stress in hot pepper plant (*Capsicum frutescence*). *Iri. Water Res*. 10(1): 107–124. (in Farsi)
38. Sadreghaen, S.H., J. Baghani, S.A. Haghayeghi Moghadam and M. Akbari. 2011. Effect of three methods of micro irrigation and irrigation levels on yield and water use efficiency of pepper. *J. Water Soil* 25(3): 563–569. (in Farsi)
39. Sajadi, F., H. Sharifan, A. Hezarjaribi and G. Ghorbani Nasrabad. 2016. The effect of salinity stress and over irrigation on yield and yield components of green pepper. *J. Water Irri. Manag.* 6(1): 89–100. (in Farsi)
40. Salarian, M., A. Alizadeh, K. Davary and H. Ansari. 2017. The impact of deficit irrigation and salinity stress on physiological parameters and yield of bell pepper in greenhouse by smart drip irrigation system. *Iri. J. Irri. Drain.* 11(3): 322–334. (in Farsi)
41. Samiei, Z., H.R Eisvand and Z. Farajollahi. 2017. Effect of hydropriming duration and temperature on the seed and seedling characteristics of rainfed wheat (Kouhdasht Var.) under drought stress conditions. *Iri. J. Seed Sci. Res.* 4(4): 23–36. (in Farsi)
42. Sepehri, A. and H.R. Rouhi. 2017. Effect of hydropriming on morphological and physiological performance of aged groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *Iri. J. Field Crop Sci.* special issue: 43–53. (in Farsi)
43. Sezen, S.M., A. Yazar and S. Tekin. 2019. Physiological response of red pepper to different irrigation regimes under drip irrigation in the Mediterranean region of Turkey. *Sci. Hortic.* 245: 280–288.
44. Souri, M.K. 2016. Aminochelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review. *Open Agr.* 1: 118–123.
45. Souri, M.K. and F. Yaghoubi Sooraki. 2019. Benefits of organic fertilizers spray on growth quality of chili pepper seedlings under cool temperature. *J. Plant Nutr.* 42(6): 650–656.
46. Souri, M.K. and M. Hatamian. 2019. Aminochelates in plant nutrition; a review. *J. Plant Nutr.* 42(1): 67–78.
47. Ünlükara, A., A. Kurunç, and B. Cemek. 2015. Green long pepper growth under different saline and water regime conditions and usability of water consumption in plant salt tolerance. *J. Agric. Sci.* 21: 167–176.
48. Yang, H., T. Du, R. Qiu, J. Chen, F. Wang, Y. Li, C. Wang, L. Gao and S. Kang. 2017. Improved water use efficiency and fruit quality of greenhouse crops under regulated deficit irrigation in northwest China. *Agric. Water Manag.* 179: 193–204.
49. Zare Abyaneh, H., F. Heidari, G.R. Heidari and M. Jovzi. 2019. Effect of superabsorbent, nitrogen fertilizer and drought stress on yield and water productivity of bell pepper. *J. Water Soil* 33(3): 463–476. (in Farsi)

Investigation of the Effects of Different Irrigation Levels and Seed Hydropriming on the Yield and Yield Components of Sweet Pepper

S. Jamali[1], H. Ansari[*] and A. Safarizadeh-sani

(Received: 13 December 2019; Accepted: 11 November 2020)

Abstract

A greenhouse research was carried out to study the simultaneous effect of hydropriming and water stress on the yield and yield components of sweet pepper (Padra var.) in Ferdowsi University of Mashhad. The experiment was performed as a factorial arrangement of two factors in a completely randomized design with three replications. Hydro-priming consisted of two levels (non-hydropriming and hydropriming) and the water stress included three levels (100, 75 and 50 percent of water requirement), which were applied in a silty clay soil. The results showed that the effect of seed hydropriming on shoot fresh weight and electrical conductivity (EC) of fruit water were significant (P<0.01). The effects of deficit irrigation on the fruit fresh and dry weights, fruit number, plant height, and stem diameter were significant at 1 percent level (P<0.01), while the effects on shoot fresh and dry weights were significant at 5 percent level (P<0.05). Interaction effects of the treatments were significant on EC of fruit water at the 1 percent level (P<0.01), while the effects were significant on the fruit number, shoot dry weight, plant height, and pH of fruit water at the 5 percent level (P<0.05). The results also showed that the highest fruit number (4.34 per plant) was recorded in the 100 percent plant water requirement and seed hydropriming, while the lowest fruit number (2.0 per plant) was found in the 50 percent plant water requirement and seed hydropriming treatment. The highest and lowest fruit fresh weights (i.e., 191.4 and 82.1 g per plant) were observed in water stress treatments of 100 and 50 plant water requirement percent, respectively. The results also revealed that the fruit number changed in 75 and 50 percent water requirement treatments + non-hydropriming conditions by 11.3 and –11.0 percent, while under hydropriming conditions, fruit number was reduced by –16.5 and –50 percent, respectively. Overall, in this study the best treatment was 100 percent water requirements + seed hydropriming in greenhouses conditions. Deficit irrigation and hydropriming levels were applied on this plant in the Mashhad region in field conditions and recommended for future research.

Keywords: Deficit irrigation, Fruit number and weight, Greenhouse conditions, Hydropriming, Water stress.

1- Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
* Corresponding Author, Email: Ansary@um.ac.ir)