نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 734-721

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 721-734

بررسی اثر اسموپرایمینگ بذور، روش‌های کاشت و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد هندوانه آجیلی (*Citrullus lanatus*)

مسعود زرندی[1]- محمد خواجه حسینی[2*]- علی اصغر محمدآبادی[3]

تاریخ دریافت: 1393/03/21
تاریخ پذیرش: 1395/09/22

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر پرایمینگ بذور، روش‌های کاشت و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد هندوانه آجیلی (*Citrullus Lanatus*) آزمایشی در قالب طرح اسپیلت پلات بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال 1392 در دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. فاکتور اول شامل پرایمینگ بذور در دو سطح (بذور پرایم نشده و پرایم شده)، فاکتور دوم نشاءکاری که به‌صورت کشت مستقیم و نشائی و فاکتور سوم محلول‌پاشی کود بیولوژیک در دو سطح (بدون کود بیولوژیک و با کود بیولوژیک) بود. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذور بر روی تعداد میوه در هر بوته، عملکرد دانه و وزن خشک کل اثر معنی‌داری نشان داد. نشاءکاری نیز باعث بهبود صفات (تعداد میوه در هر بوته، تعداد دانه در هر میوه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه) و کود بیولوژیک بر روی تمامی صفات مورد آزمایش اثر معنی‌داری نشان دادند. اثرات متقابل کود بیولوژیک با نشاءکاری نیز باعث افزایش صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در هر میوه شد که بیشترین وزن هزار دانه و تعداد دانه در هر میوه به‌ترتیب با 163/3 گرم و 592/7 عدد دانه در تیمار نشائی در حضور کود و کمترین آن به‌ترتیب برابر با 144/7 گرم و 414/7 عدد دانه در تیمار کشت مستقیم بدون کود مشاهده شد. با توجه به نتایج، نشاءکاری هندوانه آجیلی حاصل از پرایمینگ بذور به همراه کودبیولوژیک بیشترین عملکرد دانه (2300 کیلوگرم در هکتار) را نسبت به تیمار شاهد بذری و نشائی داشت که به‌عنوان بهترین تیمار قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، پیش‌تیمار بذر، سودوموناس، عملکرد دانه، کشت نشائی

مقدمه

هندوانه آجیلی (*Citrullus lanatus*) از جمله گیاهان صیفی است که به‌عنوان کشت دوم بعد از محصولات زمستانه در بعضی از مناطق کشور کشت می‌شود. این محصول به دلایل زمان کوتاه کاشت تا رسیدگی، هزینه‌های تولید کم و سودآوری بیشتر نسبت به سایر گیاهان بهاره، امروزه مورد توجه بیشتر کشاورزان قرار گرفته است (Radmehr, 2010). مصرف هندوانه در دنیا بیش از سایر گیاهان تیره کدوسانان (*Cucurbitaceae*) بوده که 6/8 ٪ از تولید سبزی‌ها به این محصول اختصاص دارد. سطح زیر کشت هندوانه در دنیا 3/5 میلیون هکتار با تولید 96 میلیون تن می‌باشد. پنجاه درصد محصول هندوانه جهان، توسط چهار کشور چین، ایران، ترکیه و ایالات متحده آمریکا تولید می‌شود. ایران بعد از کشور چین از نظر تولید و سطح زیر کشت این محصول در مقام دوم جهانی قرار دارد و سطح زیر کشت آن در ایران حدود 136 هزار هکتار با میانگین تولید 24 تن در هکتار می‌باشد (FAO, 2009).

پژوهش‌های انجام گرفته در مناطق مختلف و همچنین اظهارات کشاورزان بیانگر آن است که جوانه‌زنی پایین و استقرار ضعیف گیاهچه‌ها در مزرعه، از دلایل اصلی کم بودن عملکرد گیاهان زراعی و به‌خصوص صیفی‌جات می‌باشد (Baalbaki *et al.*, 1999). پیش‌تیمار بذور، علاوه بر افزایش جوانه‌زنی، استقرار بهتر گیاهچه در مزرعه و همچنین کاهش اثرات نامناسب شرایط محیطی در اوایل رشد، سبب زودرسی محصول و افزایش عملکرد می‌شوند. پرایمینگ بذور، به اعمال تیمارهای رطوبتی بذر (که گاهی مواد دیگری با آب همراه است) قبل از کاشت روی بذر به‌منظور افزایش جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار مطلوب گیاهچه اطلاق می‌شود (Basra, 2006). Nascimento (2003) گزارش کرد که پرایمینگ بذور اثر معنی‌داری بر بنیه گیاهچه، درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن

1، 2 و 3- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشیار و مربی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Agr844@yahoo.com
DOI: 10.22067/gsc.v15i4.36213

خربزه (*Cucumis melo* L.) در شرایط گلخانه و مزرعه داشت. Jaskani *et al*, (2006) و Shahriari (2011) به‌ترتیب در گیاه هندوانه (*Citrullus lanatus*) و فلفل (*Capsicum frutesens*) گزارش کردند که پرایمینگ بذور باعث افزایش جوانه‌زنی، استقرار بهتر بوته‌ها و همچنین جداسازی بهتر پوسته بذر پس از سبز شدن در آن‌ها شد. دمیر و ماوی (Demir and Mavi, 2004) نیز گزارش کردند که پرایمینگ بذور هندوانه باعث بهبود درصد و سرعت سبز شدن می‌شود. در آزمایشی دیگر که روی گیاه کدو (*Cucurbita pepo*. L.) به‌منظور بررسی اثر اسموپرایمینگ بذور بر گلدهی، زمان رسیدگی و عملکرد محصول انجام شد، مشاهده شده است که بذور پرایم شده گلدهی را 2/5 تا 7/5 روز در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داده است (Mauromicale *et al*., 1994). در گزارشات دیگر نیز اثرات مثبت پیش‌تیمار بذور بر خصوصیات عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) (Abotalebian, 2008)، کنجد (*Sesamum indicum* L.) (Maghni-bashi and Razmjo, 2012)، زیره‌سبز (*Cuminum ciminum* L.) (Rahimi, 2012) و سویا (*Glycine max* L.) (Rahchamandi, 2010) گزارش شده است. به‌طورکلی، اسموپرایمینگ بذور علاوه بر بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذور سبب افزایش کارایی نهاده‌ها با زودرسی محصول و افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول در مقایسه با تیمار شاهد می‌گردد. بنابراین، جهت افزایش جوانه‌زنی، سبزشدن و در نهایت استقرار مطلوب بوته‌ها در شرایط نامساعد می‌توان استفاده از انواع پرایمینگ‌ها به‌خصوص اسموپرایمینگ را توصیه نمود (Eisvand, 2008).

در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، از جمله ایران، نشاءکاری از اهمیت بالایی برخوردار است که می‌تواند در افزایش کارایی مصرف آب و صرفه‌جویی در آن نقش مهمی را ایفا کند. در شرایط کشت مستقیم بذور در مزرعه، دمای نامناسب خاک می‌تواند باعث تأخیر و یا سبز شدن غیر یکنواخت گردیده و احتمال تشکیل سله در سطح خاک نیز ممکن است باعث کاهش درصد سبز شدن و یا عدم سبز شدن یکنواخت گردد که در این شرایط احتمال آلودگی گیاهچه‌ها به عوامل بیماری‌زا نیز وجود دارد (Bar-tal and Bar-Yosef, 1990). Choi *et al*, (1992) و Ghamkhar *et al*, (2011) به‌ترتیب در گیاه پنبه (*Gossypium Barbadense*) و هندوانه (*Citrullus lanatus*) گزارش کردند که کشت نشائی در مقایسه با کشت مستقیم بذور عملکرد و اجزای عملکرد را در این دو گیاه افزایش داد. برای کاشت هندوانه در خزانه، خاک سبک (همانند خاک‌های شنی و رسی) مناسب بوده و عمق مناسب کاشت آن سه الی پنج سانتی‌متر می‌باشد و در مرحله سه الی 4 برگی که ارتفاعی حدود 15 تا 20 سانتی‌متری دارند به زمین اصلی انتقال داده می‌شوند. برای تولید نشاء، وجود بذرهای با درصد سبز شدن بالا و نیز گیاهچه‌های طبیعی و یکنواخت ضروری است (Jaskani *et al*., 2006).

در تولید هندوانه در شرایط کشت آبی، بعد از سبز شدن گیاه، از یک نیروی کمکی یا مکمل همانند انواع کودها به‌خصوص کودهای زیستی به‌عنوان روشی مکمل برای افزایش فراهمی مواد غذایی مورد نیاز گیاه و در نهایت افزایش شاخص برداشت می‌توان استفاده کرد (Radmehr, 2010). کودهای زیستی در کشاورزی از قدمت بسیار زیادی برخوردار است ولی بهره‌برداری علمی از این‌گونه منابع سابقه چندانی ندارد. کاربرد کودهای زیستی به علل مختلفی در طی چند دهه‌ی گذشته کاهش یافته است ولی امروزه با توجه به مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، استفاده از آن‌ها در کشاورزی مجدداً مورد توجه قرار گرفته است (Astaraei and Kochaki, 1996). استفاده از مواد آلی و زیستی راهکاری مؤثر در جهت افزایش عملکرد به‌ویژه در کشاورزی پایدار می‌باشد. استفاده از کودهای آلی و زیستی علاوه بر افزایش مواد آلی خاک، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده و در نتیجه ساختمان خاک را بهبود می‌بخشند (Patidar and Mali, 2004). ازتوباکتر (*Azotobacter* sp)، آزسپریلیوم (*Azospirillum* sp) و سودوموناس (*Pseudomonas sp*) از جمله کودهای زیستی هستند که به‌عنوان باکتری‌های ریزوسفر محرک رشد گیاه مطرح بوده و امکان کاربرد گسترده آن‌ها برای انواع گیاهان زراعی مورد توجه و تأکید قرار گرفته است (Biari *et al*., 2011). در آزمایشی توسط Biari *et al*, (2011) اثر تلقیح دوگونه باکتری ازتوباکتر و آزسپریلیوم بر خصوصیات رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح ذرت با ازتوباکتر باعث افزایش وزن دانه در بوته، وزن کل بوته، مقدار نیتروژن و روی در دانه شد. هدف از این آزمایش بررسی اثر اسموپرایمینگ بذور (افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی)، نشاءکاری (برای زودرسی محصول) و کودهای زیستی (برای فراهمی موادغذایی مورد نیاز گیاه) و درنهایت بررسی اثرات این عوامل سه‌گانه بر افزایش عملکرد هندوانه آجیلی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال 1392 در آزمایشگاه، گلخانه و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب کرت‌های خردشده نواری در پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل پرایمینگ بذور (پلی‌اتیلن گلایکول6000 با غلظت 1/5- مگاپاسکال به مدت 48 ساعت) در دو سطح (بذور پرایم نشده و پرایم شده)، فاکتور دوم نشاءکاری که به‌صورت کشت مستقیم و نشائی و فاکتور سوم محلول‌پاشی کود بیولوژیک حاوی باکتری سودوموناس (*Pseudomonas*) و ازتوباکتر

(*Azotobacter*) در دو سطح (بدون کود بیولوژیک و با کود بیولوژیک) بود. بذور هندوانه آجیلی (توده کلاله) ابتدا در محلول پلی‌اتیلن گلایکول با پتانسیل اسمزی 1/5- مگاپاسکال به مدت 48 ساعت قرار داده شد و سپس بلافاصله سه مرتبه با آب مقطر شستشو و در دمای اتاق نگهداری شده تا به رطوبت اولیه برگردند. سپس در گلخانه در گلدان‌های پلاستیکی (با قطر 10 سانتی‌متر و ارتفاع 20 سانتی‌متر) که ترکیبات خاک گلدان (50 درصد خاک، 30 درصد کمپوست و 20 درصد شن) بود، در دمای متوسط 22تا 25 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و بعد از یک ماه که گیاهچه‌های هندوانه آجیلی به مرحله 3 تا 4 برگی رسیدند به مزرعه انتقال داده شد و کشت مستقیم بذور نیز همزمان با انتقال نشاء صورت گرفت. قبل از انتقال نشاءها و کشت مستقیم بذور نمونه‌برداری خاک از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری انجام شد. پس از انتقال به آزمایشگاه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش تعیین شد (جدول 1).

جدول 1- مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil properties of farm

اسیدیته Acidity (pH)	شوری Salt ($dS\ m^{-1}$)	پتاسیم (ppm) Potassium (K)	فسفر (ppm) Phosphorus (P)	نیتروژن (ppm) Nitrogen (N)
7.66	1.4	115	14.9	14.4

قبل از کاشت، زمین مورد نظر با گاوآهن، دیسک و لولر آماده‌سازی شدند. تراکمی که بذور براساس آن کاشته شدند چهار بذر در هر کپه بود که بعد از رسیدن هندوانه‌ها به مرحله چهار الی شش برگی تنک شدند و به یک بوته در هر متر مربع (در هر کپه) رسانده شدند. ابعاد کرت نیز 6×4 متر بود که برای حذف اثر حاشیه بین دو کرت 0/5 متر و بین دو تکرار یک متر فاصله در نظر گرفته گرفت. در مراحل داشت نیز در چند مرحله مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی انجام گردید. تیمار کودهای بیولوژیک به‌صورت محلول‌پاشی در طی سه مرحله به فاصله یک ماه انجام شد. در طی فصل رشد نیز صفات شاخص سطح برگ (LAI) طی هشت مرحله یک ماه بعد از کاشت و به فاصله هر هفت روز نمونه‌برداری گردیده که نمونه‌ها از تمامی کرت‌ها به‌صورت تصادفی از سطح یک مترمربع برداشت و بعد از انتقال به آزمایشگاه سطح برگ آن با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf Area Meter) مدل LI-3100C تعیین شد. در زمان رسیدگی هندوانه‌ها ابتدا میوه برداشت شده و دانه‌های موجود در هر هندوانه به‌صورت دستی از گوشت آن جدا شده و پس از خشک کردن در سایه به آزمایشگاه انتقال داده شد. در زمان رسیدگی هندوانه‌ها صفاتی همچون ماده خشک کل، تعداد میوه در هر بوته، تعداد دانه در هر میوه، عملکرد دانه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و محاسبه گردید. در نهایت به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Minitab 16 و SAS 9.1 استفاده شد. مقاسیه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد کودهای زیستی روی تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌داری داشت ولی پرایمینگ بذرها تنها روی صفات ماده خشک کل و عملکرد دانه تأثیر معنی‌دار داشت. اثر متقابل دوگانه این دو تیمار نیز تنها بر تعداد میوه در هر بوته تأثیر معنی‌دار داشت. تیمار نشاءکاری غیر از صفت ماده خشک کل روی دیگر صفات اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌دار داشت. اثر متقابل کاربرد کود و نشاءکاری تنها روی صفات تعداد دانه در هر میوه و وزن هزار دانه معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تیمار پرایمینگ همراه با نشاءکاری روی هیچ‌کدام از صفات تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل سه‌گانه نیز تنها روی عملکرد دانه تأثیر معنی‌دار داشت (جدول 2).

شاخص سطح برگ

سطح برگ یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده برای رسیدن به حداکثر عملکرد می‌باشد که هر گیاهی که قبل از گلدهی از سطح برگ قابل‌توجهی برخوردار باشد، موفق‌تر عمل خواهد کرد (Welbaum *et al.*, 1998). بررسی تغییرات و اختلاف شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف در روزهای مختلف پس از کاشت نشان داد که در هرکدام از مراحل اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، تیمار کشت نشائی نسبت به کشت مستقیم شاخص سطح برگ بالایی برخوردار بوده است و در اکثر موارد اختلاف‌ها معنی‌دار بوده است. در روش‌های مختلف کاشت، بذور پرایم شده نسبت به بذوری که پرایم نشده بودند دارای شاخص سطح برگ بالاتری بودند. همین‌طور بررسی تفاوت شاخص سطح برگ در تیمارهای کودی (بدون کود بیولوژیک و تیمار همراه با کود بیولوژیک) نشان داد که در مراحل مختلف اندازه‌گیری، تیمار کوددهی سبب افزایش معنی‌داری در شاخص سطح برگ نسبت به عدم کاربرد کود شده است (جدول 3).

جدول 2- تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد هندوانه آجیلی تحت تیمارهای مورد آزمایش

Table 2- Analysis of variance and mean of squares of treatments relevant to yield and yield components of seed of seedy watermelon under the effects of considered treatments

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	صفات Characteristics				
		ماده خشک کل Total dry mater	تعداد میوه در هر بوته Fruit number per plant	تعداد دانه در هر میوه Seed number per fruit	وزن هزار دانه 1000weight	عملکرد دانه Seed yield
تکرار (R) Replication	2	11456	1.54	71.83	5779	59.5
کود (A) Fertilizer	1	515387**	5.04**	132908**	459**	40672**
E_1	2	507	1.04	10588	69.88	1.8
اسموپرایمینگ (B) Osmopriming	1	18095*	0.37^{ns}	726^{ns}	8238^{ns}	2904*
A*B	1	7315^{ns}	1.04**	1768^{ns}	9.37^{ns}	192.7^{ns}
E_2	4	7333	0.416	490	175	138
نشاءکاری (C) Transplantation	1	3384^{ns}	1.04**	4161*	590.04**	7490**
A*C	1	425^{ns}	0.043^{ns}	5104**	222*	641^{ns}
E_3	4	15821	0.582	8830	650	75.03
B*C	1	9009^{ns}	0.041^{ns}	641^{ns}	3.43^{ns}	352.7^{ns}
A*B*C	1	459^{ns}	0.041^{ns}	1040^{ns}	51.04^{ns}	2242.7*
E_4	4	26.29	0.416	297	24.83	298.91

ns عدم معنی‌داری، ** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و * معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Ns, and ** and * are indicative of non-significant, significant at the probability level of 1% and 5% respectively.

جدول 3- اثرات متقابل تیمارهای مورد آزمایش بر شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد گیاه هندوانه آجیلی

Table 3- Interaction effects of treatments on LAI of seedy watermelon at different stages of growth

تیمارها Treatments			روزهای پس از کاشت Days after sowing							
			35	42	49	56	63	70	77	84
کشت مستقیم Direct sowing	پرایم نشده Unprimed	بدون کود بیولوژیک Non- biofertilizer	0.066	0.413	1.55	2.05	2.34	2.55	2.55	2.34
		با کود بیولوژیک With biofertilizer	0.099	0.31	1.59	3.08	3.2	3.22	3.23	2.003
	پرایم شده Primed	بدون کود بیولوژیک Non- biofertilizer	0.1	0.43	0.77	2.78	3.11	3.28	3.78	3.29
		با کود بیولوژیک With biofertilizer	0.094	0.48	2.85	3.83	3.86	3.86	3.98	2.69
کشت نشائی Transplanting sowing	پرایم نشده Unprimed	بدون کود بیولوژیک Non- biofertilizer	0.56	1.17	2.53	3.69	4	4.12	3.86	3.11
		با کود بیولوژیک With biofertilizer	0.56	2.03	3.29	4	4.49	4.55	3.95	3.43
	پرایم شده Primed	بدون کود بیولوژیک Non- biofertilizer	0.58	1.36	3.12	3.89	4	4.23	3.48	3.1
		با کود بیولوژیک With biofertilizer	0.56	1.58	3.34	4	4.34	4.66	4.43	3.98
LSD (0.05)			0.46							

در تیمار کشت مستقیم در مراحل اولیه رشد (35 و 42 روز پس از کاشت) اختلاف شاخص سطح برگ بین تیمارهای مختلف کم می‌باشد ولی با گذشت زمان اختلاف بین تیمارها افزایش می‌یابد و تفاوت‌ها نیز معنی‌دار می‌باشد. در تیمار کشت مستقیم و اعمال تیمار پرایمینگ همراه با کود بیولوژیک، تا روز 56 با شیب زیادی افزایش می‌یابد و پس از آن تا روز 77 تقریباً ثابت بوده و از روز 77 به بعد کاهش می‌یابد. این روند در تیمار عدم پرایمنگ همراه با کود بیولوژیک نیز مشاهده می‌گردد (جدول 3)، به نظر می‌رسد در اوایل

فصل که رشد گیاه کم است مواد فتوسنتزی بیشتری به ریشه اختصاص می‌یابد، اما در اواخر فصل رشد به‌دلیل سایه‌اندازی و پیر شدن برگ‌ها و ریزش آن‌ها، شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. در روش کشت مستقیم کمترین شاخص سطح برگ در طول رشد را تیمار عدم پرایمینگ و عدم کاربرد کود بیولوژیک دارا بود (جدول 3). در کشت نشائی، نکته قابل توجه نزدیک بودن مقادیر شاخص سطح برگ در بین تیمارها نسبت به کشت مستقیم می‌باشد. در این بین، تیمارهایی که کود بیولوژیک استفاده شده بود دارای بالاترین مقادیر شاخص سطح برگ بودند. در همه تیمارها بیشترین شاخص سطح برگ در 70 روز پس از کاشت دیده می‌شود و سپس کاهش رخ می‌دهد. در تیمار کشت نشائی برخلاف کشت مستقیم تا 70 روز پس از کشت روند افزایشی در شاخص سطح برگ مشاهده شد ولی در کشت مستقیم از روز 56 تا 77 این شاخص تقریباً ثابت بوده است و سپس کاهش یافته است (جدول 3). احتمالاً افزایش شاخص سطح برگ به سبب نشاء و نشاءکاری بوده که در شرایط ایده‌آل جوانه‌زنی و رشد اولیه خود را در شرایط محیطی و مواد غذایی بهینه‌ای سپری کرده است. همچنین می‌تواند به این دلیل باشد که در مزرعه کشت مستقیم همزمان با کشت نشاءهای چند هفته‌ای انجام شده و چون کشت مستقیم بذور هنوز سبز نشده حال آن‌که نشاءها از حداقلی از سطح برگ برخوردارند بلافاصله فعالیت فتوسنتزی خود را شروع می‌کنند. کاربرد کودهای بیولوژیک نیز بر روی شاخص سطح برگ هندوانه آجیلی باعث افزایش این شاخص شده و نهایتاً دوام برگ در مقاسه با شاهد شده و از طرفی افزایش طول دوره فتوسنتزی و به‌تبع آن باعث افزایش تعداد دانه در میوه و عملکرد دانه می‌شود. Izad-khah *et al*, (2010) و Ghiasabadi and Khajeh-Hosseini, (2012) به‌ترتیب در گیاه پیاز (*Allium cepa* L.) و ذرت گزارش کردند که سطح برگ و شاخص سطح برگ در کشت نشائی 50 روز بعد از کاشت بیشتر از کشت مستقیم بوده است. Demir and Mavi, (2004) و Barlow and Haigh (1987) نیز به‌ترتیب در هندوانه و گوجه‌فرنگی تأثیر مثبت اسموپرایمینگ بذور را گزارش کردند.

وزن خشک کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اسموپرایمینگ بذور و کاربرد کودهای زیستی اثر معنی‌داری بر وزن خشک کل داشت، ولی نشاءکاری، اثرات متقابل بین تیمارها و اثرات سه‌گانه آنها تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک کل نشان نداد (جدول 2). اسموپرایمینگ بذور موجب افزایش سبز شدن و استقرار بهتر گیاهچه، بهبود رشد قسمت‌های رویشی، اجزای عملکرد و نیز افزایش وزن خشک کل می‌شود. بسیاری از محققین اثرات معنی‌دار اسموپرایمینگ بذور در گیاهانی ازجمله گوجه‌فرنگی (Barlow and Haigh, 1987)، کلزا (Zheng *et al.*, 1994) و سه گونه علف‌های چمنی علوفه‌ای (Eisvand *et al.*, 2008) بر تسریع گلدهی، رسیدگی، عملکرد و ماده خشک کل را گزارش کردند که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی داشتند. برخلاف نتایج این آزمایش، Ghiasabadi and Khajeh-Hosseini, (2012) در گیاه ذرت علوفه‌ای و Izad-khah *et al*, (2010) در گیاه پیاز بیان نموده‌اند که نشاءکاری اثر معنی‌داری بر ماده خشک کل داشت.

کاربرد کودهای زیستی به‌طور چشمگیری ماده خشک کل را افزایش داد (جدول 4). تیمارهای اسموپرایمینگ بذر همراه با محلول‌پاشی و تیمار نشاءکاری بذور پرایم شده ماده خشک کل را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (جدول 5 و 6). بذور حاصل از پرایمینگ همراه با محلول‌پاشی کودی با 8255 کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار عدم پرایمینگ بذور و عدم کاربرد کود با 4775 کیلوگرم در هکتار کمترین میزان وزن خشک کل را داشتند (جدول 5). نتایج همچنین نشان داد که تولید ماده خشک همبستگی بالایی با صفات تعداد میوه در هر بوته ($r = 0/71^{**}$)، تعداد دانه در هر میوه ($r = 0/78^{**}$) و به‌خصوص عملکرد دانه ($r = 0/84^{**}$) داشت (جدول 8). به نظر می‌رسد باکتری‌ها منجر به تولید مواد محرک رشد گیاه در محیط ریشه گردیده و در نهایت باعث افزایش رشد اندام‌های رویشی، زایشی و وزن خشک می‌گردند (Jahan *et al.*, 2011). در راستای این آزمایش، Patidar and Mali, (2004) و Kochaki *et al*, (2008) در بررسی اثر کودهای زیستی بر خصوصیات گیاه سورگوم و زوفا بیان کردند که کاربرد باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر اثرات مثبت و معنی‌داری بر این دو گیاه داشته است.

تعداد میوه در هر بوته

طبق نتایج به‌دست آمده، تیمارهای اسموپرایمینگ بذور هندوانه، نشاءکاری و کودهای زیستی و اثرات متقابل کودهای زیستی با اسموپرایمینگ بذور اثر معنی‌داری بر تعداد میوه در هر بوته داشت (جدول 2). اسموپرایمینگ بذور باعث شد تا تعداد میوه در هر بوته نسبت به تیمار شاهد (عدم اسموپرایمینگ بذور) به میزان هشت درصد افزایش یابد (جدول 4). بین تعداد میوه در هر بوته با عملکرد دانه ($r = 0/63^{**}$) و ماده خشک کل ($r = 0/71^{**}$) همبستگی بالا و معنی‌داری وجود داشت (جدول 8). Rahchamandi *et al*, (2010) در بررسی اثر اسموپرایمینگ بذور و تاریخ کاشت بر عملکرد سه رقم سویا گزارش کردند که بذور پرایم شده نسبت به پرایم نشده در گیاه سویا تعداد نیام بیشتری در ساقه‌های اصلی و فرعی داشت. این محققین عامل اصلی این افزایش را سبز شدن، استقرار سریع‌تر بوته‌های ناشی از بذور پرایم شده بیان کردند. کشت نشائی با تعداد 2/9 میوه در هر بوته بیشترین تعداد میوه را در مقایسه با کشت مستقیم بذر (2/5 میوه در هر بوته) به خود اختصاص دادند (جدول 4). Rahnama and Bakhshande, (2005) گزارش کردند که

نشاءکاری کلزا نسبت به کشت مستقیم تعداد خورجین بیشتری در هر بوته داشت. احتمالاً اثرات مثبت نشاءکاری به دلیل سپری نمودن مرحله گیاهچه‌ای، که مهمترین مرحله از رشد گیاهان می‌باشد، در شرایط ایده‌آل همراه با فراهمی بهتر مواد غذایی در اوایل فصل رشد، بوده است. بررسی اثر متقابل اسموپرایمینگ بذر و کودهای زیستی نشان داد که بذور پرایم شده به همراه محلول‌پاشی کودهای زیستی باعث افزایش تعداد میوه شد. به‌طوری‌که، در تیمارهای کودی حاصل از پرایم با 3/5 میوه در هر بوته بیشترین تعداد میوه و تیمار بدون کود و پرایم نشده با 2/2 میوه در هر بوته از کمترین میزان این صفت مورد مطالعه برخوردار بودند (جدول 5). Rezvani-Moghadam and Moradi, (2012) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی (سودوموناس و ازتوباکتر) در کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cymi*num) با شنبلیه (*Trigonella foenum- graecum*) به‌ترتیب تعداد چتر در زیره سبز و تعداد غلاف در شنبلیله نسبت به تیمار بدون کود را افزایش داد. احتمالاً در شرایط کاربرد کودهای زیستی، رشد رویشی گیاه بهبود یافته و این امر منجر به افزایش تعداد اندام‌های زایشی تبدیل شده به میوه در هندوانه آجیلی شده است.

جدول 4- اثرات ساده، پرایمینگ، نشاءکاری و کود زیستی بر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد هندوانه آجیلی

Table 4- Simple osmopraiming, transplantation and bio-fertilizer effect on seed yield and yield components of seedy watermelon

تیمار Treatment		صفات Characteristics				
		ماده خشک کل Total dry matter (kg ha^{-1})	تعداد میوه در هر بوته Fruit number per plant	تعداد دانه در هر میوه Seed number per fruit	وزن هزاردانه 1000 Weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})
اسموپرایمینگ بذر Osmo priming	پرایم نشده Non primed	6066^{b}	2.6^{b}	511.3^{a}	149.1^{a}	1553^{b}
	پرایم شده Primed	6615^{a}	208^{a}	522.3^{a}	152.8^{a}	1773^{a}
نشاءکاری Transplantation	کشت مستقیم Direct planting	6222^{a}	2.5^{b}	503.7^{b}	146^{b}	1487^{b}
	کشت نشائی Plantantion	6459^{a}	2.9^{a}	530^{a}	155.9^{a}	1840^{a}
کودهای زیستی Bio-fertilizer	بدون کود Non bio-fertilizer	4875^{b}	2.3^{b}	442.4^{b}	146.6^{b}	1252^{b}
	باکود Bio-fertilizer	7806^{a}	3.2^{a}	591.3^{a}	155.3^{a}	2075^{a}

میانگین‌های که دارای حروف مشترکند از نظر صفت مورد مطالعه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have common alphabets don't have any significant difference in aspect of considered treatments based on LSD test in the level of 5 %.

جدول 5- اثرات متقابل اسموپرایمینگ بذر×کودهای زیستی بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد هندوانه آجیلی

Table 5- Interaction effects of seed osmopriming×bio-fertilizer on seed yield and yield components of seedy watermelon

اسموپرایمینگ بذر Seed osmopriming	کودهای زیستی Bio-fertilizers	صفات Characteristics				
		ماده خشک کل Total dry matter (kg ha^{-1})	تعداد میوه در هر بوته Fruit number per plant	تعداد دانه در هر میوه Seed number per fruit	وزن هزاردانه 1000 Weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})
پرایم نشده Non primed	بدون کود Non Bio-fertilizer	4775^{b}	2.2^{c}	439.2^{b}	145.3^{b}	1170^{b}
پرایم شده Primed		4975^{b}	2.3^{c}	445.5^{b}	147.5^{ab}	1333^{b}
پرایم نشده Non primed	با کود Bio-fertilizer	7357^{a}	2.8^{b}	577.2^{a}	152.8^{ab}	1937^{a}
پرایم شده Primed		8255^{a}	3.5^{a}	605.3^{a}	157.8^{a}	2075^{a}

میانگین‌های که دارای حروف مشترکند از نظر صفت مورد مطالعه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have common alphabets don't have any significant difference in aspect of considered treatments based on LSD test in the level of 5 %.

تعداد دانه در هر میوه

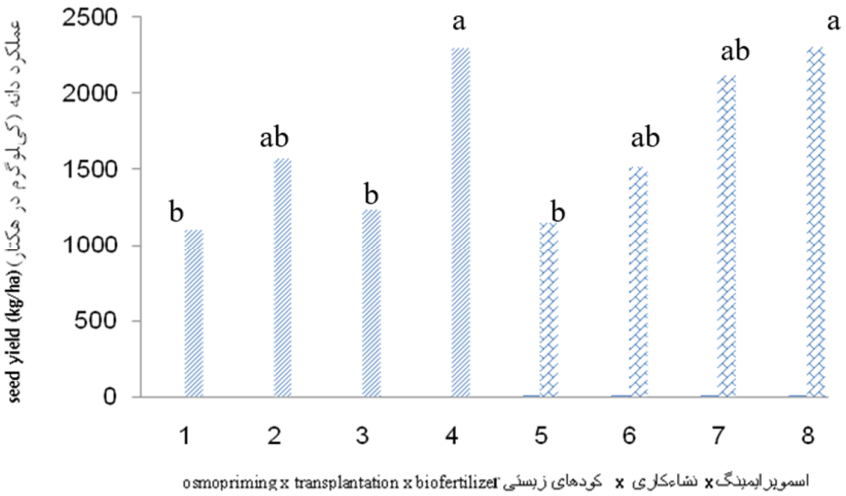
به‌طور کلی، تعداد دانه در هر میوه در بین تیمارهای کودی، نشائی و اثرات متقابل بین کود و نشاء معنی‌دار بود (جدول 2). ولی اسموپرایمینگ بذر اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در هر میوه نداشت (جدول 2). در این آزمایش، بذور پرایم شده در مقایسه با بذور پرایم نشده تعداد دانه در میوه را بهبود بخشید ولی این افزایش معنی‌داری نبود (جدول 4). Welbaum *et al*, (1998) روی بذور سبزیجات نتایج مشابه با این آزمایش را گزارش کردند. Basra *et al*, (2006) در گیاه برنج (*Oryza sativa*) اثر مثبت اسموپرایمینگ بذور بر تعداد دانه در هر میوه را به سبز شدن، گلدهی و تشکیل کپسول زودتر نسبت به بذور پرایم نشده نسبت دادند. تعداد دانه در هر میوه در کشت نشائی نسبت به کشت مستقیم افزایش یافت و این افزایش معنی‌دار بود، به‌طوری‌که تعداد دانه در هر میوه از 503/7 در کشت مستقیم به 530 دانه در کشت نشائی افزایش یافت (جدول 4). در آزمایشی بر روی گیاه کلزا مشاهده شده است که نشاءکاری کلزا نسبت به کشت مستقیم آن در دو سال متوالی اثر معنی‌داری روی تعداد خورجین در بوته داشت (Rahnama and Bakhshande, 2005). محلول‌پاشی کودهای زیستی نیز در این آزمایش بر تعداد دانه در میوه اثر مثبتی گذاشت. به‌طوری‌که، تیمار کودهای زیستی با 591 دانه در هر میوه نسبت به تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی (442 دانه در هر میوه) عملکرد دانه بیشتری داشت (جدول 4). در بین اثرات متقابل نیز تیمار کشت مستقیم و نشائی محلول‌پاشی شده نسبت به تیمارهای محلول‌پاشی نشده تعداد دانه بیشتری را داشتند (جدول 6). نتایج جدول 8 نیز نشان داد، این صفت همبستگی بالایی با عملکرد دانه ($r = 0/67^{**}$) و ماده خشک کل ($r = 0/78^{**}$) داشت. به‌طور کلی، در این آزمایش تیمارهای کشت نشائی و کشت مستقیم حاصل از اسموپرایمینگ بذور و محلول‌پاشی توسط کودهای زیستی باعث افزایش تعداد دانه در میوه شد. به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی به دلیل افزایش سرعت و مدت فتوسنتز، باعث افزایش راندمان انتقال مواد به دانه و تجمع ماده خشک و در نهایت منجر به افزایش تعداد دانه و عملکرد دانه می‌گردد.

عملکرد دانه

عملکرد دانه یکی از مهمترین شاخص‌های اقتصادی در گیاهان دانه‌ای محسوب می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر اسموپرایمینگ بذور (در سطح احتمال 5 درصد)، نشاءکاری، کودهای زیستی (در سطح احتمال 1 درصد) و اثر متقابل سه‌گانه بر عملکرد دانه (در سطح احتمال 5 درصد) معنی‌داری شد (جدول 2). همانگونه که نتایج نشان می‌دهد تیمارهای اسموپرایمینگ بذور، نشائی و کودی نسبت به تیمارهای شاهد برتری داشتند. در این آزمایش، تیمار اسموپرایمینگ بذور 13 درصد، نشاءکاری 23 درصد و کودهای زیستی 65 درصد عملکرد دانه را افزایش داد (جدول 4). همانگونه که اسموپرایمینگ بذور بر صفات تعداد میوه در هر بوته و ماده خشک کل اثر معنی‌داری داشت بر عملکرد دانه نیز معنی‌دار بود (جدول 2). بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده و کشت مستقیم، سریعتر و مطلوب‌تر استقرار یافته و در نتیجه از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشید بهتر استفاده شده و در نتیجه عملکرد آن افزایش یافته است. Barlow and Haigh, (1987) در بررسی اثر اسموپرایمینگ بذور بر گوجه‌فرنگی، گزارش کردند که اسموپرایمینگ بذور روی جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن اثر معنی‌داری داشت، هچنین آن‌ها بیان کردند که سبز شدن زودتر، بدون تغییر در عملکرد، منجر به گلدهی، میوه‌دهی و رسیدگی زودتر گردید. Harris *et al*, (2004) نیز گزارش کردند که پرایمینگ بذور ذرت، جوانه‌زنی و سبزشدن را بهبود بخشیده و با تولید گیاهچه‌های با بنیه قوی باعث گلدهی زودتر و عملکرد بالاتر این تیمار شده است.

با کشت نشائی هندوانه آجیلی نسبت به کشت مستقیم آن عملکرد دانه به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (جدول 4). در کشت نشائی همراه با کودهای زیستی، به دلیل طی نمودن دوره حساس رشد گیاه در شرایط کنترل شده نسبت به کشت مستقیم، به اندازه کافی از شرایط محیطی و مواد غذایی در دسترس برای فتوسنتز و تولید شیره خام و پرورده استفاده کرده و درنتیجه باعث افزایش وزن میوه و عملکرد دانه شده است. در راستای این آزمایش Ghamkhar *et al*, (2011) در بررسی حجم و محیط کشت بر نشاء هندوانه گزارش کردند که نشاءکاری نسبت به کشت مستقم باعث زودرسی و افزایش عملکرد این گیاه گردید. Olson *et al*, (1994) نیز اثر مثبت نشاءکاری بر عملکرد هندوانه را گزارش کردند. همچنین اثرات مثبت نشاءکاری نسبت به کشت مستقیم بذر در گیاهان پنبه (Javaheri, 2009) و پیاز (Izad-khah *et al.*, 2010) را گزارش شده است. نشاءکاری به‌خصوص در کشت‌های دیر هنگام اهمیت بیشتری دارد و خسارت ناشی از عوامل محدودکننده عملکرد را به‌واسطه استقرار بهتر بوته‌ها و آمادگی بیشتر جهت رشد و نمو را به حداقل می‌رساند. عملکرد دانه به‌ترتیب در تیمارهای کودی و بدون کود برابر با 2075 و 1252 کیلوگرم در هکتار بود (جدول 4). این افزایش عملکرد در تیمار کودی را به تعداد میوه در هر بوته، تعداد دانه در هر میوه و وزن هزار دانه بالاتر می‌توان نسبت داد. نتایج این تحقیق مبنی بر تأثیر معنی‌دار کودهای زیستی، مطابق با یافته‌های Sabeti-Amirhandeh *et al*, (2012) درگیاه توتون (*Nicotiana tabacum* L.)، Jafari *et al*, (2009) در گیاه جو رقم ریحان (*Hordeum vulgare cv.Reyhan*)، Saeidnejad *et al*, (2012) روی سورگوم علوفه‌ای

(*Sorghum bicolor*)، Zabihi *et al*, (2009) و Amiri *et al*, (2010) در گندم (*Triticum aestivum*) می‌باشد. از نظر اثرات متقابل نیز تیمار کشت نشائی حاصل از اسموپرایمینگ بذر با کاربرد کودهای زیستی بیشترین عملکرد دانه را به میزان 2300 کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد 1103 کیلوگرم در هکتار داشت (شکل 1). آنچه در نتایج آزمایشات مشخص است در میان اجزای عملکرد، تعداد دانه در میوه و وزن هزاردانه بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت (جدول 8).



شکل 1- اثرات متقابل، P اسموپرایمینگ بذر، T نشاءکاری و K کودهای زیستی بر عملکرد دانه هندوانه آجیلی

P اسموپرایمینگ بذر (1. پرایم نشده و 2. پرایم شده) Tنشاءکاری (1. کشت مستقیم و 2. کشت نشائی) K کودهای زیستی (1. بدون زیستی و 2. با کودهای زیستی)، (1= T1P1K1)، (2=P1T1K2)، (3= P1T2K1)، (4= P1T2K2)، (5=P2T1K1)، (6=P2T1K2)، (7=P2T2K1)، (8= P2T2K2)

Figure 1- Interaction effects, P seed osmopriming, T trandplantig and K bio-fertilizers on seed yield of seedy watermelon, P Osmopriming of seedy watermelon (unprimed and primed), T: planting style (1. Direct planting and 2. Transplanting), K: Biofertilizers (without biofertilizers and with biofertilizers)

جدول 6- اثرات متقابل نشاءکاری× کودهای زیستی بر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد هندوانه آجیلی

Table 6- Interaction effects of transplanting ×bio-fertilizers on treatment of seed yield and yield component of seedy watermelon

نشاءکاری Transplantation	کودهای زیستی Bio-fertilizers	صفات Characteristics				
		ماده خشک کل Total dry matter (kg ha^{-1})	تعداد میوه در هر بوته Fruit number per plant	تعداد دانه در هر میوه Seed number per fruit	وزن هزاردانه 1000 Weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})
کشت مستقیم Direct planting	بدون کود Non Bio-fertilizer	4798^{b}	2^{c}	414.17^{c}	144.7^{b}	1120^{c}
کشت نشائی Plantation		4952^{b}	2.5^{b}	470.2^{b}	148.5^{b}	1377^{bc}
کشت مستقیم Direct planting	با کود Biofertilizer	7647^{a}	3^{a}	589.8^{a}	147.3^{b}	1840^{ab}
کشت نشائی Plantation		7967^{a}	3.3^{a}	592.7^{a}	163.3^{a}	2303^{a}

میانگین‌های که دارای حروف مشترکند از نظر صفت مورد مطالعه براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند

Means which have common alphabets don't have any significant difference in aspect of considered treatments based on LSD test in the level of 5 %.

جدول 7- اثرات متقابل اسموپرایمنگ بذر × نشاءکاری بر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد هندوانه آجیلی

Table 7- Interaction effects of osmopriming x transplantation on treatment of seed yield and yield component of seedy watermelon

اسمو پرایمینگ بذر Seed osmopriming	نشاءکاری Transplantation	صفات Characteristics				
		ماده خشک کل Total dry matter (kg ha^{-1})	تعداد میوه در هر بوته Fruit number per plant	تعداد دانه در هر میوه Seed number per fruit	وزن هزار دانه 1000 weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})
پرایم نشده Non primed	کشت‌مستقیم Direct planting	5753 a	2.3 b	493 a	144.5 b	1338 b
	کشت نشائی Plantantion	6378 a	2.8 ab	529.7 a	147.5 ab	1635 ab
پرایم شده Primed	کشت‌مستقیم Direct planting	6540 a	2.7 ab	51403 a	153.7 ab	1768 ab
	کشت نشائی Plantantion	6690 a	3 a	530.3 a	158.2 a	1912 a

میانگین‌های که دارای حروف مشترکند از نظر صفت مورد مطالعه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند

Means which have common alphabets don't have any significant difference in aspect of considered treatments based on LSD test in the level of 5 %.

وزن هزار دانه

اثر کودهای زیستی و نشاءکاری و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود، ولی اسموپرایمینگ بذور روی وزن هزار دانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول 2). در نتایج مشابه با این آزمایش، Maghni-bashi and Razmjo, (2012) در گیاه کنجد نیز عدم تأثیر معنی‌دار اسموپرایمینگ بذر بر وزن هزار دانه را گزارش کردند. Rahchamandi *et al*, (2010) نیز گزارش کردند که اسموپرایمینگ بذور اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه سه رقم سویا نداشته است. ولی در آزمایشی بر روی ذرت، پرایمینگ بذور سبب افزایش معنی‌داری در وزن هزار دانه ذرت شده است (Moradie-Dezfoli *et al.*, 2009). بر خلاف اسموپرایمینگ بذور،نشاءکاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر وزن هزار دانه داشت (جدول 2). کشت نشائی با 155/9 گرم بیشترین وزن هزار دانه و کشت مستقیم با 146/6 گرم وزن هزار دانه کمترین میزان را به خود اختصاص دادند. تیمار کودی نیز همانند نشاءکاری اثر قابل ملاحظه‌ای بر وزن هزار دانه داشت (جدول 4). باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس می‌توانند با تولید ترکیبات تنظیم‌کننده رشد گیاه و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه باعث افزایش فتوسنتز، عملکرد، اجزای عملکرد و تولید ماده خشک در گیاه شوند. اثرات هم‌افزایی متقابل باکتری‌ها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش تولید ماده خشک در گیاه است (Saeidnejad *et al*., 2012). اثرات متقابل نشاءکاری و کود زیستی در سطح 5 درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول 2). به‌طور کلی نشاءهای محلول‌پاشی شده با کودهای زیستی با وزن هزار دانه 163 گرم نسبت به تیمار کشت مستقیم بذر (144 گرم)، کشت نشائی بدون محلول‌پاشی کودهای زیستی (148 گرم) وزن هزار دانه بیشتری داشتند (جدول 6). در نتایجی مشابه با این آزمایش Zabihi *et al*, (2009) در بررسی تأثیر کاربرد سویه‌های از سودوموناس فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در سطوح مختلف شوری اظهار داشتند که باکتری سودوموناس تأثیر مثبتی بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم داشت و علاوه بر آن این باکتری باعث کاهش اثرات شوری در این گیاه شد.

ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد در جدول 7 ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود بین عملکرد دانه با صفات تعداد میوه در هر بوته ($r = 0/63^{**}$)، تعداد دانه در هر میوه ($r = 0/67^{**}$)، وزن هزار دانه ($r = 0/50^{**}$) و وزن خشک کل ($r = 0/84^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. وجود رابطه مثبت بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه بیانگر این است که هر عامل که سبب افزایش اجزای عملکرد شود، عملکرد دانه را نیز افزایش خواهد داد.

Khorramdel (2008) با بررسی اثر کودهای زیستی نیتروژن و فسفر بر خصوصیات کمی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) گزارش کرد که بین شاخه‌های جانبی، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و بالایی وجود داشت.

جدول 8- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف هندوانه آجیلی تحت تأثیر (اسموپرایمینگ، نشاءکاری و کودهای زیستی)

Table 8- Simple correlation coefficients between different treatments of seedy watermelon in osmopriming, transplanting and bio-fertilizers treatments

صفات Treatment	تعداد میوه در هر بوته Fruit number per plant	تعداد دانه در هر میوه Seed number per fruit	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزاردانه 1000 weight	ماده خشک کل Total dry matter
تعداد میوه در هر بوته Fruit number per plant	1				
تعداد دانه در هر میوه Seed number per fruit	0.369^{ns}	1			
عملکرد دانه Seed yield	0.634**	0.677**	1		
وزن هزاردانه 1000 Weight	0.331^{ns}	0.089^{ns}	0.500**	1	
ماده خشک کل Total dry matter	0.712**	0.780**	0.840**	۰0.348^{ns}	1

ns عدم معنی‌داری، * معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد، ** معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد

ns, and ** and * are indicative of non significant, significant at the probability level of 1% and 5% respectively.

نتیجه‌گیری

نشاءکاری نسبت به کشت مستقیم باعث بهبود بسیاری از خصوصیات رشدی هندوانه آجیلی، صرفه‌جویی در آب و نهاده‌ها و به‌ویژه باعث افزایش عملکرد گردیده است که در صورت اقتصادی بودن هزینه تولید و انتقال نشاء، نشاءکاری هندوانه آجیلی نسبت به کشت مستقیم برتری داشته و قابل توصیه است. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نقاط آسیب دیده مزرعه را که به هر دلیلی دچار بد سبزی شده‌اند به‌وسیله نشاءکاری هندوانه آجیلی واکاری نمود. همچنین کودهای زیستی نیز به‌عنوان تکمیل‌کننده فرآیند رشد و نمو گیاهان می‌تواند مواد غذایی مورد نیاز گیاه در طول فصل رشد را فراهم کند. نتایج این مطالعه نشان داد که کودهای زیستی اثرات معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه داشته در نتیجه، کاربرد آنها می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی بوده و قابل توصیه می‌باشد.

References

1. Abotalebian, M. A., Sharifazadeh, F., Jahansour, M. R., Ahmadi, A., and Naghavi, M. R. 2008. Effect of seed priming on wheat cultivars (*Triticum aestivum*) of three different climates on germination, seedling establishment and yield. Iranian Journal of Agricultural Research 39 (1): 145-154. (in Persian).
2. Amiri, A., Tohidi, A., Javaheri, M., and Mohamadizadeh, Gh. 2010. Study the effect of planting time, cultivar and azetobacter on wheat (*Triticum aesticum* L.) yield at Bardsir region. Journal of Crops Improvment 12 (1): 11-19. (in Persian with English abstract).
3. Ashraf, M., and Foolad, M. R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advances in Agronomy 88: 223-271.
4. Astaraei, A., and Kochaki, A. 1996. Biofertilizers application in sustainable agriculture. Mashhad Jihad Daneshgahi Publication, Mashhad. P168. (in Persian).
5. Baalbaki, R. Z., Blelk, R. A., and Tahouk, S. N. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat (*Triticum aestivum*) under moisture stress. Seed Science and Technology 27: 291-302.
6. Barlow, E. W. R., and Haigh, A. M. 1987. Effect of seed priming on the emergence, growth and yield of tomatoes (*Solanum lycopersicum*) in the field. Acta Horticulture 200: 153-164.
7. Bar-tal, A., and Bar-Yosef, B. 1990. Pepper transplant response to root volume and nutrition in the nursery. Agronomy Journal 82: 989-995.
8. Basra, S. M. A., Farooq, M., Tabassum, R., and Ahmad, N. 2006. Evaluation of seed vigour enhancement techniques on physical and biochemical basis in coarse rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology 34: 719-728.
9. Biari, A., Gholamali, A., and Rahmani, H. 2011. Effect of Different Plant Growth Promotion Bacteria (Azotobacter, Azospirillum) on Growth Parametersand Yield of Field Maize. Journal of Water and Soil 25 (1): 1-10. (in Persian).
10. Bina, Gh. 1995. Effect of plant density on yield and yield components of three species of millet (*Panucum*

miliaceum L.). M.Sc thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian with English abstract).
11. Choi, B. H., Kac, B. M., and Chung, K. Y. 1992. Optimum transplanting date, fertilizer application rateand planting density for upland cotton. Korean Journal of Crop Science 37: 217-223.
12. Demir, I., and Mavi, K. 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus Lanatus* (Thunb.) Mastum and Nakai) seeds. Scientia Horticulturea 102: 467-473.
13. Eisvand, H. R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah-Arefi, H., and Hesamzadeh-Hejazi, S. M. 2008. Improvement of physiological quality of deteriorated tall wheat grass (*Agropyron elongatum Host*) seeds by hormonal priming for non-stress and drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Science 39 (1): 53-65. (in Persian).
14. FAO. 2009. Production Yearbook, no. 52. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
15. Ghaderi, F., Kamkar, B., and Soltani, A. 2011. Seed Science and Technology. Mashhad Jihad Daneshgahi Publications, Mashhad. (in Persian).
16. Ghamkhar, F., Hasanpour, A., Bagheri, S., and Mohamadi, A. 2011. Effect of medium composition and volume of seed bed on production and establishment of watermelon seedling (*Citrullus lanatus*) Sweet Cremcion cultivar. National conference of advances in agricultural. (in Persian).
17. Ghiasabadi, M., and Khajeh-Hosseini, M. 2012. Maize Transplanting (*Zea mays* L.) strategy to extend the growth season. M.Sc thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian).
18. Haj-Alibabaei, M., Hashemie-Dezfoli, A., and Nemati, N. 1998. Evaluation of different planting dates on yield and growth of cotton (*Gossypium Barbadense*) Varamin cultivar. Fifth Congress of Iranian Agronomy and Plant Breeding. (in Persian).
19. Harris, D., Rashid, A., Ali, S., and Hollinton, P. A. 2004. "On farm" seed priming in maize (*Zea mays*) in Pakistan. In "Proceeding of the 8th Asian Regional Maize Work shop: New Technologies for the New Millennium, pp. 316-324
20. Izad-khah, M., Tajbakhsh, M., and Amirnia, R. 2010. The effect of different seedlings sizes and age on economic and biological yield, harvest index and some qualitative characteristics of long-day and medium-day varieties of onion (*Allium cepa* L.). Journal of Horticultural Science 24 (2): 203 -215. (in Persian).
21. Jafari, A., Rezvani-Moghadam, P., and Ghorbani, R. 2009. Evaluation of the beneficial level of Azetobacter and Azespirillum bacteria on growth index, yield and root system of barely (*Hordeum vulgare*) Reihan cultivar. Iranian Journal of Field Crops Research 10 (2): 277-283. (in Persian).
22. Jahan, M., Nasiri-Mohalati, M., and Dehghanpour, F. 2007. The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo*. L. Iranian Agricultural Research 5 (2): 281-289. (in Persian).
23. Jahan, M., Nasiri-Mohalati, M., Amiri, P., and Nahami, M. K. 2011. The effect of biofertilizers on essential oil production and some qualitative and quantitative properties of basil (*Ocimum basilicum*) in the planting condition of winter cover crops.National Conference of Sustainable Agriculture, Islamic Azad University of Varamin. (in Persian).
24. Jaskani, M. J., Kwon, S. W., Kim, D. H., and Abbas, H. 2006. Seed treatment and orientation affects germination and seedling emergence in tetraploid watermelon (*Citrullus lanatus* thumb). Pakistan Journal of Botany 38 (1): 89-98.
25. Javadi, H., Rashed-Mohasel, M. H., and Azari-Nasrabad, A. 2006. Effect of plant density on agronomic characteristics chlorophyll content and stem remobilization percentage in four grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Monech) varieties. Iranian Journal of Agricultural Research 5 (2): 271-279. (in Persian).
26. Javaheri, A. 2009. Evaluation of the benefits of transplanting cultivation of cotton (*Gossypium Barbadense*) compared to direct planting. M.Sc thesis. Islamic Azad University of Dezful. (in Persian).
27. Javanmardi, J. 1999. Scientific and practical basis of vegetable seedlings production. Mashhad Jihad Daneshgahi Publications, Mashhad. (in Persian).
28. Khorramdel, S. 2008. The effect of nitrogen and phosphorus biofertilizers on quatitative properties of Nigella (*Nigella sativa* L.). M.Sc thesis, Agriculture faculty, Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian with English abstract).
29. Kochaki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Agricultural Research 6 (1): 127-137. (in Persian with English abstract).
30. Korkmaz, A., and Korkmaz, Y. 2009. Promotion by 5-aminolevulenic acid of pepper (*Capsicum frutesens*) seed germination and seeding emergence under low-temperature stress. Scientia Horitculturae 119 (2): 98-102.
31. Maghni-bashi, M., and Razmjo, J. 2012. Effect of seed treatment with polyethylene glycol and irrigation regime on yield, yield component and grain oil of sesame (*Sesamum indicum*). Iranian Journal of Field Crops Research 10 (1): 91-99. (in Persian).
32. Patidar, M., and Mali, A. L. 2004. Effect of farmyard manure, fertility levels and bio-fertilizers on growth, yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agronomy 49 (2): 117-120.

33. Mauromicale, G., Cavallaro, V., and Ierna, A. 1994. Effects of seed osmoconditioning on emergence characteristics of the summer squash (*Cucurbita pepo* L.). In International Symposium on Agrotechnics and Storage of Vegetable and Ornamental Seeds, Italy. 362: 221-228.
34. Moradie-Dezfoli, P., Sharifzadeh, F., Bankehsaz, A., and Janmohammadi, M. 2009. Effect of priming treatment and sowing date on synchronization of developmental stages and yield of maize inbred lines for hybrid seed production. Electronic Journal of Crop production 1 (4): 79-98. (in Persian with English abstract).
35. Nascimento, W. M. 2003. Muskmelon (*Cucumis melo* L.) seed germination and seedling development in response to seed priming. Scientia Agricola 60 (1): 71-75.
36. Olson, S. M., Hochmuth, G. J., and Hochmuth, R. C. 1994. Effect of transplanting on earliness and total yield of watermelon (*Citrullus lanatus thumb*). Hort Technology 4 (2): 141-143.
37. Radmehr, A. 2010. Visual identification of watermelon (*Citrullus lanatus*). Mashhad Jihad Daneshgahi publications, 45p. (in Persian).
38. Rahchamandi, H., Abotalebian, M. A., Ahmadvand, G., and Jahedi, A. 2010. Effects of on-farm seed priming and sowing date on yield and yield components of three soybean cultivars (*Glycine max* L.) in Hamedan. Journal of Plant Production Technology 10 (2): 17-29. (in Persian with English abstract).
39. Rahimi, A. 2012. Effect of osmopriming and irrigation regime on yield quantity and essential oil content of Cumin (*Cuminum ciminum* L.). Iranian Journal of Medicinal Plants 28 (1): 131-141. (in Persian with English abstract).
40. Rahnama, A., and Bakhshande, A. 2005. Effect of sowing dates and direct seeding and transplanting methods on agronomic characteristics, and grain yield of canola (*Brassica napus* L.) under Ahvaz conditions. Iranian Journal of Agricultural Sciences 7 (4): 324-336. (in Persian with English abstract).
41. Rezvani-Moghadam, P., and Moradi, R. 2012. Evaluation of sowing date, bio-fertilizers and intercropping on yield and essential oil content of Cumin (*cuminum ciminum* L.) and Trigonella (*Trigonella foenum-graecum* L.). Journal of Iranian Crop science 43 (2): 217-230. (in Persian with English abstract).
42. Richer, J., Stutzer, M., and Schellnberg, I. 2005. Effects of mycoriza on the essential oil content and composition of aroma component of marjoram (*Marjorana nortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carril* L.) 36th International Symposium on Essential oils 4-7 September, Budapes, Hungary.
43. Sabeti-Amirhandeh, M. A., Nosratabadi, A. F., Norouzi, M., Amiri, E., and Azarpour, E. 2012. Effect of nitrogen fertilizer and azetobacter on some qualitative and quantitative characteristics of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Journal of Soil and water Science 22 (2): 135-149. (in Persian with English abstract).
44. Saeidnejad, A., Khazaei, H. R., and Rezvani-Moghadam, P. 2012. Study of the effect of organic matter, biofertilizer and chemical fertilizer on some morphological properties, yield and yield components of fodder sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Iranian Journal of Agricultural Research 10 (3): 503-510. (in Persian).
45. Salarmohamadi, H., Arvin, M. J., Naghavi, H., and Maghsoudi, K. 2011. Effect of salicylic acid application on growth and fruit yield of two watermelon varieties (*Citrullus lanatus*) cultivars. Iranian Journal of Horticultural Sciences and Technology 11 (4): 337-346. (in Persian with English abstract).
46. Shahidi, M., and Forouzan, K. 1997. Rapeseed (*Brassica napus* L.). Private Joint Stock Company Development and Agro-industrial Oilseed Crops Publication. (in Persian).
47. Shahriari, R. 2011. Investigate the causes of poor emergence of some varieties of pepper in terms of mass production of seedlings. M.Sc thesis. Ferdowsi. University of Mashhad, Mashhad. (in Persian with English abstract).
48. Tahmasbi, Z., Kordi, M., Neamati, N., and Baniani, E. 2000. Evaluation of Cotton (*Gussypium barbadense*) transplanting in salty soils. Iranian Journal of Agricultural Science 2 (4): 57-66. (in Persian).
49. Welbaum, G. E., Shen, Z., Oluoch, M. O., and Jett, L. W. 1998. The evaluation and effects of priming vegetable seeds. Seed Technology 20 (2): 209-235.
50. Zabihi, H. R., Savagebi, G. R., Khavazi, K., and Ganjali, A. 2009. Effect of Application of pseudomonas flurescents on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*) under different soil salinity levels. Journal of Water and Soil 23 (1): 199-208. (in Persian).
51. Zheng., G. H., Wilen, R. W., Slinkard, A. E., and Gusta, L. V. 1994. Enhancement of canola (*Brasica napus* L.) seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. Crop Science 34 (6): 1589-1593.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 721-734

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 734-721

Effect of Seed Priming, Sowing methods and Bio-fertilizers on Yield and Yield Components of Seedy Watermelon (*Citrullus Lanatus*)

M. Zarandi[1]- M. Khajeh-hosseini[2*]- A. Mohammadabadi[3]

Received: 11-06-2014
Accepted: 12-12-2016

Introduction

Watermelon (*Citrullus Lanatus*) is one of the most important fresh fruits in Iran particularly during summer. After China, in terms of production and cultivation area, Iran placed second in the world. Research conducted in different regions (especially in arid and semi-arid regions, like Iran) indicated that poor germination and establishment of seedlings in the field causes low yield, particularly in vegetables. Seed priming, (to increase the percentage and rate of germination) and transplanting to increase plant establishment and use of bio-fertilizers to increase food availability during the growing season are inevitable to transfer to ecological agriculture. The purpose of this research was to evaluate the effect of seeds osmopriming, transplanting and bio-fertilizers on watermelon grain yield.

Materials and Methods

This experiment was conducted at split plot based on complete block design with three replications in the Laboratory, Greenhouse and the Farm of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 2013. First factor was seed priming in two levels (unprimed and primed), the second factor was transplanting in two levels (direct sowing and transplantation) and the third factor was bio-fertilizers containing *pseudomonas* and *Azotobacter* in two levels (non bio-fertilizers and bio-fertilizers). Leaf area index (LAI), number of fruits per plant, number of seeds per fruit, 1000 seed weight, grain yield and total dry matter were determined.

Results and Discussion

Transplants produced using osmoprimed seeds that had been sprayed with bio-fertilizers on the field ($T_2P_2K_2$) had higher LAI than the other treatments (Table 3). Bio-fertilizers in both transplanting and direct sowing produced more LAI, but osmopriming of seeds with PEG 6000 had little impact on LAI (Table 3). LAI is one of the growth parameters which had a great effect to achieve maximum yield that needs to be at higher level before flowering. Izadkhah *et al*. (2010) and Ghiasabadi (2012) reported that onion and corn leaf area and LAI 50 days after transplanting were higher than the direct sowing According to the results, osmoprimed seeds of watermelon, transplanting and bio-fertilizers and interactions of bio-fertilizers with osmopriming treatment had significant effect on the number of fruits per plant (Table 2). Osmopriming of seeds increased (8%) the number of fruits per plant compared to the control (unprimed seeds) (Table 4). The number of fruits per plant with grain yield ($r= 0.63^{**}$) and total dry matter ($r= 0.71^{**}$) had a significant correlation. Mature plants resulted from transplanting produced 2.9 fruits per plant, compared to direct sowing, with 2.5 fruits per plant (Table 4). Rahnama and Bakhshande (2005) reported that oilseed rape transplants produced higher numbers of pods per plant in compare with direct sowing. Primed seeds with application of bio-fertilizers caused an increase in the number of fruits per plant. Fertilizer treatments in the primed seeds, with 3.5 fruits, and primed seeds without fertilizer treatment, with 2.2 of fruits per plant, had the highest and lowest fruits per plant, respectively (table 5). Seed yield per plant is one of the most important economic indexes. The results showed that the effect of osmo-priming (at %5 level), transplanting, fertilizers and bio (at 1% level) and the triple interactions on grain yield (at 5% level) were significant (Table 2). As the results, osmo-priming of seeds, transplanting and fertilizer were superior compared to control treatments (table 4). In this study osmopriming, transplanting and bio-fertilizers increased grain yield up to 13%, 23% and 65%, respectively (Table 4).

1, 2 and 3- MSc. Student, Associate Perofessor and Lecturer, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively
(*- Corresponding Author Email: Agr844@yahoo.com)

Conclusions

Resowing generally is one of the major problems of farmers in direct sowing of seedy watermelon due to poor germinability and establishment, sowing at heavy soil, low rainfall, irrigation water shortages conditions or lack of ability to absorb water and fertilizers. Osmopriming with saving inputs will lead to an early and ultimately increase performance. To face this, transplanting using primed seeds alongside of application of organic fertilizers is recommended.

Keywords: Azotobacter, Grain yield, Pseudomonas, Seed priming, Transplanting