

اثر وزن بنه مادری و غلظت‌های عناصر غذایی و متیونین بر سبز شدن زعفران (*Crocus sativus* L.)

نسرین ایزدی^۱، علی سروش‌زاده^{۲*}، علی مختصی بیدگلی^۲

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: [Email: soroosh@modares.ac.ir](mailto:soroosh@modares.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۰۲

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت‌های عناصر غذایی، متیونین و اندازه بنه مادری بر سبز شدن زعفران، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و دو سال زراعی ۹۳ و ۹۴ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. تیمارها شامل عناصر غذایی به صورت کود مایع (عناصر ماکرو و میکرو) در چهار غلظت (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ میلی‌لیتر در لیتر)، اسید آمینه متیونین در چهار غلظت (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ گرم در لیتر)، تیمار آب مقطر و شاهد بدون تیمار، وزن بنه در دو اندازه ریز (۵-۳ گرم) و درشت (۹-۷ گرم) بود. بنه‌ها قبل از کاشت به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و به‌طور کامل در عناصر غذایی یا متیونین غوطه‌ور شدند. برای مطالعه تعداد بنه‌های سبز شده از مدل نمایی مجانب یا مونومولکولار استفاده و روند سبز شدن گیاه بررسی شد. نتایج نشان داد که در سال دوم سبز شدن نسبت به سال اول افزایش داشت که می‌تواند به علت سازگاری با شرایط محیطی باشد. در سال اول روند سبز شدن به صورت سهمی و در سال دوم به صورت خطی بود. بنه‌های مادری درشت نسبت به سایر تیمارها سبز شدن بهتر بود. به‌طور کلی، استفاده از محلول ۱۰ گرم در لیتر متیونین و بنه‌های مادری درشت باعث افزایش تعداد بنه‌های سبز شده و بهبود سبز شدن در زعفران شود. به‌طور کلی، مدل پیشنهادی برای پیش‌بینی وضعیت رشدی و روند سبز شدن در این مطالعه مدل مناسبی بود.

واژه‌های کلیدی: اسید آمینه، فوسامکو، مدل مونومولکولار، وزن بنه

مقدمه

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus L.*) گیاهی علفی که از نظر زراعی چندساله و از نظر گیاه‌شناسی یک‌ساله می‌باشد. این گیاه متعلق به خانواده *Iridaceae*، کورمدار و بدون ساقه هوایی است. عمدتاً در غرب آسیا با میزان بارندگی سالانه پایین، زمستان‌های سرد و تابستان‌هایی گرم گسترش دارد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009). با وجود این‌که ایران در بین کشورهای تولیدکننده زعفران مقام نخست را از نظر سطح زیرکشت (۱۰۵۲۷۰ هکتار) و میزان تولید سالیانه (۳۳۶ تن) دارد، ولی میانگین عملکرد آن (۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با متوسط عملکرد جهانی این محصول اندک می‌باشد (Ministry of agriculture, 2017). به نظر می‌رسد که تفاوت معنی‌دار عملکرد تولیدی در ایران و سایر کشورهای تولیدکننده، به دلیل نامناسب بودن روش‌های تغذیه این گیاه و نیز تفاوت در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مناطق رشد باشد (Koocheki, 2013). زعفران به عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی، ادویه‌ای و دارویی جهان به دلیل خصوصیات دارویی و درمانی مانند آرام‌بخش، کاهش درد مفاصل و نیز اثرات ضدسرطانی جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد (Hoshyar & Mollaei, 2017). کلاله زعفران دارای ترکیبات شیمیایی متنوعی از جمله کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی، ویتامین‌ها، رنگدانه‌ها، اسانس، مواد طعم‌دهنده و ترکیبات فنلی از جمله فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها است. از گلبرگ‌های آن در صنعت رنگرزی استفاده می‌شود (Goli et al., 2012). ارزش اقتصادی زعفران (کلاله خشک شده) به علت وجود سه متابولیت ثانویه اصلی و مشتقات آن شامل: کروسین، پیکروکروسین و سافرانال می‌باشد. ترکیبات زرد رنگ کروسین که در آب محلول‌اند، مسئول رنگ زعفران، ترکیبات تلخ پیکروکروسین مسئول طعم و سافرانال مسئول عطر و بوی آن می‌باشد (Hosseinzadeh & Younsi, 2002).

در تولید زعفران دو هدف اساسی همواره مدنظر کشاورزان بوده است: (۱) افزایش تولید گل و در نتیجه کلاله و (۲) تولید بنه‌های دخترتری بیش‌تر و درشت‌تر. دستیابی به این اهداف در گرو افزایش سطح فتوسنتزکننده یا تعداد بنه‌های سبز شده است. در این تحقیق نیز با نظر به این دو هدف آزمایشی طراحی شد تا اقدامی مفید در راستای نیل به این اهداف

صورت گیرد. بدیهی است گیاهان برای تولید عملکرد بالاتر همواره نیازمند عناصر غذایی ماکرو و میکرو هستند. در مورد زعفران به‌علت باریک بودن برگ‌ها در اکثر آزمایش‌هایی که تا کنون صورت گرفته، محلول‌پاشی نتوانسته است سهم چشم‌گیری در افزایش میزان کلاله حاصله داشته باشد (Khorasani et al., 2013). با بررسی این موضوع ضرورت پیدا کرد که این بار از طریق آغشته کردن بنه‌های زعفران با عناصر غذایی یا متیونین تأثیر میزان جذب این عناصر در سبز شدن بررسی شود. اثر غوطه‌وری بنه‌های زعفران در سایر ترکیبات محرک رشد توسط برخی محققین بررسی شده است. در آزمایشی اثر غوطه‌وری بنه‌های مادری زعفران در غلظت‌های مختلف (۱/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) اسید سالیسیلیک و (۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) نیترات پتاسیم به همراه شاهد صفر روی برخی صفات رویشی و زایشی زعفران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل کل، وزن تر گل، وزن تر گلبرگ، وزن تر کلاله، طول کلاله و طول برگ در تیمار غوطه‌وری بنه در محلول دو میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌دست آمد. تیمار مصرف ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات پتاسیم نیز به‌ترتیب موجب افزایش قطر و وزن بنه دخترتری شد. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که غوطه‌وری بنه‌های مادری زعفران در محلول‌های اسید سالیسیلیک و نیترات پتاسیم موجب بهبود رشد و عملکرد زعفران می‌شود.

نتایج مطالعه جباری و همکاران (Jabbari et al., 2017) روی اثر سه وزن بنه (۶-۹، ۹-۱۱ و ۱۱-۱۳ گرم) بر برخی صفات زراعی زعفران نشان داد که وزن بنه تأثیر معنی‌داری بر طول و عرض برگ داشت، ولی بر درصد ماده خشک برگ اثر معنی‌داری نداشت. نتایج بیانگر آن بود که بنه‌های درشت‌تر در افزایش میانگین وزن و تعداد بنه دخترتری مؤثر بوده است. انتخاب بنه‌های درشت در افزایش عملکرد کیفی بنه دخترتری نقش به‌سزایی داشته است (Nasr Abadi et al., 2013). در آزمایشی دیگر اثر وزن بنه و توده بر عملکرد کمی زعفران نشان داد که بنه‌های درشت‌تر در همان سال اول عملکرد گل را افزایش می‌دهند. هم‌چنین به منظور افزایش راندمان عملکرد مزارع جدید زعفران باید از بنه‌های هشت گرم به بالا توده تربت حیدریه استفاده نمود. حداکثر عملکرد در همان سال اول از توده تربت حیدریه و از بنه‌های

دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا تکرار شد. آزمایش در دو سال به صورت کاملاً مجزا در دو زمین مختلف تکرار شد. با توجه به نقش عناصر غذایی به عنوان پیش ماده ساخت متیونین لذا در هیچ تیماری به صورت همزمان این ترکیبات مصرف نشده است. به همین دلیل مقایسه این تیمارها با این دو شاهد مورد توجه تحقیق بود به همین دلیل آنالیز طرح در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و مقایسه جداگانه کلیه تیمارها با شاهد (تیمار X و آب مقطر O) انجام شد. هر سال بنه‌ها به طور کامل برداشت و برای هر دوبار کشت به صورت جداگانه بنه تهیه شد. براساس مطالعات هواشناسی محل اجرای آزمایش جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. مشخصات آب و هوایی منطقه اجرای این آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

۱۲/۱ تا ۱۴ گرم به میزان ۶۱۱/۲ گرم در هکتار کلالة و خامه خشک به دست آمد (Sayyadi et al., 2013).

تاکنون تأثیر غوطه‌وری بنه زعفران در اسیدآمین متیونین که پیش ماده سنتز پلی‌آمین‌هاست و آن‌ها نیز خود از دسته تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند بررسی نشده است. از این رو مؤثر بودن این ماده در بهبود سبز شدن یکی از اهداف این تحقیق در نظر گرفته شد و اثر آغشته کردن بنه‌ها با محلول عناصر غذایی، متیونین و اندازه بنه بر سبز شدن بنه‌های زعفران مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کاملاً مجزا دو بار در طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در دو قطعه زمین متفاوت در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در ۱۶ کیلومتری غرب تهران با مختصات جغرافیائی ۳۵ درجه و ۴۴

جدول ۱. ویژگی‌های آب و هوایی منطقه اجرای آزمایش

Table 1. Weather information in research station during experiment period

ماه Month	تعداد روزهای یخبندان Number of frosty days		بارش ماهانه Monthly precipitation (mm)		رطوبت نسبی Relative humidity (%)		دمای هوا Air temperature (°C)	
	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year
	مهر October	3	3	9	14	40	68	10
آبان November	3	3	33.5	19	52	52	6	7
آذر December	7	7	25	7	45	41	7	7
دی January	4	4	5.5	17	36.5	69	9	8
بهمن February	9	9	17.5	36	34	40.5	13	11
اسفند March	10	10	16	10	35	22	17	19
فروردین April	4	4	9	4	25	19	25	25
اردیبهشت May	1	1	0	0	18	15	28	29
خرداد June	0	0	0	9.1	21	18	29	31
تیر July	0	0	0	0.5	17	20	30	30
مرداد August	0	0	0	1	20.5	25	26	25
شهریور September	0	0	0.5	10	27	37	19	18

قبل از اجرای آزمایش به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه و پس از خرد کردن کلوخه‌ها از الک

جدول ۲. برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2. Some chemical characteristics of soil in research station

	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاس K ($mg.kg^{-1}$)	ماده آلی OC (%)	نیتروژن N (%)	T.N.V (%)	آهن Fe ($mg.kg^{-1}$)	مس Cu ($mg.kg^{-1}$)
سال اول First year	1.87	7.31	77.16	881	2	0.18	6.88	11.23	1.22
سال دوم Second year	3.98	7.17	107.87	1542	2.4	0.21	6.88	6.92	1.27

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

	روی Zn ($mg.kg^{-1}$)	منگنز Mn ($mg.kg^{-1}$)	بور B ($mg.kg^{-1}$)	منیزیم Mg (%)	مولیبدن Mo ($mg.kg^{-1}$)	ماسه Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	بافت Texture
سال اول First year	2.88	6.49	0.4	0.034	4.05	82.9	12	5.1	لومی شنی Sandy loam
سال دوم Second year	3.02	17.71	0.64	0.039	3.35	78	12.9	9.1	لومی شنی Sandy loam

ردیف‌ها در هر کرت پنج ردیف، عمق ۲۰ سانتی‌متر و تراکم کاشت ۵۰ بنه در مترمربع در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت بنه‌ها هفته اول مهرماه بود. بنه‌ها بر اساس وزن به دو دسته ریز و درشت تقسیم شدند. سپس بر اساس نوع تیمار در دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت در محلول عناصر غذایی یا متیونین غوطه‌ور شدند، به‌گونه‌ای که بنه‌ها به طور کامل در محلول‌ها قرار گرفتند. پس از آن بنه‌ها از محلول‌ها خارج شده و به مزرعه منتقل و به مدت سه دقیقه با محلول قارچ‌کش ضدعفونی شده و در کرت‌های مربوطه کاشته شدند. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری انجام شد. از کاشت تا تشکیل بنه‌های دختری مجموعاً پنج نوبت آبیاری صورت گرفت و مابقی نیاز آبی گیاه از طریق بارندگی‌های فصلی تأمین شد. زمان‌های آبیاری عبارت بودند از: دو بار در ماه مهر (یک نوبت بعد از کاشت و یک‌بار ۲۰ روز پس از کاشت)، یک بار دی‌ماه (پس از وجین علف‌های هرز) و یک بار فروردین‌ماه (پس از وجین علف‌های هرز) و آخرین آبیاری در اوایل اردیبهشت‌ماه

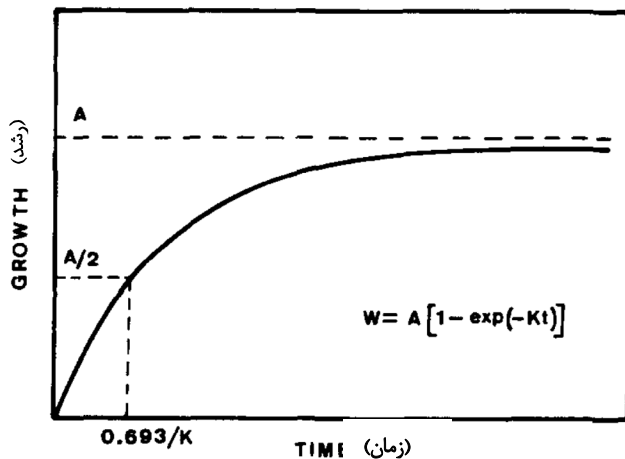
توده مورد استفاده از یک مزرعه پنج ساله در سبزواری تهیه شد. این تحقیق به صورت بلوک کامل تصادفی در سه تکرار و در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به اجرا درآمد. تأثیر آغشته کردن بنه‌های زعفران با چهار غلظت محلول عناصر غذایی فوسامکو ۴ (شرکت کاوین) (P) شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌لیتر در لیتر و متیونین (M) با غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر، تیمار آب مقطر بدون عناصر غذایی (0)، (شاهد) بدون تیمار (X) و دو اندازه بنه (بین ۳-۵ گرم (ریز) (S)، بین ۹-۷ گرم (درشت) (L) بررسی شد (ترکیبات فوسامکو در جدول ۳ ذکر شده است).

عملیات زراعی

ابتدا عملیات شخم و پس از آن تهیه نقشه و کرت‌بندی انجام شد. مساحت هر کرت یک مترمربع، فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر و بین بلوک‌ها یک متر، فاصله بین ردیف‌ها در هر کرت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله کاشت روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر، تعداد

سبز شدن هر بنه به منزله خروج برگ‌ها از جوانه‌های اصلی و فرعی در سطح زمین در نظر گرفته شد. بنابراین برگ‌ها مجموع برگ‌هایی جوانه اصلی و برگ‌های جوانه‌های فرعی بود. برای تخمین افزایش تجمعی تعداد بنه‌های سبز شده زعفران با گذشت زمان در تیمارهای مورد آزمایش، از مدل نمایی مجانب^۱ یا مدل مونومولکولار^۲ استفاده شد (معادله ۱). برای این منظور از رویه *NLIN* استفاده شد.

$$Emergence = A \times (1 - \exp(-K * (DAP - X_0))) \quad (1)$$



شکل ۱. روند مدل مونومولکولار و پارامترها (Torres et al., 1988)

Fig. 1. Monomolecular model and parameters (Torres et al., 1988)

در این معادله، *Emergence*: تعداد بنه‌های سبز شده زعفران، *DAP*: روزهای پس از کاشت، *A*: مقدار یا سطح مجانب (حداکثر) است که با گذشت زمان *Emergence* به آن نزدیک می‌شود (به بیان دیگر حداکثر سبز شدن)، *K*: سرعت نزدیک شدن *Emergence* به *A* است (سرعت سبز شدن) و *X₀*: مقداری از *DAP* که مقدار *Emergence* صفر می‌باشد (تعداد روزها از اولین آبیاری تا شروع سبز شدن در هر کرت). *A*، *K* و *X₀*: پارامترهای مدل هستند که مقدار آن‌ها برای انجام برازش به ترتیب برابر ۰.۳۶۰، ۰.۰۵ و ۲۵ در نظر گرفته شد. ضریب تبیین^۳ (*R*^۲) از معادله (۲) محاسبه شد.

انجام شد. برای تسهیل سبز شدن ۲۰ روز پس از کاشت زمین دندانه زده شد. وجین علف‌های هرز به صورت دستی و در سه نوبت دی‌ماه (پس از گلدهی)، بهمن و فروردین انجام شد. برداشت گل‌ها در هفته آخر آبان‌ماه به مدت یک هفته هر روز صبح زود انجام شد. برداشت نهایی کل بنه‌ها به طور کامل هفته اول خرداد ماه سال بعد (بهار ۹۴) و (بهار ۹۵) انجام شد.

جدول ۳. ترکیبات محلول عناصر غذایی فوسامکو

Table 3. Phosamco ingredients

عنصر Nutrient	غلظت Concentration (g.L ⁻¹)
نیترژن N	100
فسفر P ₂ O ₅	40
پتاس K ₂ O	70
منیزیم Mg	1.8
منگنز Mn	1.3
مس Cu	1
روی Zn	0.7
بور B	0.2
آهن Fe	0.07
مولیبدن Mo	0.03

زمان شروع و سبز شدن (تعداد جوانه اصلی و جانبی سبز شده)

پس از اولین آبیاری هر هفت روز یکبار سبز شدن کرت‌ها بررسی و تعداد بنه‌های سبز شده یک سانتی‌متر به بالا شمارش و تا توقف سبز شدن در تیمارها یادداشت‌برداری انجام شد. به این ترتیب زمان شروع و پایان، سرعت و مقدار سبز شدن (تعداد جوانه‌های اصلی و جانبی سبز شده) تعیین شد. از هر بنه کاشته شده یک جوانه اصلی و در اطراف آن جوانه‌های جانبی رشد می‌کند و برگ‌های آنها از خاک خارج می‌شوند.

3- Coefficient of determination

1- Asymptotic exponential

2- Monomolecular model

دارای کم‌ترین میزان بود که با توجه به ضریب تبیین همین تیمار مشخص شد که برآورد مدل از دقت بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود (جدول ۴). نتایج مربوط به پارامترهای مدل نمایی مجانب برآزش شده بر افزایش جمعیتی تعداد بنه‌های سبز شده در سال دوم نشان داد که تیمار ML_{30} دارای بیش‌ترین میزان سطح مجانب که با گذشت زمان $Emergence$ به آن نزدیک می‌شود، بود (جدول ۵). کم‌ترین میزان پارامتر سطح مجانب مربوط به تیمار PS_{20} بود. به عبارت دیگر، زمانی که از تیمار بنه‌های مادری ریز و ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر فوسامکو استفاده می‌شود، کم‌ترین میزان سطح مجانب برای مدل حاصل می‌گردد. نتایج مطالعه نشان داد که تیمارها از نظر پارامتر K تفاوت آماری معنی‌داری با همدیگر دارند به طوری که بیش‌ترین پارامتر K مربوط به تیمار LX بود (جدول ۵). هم‌چنین سایر تیمارها از نظر پارامتر K تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها از نظر پارامتر X_0 نشان داد که تیمار PL_{10} دارای بیش‌ترین میزان و تیمار LX دارای کم‌ترین میزان بود. بهترین مدل از نظر دقت برآورد مربوط به تیمار MS_{10} بود (جدول ۵).

نتایج مربوط به روند سبز شدن در سال اول نشان داد که، تیمار SX در مقایسه با تیمار S_0 تا ۸۵ روز بعد از کاشت سبز شدن بیش‌تری داشت. با این حال در این تیمار در روزهای ۱۱۸ و ۱۲۴ روز بعد از کاشت نسبت به تیمار S_0 سبز شدن کاهش یافت و به مقدار ثابتی رسید (شکل ۲). به طور کلی روند سبز شدن در تیمار SX به صورت خطی افزایش یافت، در حالی که در تیمار S_0 این روند مشاهده نشد. روند سبز شدن در تیمار LX در ابتدا به صورت افزایشی بود، اما با گذشت تعداد روزهای بیش‌تر از کاشت (۸۵ روز) این روند ثابت شد. با این حال، این تیمار تا ۸۵ روز بعد از کاشت در مقایسه با تیمار L_0 سبز شدن بیش‌تری داشت، اما با گذشت زمان سبز شدن کاهش یافت (شکل ۲). نتایج روند سبز شدن در سال اول نشان داد که تیمار PS_{10} در مقایسه با تیمار PL_{10} تفاوت آماری معنی‌داری داشت. به طوری که تیمار PL_{10} نسبت به تیمار PS_{10} در تمام روزهای بعد از کاشت سبز شدن بیش‌تری داشت. در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز از کاشت سبز شدن افزایش یافت با این حال در روزهای انتهایی روند سبز شدن به یک مقدار ثابت رسید (شکل ۲).

$$R^2 = 1 - SSE/SST \quad (2)$$

در این معادله، SSE و SST : به ترتیب مجموع مربعات خطا و کل می‌باشند. هم‌چنین جذر میانگین مربعات خطا ($RMSE$)^۱ نیز محاسبه شد. ضریب تبیین بالاتر و جذر میانگین مربعات خطا پایین‌تر به معنی دقت و برآورد دقیق‌تر مدل استفاده شده می‌باشد.

به منظور تجزیه و تحلیل تیمارها در این تحقیق داده‌ها صفات مختلف نرمال شدند. برای تجزیه داده‌ها و مدل‌سازی از نرم‌افزار $SAS 9.4$ و برای رسم نمودارها از $Excel$ استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز به وسیله آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج پارامترهای مدل نمایی مجانب برآزش شده بر افزایش جمعیتی تعداد بنه‌های سبز شده در سال اول نشان داد که بیش‌ترین میزان سطح مجانب که با گذشت زمان سبز شدن ($Emergence$) به آن نزدیک می‌شود مربوط به تیمار ML_{10} بود (جدول ۴). به عبارت دیگر، زمانی که از بنه‌های مادری درشت به همراه تیمار ۱۰ میلی‌لیتر در لیتر فوسامکو یا گرم در لیتر متیونین استفاده شد بیش‌ترین میزان سطح مجانب حاصل شد. با این حال، بنه‌های مادری ریز اثر کاهشی بر پارامتر سطح مجانب داشت، به طوری که در تمامی تیمارهایی که همراه با بنه‌های مادری ریز بود، میزان سطح مجانب کم بود. نتایج نشان داد که تیمار ML_{40} بیش‌ترین سرعت $Emergence$ به سطح مجانب را داشت (جدول ۴). به عبارت دیگر، زمانی که از بنه‌های مادری درشت و ۴۰ میلی‌لیتر در لیتر فوسامکو یا گرم در لیتر متیونین استفاده شد بیش‌ترین سرعت $Emergence$ به سطح مجانب حاصل شد. سایر تیمارها از نظر سرعت $Emergence$ به سطح مجانب تفاوت آماری معنی‌داری با همدیگر نداشتند (جدول ۴). تیمار ML_{20} از نظر پارامتر X_0 دارای بیش‌ترین مقدار بود (جدول ۴). این بدان معناست که سبز شدن در این تیمار دیرتر شروع شد. هم‌چنین در سایر تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). بیش‌ترین میزان ضریب تبیین مربوط به تیمار ML_{10} بود که حاکی از کیفیت خوب مدل بود. تیمار ML_{30} از نظر جذر میانگین مربعات خطا ($RMSE$)

1- Root-mean-square error

جدول ۴. پارامترهای مدل نمایی مجانب (\pm خطای استاندارد) برازش شده بر افزایش تجمعی تعداد بنه‌های سبز شده زعفران در سال اول

Table 4. Parameters of the simulated exponential model (\pm standard error) fitted on the cumulative increase of saffron corm emergence in first year

تیمار Treatment	A روز Day	K	X ₀ روز Day	ضریب تبیین Determination factor R ²	RMSE
S _x	186.6 ± 52.3 ^{bc*}	0.025 ± 0.018 ^c	38.93 ± 6.75 ^b	0.56	47
S ₀	152.1 ± 5.6 ^{de}	0.058 ± 0.09 ^{ab}	41.69 ± 1.09 ^{ab}	0.91	15
PS ₁₀	163.0 ± 19.9 ^{de}	0.032 ± 0.011 ^c	41.90 ± 2.90 ^{ab}	0.79	26.5
PS ₂₀	112.5 ± 6.5 ^e	0.054 ± 0.012 ^{bc}	42.00 ± 1.65 ^{ab}	0.83	16.5
PS ₃₀	130.0 ± 18.3 ^e	0.027 ± 0.010 ^c	42.46 ± 2.76 ^{ab}	0.81	19.25
PS ₄₀	151.4 ± 12.7 ^{de}	0.046 ± 0.015 ^{bc}	40.73 ± 2.66 ^{ab}	0.74	25.5
MS ₁₀	172.3 ± 7.0 ^{cd}	0.046 ± 0.006 ^{bc}	42.00 ± 1.11 ^{ab}	0.93	15
MS ₂₀	146.4 ± 5.8 ^e	0.051 ± 0.008 ^{bc}	40.34 ± 1.37 ^b	0.90	14
MS ₃₀	142.2 ± 13.1 ^e	0.036 ± 0.010 ^c	42.03 ± 2.26 ^{ab}	0.83	21
MS ₄₀	158.1 ± 12.2 ^{de}	0.040 ± 0.009 ^{bc}	42.31 ± 1.92 ^{ab}	0.85	21.5
L _x	164.5 ± 7.7 ^d	0.065 ± 0.016 ^{ab}	39.70 ± 1.89 ^b	0.80	22.6
L ₀	187.2 ± 21.1 ^{bc}	0.037 ± 0.013 ^{bc}	41.29 ± 3.04 ^{ab}	0.74	35
PL ₁₀	196.1 ± 5.0 ^b	0.057 ± 0.007 ^b	39.06 ± 1.08 ^b	0.94	13.25
PL ₂₀	183.0 ± 7.6 ^{bc}	0.043 ± 0.006 ^{bc}	42.66 ± 1.04 ^{ab}	0.94	15.5
PL ₃₀	154.0 ± 9.3 ^{de}	0.044 ± 0.009 ^{bc}	42.481 ± 1.54 ^{ab}	0.88	19
PL ₄₀	160.6 ± 10.8 ^{de}	0.064 ± 0.020 ^{ab}	41.040 ± 2.18 ^{ab}	0.71	31
ML ₁₀	211.2 ± 7.5 ^a	0.044 ± 0.005 ^{bc}	41.601 ± 1.00 ^{ab}	0.95	15.5
ML ₂₀	156.0 ± 16.0 ^{de}	0.025 ± 0.006 ^c	44.202 ± 1.60 ^a	0.92	14.20
ML ₃₀	164.7 ± 6.6 ^d	0.043 ± 0.006 ^{bc}	41.065 ± 1.19 ^{ab}	0.93	13.20
ML ₄₀	179.0 ± 5.4 ^c	0.085 ± 0.015 ^a	40.042 ± 1.16 ^b	0.87	18.10

L: بنه درشت، S: بنه زیر، P: کود مایع فوسامکو، M: اسید آمینه متیونین، X: بدون تیمار و 0: آب مقطر
 ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌لیتر در لیتر کود مایع فوسامکو یا گرم در لیتر متیونین

L: Large corms, S: Small corms, P: Phosamco, M: Methionine, X: without treatment 0: distilled water,
 10, 20, 30 and 40: ml/lit Phosamco or g.l⁻¹ Methionine

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون Z در سطح احتمال پنج درصد آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each column, averages that have at least one alphabet in common based on the Z test at 5% probability level have not significantly different.

از کاشت، سبز شدن افزایش یافت. با این‌حال در روزهای انتهایی روند سبز شدن به یک مقدار ثابت رسید. در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۴۳ روز) سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۱). روند سبز شدن تیمارهای MS₂₀ و ML₂₀ با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت ابتدا افزایش یافت و سپس تقریباً (۱۰۴ روز بعد از کاشت) ثابت شد. این دو تیمار از نظر سبز شدن با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند (شکل ۲). در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۴۳ روز) تا روز ۸۵ سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۲).

روند سبز شدن تیمارهای MS₁₀ و ML₁₀ با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت افزایش یافت. تیمار ML₁₀ نسبت به تیمار MS₁₀ دارای سبز شدن بیش‌تری بود. این دو تیمار از نظر سبز شدن با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند (شکل ۲). در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۴۳ روز) سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. با این‌حال با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت، میزان تفاوت سبز شدن این دو تیمار افزایش یافت (شکل ۲). نتایج روند سبز شدن در سال اول نشان داد که تیمار PS₂₀ در مقایسه با تیمار PL₂₀ تفاوت آماری معنی‌داری داشت. به طوری‌که تیمار PL₂₀ نسبت به تیمار PS₂₀ دارای سبز شدن بیش‌تری بود (شکل ۲). در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز

جدول ۵. پارامترهای مدل نمایی مجانب (\pm خطای استاندارد) برازش شده بر افزایش تجمعی تعداد بنه‌های سبز شده زعفران در سال دوم

Table 5. Parameters of the simulated exponential model (\pm standard error) fitted on the cumulative increase of saffron corm emergence in second year

تیمار Treatment	A روز Day	K	X ₀ روز Day	ضریب تبیین Determination factor R ²	RMSE
S _x	274.1±125.2 ^{bc}	0.010±0.008 ^b	18.54±5.80 ^c	0.84	22
S ₀	343.2±58.8 ^{ab}	0.013±0.003 ^b	29.77±1.41 ^{ab}	0.96	16.5
PS ₁₀	309.2±68.1 ^{bc}	0.012±0.004 ^b	26.95±1.96 ^{ab}	0.95	15.7
PS ₂₀	218.7±36.4 ^c	0.016±0.005 ^b	26.98±2.04 ^{ab}	0.93	15.9
PS ₃₀	318.8±78.1 ^{ab}	0.010±0.004 ^b	27.86±1.87 ^{ab}	0.95	14.9
PS ₄₀	377.4±74.4 ^{ab}	0.014±0.004 ^b	30.10±1.65 ^{ab}	0.94	22.5
MS ₁₀	318.2±35.8 ^b	0.014±0.003 ^b	29.04±1.03 ^{ab}	0.98	11.4
MS ₂₀	344.8±68.0 ^{ab}	0.013±0.004 ^b	28.60±1.69 ^{ab}	0.95	17.8
MS ₃₀	337.4±60.87 ^{ab}	0.010±0.002 ^b	27.11±1.38 ^{ab}	0.97	10.6
MS ₄₀	432.9±96.0 ^{ab}	0.010±0.003 ^b	28.76±1.51 ^{ab}	0.96	16.4
L _x	228.0±13.2 ^c	0.029±0.005 ^a	21.40±1.80 ^c	0.94	14.8
L ₀	402.2±97.1 ^{ab}	0.011±0.004 ^b	26.73±2.10 ^{ab}	0.94	21
PL ₁₀	458.5±93.3 ^{ab}	0.013±0.004 ^b	30.46±1.61 ^a	0.94	26.3
PL ₂₀	333.5±42.2 ^{ab}	0.017±0.004 ^b	27.67±1.50 ^{ab}	0.95	18.8
PL ₃₀	305.6±28.2 ^{bc}	0.017±0.003 ^b	28.06±1.07 ^{ab}	0.97	12.7
PL ₄₀	272.0±30.8 ^{bc}	0.021±0.005 ^{ab}	26.30±1.83 ^b	0.93	21.3
ML ₁₀	383.7±44.4 ^{ab}	0.013±0.002 ^b	26.22±1.17 ^b	0.98	12.1
ML ₂₀	446.7±126.9 ^{ab}	0.009±0.003 ^b	29.17±1.63 ^{ab}	0.96	16
ML ₃₀	469.3±84.0 ^a	0.013±0.003 ^b	28.79±1.50 ^{ab}	0.96	21.5
ML ₄₀	300.6±25.8 ^{bc}	0.020±0.004 ^{ab}	23.08±1.64 ^{bc}	0.96	15.4

L: بنه درشت، S: بنه ریز، P: کود مایع فوسامکو، M: اسید آمینه متیونین، X: بدون تیمار و 0: آب مقطر
۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌لیتر در لیتر کود مایع فوسامکو یا گرم در لیتر متیونین

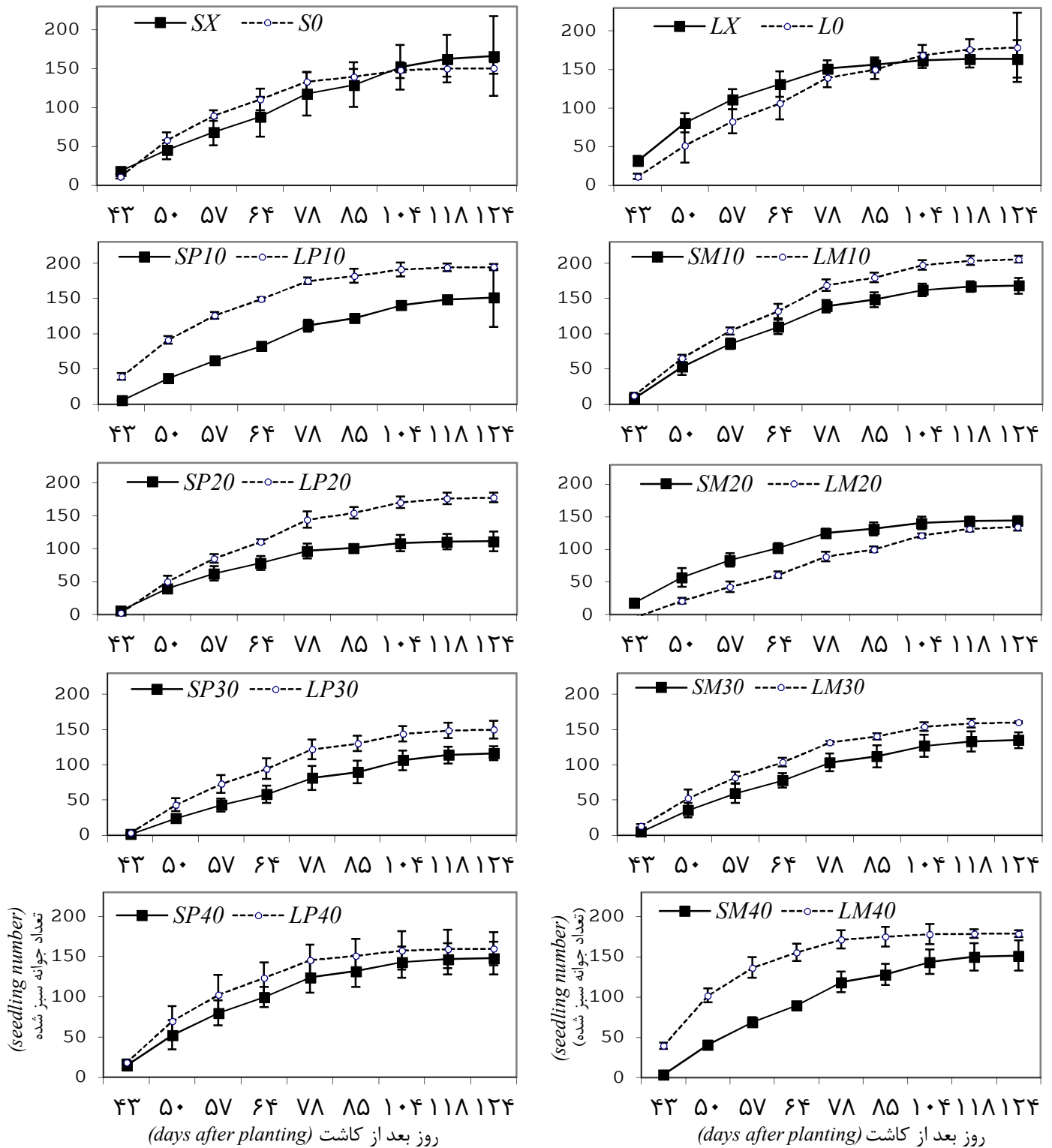
L: Large corms, S: Small corms, P: Phosamco, M: Methionine, X: without treatment 0: distilled water,
10, 20, 30 and 40: ml/lit Phosamco or g.l⁻¹ Methionine

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون Z در سطح احتمال پنج درصد آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each column, averages that have at least one alphabet in common based on the Z test at 5% probability level have not significantly different.

آماري معنی‌داری داشتند. در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۴۳ روز) سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. با این‌حال، با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت، میزان تفاوت سبز شدن این دو تیمار افزایش یافت (شکل ۲). نتایج روند سبز شدن در سال اول نشان داد که تیمار PS₄₀ در مقایسه با تیمار PM₄₀ تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند (شکل ۲). تیمار PM₄₀ نسبت به تیمار PS₄₀ دارای سبز شدن بیش‌تری بود. در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز از کاشت سبز شدن افزایش یافت. با این‌حال، در روزهای انتهایی روند سبز شدن به یک مقدار ثابت رسید (شکل ۲).

نتایج روند سبز شدن در سال اول نشان داد که تیمار PS₃₀ در مقایسه با تیمار PL₃₀ تفاوت آماری معنی‌داری داشت (شکل ۲). تیمار PL₃₀ نسبت به تیمار PS₃₀ دارای سبز شدن بیش‌تری بود. در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز از کاشت سبز شدن افزایش یافت. با این‌حال در روزهای انتهایی روند سبز شدن به یک مقدار ثابت رسید (شکل ۲). در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۴۳ روز) سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۲). روند سبز شدن تیمارهای MS₃₀ و ML₃₀ با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت افزایش یافت. تیمار ML₃₀ نسبت به تیمار MS₃₀ دارای سبز شدن بیش‌تری بود (شکل ۲). این دو تیمار از نظر سبز شدن با همدیگر تفاوت



شکل ۲. روند سبز شدن زعفران در سال اول

Fig. 2. Emergence trends of saffron in the first year

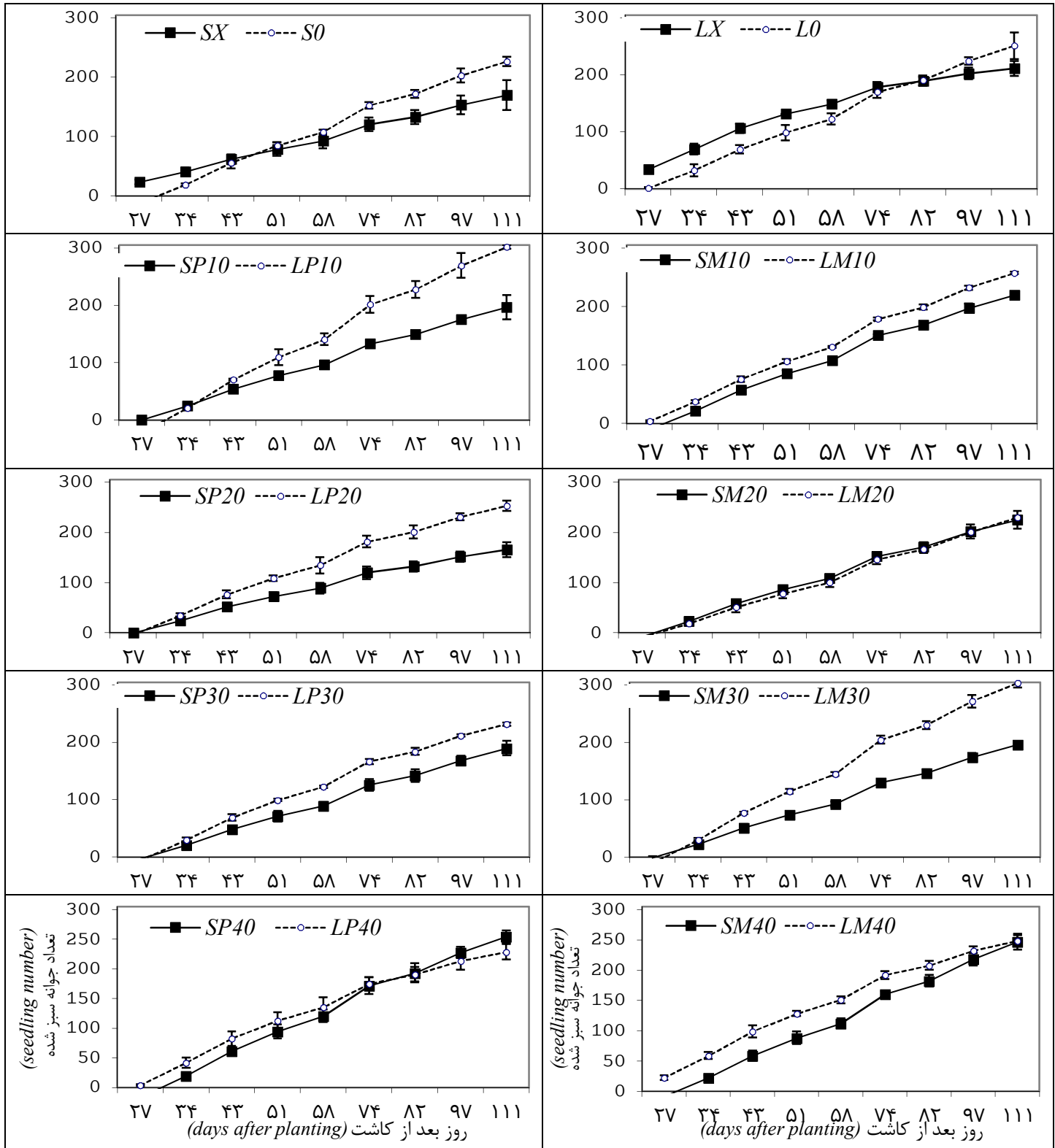
L: بنه درشت، S: بنه ریز، P: کود مایع فوسامکو، M: اسید آمینه متیونین، X: بدون تیمار و 0: آب مقطر

۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی لیتر در لیتر کود مایع فوسامکو یا گرم در لیتر متیونین

L: Large corms, S: Small corms, P: Phosamco, M: Methionine, X: without treatment 0: distilled water, 10, 20, 30 and 40: ml/lit Phosamco or g.l⁻¹ Methionine

تیمار PL_{30} تفاوت آماری معنی‌داری داشت (شکل ۳). تیمار PL_{30} نسبت به تیمار PS_{30} دارای سبز شدن بیش‌تری بود. در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز از کاشت سبز شدن افزایش یافت. در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۲۷ و ۳۴ روز) سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. روند سبز شدن تیمارهای MS_{30} و ML_{30} با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت افزایش یافت. تیمار ML_{30} نسبت به تیمار MS_{30} دارای سبز شدن بیش‌تری بود (شکل ۳). این دو تیمار از نظر سبز شدن با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۴۳ روز) سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. با این‌حال با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت، تفاوت سبز شدن این دو تیمار افزایش یافت. نتایج روند سبز شدن در سال دوم نشان داد که تیمار PS_{40} در مقایسه با تیمار PL_{40} تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند (شکل ۳). در روزهای ابتدایی بعد از کاشت تیمار PL_{40} نسبت به تیمار PS_{40} دارای سبز شدن بیش‌تری بود. در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز از کاشت سبز شدن افزایش یافت. روند سبز شدن تیمارهای MS_{40} و ML_{40} با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت افزایش یافت (شکل ۳). تیمار ML_{40} نسبت به تیمار MS_{40} دارای سبز شدن بیش‌تری بود. این دو تیمار از نظر سبز شدن با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۹۷ روز) سبز شدن تیمار ML_{40} بطور معنی‌داری نسبت به تیمار MS_{40} افزایش یافت. همان‌طور که از نتایج پیداست تیمار متیونین و بنه‌های مادری درشت اثر افزایشی بر تجمع تعداد بنه‌های سبز شده و روند سبز شدن در سال‌های اول و دوم داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که در سال دوم تعداد سبز شدن نسبت به سال اول افزایش داشته است که احتمالاً به دلیل تفاوت در شرایط آب و هوایی و محیطی این دو سال باشد. در سال اول روند سبز شدن به صورت سهمی بود. در حالی‌که این روند در سال دوم به صورت خطی بود. روند سبز شدن در تیمارهایی که بنه‌های مادری درشت کاشته شد، نسبت به سایر تیمارها روند بهتر و افزایشی‌تری داشت. بنابراین استفاده از بنه‌های درشت‌تر به دلیل ذخیره آندوسپرمی بیش‌تر می‌تواند از نظر سبز شدن بهتر عمل کند.

روند سبز شدن تیمارهای MS_{40} و ML_{40} با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت افزایش یافت. تیمار ML_{40} نسبت به تیمار MS_{40} دارای سبز شدن بیش‌تری بود (شکل ۲). این دو تیمار از نظر سبز شدن با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۴۳ روز) تا ۸۵ روز سبز شدن تیمار ML_{40} به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار MS_{40} افزایش یافت (شکل ۲). نتایج مربوط به روند سبز شدن در سال دوم نشان داد که، تیمار S_X در مقایسه با تیمار S_0 تا ۴۳ روز بعد از کاشت سبز شدن بیش‌تری داشت (شکل ۳). با این‌حال در این تیمار با افزایش تعداد روز بعد از کاشت نسبت به تیمار S_0 سبز شدن کاهش یافت. با افزایش تعداد روز بعد از کاشت تیمار S_0 دارای سبز شدن بیش‌تری نسبت به تیمار S_X بود (شکل ۳). روند سبز شدن در تیمار L_X ابتدا به صورت افزایشی بود، اما با گذشت تعداد روزهای بیش‌تر از کاشت (۷۴ روز) این روند نسبت به تیمار L_0 کاهش یافت. تیمار L_0 از ۹۷ روز به بعد در مقایسه با تیمار L_X سبز شدن بیش‌تری داشت (شکل ۳). نتایج روند سبز شدن در سال دوم نشان داد که تیمار PS_{10} در مقایسه با تیمار PL_{10} تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۳). به طوری‌که تیمار PL_{10} نسبت به تیمار PS_{10} در تمام روزهای بعد از کاشت سبز شدن بیش‌تری داشت. در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز از کاشت سبز شدن افزایش یافت (شکل ۳). روند سبز شدن تیمارهای MS_{10} و ML_{10} با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت افزایش یافت. تیمار ML_{10} نسبت به تیمار MS_{10} دارای سبز شدن بیش‌تری بود (شکل ۳). این دو تیمار از نظر سبز شدن با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. نتایج روند سبز شدن در سال دوم نشان داد که تیمار PS_{20} در مقایسه با تیمار PL_{20} تفاوت آماری معنی‌داری داشت. به طوری‌که تیمار PL_{20} نسبت به تیمار PS_{20} دارای سبز شدن بیش‌تری بود (شکل ۳). در هر دو تیمار با افزایش تعداد روز از کاشت سبز شدن افزایش یافت. در روزهای ابتدایی بعد از کاشت (۲۷ روز) سبز شدن این دو تیمار از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. روند سبز شدن تیمارهای MS_{20} و ML_{20} با افزایش تعداد روزهای بعد از کاشت افزایش یافت (شکل ۳). این دو تیمار از نظر سبز شدن با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. نتایج روند سبز شدن در سال دوم نشان داد که تیمار PS_{30} در مقایسه با



شکل ۳. روند سبز شدن زعفران در سال اول

Fig. 3. Emergence trends of saffron in the first year

L: بنه درشت، S: بنه ریز، P: کود مایع فوسامکو، M: اسید آمینه متیونین، X: بدون تیمار و 0: آب مقطر

۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌لیتر در لیتر کود مایع فوسامکو یا گرم در لیتر متیونین

L: Large corms, S: Small corms, P: Phosamco, M: Methionine, X: without treatment 0: distilled water, 10, 20, 30 and 40: ml/lit Phosamco or g.l⁻¹ Methionine

کلاله تازه و تعداد گل در واحد سطح با اندازه بنه مادری افزایش می‌یابد. در بنه‌های درشت‌تر، تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بنه‌های مادری ریزتر زودتر اتفاق می‌افتد. رشد زودتر برگ‌ها امکان استفاده بیش‌تر از شرایط محیطی و افزایش میزان مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد و در نهایت، موجب ایجاد بنه‌های درشت‌تر در پایان فصل رشد می‌شود (Molina et al., 2005).

پاندی و اسریواستا (Pandy & Srivastava, 1979) بنه‌های با قطر ۱-۰/۵، ۲-۱/۵، ۳-۲/۵ و ۴/۵ سانتی‌متری را مورد کشت و بررسی قرار دادند و اظهار نمودند که اضافه شدن قطر بنه در درصد گل‌آوری و تعداد برگ‌های زعفران اثر مثبت دارد و لذا کشت بنه‌های زعفران با قطر سه سانتی‌متر به بالا و وزن تقریبی ۱۰ گرم را پیشنهاد نمودند. با توجه به مطالب ذکر شده و نتایج می‌توان اظهار نمود که کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر زعفران می‌تواند در مراحل ابتدایی سبب افزایش تجمعی بنه‌ها شود و به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها موفق‌تر عمل کند. این افزایش تجمع بنه‌های سبز شده در مراحل ابتدایی در نهایت به افزایش عملکرد منجر خواهد شد. وجود مواد ذخیره‌ای بیشتر در بنه‌های درشت‌تر نسبت به ریز، منبع مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه را بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد تأمین می‌نماید. درصد سبز شدن، تعداد برگ‌ها و درصد گل‌های تولیدی، تابع قطر بنه بوده و لذا کشت بنه‌هایی با قطر سه سانتی‌متر به بالا با وزن تقریبی ده گرم برای کشت توصیه شده است (Pandy & Srivastava, 1979). افزایش یک سانتی‌متر در اندازه قطر بنه می‌تواند موجب افزایش سه برابر تولید زعفران گردد (Molina et al., 2005). هر چه وزن بنه بیش‌تر شود میزان عملکرد اقتصادی زعفران (معمولاً براساس مقدار گل برداشت شده در واحد سطح یا زعفران خشک تولیدی در واحد سطح) بیش‌تر می‌گردد. نتایج حاصل در این پژوهش با تحقیقات دیگر محققان مطابقت داشت (Sadeghi, 2012; Mollafilabi, 2012).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از متیونین و بنه درشت توانست باعث افزایش تجمعی بنه‌ها و بهبود روند سبز شدن در گیاه زعفران شود. کاربرد ۱۰ گرم در لیتر متیونین بر بنه‌های درشت می‌تواند تعداد بنه‌های سبز شده و روند

استفاده از متیونین جهت تیمار بنه‌ها در سال اول روند سبز شدن را نسبت به سایر تیمارها افزایش داد، با این حال در سال دوم تناقض‌هایی مشاهده شد. مطالعات نشان داده‌اند که اسیدهای آمینه به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر واقع می‌شوند (Faten et al., 2010). اسیدهای آمینه در گیاهان باعث فعال شدن رشد رویشی و زایشی، بهبود ویژگی‌های کیفی و کمی در گیاهان، افزایش سرعت رسیدگی محصول، تشکیل اندام‌های گیاهی، جلوگیری از انسداد روزه‌های هوایی در شرایط نامساعد محیطی، افزایش مقاومت گیاه در برابر حمله آفات و بیماری‌ها، بهبود سبز شدن دانه‌های گرده و افزایش گلدهی و ... می‌شوند (Jander & Joshi, 2010). دیگر محققان نیز گزارش کردند که پیش تیمارهای مختلف بذر سبب افزایش در شاخص‌های سبز شدن می‌شود (Iqbal & Ashraf, 2007). تیمار بذر با متیونین، به بذر این اجازه را خواهد داد که بدون رخ دادن سبز شدن حقیقی برخی از فرآیندهای متابولیکی دخیل در سبز شدن اتفاق می‌افتد (Basra et al., 2004). تیمار کردن بذور معمولاً سرعت سبز شدن، یکنواختی سبز شدن و گاهی اوقات درصد سبز شدن را افزایش می‌دهد. همچنین تیمار بذور با متیونین، فرآیندها و رخدادهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک مرتبط با سبز شدن را از طریق پتانسیل اسمتیکی و ماتریکی که در آن جذب پایین است افزایش می‌دهد (Afzal et al., 2002). در مطالعه حاضر متیونین ممکن است از طریق تغییرات در فیزیولوژیک و متابولیک بنه‌ها و یا از طریق القای آنزیم‌های هیدرولیکی مسئول برای تخریب آندوسپرم سرعت و یکنواختی سبز شدن را افزایش دهد که در نهایت، باعث افزایش تجمعی بنه‌ها می‌شود. نتایج این مطالعه با یافته‌های ویورو و همکاران (Vurro et al., 2006) مطابقت داشت. نتایج نشان داد که کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر زعفران سبب افزایش تجمعی سبز شده می‌شود. یکی از عوامل اصلی که تعیین‌کننده ظرفیت گلدهی زعفران وزن بنه می‌باشد. مطالعات نشان داده است که ارتباط نزدیکی بین اندازه بنه و گلدهی در زعفران وجود دارد (Molina et al., 2005). در مطالعه‌ای روی کاربرد شش وزن بنه در زمان کاشت زعفران مشخص شد که بنه‌های مادری درشت‌تر تعداد برگ، سطح برگ، تعداد گل، وزن بنه دختری و وزن خشک ریشه زعفران را افزایش می‌دهد (Renau-morata et al., 2012) وزن

متیونین استفاده شد بیش‌ترین میزان سطح مجانب (حداکثر مقدار سبز شدن) حاصل شد و کم‌ترین میزان مجانب هم مربوط به تیمار بنه‌های مادری ریز بود. به طوری که تمامی تیمارها روی بنه‌های ریز اثر یکسان و کاهش روی سطح مجانب داشت و باعث کم شدن سطح مجانب شد.

سبز شدن را به طور معنی‌داری افزایش دهد، اما افزایش غلظت متیونین از ۱۰ گرم در لیتر به بالاتر دیگر تأثیر فزاینده‌تری بر سبز شدن نداشت. تیمار LM10 تعداد بنه‌های سبز شده در سال اول که دارای حداکثر مقدار سبز شدن است را سریع‌تر نیز به سبز شدن می‌رساند. به عبارت دیگر، زمانی که از تیمار بنه‌های درشت به همراه ۱۰ گرم در لیتر

منابع

- Afzal, I., Basra, S.M.A., Ahmad, N., Cheema, M.A., Warriach, E.A., and Khaliq, A., 2002. Effect of priming and growth regulator treatment on emergence. *Int. J. Agric. Biol.* 4, 306-306.
- Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., and Ahmad, R., 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cotton seed. *Seed Sci. Technol.* 32, 765-774.
- Faten, S.A., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A., and Mahmoud, A.R., 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Res. J. Agric. Biol. Science* 6, 583-588.
- Goli, S.A.H., Mokhtari, F., and Rahimmalek, M., 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity from saffron (*Crocus sativus* L.) petal. *J. Agric. Sci.* 4(10), 175.
- Hoshyar, R., and Mollaei, H., 2017. A comprehensive review on anticancer mechanisms of the main carotenoid of saffron, crocin. *Pharm. Pharmacol. J.* 69(11), 1419-1427.
- Hosseinzadeh, H., and Younesi, H., 2002. Petal and stigma extracts of (*Crocus sativus* L.) have antinociceptive and anti-inflammatory effects in mice. *BMC Pharmacol.* P. 2-7.
- Iqbal, M., and Ashraf, M., 2007. Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt stressed wheat plants. *J. Integr. Plant Biol.* 49, 1003-1015.
- Jabbari, M., Khayyat, M., Fallahi, H.R., and Samadzadeh, A.R., 2017. Influence of saffron corm soaking in salicylic acid and potassium nitrate on vegetative and reproductive growth and its chlorophyll fluorescence indices. *Saffron Agron. & Technol.* 5(1), 21-35. [in Persian with English Summary].
- Jander, G., and Joshi, V., 2010. Recent progress in deciphering the biosynthesis of aspartate-derived amino acids in plants. *Mol. Plant.* 3, 54-65.
- Khorasani, R., Rezvani Moghaddam, P., and Hasanzadeh Avval, F., 2013. Investigation of appropriate concentration and times of nutrients spraying on vegetative growth and production of saffron (*Crocus sativus* L.) cormlets (*Crocus sativus* L.). *The Second National Conference on Saffron Latest Achievements. Torbat-e Heidarieh, Iran.* p. 36-47. [in Persian].
- Koocheki, A., 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. *Saffron Agron. & Technol.* 1(1), 3-21. [in Persian with English Summary].
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y.J., Guardiola, L., and Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hort.* 103, 361-379.
- Mollafilabi, A., 2013. Effect of extensive range of corm weights on yield components and flowering characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under greenhouse conditions. *The 4th International Saffron Symposium. Kashmir, India.* P. 22-25
- Nasr Abadi, M., Arooei, H., Azizi, M., and Nemati, H., 2013. Effect of proper temperature and different cultivating patterns on the yield of leaf and three weights of saffron (*Crocus sativus* L.) cormlets. *First National Conference on Saffron Research, Iran.* Pp. 42. [in Persian].
- Pandy, D.P., Srivastava, R.P., 1979. A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. *Prog. Hort.* 6, 86-92.
- Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V., 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron

- (*Crocus sativus L.*). *Ind. Crop Prod.* 39, 40-46.
- Report of Saffron, National Plantation of Medicinal Plants., 2017. Ministry of Agriculture, Iran. [in Persian].
- Sadeghi, B., 2012. Effect of corm weight on saffron flowering. *The 4th International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology. Kashmir, India*, p. 25-28.
- Sayyadi, M., Rad, H., and Mollafilabi, A., 2013. Investigation of mass and different weights of saffron (*Crocus sativus L.*) corms on crop yield components. *Proceeding of 12th Iranian congress of agronomy and plant Breeding. Karaj Azad University*. P. 5-10. [in Persian].
- Sepaskhah, A.R., Kamgar-Haghighi, A.A., 2009. Saffron irrigation regimes. *Int. J. Plant Prod.* 3, 1-16.
- Torres, M., Perez-boada, S., and Duran, J.M., 1988. Growth analysis by different mathematical models of barley plants after UV-A irradiation. *Environ. Exp. Bot.* 28(4), 315-321.
- Vurro M., Boari A., Pilgeram A.L., and Sands, D.C., 2006. Exogenous amino acids inhibit seed germination and tubercle formation by *Orobanche ramosa* (broomrape): potential application for management of parasitic weeds. *Biol. Cont.* 36, 258–265.



Original Article:

Effects of Mother Corm Weights and Nutrients Solution and Methionine Concentrations on Emergence Rate of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Nasrin Izadi¹, Ali Sorooshzadeh^{2*}, Ali Mokhtassi-Bidgoli³

1- Ph.D of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, I. R. Iran

2- Associate Professor of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, I. R. Iran

3- Assistant of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, I. R. Iran.

*Corresponding author E-mail: soroosh@modares.ac.ir

Received 20 February 2019; Accepted 22 April 2019

Abstract

To evaluate the effect of nutrient elements, methionine amino acid and corm weight on the emergence of saffron, an experiment was conducted as a randomized complete block design in two years (during 2014-2015) in Research Farm, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. Treatments were consisted of mineral nutrients in form of liquid fertilizer at four concentrations (10, 20, 30, 40 mL.L⁻¹), Methionine amino acid at four concentrations (10, 20, 30, 40 g.L⁻¹), distilled water, control treatment without water, corm weight at two weights small (3-5 g) and large (7-9 g). All corms were immersed 48 hr in nutrients or methionine (except control treatment) before planting. To study emergence percentage, a simulated exponential model or monomolecular model was used. The results of this study showed that emergence has increased in the second year compared to the first year that can be due to more compatibility by environmental conditions. In first-year of emergence, the process was parabolic shape, while the trend was linear in the second year. Emergence trend in large corms treatments was better and more productive than other treatments. In this study, the use of 10 g per liter of methionine on big corms could increase emergence percentage in Saffron.

Keywords: Amino acid, Corm weight, Monomolecular model, Phosamco.