

اثرات عمق‌های مختلف کاشت و فشردگی خاک بر روند سبز شدن و رشد اولیه نشاء رقم‌های فلفل (*Capsicum annum* L.) در شرایط گلخانه

روشنک شهریاری^{۱*} - محمد خواجه حسینی^۲ - سید مجید هاشمی نیا^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۱۰

چکیده

از جمله مشکلات مهم در تولید انبوه نشاء فلفل، چسبیدگی پوسته بذر به برگ‌های لپه ای می باشد که می تواند منجر به عدم سبز شدن و یا سبز شدن ضعیف گیاهچه‌های فلفل شود. از این رو به منظور بررسی اثر عمق کاشت و نیز فشردگی خاک بر میزان رها شدگی پوسته بذر از برگ‌های لپه‌ای و نیز شاخص‌های رشدی نشاء رقم‌های فلفل، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف فشردگی خاک (صفر، ۳۶ و ۹ کیلوگرم وزنه روی سینی‌های کشت) که به ترتیب فشاری معادل صفر، ۵/۳۴۰/۳۱ و ۷/۶۸۱/۱۰۲۱ پاسکال (Nt/m^2) است، عمق‌های مختلف کاشت (کاشت سطحی، ۱ و ۲ سانتیمتر) و رقم‌های فلفل (التر، کالیفرنیا و اندر، ای ام بل، آناهایم و فله ای ایران) بود. نتایج حاصل از اعمال تیمارهای فشردگی خاک حاکی از آن بود که با وجود عدم تاثیر سطوح فشردگی خاک بر شاخص تعداد چسبیدگی پوسته بذر به برگ‌های لپه ای و نیز درصد سبز شدن، اعمال تیمارهای فشردگی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم فشردگی خاک) به طور معنی داری ($p < 0.01$) منجر به افزایش شاخص‌های ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک و نیز کاهش تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال و متوسط زمان سبز شدن رقم‌های فلفل شد. با افزایش عمق کاشت، میزان رها شدن پوسته‌های بذر از برگ‌های لپه ای و وارته‌های فلفل به طور معنی داری رو به افزایش گذاشت ($p < 0.01$).

واژه‌های کلیدی: فلفل، متوسط زمان سبز شدن، پوسته بذر، برگ‌های لپه ای

مقدمه

گیاهچه‌ها گردد. همچنین 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 پاتوژن‌های بیماری‌زا نیز وجود دارد (۱۴). از این رو برای کشت و تولید این گیاه در سطح وسیع اغلب از روش نشاء کاری^۶ استفاده می‌شود (۵). از سویی بدلیل صرفه جویی در مصرف آب در شرایط نشاء کاری، این روش تولید بویژه در مناطق خشک مانند ایران از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

وجود بذرهایی با درصد سبز شدن بالا که گیاهچه‌های نرمالی نیز تولید کنند، برای تولید نشاء در فلفل ضروری است (۷). لکن یکی از مشکلات مهم در تولید انبوه نشاء فلفل، چسبندگی پوسته بذر^۷ به برگ‌های لپه ای^۸ پس از خروج گیاهچه‌ها از خاک می باشد که این

فلفل (*Capsicum annum* L.) گیاهی است یکساله و گرمادوست که به خانواده سیب زمینی^۴ تعلق دارد. این گیاه سرشار از ویتامین‌های A و C بوده و به دلیل دارا بودن ترکیبات آنتی اکسیدانت^۵ دارای خاصیت ضد سرطانی می باشد. همچنین فلفل به طور گسترده ای به عنوان سبزی و چاشنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فلفل در نقاط مختلف دنیا و از جمله در ایران و خراسان کشت می‌شود. در شرایط کاشت مستقیم بذر فلفل در مزرعه، دمای نامناسب خاک می تواند باعث تاخیر و یا سبز شدن غیر یکنواخت

۲-۱ دانشجوی دکتری و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* - نویسنده مسئول: (Email: ro_sh753@stu-mail.um.ac.ir)

۳- مربی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

- 6 - Transplant
- 7 - Seed coat
- 8- Cotyledony leaves

- 4- Solanaceae
- 5- Antioxidant

آناهیم^۴ و فله ای ایران^۵ بود. رقم فله ای جزو ارقام بومی فلفل در ایران بود. در حالی که ارقام التره، کالیفرنیا، ای ام بل و آناهیم از جمله ارقام اصلاح شده فلفل می باشند. خصوصیات این واریته ها در جدول ۱ آمده است:

پس از اضافه نمودن ۳/۲ کیلوگرم ورمی کمپوست به هر سینی کاشت، ورمی کمپوست هر ۲ سانتی متر در تیمارهای تراکم، فشرده شد و اعمال فشردگی خاک بر اساس تیمارهای آزمایش توسط قرار دادن وزنه‌های ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر روی صفحه ای که سطح آن متناسب با سطح سینی کاشت بود، صورت پذیرفت. اعمال فشار توسط وزنه‌های طراحی شده طوری انجام گرفت که خاک سینی‌های کشت در سراسر عمق کاشت تحت تاثیر فشردگی یکنواخت قرار گیرد و به ازای هر ۲ سانتی متر ورمی کمپوست که به سینی‌های کشت اضافه می شد فشردگی لازم اعمال می گردید. باتوجه به تاثیر میزان رطوبت خاک بر فشردگی خاک، از ورمی کمپوست خشک جهت اعمال فشردگی استفاده گردید. بر اساس تیمارهای مربوط به عمق کاشت، تعداد ۱۰۰ بذر در هر سینی کاشت (هر تکرار ۲۵ بذر) کاشته شد. هر سینی خود دارای ۴ تکرار بود. تیماری که کشت آن به صورت سطحی انجام پذیرفت، بذرهای کاشته شده در سطح خاک تنها توسط یک لایه نازک از شن (حدود ۲ میلیمتر) پوشیده شدند. پس از کاشت بذر ها در هر سینی کاشت، بر اساس تیمارهای آزمایش، لایه خاک ورمی کمپوست در روی بذرهای کاشته شده نیز تحت اعمال فشردگی قرار گرفت.

آبیاری سینی‌ها ی کشت به صورت روزانه انجام شد. شمارش بذور سبز شده در تمامی تیمارهای آزمایش به صورت روزانه به منظور تعیین درصد و متوسط زمان سبز شدن گیاهچه‌های فلفل صورت پذیرفت. جهت تعیین متوسط زمان سبز شدن از معادله ۱ استفاده گردید (۱۵)

$$MBT = \frac{\sum ET}{\sum n}$$

(معادله ۱)

که در آن:

ET: متوسط زمان سبز شدن (روز)

n: بذوری که هر روز سبز میشوند،

t: تعداد روزهایی است که از روز اول کاشت سپری شده است.

علاوه بر شمارش روزانه گیاهچه‌های سبز شده فلفل، تعداد گیاهچه‌هایی که دارای چسبیدگی پوسته‌های بذر به گیاهچه‌های فلفل بودند نیز شمارش شدند. گیاهچه‌های فلفل پس از ۲۸ روز برداشت شدند.

امر ممکن است منجر به عدم باز شدن برگ‌های لپه ای و در نتیجه کاهش و یا عدم فتوسنتز آن ها شود. کاهش توان فتوسنتزی برگ‌های لپه‌ای ممکن است باعث تضعیف، غیر نرمال شدن و حتی مرگ گیاهچه ها شود (۴ و ۱۳). همچنین علاوه بر فلفل در برخی دیگر از گیاهان از جمله بعضی از واریته‌های هندوانه پلی‌پلوئید (*Citrullus lanatus*) و خربزه (*Cucumis melo*) نیز این مشکل وجود دارد (۱۳ و ۱۷). تولید این گیاهچه‌های ضعیف و یا غیر-نرمال می تواند منجر به کاهش تراکم مطلوب و در نهایت کاهش عملکرد شود. از این رو، در صورت رفع این مشکل در فلفل می توان قدرت سبز شدن این گیاه را افزایش داد و با تولید گیاهچه‌های قوی و نرمال، تولید انبوه نشاء با بازده مطلوب را امکان پذیر نمود.

شناخت و بررسی روش‌های مختلف به منظور رها سازی پوسته بذر پس از جوانه زنی و سبز شدن از جمله اعمال فشار فیزیکی (۹) و تغییر عمق کاشت (۱۹) می تواند در افزایش میزان رها شدگی پوسته‌های بذر از گیاهچه‌های فلفل مؤثر باشد. جمتوس و لیس (۱۰) در آزمایشی که جهت بررسی اثرات فشردگی خاک روی سبز شدن و رشد اولیه پنبه و چغندر قند انجام دادند، گزارش کردند که فشردگی خاک می تواند مقدار ماده خشک ریشه و قسمت هوایی را تحت تاثیر قرار دهد. ایشاق و همکاران (۱۲) نیز بیان کردند که فشردگی خاک می تواند در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و نیز عملکرد گیاهان تاثیر گذار باشد.

از این رو با توجه به اهمیت فلفل در بخش تولیدات کشاورزی و نیز باغبانی، این آزمایش به منظور بررسی اثرات عمق‌های متفاوت کاشت و نیز سطوح مختلف فشردگی خاک بر میزان رها شدن پوسته بذر از برگ‌های لپه ای و نیز سبز شدن و رشد اولیه نشاء رقم‌های مختلف این گیاه انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۶۰ ترکیب تیماری صورت گرفت. در این آزمایش از سینی هایی به ابعاد ۲۴×۳۶×۶ سانتی متر و ورمی کمپوست استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف فشردگی خاک صفر، ۳۴/۵، ۶۸۱ و ۱۰۲۱/۷، با توجه به سطح ۸۶۴ سانتی متر مربع سینی‌های مخصوص کشت، بر سطح ورمی کمپوست ایجاد گردید. عمق‌های مختلف کاشت (صفر یا کاشت بصورت سطحی)، ۱ و ۲ سانتی متر) و ۵ رقم فلفل (التره^۱، کالیفرنیا و اندر^۲، ای ام بل^۳،

- 1- Olter
- 2- California Wonder
- 3- E M Bell

- 4- Anahiem
- 5- Iranian falei

جدول ۱- خصوصیات واریته‌های فلفل (*Capsicum annum L.*) مورد مطالعه در آزمایش

رقم	نوع	کشور تولیدکننده	سال تولید	وزن هزار دانه (گرم)
التر	قلمی	ایتالیا	۲۰۱۰	۶/۳
کالیفرنیا واندر	دلمه ای شیرین	آمریکا	۲۰۰۹	۸/۱
ای ام بل	دلمه ای شیرین	آمریکا	۲۰۰۸	۷/۰
آناهایم	قلمی	ایتالیا	۲۰۰۷	۸/۱
فله ای ایران	قلمی تند	ایران	۲۰۰۹	۶/۱

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

وزن مخصوص ظاهری (گرم/سانتی‌متر مکعب)	نیترژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کربن آلی (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (میلی موس/سانتی متر)
۱/۵	۱/۶	۱/۲	۰/۸۵	۱۹/۵	۸/۲۴	۸/۵

اعمال تیمار فشرده‌گی ۱۰۲۱/۷ پاسکال بیش‌ترین تأثیر را در سبز شدن گیاهچه‌های فلفل داشت. درحالی‌که در رقم فله ای ایران بیش‌ترین درصد سبز شدن در نتیجه اعمال ۶۸۱/۱ پاسکال مشاهده شد (شکل ۱). نتایج نشان داد با وجود آن‌که در رقم فله ای ایران با افزایش فشرده‌گی خاک از ۶۸۱/۱ پاسکال به ۱۰۲۱/۷ پاسکال روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل رو به کاهش گذاشت، ولی این افزایش فشرده‌گی خاک منجر به افزایش روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل در رقم‌های الترو و کالیفرنیا شد. از این رو به نظر می‌رسد که واریته‌های الترو و کالیفرنیا در مقایسه با رقم فله ای به سطوح بالای فشرده‌گی خاک، پاسخ بهتری نشان دادند.

از سویی نتایج نشان داد که بر خلاف واریته الترو و کالیفرنیا، در رقم ای ام بل سطوح پایین فشرده‌گی خاک (۳۴۰/۵ پاسکال)، تأثیر بیش‌تری بر درصد سبز شدن گیاهچه‌های فلفل داشت. در نتیجه اعمال سطوح فشرده‌گی (۶۸۱/۱ و ۱۰۲۱/۷ پاسکال) در مقایسه با تیمار عدم فشرده‌گی خاک، تفاوتی از لحاظ درصد سبز شدن ایجاد نگردید. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد اثرات فشرده‌گی در افزایش درصد روند سبز شدن فلفل به نوع رقم کاشته شده نیز بستگی دارد.

اثرات عمق کاشت بر سبز شدن ارقام فلفل

در بین واریته‌های مورد بررسی در آزمایش، همانند اعمال سطوح فشرده‌گی، در نتیجه عمق‌های مختلف کاشت (سطحی، ۱ و ۲ سانتیمتر) تغییر چندانی در روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل در رقم آناهایم مشاهده نشد (شکل ۲). به عبارتی در بین ارقام مورد مطالعه، رقم آناهایم کم‌ترین واکنش را از نظر روند سبز شدن به تغییرات عمق نشان داد.

در پایان روز ۲۸ پس از قطع نشاءها از سطح خاک، به طور جداگانه برای هر تیمار، تعداد گیاهچه‌های دارای چسبیدگی پوسته بذر به برگ‌های لپه ای و تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال شمارش شدند. ارتفاع نشاءها اندازه گیری شد. سطح برگ نشاءها با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ مدل EML.UK تعیین شد و سپس وزن خشک نشاءها پس از قرار دادن آنها در آون ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. همچنین به طور جداگانه ای برای هر یک از ارقام و تیمارهای مورد مطالعه در آزمایش ضریب تغییرات (CV) نیز بر اساس معادله ۲ محاسبه شد (۱):

$$CV = \frac{\sqrt{MSE}}{\bar{X}} \times 100$$

(معادله ۲)

که در آن:

MSE: میانگین مربعات خطای آزمایش در هر تیمار برای هر رقم

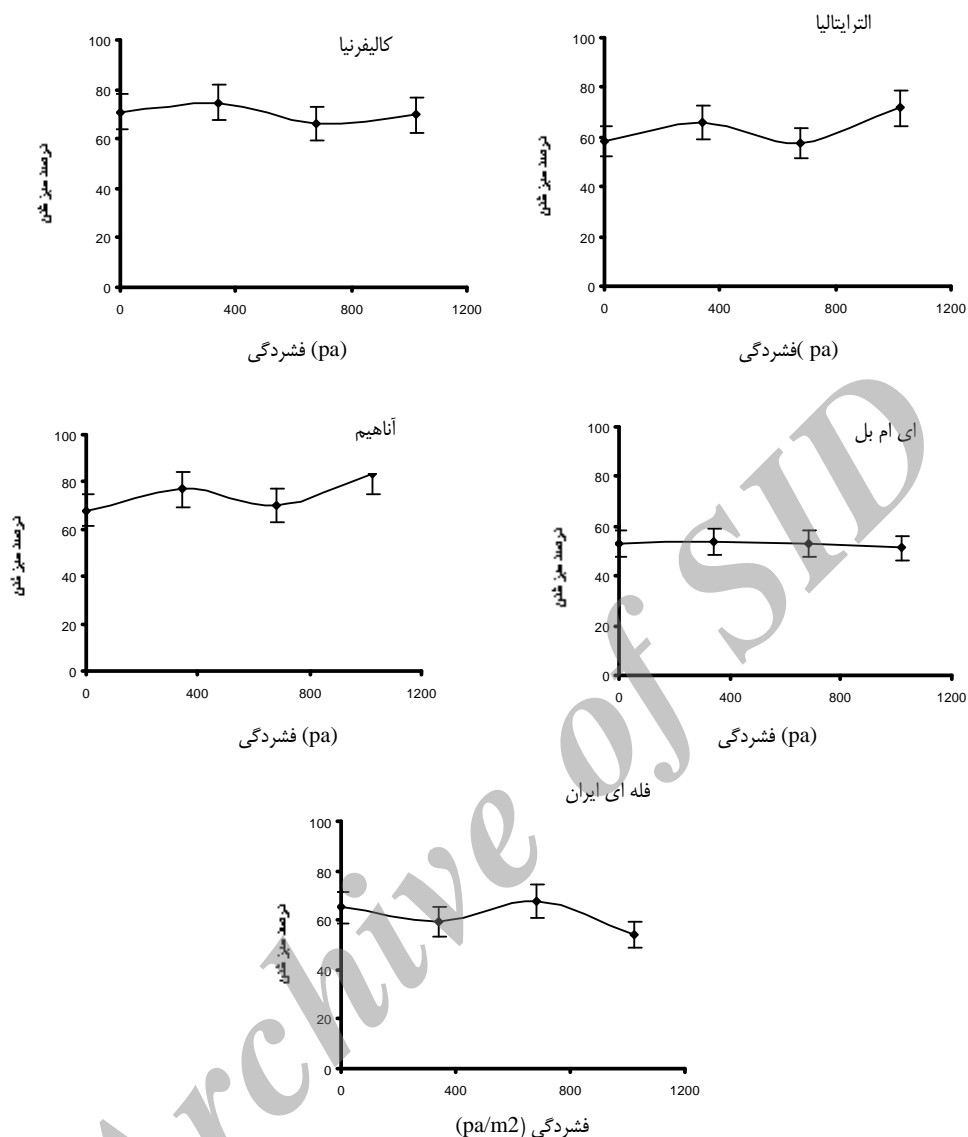
\bar{X} : میانگین داده‌ها در هر تیمار

تجزیه و تحلیل با نرم افزار SAS9 و MSTAT-C و رسم نمودارها با نرم افزار EXCEL-7 صورت گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

اثر فشرده‌گی خاک بر سبز شدن ارقام فلفل

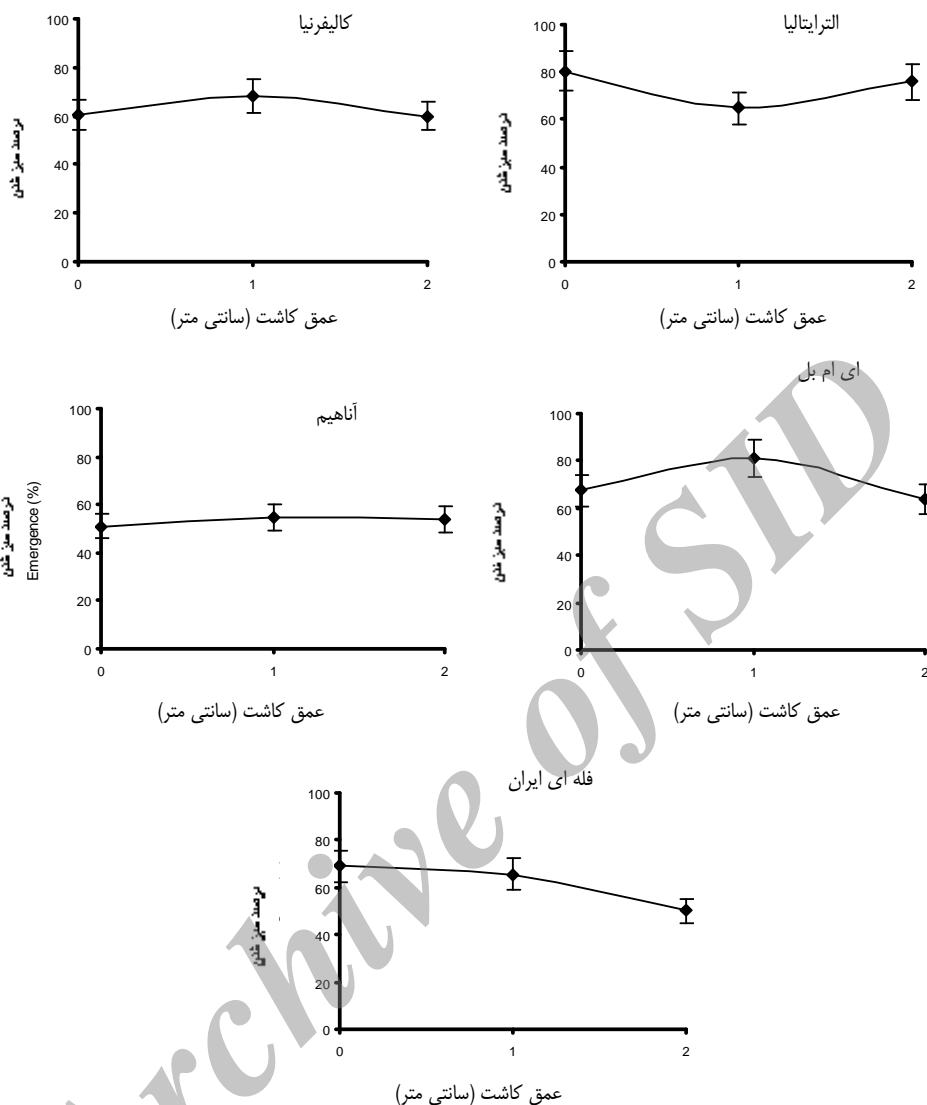
بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش، با وجود آن‌که اعمال تیمارهای فشرده‌گی خاک تأثیر معنی داری بر روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل در رقم آناهایم نداشت، لکن روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل در سایر واریته‌های آزمایش تحت تأثیر سطوح فشرده‌گی خاک قرار گرفت (شکل ۱). در ارقام الترو و کالیفرنیا واندر،



شکل ۱- اثرات سطوح فشردگی خاک ۰، ۴۴۰/۵، ۶۸۱/۱، ۱۰۲۱/۷ پاسکال (Nt/m^2) بر سبز شدن ارقام فلفل (*Capsicum annuum* L.) خطوط عمودی انحراف معیار میانگین را نشان می دهد

مشاهده شد. بر خلاف این دو واریته، در واریته الترایتالیا در عمق کاشت ۱ سانتی متر، کمترین درصد سبز شدن مشاهده گردید. بطوریکه با افزایش عمق کاشت از صفر به ۱ سانتیمتر، روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل رو به کاهش و با افزایش عمق کاشت از ۱ به ۲ سانتی متر رو به افزایش گذاشت (شکل ۲). همانند آنچه که در مورد اثرات فشردگی بر روند سبز شدن ارقام فلفل بیان شد، به نظر می رسد که واکنش سبز شدن گیاهچه‌های فلفل به عمق‌های مختلف کاشت متاثر از نوع رقم کاشته شده باشد.

در رقم فله ای ایران درمقایسه با ارقام التری، کالیفرنیا و اندر و ای ام بل با افزایش عمق کاشت، روندی نسبتاً نزولی در سبز شدن گیاهچه‌های فلفل مشاهده شد. به طوریکه در رقم فله ای ایران، بیشترین درصد سبز شدن در شرایط عمق کاشت سطحی مشاهده شد (شکل ۲). ارقام کالیفرنیا و اندر و ای ام بل در پاسخ به تیمارهای مختلف عمق کاشت، دارای روند نسبتاً مشابهی از نظر سبز شدن بودند، به طوری که در این دو رقم بیشترین درصد سبز شدن در عمق کاشت ۱ سانتی متری



شکل ۲- اثرات عمق‌های مختلف کاشت (صفر، ۱ و ۲ سانتیمتر) بر روند سبز شدن ارقام فلفل (*Capsicum annum L.*) خطوط عمودی انحراف معیار میانگین را نشان می‌دهد

ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک گیاهچه‌های فلفل به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد (عدم فشردگی خاک) رو به افزایش گذاشت. به عبارتی در بین سطوح مختلف فشردگی خاک، تیمار ۹ کیلوگرم فشردگی (۱۰۲۱/۵ پاسکال) تأثیر بیشتری در افزایش شاخص‌های ذکر شده داشت. به طوری که در نتیجه اعمال این تیمار فشردگی در مقایسه با تیمار شاهد، ارتفاع و سطح برگ و وزن خشک به ترتیب ۱۱۸، ۳۷ و ۱۴۷ درصد افزایش یافت (جدول ۵). بینگام و همکاران (۶) نیز افزایش وزن خشک ریشه گیاه جو را در نتیجه فشردگی خاک گزارش کردند.

اثرات فشردگی خاک

نتایج حاصل از اعمال تیمارهای فشردگی ورمی کمپوست بر شاخص‌های مورد مطالعه فلفل حاکی از آن بود که به جز شاخص تعداد چسبیدگی پوسته بذر به برگ‌های لپه ای و نیز درصد سبز شدن، اثر اعمال تیمارهای فشردگی بر سایر شاخص‌های فلفل (متوسط زمان سبز شدن، تعداد گیاهچه‌های غیرنرمال، ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک) معنی دار بود ($p < 0.01$) (جدول ۳). نتایج حاکی از آن بود که با افزایش فشردگی ورمی کمپوست،

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مورد مطالعه فلفل (*Capsicum annum L.*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبز شدن	متوسط زمان سبز شدن	گیاهچه دارای چسبیدگی پوسته بذر	گیاهچه غیر نرمال	ارتفاع گیاهچه	شاخص سطح برگ	وزن خشک گیاهچه
فشردگی (C)	۳	۱/۳۴	۰/۸۴**	۰/۰۴	۲/۹۷**	۱۴/۸۵**	۱۶۰/۶۹**	۰/۰۸**
رقم (V)	۴	۱۰/۴۴**	۰/۴۷**	۰/۶۷**	۳/۶۹**	۹/۶۳**	۵۹/۹۱**	۰/۰۴**
عمق (D)	۲	۷/۲۰**	۶/۹۸**	۲۶/۱۹**	۷/۲۲**	۲۱/۱۱**	۲۳۹/۷۹**	۰/۱۴**
C×V	۱۲	۲/۴۳**	۰/۲۶**	۰/۱۵*	۳/۸۶**	۱/۰۶**	۸/۵۶**	۰/۰۰۴**
C×D	۶	۶/۶۳**	۰/۲۳**	۰/۰۸	۳/۶۶**	۰/۲۳*	۱۰/۶۴**	۰/۰۰۸**
D×V	۸	۴/۰۳**	۰/۱۱*	۰/۶۵**	۱/۲۶**	۱/۴۷**	۲۰/۹۳**	۰/۰۱**
C×V×D	۲۴	۲/۸۷**	۰/۱۶**	۰/۲۰**	۰/۵۶**	۱/۳۹**	۱۷/۶۷**	۰/۰۰۹**
خطا	۱۸۰	۰/۸۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۲۵	۲/۸۰	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات	-	۱۱/۲۳	۵/۵۱	۲۰/۴۲	۱۹/۰۳	۶/۴۱	۱۸/۴۷	۳/۴۲

* و ** - به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- اثرات اصلی سطوح مختلف فشردگی بر شاخص‌های مورد مطالعه فلفل (*Capsicum annum L.*)

سطوح فشردگی	درصد سبز شدن	متوسط زمان سبز شدن (روز)	گیاهچه دارای چسبیدگی پوسته (درصد)	گیاهچه غیر نرمال (درصد)	ارتفاع گیاهچه (میلیمتر)	شاخص سطح برگ	وزن خشک گیاهچه (گرم)
عدم فشردگی	۶۳/۰ ^a	۱۶/۷۶ ^a	۴/۸۰ ^a	۱۳/۱۶ ^b	۵۰/۷۶ ^c	۴۹/۶۵ ^c	۰/۱۶ ^c
۳۴۰/۵ (pa/cm ²)	۶۵/۶۷ ^a	۱۵/۳۰ ^b	۴/۴۸ ^a	۱۳/۷۶ ^b	۵۸/۴۱ ^b	۹۷/۷۴ ^b	۰/۳۱ ^b
۶۸۱/۳۱ (pa/cm ²)	۶۱/۶۰ ^a	۱۵/۳۸ ^b	۴/۹۶ ^a	۱۹/۹۶ ^a	۵۹/۴۲ ^b	۹۴/۸۴ ^b	۰/۲۸ ^b
۱۰۲۱/۷ (pa/cm ²)	۶۶/۶۰ ^a	۱۴/۳۷ ^c	۴/۴۸ ^a	۱۱/۹۶ ^b	۶۹/۴۳ ^a	۱۲۲/۶۵ ^a	۰/۳۵ ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری نمی باشند.

مربوط به سطوح مختلف فشردگی خاک، اثر معنی داری در افزایش میزان رها شدگی پوسته‌های بذر از برگچه‌های لپه ای و نیز کاهش معنی دار تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال فلفل نداشت (جدول ۵). در بین تیمارهای فشردگی، اعمال ۶ کیلوگرم فشردگی حتی منجر به افزایش معنی دار تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال در فلفل شد ($p < 0.05$) (جدول ۴). فاووسی (۹) نیز گزارش کرد که با افزایش فشردگی ورمی کمپوست تعداد گیاهچه غیر نرمال در فلفل به طور معنی داری رو به افزایش گذاشت. این محقق همچنین بیان کرد که غیر نرمال بودن گیاهچه‌های فلفل در نتیجه اعمال فشردگی خاک می تواند ناشی از تأثیر منفی این فشردگی بر هیپوکوتیل (محور زیرلپه) گیاهچه‌های فلفل باشد.

اثرات وارپته

نتایج حاصل از اعمال تیمارهای آزمایش بر رقم‌های فلفل حاکی از آن بود که بین رقم‌های مختلف این گیاه تفاوت معنی داری از نظر شاخص‌های مورد مطالعه وجود داشت ($p < 0.01$) (جدول ۳). نتایج

همچنین نتایج حاصل از آن بود که با وجود عدم تأثیر اعمال سطوح مختلف فشردگی خاک بر درصد سبز شدن گیاهچه‌های فلفل ($p < 0.05$)، اثر این تیمارهای آزمایش بر متوسط زمان سبز شدن گیاهچه فلفل معنی دار بود ($p < 0.01$) (جدول ۳). به طوری که افزایش فشردگی ورمی کمپوست منجر به کاهش متوسط زمان سبز شدن گیاهچه‌های فلفل شد. به نظر می رسد با افزایش فشردگی ورمی کمپوست، سطح تماس بذرهای فلفل با ورمی کمپوست بهبود می یابد که این امر می تواند منجر به بهبود جذب آب و مواد غذایی توسط بذر و ریشه ها از خاک و در نتیجه بهبود سبز شدن و نیز خصوصیات رشدی گیاهچه‌های فلفل شود. آلامدا و ویلار (۳) نیز افزایش وزن خشک گیاهچه‌های مورد مطالعه (گیاهان چوبی) در آزمایش در نتیجه اعمال فشردگی خاک را به افزایش تماس ریشه‌های این گیاهان به خاک نسبت دادند. همت و تاکی (۱۱) نیز بیان نمودند اعمال فشردگی خاک نیاز آبی و دوره رشدی را در نشاء گیاه برنج در مزرعه کاهش داد. از سویی نتایج آزمایش حاکی از آن بود که اعمال تیمارهای

از سبز شدن باشد.

اثر تیمارهای مربوط به عمق‌های مختلف کاشت در افزایش میزان رها شدن پوسته‌های بذر از برگ‌های لپه ای نیز معنی دار بود ($p < 0.01$) (جدول ۳). به طوری که با افزایش عمق کاشت، میزان رها شدن پوسته‌های بذر از گیاهچه‌های فلفل به طور معنی داری رو به افزایش گذاشت (جدول ۶). همچنین افزایش عمق کاشت منجر به کاهش معنی دار تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال شد (جدول ۶). با توجه به این که سبز شدن گیاهچه‌های فلفل از نوع برون زمینی^۱ می‌باشد، افزایش میزان رها شدن پوسته بذر از برگچه‌ها در نتیجه افزایش عمق کاشت می‌تواند ناشی از افزایش مقاومت مکانیکی در مسیر خروج لپه‌ها از خاک باشد که در نهایت منجر به جدا شدن پوسته‌های بذر از برگچه‌های لپه ای می‌شود.

اثرات عمق‌های مختلف کاشت بر درصد سبز شدن و نیز متوسط زمان سبز شدن گیاهچه‌های فلفل معنی دار بود به طوری که با افزایش عمق کاشت، متوسط زمان سبز شدن رو با افزایش گذاشت و درصد سبز شدن گیاهچه‌های فلفل رو به کاهش گذاشت (جدول ۷). شانموگاناتان (۱۸) نیز گزارش کرد که بین میزان سبز شدن گیاهچه‌های کلم و افزایش عمق کاشت، ارتباط منفی وجود داشت.

نتیجه گیری

فشردگی خاک به تنهایی اثر چندانی بر رها شدن پوسته‌های بذر از برگ‌های لپه ای نداشت، بلکه اثر متقابل فشردگی و عمق مناسب می‌تواند تاثیر بسزایی در رها شدن پوسته بذر از برگچه‌های نشاء فلفل داشته باشد. به علت آن که میزان رها شدگی پوسته بذر گیاهچه فلفل تحت تاثیر رقم‌های مورد بررسی بود، از این رو انتخاب رقم مناسبی از فلفل، جهت کشت نشاء نیز ضروری به نظر می‌رسد.

نشان داد که در نتیجه اعمال تیمارهای آزمایش، رقم ایتالیایی التر در مقایسه با سایر ارقام به طور معنی داری ($p < 0.01$) از سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع بیش تری برخوردار بود (جدول ۵). رقم التر ایتالیا در مقایسه با سایر ارقام به طور معنی دار دارای بیش ترین درصد سبز شدن و نیز کمترین متوسط زمان سبز شدن بود ($p < 0.01$) (جدول ۳). هر چند که میزان رها شدگی پوسته بذر از برگ‌های لپه ای در این رقم به طور معنی دار کمتر از سایر ارقام بود ($p < 0.01$) (جدول ۵) و بیشترین تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال نیز در رقم التر ایتالیا مشاهده شد.

به نظر می‌رسد افزایش چسبیدگی پوسته بذر به گیاهچه فلفل نقشی در درصد و زمان سبز شدن، ارتفاع، سطح برگ و کاهش وزن خشک فلفل نداشته و تنها می‌تواند در افزایش تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال مؤثر باشد.

اثرات عمق کاشت

نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش عمق کاشت، ارتفاع و سطح برگ و وزن خشک گیاهچه‌های فلفل به طور معنی داری رو به کاهش گذاشت ($p < 0.05$) (جدول ۶). میکلسن و همکاران (۱۶) نیز در آزمایشی که به منظور بررسی اثرات عمق کاشت از ۱ تا ۱۵ سانتی متر بر رشد گلرنگ انجام دادند، گزارش کردند که با افزایش عمق کاشت تا ۷ سانتی متر وزن خشک گلرنگ تحت تاثیر قرار نگرفت اما با افزایش عمق کاشت ۷ تا ۱۵ سانتی متر کاهش معنی داری در سبز شدن و رشد (وزن خشک) این گیاه مشاهده گردید. یوسفی و همکاران (۲) گزارش کردند که با افزایش عمق کاشت، سرعت سبز شدن گیاهچه نخود به طور معنی داری رو به کاهش گذاشت. به نظر می‌رسد کاهش در شاخص‌های رشدی ذکر شده در نتیجه افزایش عمق کاشت می‌تواند در ارتباط با مصرف انرژی بیشتر جهت خروج از خاک و در نتیجه کمبود سطح تامین انرژی برای تکمیل مراحل پس

جدول ۵- اثرات اصلی واریته‌های آزمایش بر شاخص‌های مورد مطالعه فلفل (*Capsicum annum L.*)

رقم	درصد سبز شدن	متوسط زمان سبز شدن (روز)	گیاهچه دارای چسبیدگی پوسته بذر به برگچه (درصد)	گیاهچه غیر نرمال (درصد)	ارتفاع گیاهچه (میلیمتر)	شاخص سطح برگ	وزن خشک گیاهچه (گرم)
V _O	۷۴/۵۹ ^a	۱۴/۱۳ ^c	۸/۵۲ ^a	۱۶/۹۳ ^a	۷۱/۴۴ ^a	۱۲۶/۱۹ ^a	۰/۳۶ ^a
V _C	۶۴/۴۲ ^b	۱۶/۰۶ ^a	۴/۵۲ ^b	۱۴/۷۶ ^a	۵۳/۷۹ ^c	۷۱/۶۵ ^c	۰/۲۱ ^c
V _E	۶۷/۱۷ ^b	۱۵/۸۹ ^{ab}	۳/۷۶ ^b	۱۱/۶۰ ^b	۵۴/۳۳ ^c	۹۴/۰۰ ^b	۰/۲۸ ^b
V _A	۵۲/۳۳ ^c	۱۵/۲۹ ^b	۳/۰۰ ^b	۱۳/۶۰ ^{ab}	۵۸/۱۱ ^b	۷۰/۳۱ ^c	۰/۳۱ ^c
V _F	۶۱/۵۹ ^b	۱۵/۹۰ ^{ab}	۳/۶۰ ^b	۱۶/۶۰ ^a	۵۹/۸۴ ^b	۹۳/۹۵ ^b	۰/۳۰ ^b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری نمی‌باشند. V_O: واریته التر، V_C: رقم کالیفرنیا، V_E: رقم ای ام بل، V_A: رقم آناهیم، V_F: رقم فله ای ایران

جدول ۶- اثرات اصلی اعماق مختلف خاک بر شاخص‌های مورد مطالعه فلفل (*Capsicum annum L.*)

عمق کاشت (سانتی متر)	درصد سبز شدن	متوسط		گیاهچه دارای چسبیدگی پوسته بذر به برگچه‌ها (درصد)	گیاهچه غیر نرمال (درصد)	ارتفاع گیاهچه (میلی‌متر)	سطح برگ	وزن خشک گیاهچه (گرم)
		زمان سبز شدن (روز)	زمان سبز شدن (روز)					
سطحی	۶۵/۹۶ ^a	۱۲/۸۷ ^c	۱۳/۵۲ ^a	۲۰/۵۲ ^a	۶۶/۲۶ ^a	۱۱۸/۱۰ ^a	۰/۳۵ ^a	
۱	۶۷/۴۰ ^a	۱۵/۸۱ ^b	۰/۴۸ ^b	۱۰/۷۶ ^c	۶۱/۱۷ ^b	۹۷/۷۶ ^b	۰/۲۹ ^b	
۲	۵۹/۳۰ ^b	۱۷/۶۷ ^a	۰/۴۸ ^b	۱۲/۸۰ ^b	۵۱/۰۸ ^c	۵۷/۷۹ ^c	۰/۱۷ ^c	

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری نمی باشند.

منابع

- ۱- فارسی، م. ۱۳۸۷. مقدمه ای بر کاربرد آمار در کشاورزی و علوم زیستی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۲- یوسفی داز، م.، ا. سلطانی، ا. قادری فرشید، ا. زینلی و ر. سرپرست. ۱۳۸۴. اثرات دما و عمق کاشت بر سبز شدن گیاه نخود رقم هاشم. اولین همایش ملی حبوبات. دانشگاه فردوسی مشهد.
- 3-Alameda D. and R.Villar. 2006. Moderate soil compaction: Implications on growth and architecture in seedlings of 17 woody plant species. *Soil & Tillage Research*, 103: 325-331.
- 4-Basak, O., I. Demir, K. Mavi, and S. Matthews. 2006. Controlled deterioration test for predicting seedling emergence and longevity of pepper (*Capsicum annum L.*) seed lots. *Seed Science and Technology*, 34: 701-712.
- 5-Bar-Tal, A. and B. Bar-Yosef. 1990. Pepper transplant response to root volume and nutrition in the Nursery. *Agronomy Journal*, 82: 989-995.
- 6-Bingham, I. J., A. G. Bengough and R. M. Rees. 2010. Soil compaction-N interactions in barley: Root growth and tissue composition. *Soil & Tillage Research*, 106: 241-246.
- 7-Demir, I., S. Ermis., K. Mavi and S. Matthews. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annum L.*) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Science and Technology*, 36(1): 21-30.
- 8-Farooq, M., S. M. A. Basra, M. A. Cheema and I. Afzal. 2006. Integration of pre-sowing soaking, chilling and heating treatments for vigour enhancement in rice (*Oryza sativa L.*). *Seed Science and Technology*, 34: 521-528.
- 9-Fawusi, M. O. A. 1978. Emergence and seedling growth of pepper as influenced by soil compaction, nutrient status and moisture regime. *Scientia Horticulturae*, 9 (4): 239-335.
- 10- Gemtos, T. A. and T. Lellis. 1999. Plant growth of cotton and sugar beet. *Journal of Agricultural and Engineering Research*, 66 (2): 121-134.
- 11-Hemmat, A. and O. Taki. 2003. Comparison of compaction and puddling as pre-planting soil preparation for mechanized rice transplanting in very gravelly Calcisols in central Iran. *Soil & Tillage Research*, 70: 65-72.
- 12-Ishaq, M., A. Hassan, M. Saeed, M. Ibrahim and R. Lal. 2001. Subsoil compaction effects on crops in Punjab. Pakistan I. Soil physical properties and crop yield. *Soil & Tillage Research*, 59: 57-65.
- 13-Jaskani, M. J., S. W. Kwon, D. H. Kim and H. Abbas. 2006. Seed treatments and otientation affects germination and seedling emergence in tetraploid watermelon. *Pakistan Journal of Botany*, 38 (1): 89-98.
- 14-Korkmaz, A. and Y. Korkmaz. 2009. Promotion by 5-aminolevulenic acid of pepper seed germination and seedling emergence under low-temperature stress. *Scientia Horticulturae*, 119: 98-102.
- 15-Matthews, S. and M. Khajeh-Hosseini. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*, 34: 339-347.
- 16-Mikkelsen, E., A. Ponder, K. Pickersgill and N. Wachsmann. 2008. The effect of sowing depth on safflower germination and early growth in clay and sandy soils. 7th International Safflower Conference, Wagga, Australia.
- 17-Nascimento, W. M. and S. H. West. 1998. Priming and seed orientation affect seedcoat adherence and seedling development of muskmelon transplants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 33(5): 847-848.
- 18-Shanmuganathan, V. and L. R. Benjamin. 1992. The influence of sowing depth and seed size on seedling emergence time and relative growth rate in spring cabbage (*Brassica oleracea var. capitata L.*). *Annals of Botany*, 69, 273-276.
- 19-Tamet, V., J. Boiffin., C. Durr and N. Souty. 1996. Emergence and early growth of an epigeal seeding (*Daucus carota L.*): Influence of soil temperature, sowing depth, soil crusting and seed weight. *Soil & Tillage Research*, 40(1-2): 25-38.