نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۲۳۳-۲۲۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 2, Summer. 2013, p. 226-233

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 نشائ رقم‌های فلفل، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف فشردگی خاک (صفر،۳،۶ و ۹ کیلوگرم وزنه روی سینی‌های کشت) که به ترتیب فشاری معادل صفر،۳۴۰/۵،۶۸۱/۳۱ و۱۰۲۱/۷ پاسکال(Nt/m^2) است، عمق‌های مختلف کاشت (کاشت سطحی، ۱ و ۲سانتیمتر) و رقم‌های فلفل (التر،کالیفرنیا واندر، ای ام بل، آناهایم و فله ای ایران) بود. نتایج حاصل ازاعمال 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 غیرنرمال و متوسط زمان سبز شدن رقم‌های فلفل شد. با افزایش عمق کاشت، میزان رها شدن پوسته‌های بذر از برگ‌های لپه ای واریته‌های 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

فلفل (*Capsicum annum* L.) گیاهی است یکساله و گرمادوست که به خانواده سیب زمینی[۴] تعلق دارد. این گیاه سرشار از ویتامین‌های A وC 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 می شود. در شرایط کاشت مستقیم بذر فلفل در مزرعه، دمای نامناسب خاک می تواند باعث تاخیر و یا سبز شدن غیر یکنواخت گیاهچه ها 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 گیاهچه ها به پاتوژن‌های بیماری زا 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 گیاهچه ها از خاک می باشد که این

۱و۲- 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.

4- Solanaceae
5- Antioxidant
6 - Transplant
7 - Seed coat
8- Cotyledony leaves

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 پلی‌پلوییید (*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 للیس (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 تأثیر قرار دهد. ایشاق و همکاران (۱۲) نیز بیان کردند که فشردگی خاک می تواند در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک ونیز عملکرد گیاهان تأثیر گذار باشد.

از این رو با توجه به اهمیت فلفل دربخش 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 کاملا تصادفی با ۴ تکرار و ۶۰ ترکیب تیماری صورت گرفت. در این آزمایش از سینی هایی به ابعاد۶×۳۶×۲۴ سانتی متر و ورمی کمپوست استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف فشردگی خاک صفر، ۳۴/۵، ۶۸۱ و۱۰۲۱/۷، با توجه به سطح ۸۶۴ سانتی‌متر مربع سینی‌های مخصوص کشت، بر سطح ورمی‌کمپوست ایجاد گردید. عمق‌های مختلف کاشت (صفر یاکاشت بصورت سطحی)، ۱ و۲ سانتی متر) و ۵ رقم فلفل (التر[1]، کالیفرنیا واندر[2]، ای ام بل[3]، آناهیم[4] و فله ای ایران[5]) بود. رقم فله ای جزو ارقام بومی فلفل در ایران بود. در حالی که ارقام التر، کالیفرنیا، ای ام بل و آناهایم ازجمله ارقام اصلاح شده فلفل می باشند. خصوصیات این واریته ها در جدول ۱ آمده است:

پس از اضافه نمودن ۳/۲کیلوگرم ورمی کمپوست به هر سینی کاشت، ورمی‌کمپوست هر ۲ سانتی متر در تیمارهای تراکم، فشرده شدو 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 ورمی‌کمپوست که به سینی‌های کشت اضافه می شد فشردگی لازم اعمال می گردید. باتوجه به تأثیر 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 ورمی‌کمپوست 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)

$$MET = \frac{\sum nt}{\sum n}$$

(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 گیاهچه هایی که دارای چسبیدگی پوسته‌های بذر به گیاهچه‌های فلفل بودند نیز شمارش شدند. گیاهچه‌های فلفل پس از ۲۸ روز برداشت شدند.

1- Olter
2- California Wonder
3- E M Bell
4- Anahiem
5- Iranian falei

جدول۱- خصوصیات واریته‌های فلفل (*Capsicum annum* L.) مورد مطالعه در آزمایش

رقم	نوع	کشورتولیدکننده	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:

جدول۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

وزن مخصوص ظاهری (گرم/ سانتیمتر مکعب)	نیتروژن (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

در پایان روز ۲۸ پس از قطع نشاء ها از سطح خاک، به طور جداگانه برای هر تیمار، تعداد گیاهچه‌های دارای چسبیدگی پوسته بذر به برگ‌های لپه ای وتعداد گیاهچه‌های غیر نرمال شمارش شدند. ارتفاع نشائ ها اندازه گیری شد. سطح برگ نشاء ها با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ مدل EML.UK تعیین شد و سپس وزن خشک نشاء ها 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 وتیمارهای 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 داده ها در هر تیمار

تجزیه و تحلیل با نرم افزارSAS9 وMSTAT-C و رسم نمودارها با نرم افزارEXCEL-7 صورت گرفت. میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

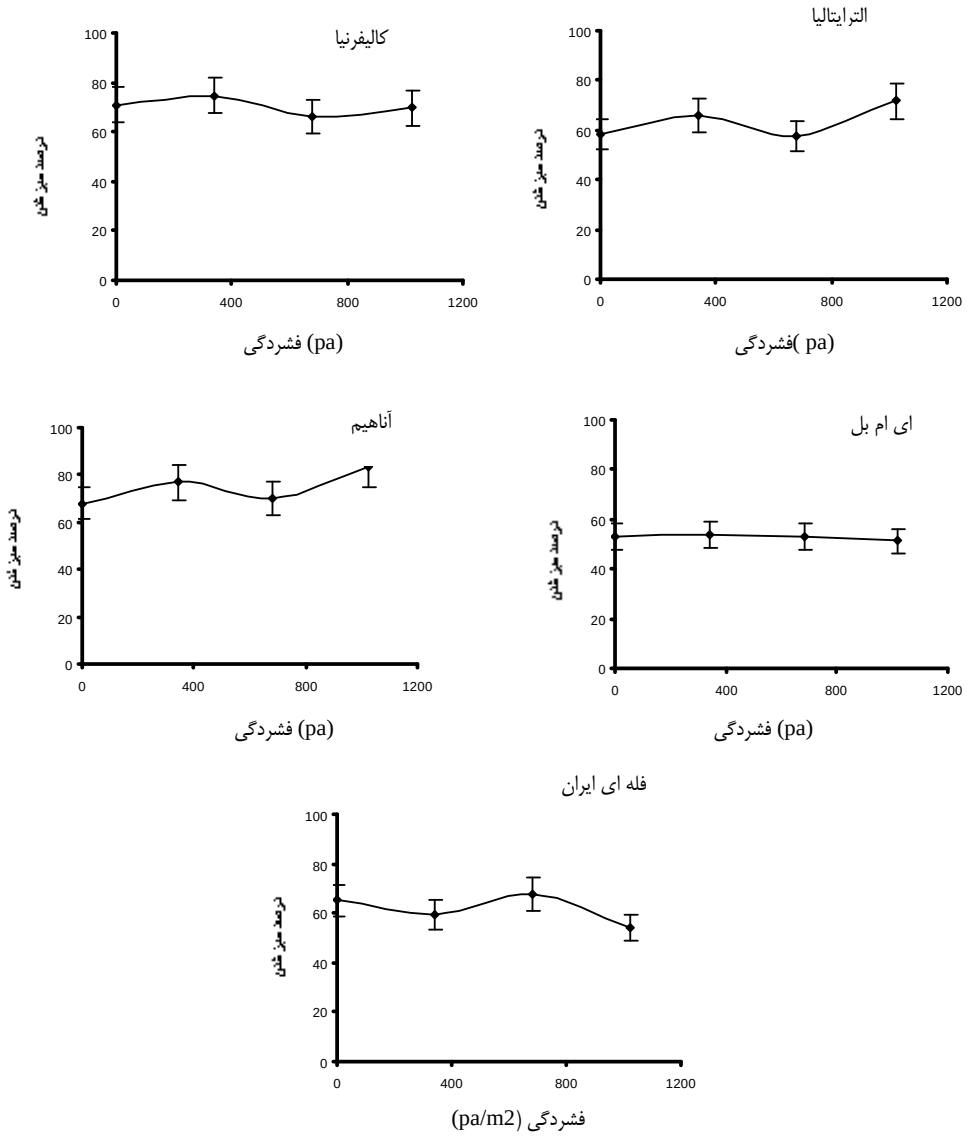
اثر فشردگی خاک بر سبز شدن ارقام فلفل

بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش، با وجود آن که اعمال تیمارهای فشردگی خاک تاثیرمعنی داری بر روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل در رقم آناهایم نداشت، لکن روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل در سایر واریته‌های آزمایش تحت تأثیر سطوح فشردگی خاک قرار گرفت (شکل۱). در ارقام التر و کالیفرنیا واندر، اعمال تیمار فشردگی ۱۰۲۱/۷ پاسکال بیش ترین تأثیررا در سبز شدن گیاهچه‌های فلفل داشت. درحالی که در رقم فله ای ایران بیش ترین درصد سبز شدن درنتیجه اعمال۶۸۱/۱ پاسکال مشاهده شد (شکل۱). نتایج نشان داد با وجود آن که در رقم فله ای ایران با افزایش فشردگی خاک از ۶۸۱/۱ پاسکال به ۱۰۲۱/۷ پاسکال روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل رو به کاهش گذاشت، ولی این افزایش فشردگی خاک منجر به افزایش روند سبز شدن گیاهچه‌های فلفل در رقم‌های التر و کالیفرنیا شد. از این رو به نظر می رسد که واریته‌های التر و کالیفرنیا در مقایسه با رقم فله ای به سطوح بالای فشردگی خاک، پاسخ بهتری نشان دادند.

از سویی نتایج نشان داد که بر خلاف واریته التر وکالیفرنیا، در رقم ای ام بل سطوح پایین فشردگی خاک (۳۴۰/۵ پاسکال)، تأثیر بیش تری بر درصد سبز شدن گیاهچه‌های فلفل داشت. در نتیجه اعمال سطوح فشردگی (۶۸۱/۱ و۱۰۲۱/۷پاسکال) در مقایسه با تیمار عدم فشردگی خاک، تفاوتی از لحاظ درصد سبز شدن ایجاد نگردید. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می رسد اثرات فشردگی 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 فشردگی، 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 کم ترین واکنش را از نظر روند سبز شدن به تغییرات عمق نشان داد.

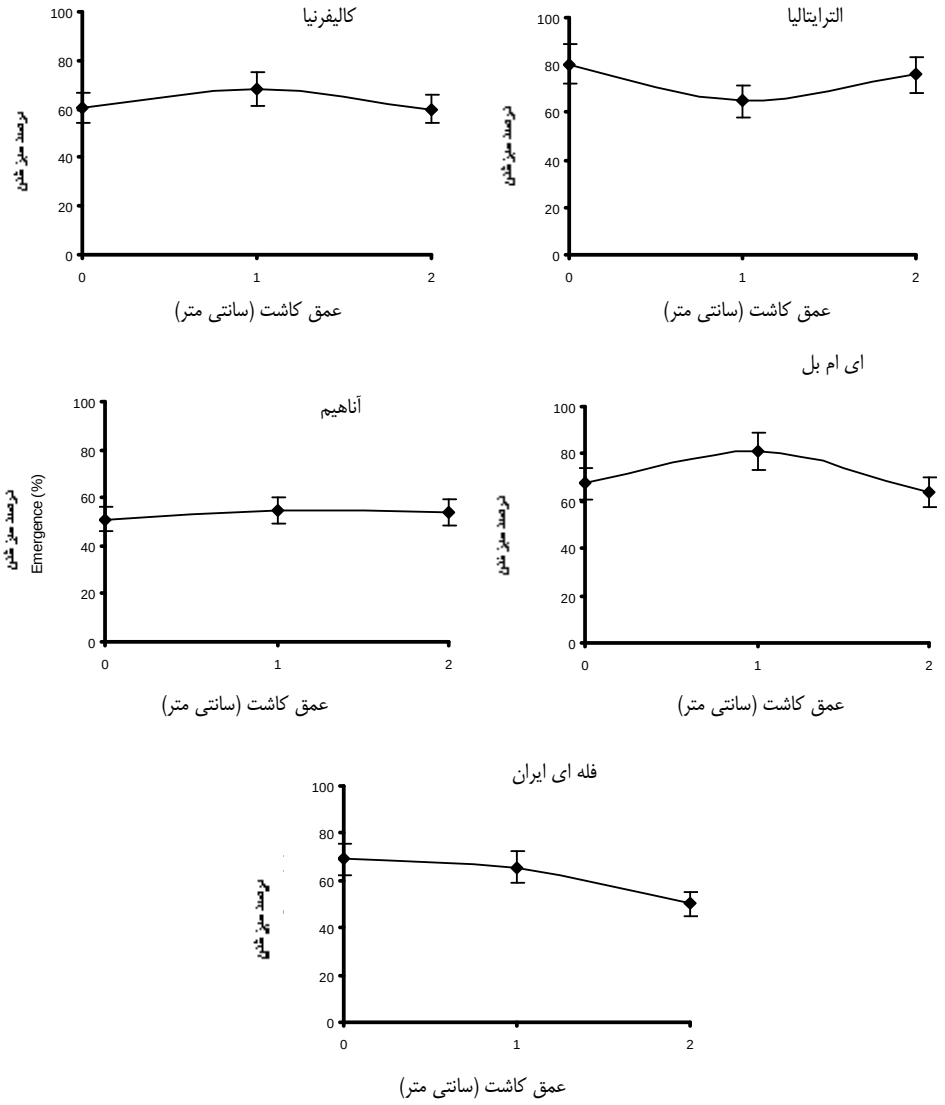


شکل ۱- اثرات سطوح فشردگی خاک ۰، ۳۴۰/۵، ۶۸۱/۱، ۱۰۲۱/۷ پاسکال (Nt/m^2) بر سبز شدن ارقام فلفل (*Capsicum annum* L.)

خطوط عمودی انحراف معیار میانگین را نشان می دهد

در رقم فله ای ایران درمقایسه با ارقام التر، کالیفرنیاواندر 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، بیش ترین درصد سبز شدن در شرایط عمق کاشت سطحی مشاهده شد (شکل۲). ارقام کالیفرنیا واندر 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 بیش ترین درصد سبز شدن در عمق کاشت ۱سانتی متری مشاهده شد. بر خلاف این دو واریته، در واریته التر ایتالیا در عمق کاشت۱ 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 (شکل۲). همانند آنچه که در مورد اثرات فشردگی بر روند سبز شدن 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.



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 می دهد

اثرات فشردگی خاک

نتایج حاصل از اعمال تیمارهای فشردگی ورمی کمپوست بر شاخص‌های مورد مطالعه فلفل حاکی ازآن 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 ($p<0.01$) (جدول۳).

نتایج حاکی از آن بود که با افزایش فشردگی ورمی کمپوست، 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، تیمار۹ 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 (جدول۵). بینگام و همکاران (۶) نیز افزایش وزن خشک ریشه گیاه جو را در نتیجه فشردگی خاک گزارش کردند.

جدول۳– تجزیه واریانس(میانگین مربعات) شاخص‌های مورد مطاله 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**	۰/۲۲**	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 ۱درصد

جدول٤–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	۶۳/۰۰^{a}	۱۶/۷۶^{a}	۴/۸۰^{a}	۱۳/۱۶^{b}	۵۰/۷۶^{c}	۴۹/۶۵^{c}	۰/۱۶^{c}
(pa/cm2)۳۴۰/۵	۶۵/۶۷^{a}	۱۵/۳۰^{b}	۴/۴۸^{a}	۱۳/۷۶^{b}	۵۸/۴۱^{b}	۹۷/۷۴^{b}	۰/۳۱^{b}
(pa/cm2)۶۸۱/۳۱	۶۱/۶۰^{a}	۱۵/۳۸^{b}	۴/۹۶^{a}	۱۹/۹۶^{a}	۵۹/۴۲^{b}	۹۴/۸۴^{b}	۰/۲۸^{b}
(pa/cm2)۱۰۲۱/۷	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.

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 درنتیجه بهبود سبز شدن و نیز خصوصیات رشدی گیاهچه‌های فلفل شود. آلامدا و ویلار (۳) نیز افزاش 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 نمودنداعمال 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 مربوط به سطوح مختلف فشردگی خاک، اثر معنی داری در افزایش میزان رها شدگی پوسته‌های بذر از برگچه‌های لپه ای و نیزکاهش معنی دار تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال فلفل نداشت (جدول۵). 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 واریته

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 ($p<0.01$) (جدول۳). نتایج

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 (جدول۵). رقم التر ایتالیا در مقایسه با سایر ارقام به طور معنی دار دارای بیش ترین درصد سبز شدن و نیزکمترین متوسط زمان سبز شدن بود ($p<0.01$) (جدول۳). هر چندکه میزان رها شدگی پوسته بذر از برگ‌های لپه ای دراین رقم به طور معنی دار کمتر از سایر ارقام بود ($p<0.01$) (جدول۵) و بیشترین تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال نیزدر رقم التر ایتالیا مشاهده شد.

به نظر می رسد افزایش چسبیدگی پوسته بذر به گیاهچه فلفل نقشی در درصد و زمان سبز شدن، ارتفاع، سطح برگ وکاهش وزن خشک فلفل نداشته و تنها می تواند 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 ($p<0.05$) (جدول۶). میکلسن و همکاران (۱۶) نیز درآزمایشی 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 می رسد کاهش در شاخص‌های رشدی ذکر شده در نتیجه افزایش عمق کاشت می تواند در ارتباط با مصرف انرژی بیشتر جهت خروج از خاک و در نتیجه کمبود سطح تامین انرژی برای تکمیل مراحل پس 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 ($p<0.01$) (جدول۳). به طوری که با افزایش عمق کاشت، میزان رها شدن پوسته‌های بذر از گیاهچه‌های فلفل به طور معنی داری رو به افزایش گذاشت (جدول۶). همچنین افزایش عمق کاشت منجر به کاهش معنی دار تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال شد (جدول۶). با توجه به این که سبز شدن گیاهچه‌های فلفل از نوع برون زمینی[1] می‌باشد، افزایش میزان رهاشدن پوسته بذر از برگچه ها در نتیجه افزایش عمق کاشت می تواند ناشی از افزایش مقاومت مکانیکی در مسیر خروج لپه‌ها از خاک باشدکه در نهایت منجر به جدا شدن پوسته‌های بذر از برگچه‌های لپه ای می شود.

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 (جدول۷). شانموگاناتان (۱۸) نیزگزارش کردکه 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 می تواند تاثیر بسزایی در رها شدن پوسته بذر از برگچه‌های نشاءفلفل داشته باشد. به علت آن که میزان رها شدگی پوسته بذر گیاهچه فلفل تحت تأثیر رقم‌های مورد بررسی بود، از این رو انتخاب رقم مناسبی از فلفل، جهت کشت نشاء نیز ضروری به نظر می رسد.

جدول۵- 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}	۱۴/۱۲^{c}	۸/۵۲^{a}	۱۶/۹۲^{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}	۵۴/۳۴^{c}	۹۴/۰۰^{b}	۰/۲۸^{b}
V_A	۵۳/۳۳^{c}	۱۵/۲۹^{b}	۳/۰۰^{b}	۱۳/۶۰^{ab}	۵۸/۱۱^{b}	۷۰/۳۱^{c}	۰/۲۱^{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 نمی باشند.

V_O: واریته التر، V_C: رقم کالیفرنیا، V_E: رقم ای ام بل، V_A: رقم آناهیم، V_F: رقم فله ای ایران

1- Epygeal

جدول۶-اثرات اصلی اعماق مختلف خاک بر شاخص‌های مورد مطالعه فلفل (*Capsicum annum* L.)

وزن خشک گیاهچه (گرم)	سطح برگ	ارتفاع گیاهچه (میلیمتر)	گیاهچه غیر نرمال (درصد)	گیاهچه دارای چسبیدگی پوسته بذر به برگچه ها (درصد)	متوسط زمان سبز شدن (روز)	درصد سبز شدن	عمق کاشت (سانتی متر)
۰/۳۵^{a}	۱۱۸/۱۰^{a}	۶۶/۲۶^{a}	۲۰/۵۲^{a}	۱۳/۵۲^{a}	۱۲/۸۷^{c}	۶۵/۹۶^{a}	سطحی
۰/۲۹^{b}	۹۷/۷۶^{b}	۶۱/۱۷^{b}	۱۰/۷۶^{c}	۰/۴۸^{b}	۱۵/۸۲^{b}	۶۷/۴۰^{a}	۱
۰/۱۷^{c}	۵۷/۷۹^{c}	۵۱/۰۸^{c}	۱۲/۸۰^{b}	۰/۴۸^{b}	۱۷/۶۷^{a}	۵۹/۳۰^{b}	۲

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 eterioration test for predicting seedling emergence and longevity of pepper (*Capsicum annuum* 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 annuum* 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 Horticulturare, 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 Calcisoils in central Iran. Soil & Tillage Research, 70: 65-72.

12-Ishaq, M., A. Hassan, M. Saeed, M. Ibrahim and R. LaI. 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.