بررسی روابط برخی از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی سوپر نیترو پلاس و بیو سوپر فسفات

علیرضا رهی[1]

چکیده

به منظور بررسی روابط برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تاثیر کودهای بیولوژیک بیو سوپر فسفات و سوپر نیترو پلاس، آزمایشی به صورت گلخانه‌ای در پاییز ۱۳۹۰ در شهرستان دماوند در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مصرف نیترو پلاس به میزان چهار لیتر در هکتار، بیو سوپر فسفات به مقدار دو لیتر در هکتار، مصرف همزمان چهار لیتر نیترو پلاس و دو لیتر بیو سوپر فسفات و شاهد (عدم مصرف نیترو پلاس و بیو سوپر فسفات) بودند که مقادیر مورد نیاز برای هر گلدان محاسبه شد. صفات مورد بررسی عبارت بودند از ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن‌تر و خشک برگ، ریشه، ساقه، وزن‌تر و خشک بخش هوایی، قطر یقه، سطح برگ، کلروفیل‌های a، b وکل و کاروتنوئید. بر اساس نتایج همبستگی، وزن‌تر اندام هوایی با ارتفاع بوته، قطر یقه، وزن‌تر صفات برگ و ساقه رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام، صفات میزان کلروفیل a، وزن‌تر برگ و ساقه موجب افزایش وزن‌تر بخش هوایی شدند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که بیشترین اثر مثبت و مستقیم بر وزن‌تر بخش هوایی مربوط به وزن‌تر برگ بود. در مورد اثرات غیر مستقیم، ارتفاع بوته، قطر ساقه و وزن‌تر ساقه از طریق وزن‌تر برگ اثرات مثبتی بر وزن‌تر بخش هوایی نشان دادند. کلروفیل a از طریق وزن‌تر برگ اثر منفی بر وزن‌تر بخش هوایی گیاه داشت. در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که خصوصیات وزن‌تر برگ و ساقه، قطر ساقه، ارتفاع بوته و کلروفیل a موجب افزایش وزن‌تر اندام هوایی گیاه ریحان شده و می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش وزن‌تر اندام هوایی گیاه ریحان مفید واقع شوند.

واژه‌های کلیدی: ریحان، تجزیه علیت، رگرسیون، صفات مورفولوژیک.

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۱۷

۱- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن genomixar@gmail.com

مقدمه

کشت گیاهان دارویی و معطر دارای سابقه طولانی در ایران می‌باشد. ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* L. از خانواده نعناع[1] ریحان به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و سبزی تازه، از پر مصرف‌ترین گیاهان می‌باشد. جنس *Ocimum* L. دارای بیش از۳۰ گونه بوده و گونه *Ocimum basilicum* L. در اکثر نقاط جهان کاشته می‌شود (Marotti *et al*., 1996). از مهم‌ترین خواص دارویی ریحان، می‌توان به خلط آور، مدر، ضد نفخ، مسکن درد معده و محرک بودن آن اشاره کرد. هم‌چنین خاصیت حشره‌کشی، دورکننده پشه، ساس، مار و عقرب دارد. هم‌چنین در صنایع غذایی، عطرسازی و پزشکی استفاده‌های زیادی از آن می‌شود (Arabaci and Bayram, 2004).

عوامل زیادی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان، از جمله ریحان موثر هستند، که از این عوامل می توان به تغذیه گیاه و اثر سایر صفات و اندام‌های گیاه بر یکدیگر اشاره نمود. تغذیه ریحان با استفاده از کودهای شیمیایی همانند سایر گیاهان مشکلات زیست محیطی، تخریب خاک، آلودگی آب‌های زیر زمینی و تجمع نیترات در گیاه را سبب شده است (Dadvande Sarab *et al*., 2008). بیشتر کشاورزان تصور می‌کنند که هر چه کود شیمیایی بیشتری مصرف کنند عملکرد بیشتری خواهند داشت که باید در این خصوص تجدید نظر شود (Weisany *et al*., 2011). هم‌چنین کمبود مواد غذایی خاک در بسیاری از کشورها و عدم جایگزینی مناسب و کافی عناصر در خاک باعث کاهش توان تولیدی خاک شده است. برای جلوگیری از خطرات زیست محیطی کودهای شیمیایی و هم‌چنین جبران کمبود مواد غذایی خاک، امروزه در کشاورزی پایدار علاوه بر کمیت تولید به کیفیت محصول، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص شده است (Omidbeygi, 1995). با به کارگیری الگوهای مناسب حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان علاوه بر حفظ محیط زیست و تنوع زیستی، کارایی تولید محصول را افزایش داد و با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی رویه مصرف عناصر غذایی هزینه تولید را به حداقل رساند (Rezaei Nejad and Afyuni, 2000).

به جز پیاز، گوجه فرنگی و سیب زمینی، حدود ۱۳۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی به گروه سبزیجات (که بسیاری از آن‌ها خاصیت دارویی نیز دارند)، با تولید۲۹٤۳۰۰۰ تن درسال، اختصاص دارد. هم اکنون برای حفظ و افزایش این تولید به طور گسترده از کودهای شیمیایی استفاد می‌شود، که خطرات زیست محیطی زیادی دارد، بنابراین برای جلوگیری از خطرات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای بیولوژیک و مواد آلی لازم می‌باشد (Salehe Rastin, 1978).

از طرفی توجه محض به به زراعی نمی‌تواند تنها عملکرد در واحد سطح را افزایش دهد. در تحقیقاتی که از گذشته تاکنون صورت گرفته، مشخص شده که اجزای گیاه بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند، بنابراین با شناسایی تاثیرگذارترین صفات بر عملکرد یا صفت خاص و تقویت آن‌ها، می‌توان عملکرد یا صفت خاص را علاوه بر روش‌های به زراعی با روش‌های به نژادی نیز افزایش داد (Rahnema Bakhshandeh, 2005). بنابراین هدف مشترک بیشتر آزمایشات کشاورزی، تشخیص رابطه بین متغیر تابع و مستقل است. شناخت رابطه بین عملکرد و اجزای آن برای موفقیت در برنامه‌های گزینشی اهمیت زیادی دارد. موفقیت در اصلاح و تولید ارقام پر محصول و با کیفیت بیشتر به نحوه کنترل ژنتیکی عملکرد و ارتباط آن با سایر اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی و کیفیت محصولات بستگی دارد (Saki Nejad and Seyedmohammadi, 2011).

با توجه به رواج استفاده از کودهای زیستی در ایران لازم است صفاتی که می‌توانند با استفاده از این شرایط اثرات مفیدی بر عملکرد بخش هوایی گیاه ریحان داشته باشند شناسایی گردند. تحقیقاتی در خصوص روابط بین صفات گیاهان با استفاده از انواع کودها شده است که به نمونه هایی از آن اشاره می‌شود.

نتایج بررسی پری‌زاده و همکاران (Parizadeh *et al.*, 2009) نشان داد که بین ارتفاع بوته و وزن گیاه ریحان ارتباط معنی‌داری وجود دارد. تهامی زرندی و همکاران (Tahami Zarandi *et al*., 2012) گزارش نمودند که در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط استفاده از کودهای آلی و شیمیایی، رابطه منفی بین برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک وجود دارد. شریفی و همکاران (Sharifi *et al*., 2011) در تحقیقی اثر قارچ

[1] Lamiaceae

اندومیکوریزایی *Glomus etunicatum* را بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تلقیح قارچ با ریشه گیاه به طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص‌های رشد، کلروفیل a، b وکل در مقایسه با بوته‌های شاهد شد.

نتایج تحقیق یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Bookie *et al*., 2010) در بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) تحت شرایط استفاده از کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی نشان داد که بین صفات مورفولوژیک مورد بررسی و سایر صفات رابطه منفی و مثبت وجود دارد، به طوری که اجزای گیاه و هم‌چنین روابط بین این اجزا تحت تاثیر کودهای زیستی می‌باشند. نتایج تحقیق احمدی آغ تپه و همکاران (Ahmadi Aghtape *et al.*, 2013) نشان داد که بین وزن‌تر و خشک برگ و عملکرد علوفه‌تر (وزن‌تر اندام هوایی) ارزن دم روباهی ارتباط معنی‌داری وجود دارد.

مونزه و باگبی (Monje and Bugbee, 1992) و رودرگویز و گاردی (Rodriguez and Grady, 2000) گزارش کردند که بین کلروفیل برگ و مقدار نیتروژن رابطه معنی‌داری برقرار است. نتایج پژوهش یزدانی و همکاران (Yazdani *et al*., 2010) نشان داد که ذرت رقم سینگل کراس٦٠٤ تحت شرایط استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات و باکتری‌های محرک رشد گیاه عملکرد و اجزای عملکرد با یکدیگر رابطه معنی‌داری دارند. هم‌چنین ضرابی و همکاران (Zarabi *et al*., 2011) گزارش کردند که در بررسی روابط رگرسیونی و همبستگی بین صفات ذرت دانه‌ای تحت تیمارهای مختلف کودی بین صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، خصوصیات وزن برگ و ساقه، تعداد برگ، قطر ساقه، عملکرد و اجزای عملکرد همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد و نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که برخی از صفات مورفولوژیک می‌توانند بر عملکرد تاثیر مثبت داشته باشد.

بنابراین در این آزمایش روابط برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، تحت تاثیر کاربرد کودهای بیولوژیک بیو سوپر فسفات و سوپر نیترو پلاس بررسی شد.

مواد و روش‌ها

باکتری‌های حل‌کننده فسفات این تحقیق از جنس‌های مختلف *Pseudomonas*/*Bacillus* بودند. هم‌چنین سوپر نیترو پلاس از مجموعه‌ی گونه‌های مختلف باکتری‌های تثبیت کننده ازت و باکتری‌های محرک رشد (PGPR) تشکیل شده است و مجموعه باکتری‌ها شامل *Basillus subtilis*, *Pseudomonas flurescens*, *Azospirillum* spp. بودند که با فرمولاسیون شرکت فن آوری زیستی مهر آسیا تهیه شده بودند.

آزمایش در پاییز ۱۳۹۰ در شهرستان دماوند با موقعیت جغرافیایی "۷/۹، '٤٣، °٣٥ شمالی و "٤١/٢، '٣، °٥٢ شرقی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار با استفاده از بر توده جمع‌آوری شده ریحان از دماوند اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از: نیترو پلاس به میزان چهار لیتر در هکتار، بیو سوپر فسفات به مقدار دو لیتر در هکتار، مصرف همزمان چهار لیتر نیترو پلاس و دو لیتر بیو سوپر فسفات و شاهد (عدم مصرف نیترو پلاس و بیو سوپر فسفات) که مقادیر مورد نیاز برای هر گلدان محاسبه شد. کلیه تیمارها با بذرها تلقیح شدند و سپس اقدام به کاشت گردید. پس از سبز شدن بذرها، برای هر گلدان پنج بوته در نظر گرفته شد و کلیه مراحل یادداشت برداری‌ها روی گیاهان هر گلدان صورت گرفت. قبل از اجرای آزمایش، خاک مورد استفاده نیز آزمایش شد که نتایج آن در جدول شماره یک آمده است. چون اندازه‌گیری طول ریشه در مزرعه با مشکلاتی همراه بود و نیز برای کنترل بیشتر عوامل محیطی، آزمایش در گلخانه اجرا شد. صفات مورد بررسی عبارت بودند از ارتفاع بوته، طول ریشه (سانتی متر) و قطر یقه (میلی‌متر) که توسط کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. وزن‌تر و خشک برگ، ریشه، ساقه، وزن‌تر و خشک بخش هوایی (گرم) با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سطح برگ برحسب سانتی‌متر مربع توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل CI-202 اندازه‌گیری گردید. برای سنجش محتوی کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید مقدار ۰/۰۵ گرم برگ تر با ۱۰ میلی‌لیتر استن ۸۰٪ ساییده شد و سپس مخلوط به دست آمده را صاف نموده و با استن ۸۰٪ به حجم۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد. میزان جذب نورUV توسط محلول در طول موج‌های ٦٤٦، ٦٦٣ و٤٧٠ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر UV visible مدل ١٦٠٠ اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول ارایه شده

توسط فرهی آشتیانی و پرویزیان (Farahi Ashtiyani and Parvizian, 1988) غلظت کلروفیل‌های a، b، کل و کارتنوئید بر حسب میلی گرم در گرم برگ تعیین شد.

$$Chl.a=[(12.7(A_{663})-2.69(A_{645})]V/W\times 1000 \ g^{-1}FW$$

$$Chl.b=[(22.9(A_{645})-4.68(A_{663})]V/W\times 1000 \ g^{-1}FW$$

$$Chl._{Total} = Chl.a + Chl.b \ g^{-1}FW$$

$$C_{X+C} = \frac{(1000\times A_{470} - 1/8\times Chl,a - 85/02\times Chl,b)\times V}{198\times 1000\times W}$$

که در آن A_{663}، جذب در ٦٦٣ نانومتر، A_{645}، جذب در ٦٤٥ نانومتر، A_{470} جذب در ٤٧٠ نانومتر، V، حجم محلول و W، وزن برگ به میلی‌گرم بودند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز به‌وسیله نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS انجام گردید.

نتایج و بحث

قبل از تجزیه داده‌ها، آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف انجام شد و نتایج نشان داد که همه داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند (جدول ۲).

نتایج تجزیه همبستگی ساده بین صفات نشان داد که کلروفیلa با کلروفیلb، کل و کاروتنوئید، هم‌چنین کلروفیل b با کلروفیل کل و محتوای کاروتنوئید با کلروفیل کل رابطه مثبت معنی‌دار دارند. ارتفاع گیاه با وزن‌تر و خشک صفات برگ، ساقه و اندام هوایی همبستگی معنی‌داری داشتند. طول ریشه با وزن‌تر و خشک ریشه و سطح برگ رابطه معنی‌داری داشت. قطر یقه با وزن‌تر و خشک برگ و اندام هوایی رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. وزن‌تر برگ با وزن خشک برگ، وزن‌تر خشک ساقه و اندام هوایی، هم‌چنین وزن خشک برگ با وزن خشک ساقه، وزن‌تر و خشک اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. وزن‌تر ساقه با وزن خشک برگ و ساقه و هم‌چنین با وزن‌تر و خشک اندام هوایی، هم‌چنین وزن خشک برگ با صفات وزن خشک ساقه، وزن‌تر و خشک اندام هوایی، هم‌چنین وزن خشک ساقه با وزن‌تر و خشک اندام هوایی همبستگی معنی‌دار داشتند. وزن‌تر اندام هوایی با وزن خشک اندام هوایی رابطه‌ای معنی‌داری داشتند. وزن‌تر ریشه با وزن خشک ریشه و سطح برگ هم‌چنین وزن خشک ریشه با سطح برگ رابطه‌ای معنی‌داری داشتند. نتایج همبستگی بین رنگیزه‌های کلروفیل با بررسی‌های شریفی و همکاران مطابقت دارد (Sharifi *et al*., 2011). نتایج تحقیق مرادی و همکاران (Moradi *et al*., 2011) در بررسی اثر کودهای زیستی نیتروژنه نیتروکارا، سوپر نیتروپلاس و نیتروکسین و کودهای زیستی فسفره بارور ۲ سوپر بیوفسفات و بارور ۳ بر رشد و عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نشان داد که بین صفات مهم گیاه ذرت همبستگی معنی‌داری وجود دارد. اله دادی و همکاران (Allahdadi *et al*., 2010) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

ضرابی و همکاران (Zarabi *et al*., 2011) اثر تیمارهای مختلف کودی بر ذرت دانه‌ای را بررسی نمودند و گزارش کردند که بین ارتفاع بوته با قطر ساقه و وزن خشک برگ و ساقه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد.

با توجه به این که وزن‌تر بخش هوایی گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است، بنابراین، این صفت به عنوان متغیر وابسته (Y) و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام، درسه مرحله صفات موثر بر وزن‌تر بخش هوایی را مشخص شد. ضریب تبیین تصحیح شده مشخص کرد که متغیرهای مستقل ۹۹٪ متغیر وابسته وزن‌تر بخش هوایی را تحت کنترل دارند. هم‌چنین بین صفات مستقل و وابسته به احتمال ۹۹٪ رابطه رگرسیونی معنی‌داری برقرار بود (جدول٤).

صفاتی که موجب افزایش وزن‌تر بخش هوایی شدند عبارتند از کلروفیلa، وزن‌تر برگ و ساقه که معادله رگرسیونی به شرح زیر است.

معادله $Y= -1.87 + 0.002X_1 + 0.856X_2 + 0.006X_3$

شکل۱ نیز مبین آن است که برازش داده‌ها به خط رگرسیون از مدل مناسبی پیروی می‌کند. شکل ۲ نشان داد که الگوی پراکنش باقی‌مانده‌ها از وضعیت مطلوبی برخوردار است به طوری که مانده‌های استاندارد شده بین ۲+ و ۲– قرار گرفتند و در اطراف صفر به طور تصادفی توزیع شده‌اند. بنابراین نقصان قابل توجهی در مدل دیده نشد و مدل رگرسیونی صحیح بود (Rezaei and Soltani, 2003).

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که کلروفیل a، وزن‌تر برگ و وزن‌تر ساقه، از موثرترین خصوصیات بر وزن‌تر بخش هوایی می‌باشند. همبستگی زیادی نیز بین وزن‌تر برگ و وزن‌تر ساقه وجود داشت. از طرفی مطابق نتایج تحقیق رودرگویز و گردی و مونژه و بوگبی (Monje and Bugbee, 1992; Rodriguez and Grady, 2000) بین کلروفیل و

نیتروژن رابطه مثبت وجود داشت. بنابراین سوپر نیتروپلاس، نیتروژن مورد نیاز گیاه را فراهم می‌کند و در نتیجه موجب افزایش کلروفیل گیاه و وزن‌تر بخش هوایی می‌شود. شریفی و همکاران (Sharifi *et al*., 2011) در تحقیقی با عنوان اثر قارچ اندومیکوریزایی *Glomus etunicatum* بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان گزارش نمودند که تلقیح قارچ با ریشهٔ گیاه به طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص‌های رشد، کلروفیل a، b و کل در مقایسه با بوته‌های شاهد شد. یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Boyoke *et al*., 2010) در بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) در پاسخ به کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی گزارش کردند که بین صفات مورفولوژیک مورد بررسی و سایر صفات رابطه منفی و مثبت وجود دارد، به طوری که اجزای گیاه و هم‌چنین روابط بین این اجزا تحت تاثیر کودهای زیستی می‌باشند.

نتایج تجزیه علیت نشان داد که بیشترین اثر مثبت و مستقیم بر وزن‌تر بخش هوایی مربوط به وزن‌تر برگ است. سایر اثرات مستقیم ناچیز بودند (شکل۳). در مورد اثرات غیر مستقیم، ارتفاع بوته از طریق وزن‌تر برگ (۰/۵٦)، قطر ساقه از طریق وزن‌تر برگ (۰/٦) و وزن‌تر ساقه از طریق وزن‌تر برگ (۰/٤٦) اثرات مثبتی بر وزن‌تر بخش هوایی داشتند. کلروفیل a از طریق وزن‌تر برگ (۰/۵۳-) اثر منفی بر وزن‌تر بخش هوایی گیاه داشت. تهامی زرندی و همکاران (Tahami Zarandi *et al*., 2012) گزارش نمودند که رابطه منفی بین برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی ریحان وجود دارد. نتایج تحقیق احمدی آغ تپه و همکاران (Ahmadi Aghtape *et al*., 2013) نشان داد که بین وزن‌تر و خشک برگ و علمکرد علوفه‌تر (وزن‌تر اندام هوایی) ارزن دم روباهی ارتباط معنی‌داری وجود دارد.

این نتایج با نتایج رگرسیون گام به گام تا حدود زیادی مطابقت داشت. با توجه به این که ارتفاع بوته به طور غیر مستقیم بر وزن‌تر بخش هوایی اثر مثبت دارد، این نتیجه با نتایج بررسی پری‌زاده و همکاران (Parizadeh *et al*., 2009) مطابقت دارد. بررسی‌های الکساندر (Alexandra, 2005) نشان داد که ارتفاع گیاه بر عملکرد موثر می‌باشد. هم‌چنین نتایج تحقیق میرزایی ندوشن و همکاران (Mirzaie-Nodoshan *et al*., 2004) نشان داد که بین طول ساقه و خصوصیات برگ ارتباط وجود دارد.

هم‌چنین وزن‌تر ساقه و برگ بر وزن‌تر بخش هوایی گیاه ریحان موثرند. رضایی و همکاران (Rezaei *et al*., 2010) نیز در ارزیابی تنوع فنوتیپی اکوتیپ‌های یونجه (*Medicago sativa*) ایران نشان دادند که وزن‌تر ساقه و برگ اثرات مهمی بر عملکرد یونجه دارند. ضرابی و همکاران (Zarabi *et al*., 2011) گزارش کردند که بین ارتفاع بوته، خصوصیات وزن برگ و ساقه، تعداد برگ، قطر ساقه، عملکرد و اجزای عملکرد همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد و نتایج رگرسیون نشان داد که برخی از صفات مورفولوژیک می‌توانند بر عملکرد تاثیر مثبت داشته باشد.

با توجه به برآورد ضرایب همبستگی، نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای و اثرات مستقیم و غیرمستقیم، نتیجه‌گیری می‌شود که وزن‌تر برگ، وزن‌تر و قطر ساقه، ارتفاع بوته و کلروفیل مهم‌ترین صفات موثر بر وزن‌تر اندام هوایی ریحان می‌باشند و بخش عمده‌ای از تنوع عملکرد را توجیه می‌کنند و در برنامه‌های گزینشی برای افزایش وزن‌تر اندام هوایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. با توجه به این که صفات وزن‌تر برگ و ساقه دارای بیشترین اثرات مستقیم مثبت و ارتفاع بوته و قطر ساقه نیز دارای بیشترین اثر غیر مستقیم مثبت بودند و بهبود هر یک از این صفات سبب بهبود سایر صفات می‌شود، می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی جهت افزایش وزن‌تر اندام هوایی گیاه ریحان مفید واقع گردند.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک

Table1. Soil test results

Soil texture	Sand%	Silt%	Clay%	EC	pH	Organic matter%	Organic carbon%	Total calcareous%
Loam-clay	23	43.5	33.5	198.5	7.68	0.9	0.54	46.5

جدول ۲- نتایج تست نرمال بودن آزمون کولموگروف – اسمیرنوف

Table 2. Result of Kolmogorov - Smirnov normality test

Characters	Root fresh weight	Root length	Root dry weight	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Leaf area	Plant height
Asymp.sig	0.28	0.94	0.72	0.94	0.37	0.72	0.92

Table 2. continued ادامه جدول ۲-

Characters	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll	Carotenoids	Dry weight of vegetative parts	Fresh weight of vegetative parts	Shoot diameter	Shoot fresh weight	shoot dry weight
Asymp.sig	0.81	0.99	0.93	0.88	0.83	0.94	0.94	0.97	0.55

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ریحان تحت تاثیر کاربرد کودهای زیستی سوپر نیترو پلاس و بیو سوپر فسفات

Table 3. Correlation coefficients between morphological and physiological traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) under effect of bio-fertilizers (bio Super Nitro and Super Phosphate) application

	Chl. b	Total chlorophyll	Carotenoids	Plant height	Root length	Shoot diameter	Leaf fresh weight	Shoot fresh weight	Root fresh weight	Leaf dry weight	shoot dry weight	Root dry weight	Fresh weight of vegetative parts	Leaf area	Dry weight of vegetative parts
Chl. a	.59*	.93**	.91**	-.21^{ns}	-.22^{ns}	-.20^{ns}	-.56^{ns}	-.42^{ns}	.28^{ns}	-.49^{ns}	-.39^{ns}	.49^{ns}	-.52^{ns}	.14^{ns}	-.48^{ns}
Chl.b	1	.59*	.11^{ns}	-.37^{ns}	-.34^{ns}	-.51^{ns}	-.20^{ns}	-.06^{ns}	-.23^{ns}	-.26^{ns}	.005^{ns}	-.24^{ns}	-.15^{ns}	-.19^{ns}	-.18^{ns}
Total chlorophyll		1	.80**	-.31^{ns}	-.30^{ns}	-.36^{ns}	-.55^{ns}	-.38^{ns}	.15^{ns}	-.51^{ns}	-.32^{ns}	.32^{ns}	-.49^{ns}	.05^{ns}	-.47^{ns}
Carotenoids			1	-.16^{ns}	-.23^{ns}	-.06^{ns}	-.44^{ns}	-.42^{ns}	.18^{ns}	-.31^{ns}	-.39^{ns}	.39^{ns}	-.44^{ns}	.06^{ns}	-.35^{ns}
Plant height				1	.51^{ns}	.52^{ns}	.61*	.68*	.23^{ns}	.62*	.69*	.19^{ns}	.65*	.33^{ns}	.66*
Root length					1	.46^{ns}	.17^{ns}	.19^{ns}	.71**	.07^{ns}	.18^{ns}	.58*	.18^{ns}	.83**	.10^{ns}
Shoot diameter						1	.66*	.55^{ns}	.36^{ns}	.62*	.47^{ns}	.35^{ns}	.64*	.45^{ns}	.59*
Leaf fresh weight							1	.89**	-.08^{ns}	.95**	.83**	-.17^{ns}	.98**	.03^{ns}	.94**
Shoot fresh weight								1	-.01^{ns}	.87**	.97**	-.06^{ns}	.96**	.12^{ns}	.93**
Root fresh weight									1	-.19^{ns}	-.1^{ns}	.95**	-.06^{ns}	.95**	-.17^{ns}
Leaf dry weight										1	.84**	-.23^{ns}	.94**	-.08^{ns}	.98**
shoot dry weight											1	-.13^{ns}	.91**	.05^{ns}	.92**
Root dry weight												1	-.13^{ns}	.88**	-.20^{ns}
Fresh weight of vegetative parts													1	.06^{ns}	.96**
Leaf area														1	-.04^{ns}
Dry weight of vegetative parts															1

ns,*,** به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی و همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

ns: non significant, * and **: significant correlation at 5% and 1% of probability levels, respectively.

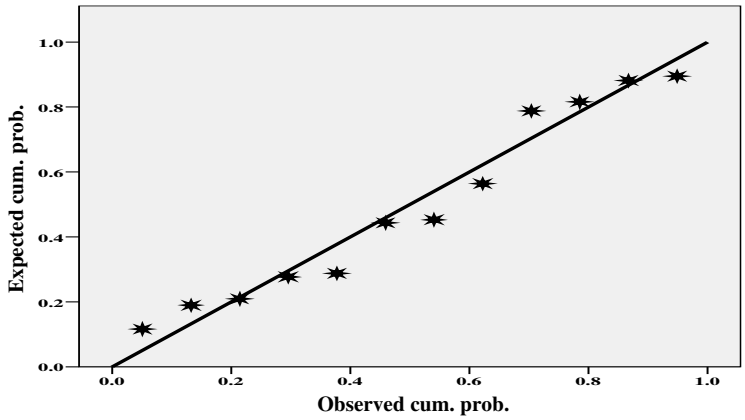
جدول ٤- مدل نهایی رگرسیون گام به گام برای وزن‌تر اندام هوایی ریحان تحت تاثیر کاربرد کودهای زیستی سوپر نیترو پلاس و بیو سوپر فسفات

Table 4. Final stepwise regression models for fresh weight of vegetative parts of basil (*Ocimum basilicum* L.), under effect of bio-fertilizers (bio Super Nitro and Super Phosphate) application

S.O.V.	D.F.	Mean of squares	R^2
Regression	3	0.135**	
Erorr	8	0.000001	99%
Total	11	-	

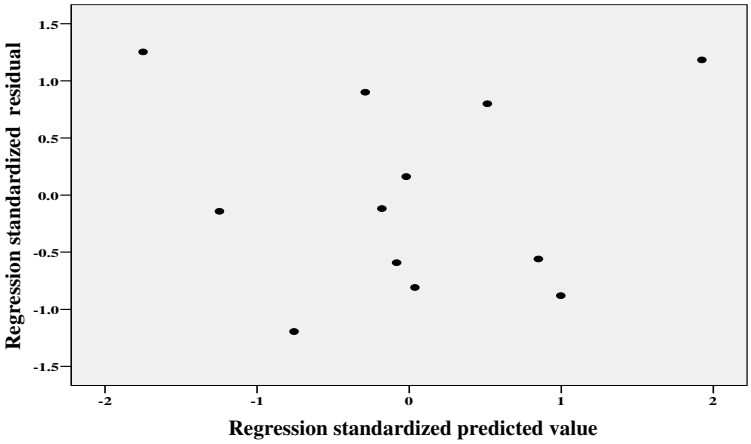
ns,*,** به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود رابطه رگرسیونی و رابطه رگرسیونی معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند

ns: non significant, * and **: significant at 5% and 1% of probability levels, respectively



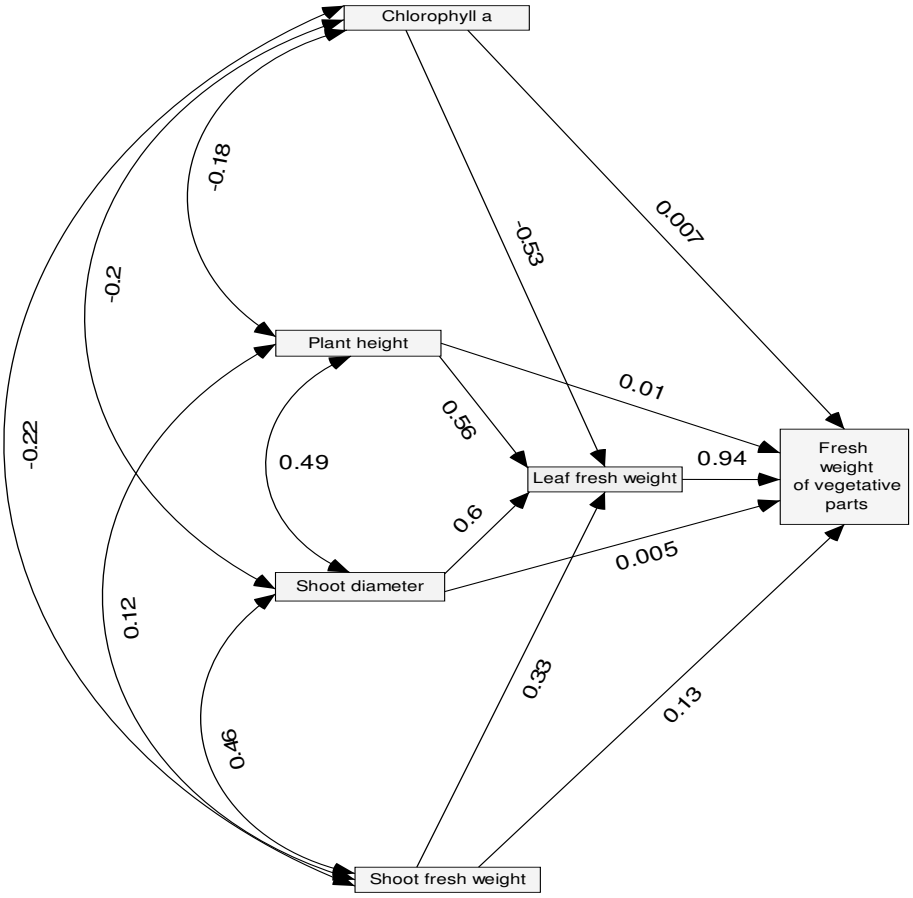
شکل ۱- پراکنش داده‌ها در اطراف خط رگرسیون

Figure 1. The distribution of the data around the regression line



شکل ۲- نمودار باقی‌مانده‌ها در مقابل مقادیر برازش یافته

Figure 2. The remaining graphs in front of the fitted values



شکل ۳- مدل تجزیه علیت اثرات برآورد شده به اثرات مستقیم و غیر مستقیم روی وزن‌تر بخش هوایی ریحان (***Ocimum basilicum* L.**)

Figure 3. Path analysis model to estimate the effects of direct and indirect effects on fresh weight of vegetative parts of basil (*Ocimum basilicum* L.)

References

Ahmadi Aghtape A, Ghanbari A, Sirousmehr A, Siahsar B, Asgharipour M (2013) Effect of treated wastewater, with complete fertilizer sprayed on some forage quatity and quality criteria of foxtail millet (*Setaria italica*). Iranian Journal of Field Crops Research 26(3): 660-671. [In Persian with English Abstract].

Alexandra S (2005) German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) population morphological and chemical diversity. Budapest Doktorin Thesis. Budapest University, Department of Horticulture.

Allahdadi A, Dadaresan M, Zarabi M, Akbari GH (2010) Correlation between maize yield and its morphological traits under different biological treatments, chemical phosphorus fertilizer application and drought stress condition. The First Regional Conference on Crop Eco-physiology. 19 May 2010, Shooshtar Branch, Islamic Azad University, Iran. [In Persian with English Abstract].

Arabaci D, Bayram E (2004) Effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). Journal of Agronomy 3 (4): 255-262.

Azizi M, Lakzian A, Bagani M (2007) Effect of different amounts of vermicompost and vermivash on morphological factors and essential oil content of basil. Agricultural Sciences 2: 5-8.

Bakhshandeh AA, Rahnema AA (2005) Effects of seeding rates and planting dates on tiller number, yield and yield components of six wheat cultivars. Agricultural Sciences and Technology Journal 3: 154- 187. [In Persian with English Abstract].

Dadvande Sarab M, Naghdi Badi H, Nasiri M, Malekizadeh M, Omidi H (2008) Changes in the performance of essential oils and herbs of basil (*Ocimum basilicum* L.) under the influence of density and nitrogen. Journal of Medicinal Plants 27: 60-70. [In Persian with English Abstract].

Farahi Ashtiyani S, Parvizian S (1988) Experiments in plant physiology. Tehran University Press.

Marotti M, Piccaglia R, Giovanelli E (1996) Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) in Italian cultivars related to morphological characteristics. Journal of Agriculture, Food and Chemistry 44: 3926 -3929.

Mirzaie-Nodoshan H, Mehrpur S, Sefidkon F (2004) Path analysis of characters influencing essential oil in *Thymus* species. Pajouhesh & Sazandegi. 70: 88-94. [In Persian with English Abstract].

Monje AO, Bugbee B (1992) Inherent limitations of nondestructive chlorophyll meters: a comparison of two types of meters. Hort Science 27: 69-71.

Moradi A, Sarajogh M, Nakhjavan S, Safarighalee S (2011) Biological effects of nitrogen and phosphorous fertilizers on yield, yield components and associated traits of maize. The first National Conference on Solutions to Access Sustainable Development in Agriculture, Natural Resources and Environment. 6-7 Mars 2011, Tehran, Iran.

Omidbeygi R (1995) MC application of improved hygiene in the cosmetics industry. Proceedings of First International Seminar on Hygienic Beauty. pp. 38-39.

Parizadeh M, Kashi A, Hasandokht M (2009) Genetic diversity of Iranian basil landraces using morphological and molecular markers (RAPD). M.Sc. Thesis, Tehran University. [In Persian with English Abstract].

Rezaei A, Soltani A (2003) An introduction to applied regression analysis. Esfehan University 227 pp. [In Persian with English Abstract].

Rezaei M, Maali A, Naghavi M, Mohammadi R, Kaboli M (2010) Evaluation of diversity in Iranian ecotypes of alfalfa. Iranian Journal of Field Crop Science 14(1): 123-131. [In Persian with English Abstract].

Rezaei Nejad V, Afyuni M (2000) The effect of organic matter on soil chemical properties, nutrient uptake by corn and its yield. Journal of Sciences and Technology in Agriculture and Natural Resources 4(4):19-28. [In Persian with English Abstract].

Rodriguez IR, Grady LM (2000) Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration, nitrogen concentration and visual quality of Austinne grass. Hort Science 35: 751-754.

Saki Nejad S, Seyedmohammadi A (2011) Advanced statistical methods in agricultural sciences. Behta Pajoohesh press. 98 pp. [In Persian with English Abstract].

Sharifi M, Mohtashamian M, Riyahi H, Aghaee A, Alavi M (2011) The effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus, *Glomus etunicatum*, on growth and some physiological parameters of basil. Journal of Medicinal Plants 38: 85-95. [In Persian with English Abstract].

Tabaei-Aghdaei R, Rezaei M, Najafi Ashtiani A (2003) Variation in genotypes of three species of mint, *Mentha piperita* L., *M. aquatica* L. and *M. spicata* L. in response to salinity. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants 19(4): 349-357. [In Persian with English Abstract].

Taham SMK, Rezvani Moghaddam P, Jahan M (2012) The effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2(1): 63-74. [In Persian with English Abstract].

Weisany V, Rahimzadeh S, Sohrabi Y (2011) Effect of biofertilizers on morphological and physiological characteristic and essential oil content in basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28(1): 73-87. [In Persian with English Abstract].

Yazdani Bookie R, Rezvani Moghaddam P ,KHozaee H, Astaraee A (2010) Evaluation of quantitative and qualitative traits of *Silybum marianum* L. in response to organic, biological and chemical fertilizers. Journal of Agroecology 2(4): 548-555. [In Persian with English Abstract].

Yazdani M, Pirdashti H, Esmaili MA, Bahmaniar MA (2010) Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 86: 58-64. [In Persian with English Abstract].