





دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

مقایسه تأثیر کمپوست و کود شیمیایی نیتروژن بر برخی خواص کمی و کیفی دو رقم

گلرنگ

صدیقه صفایی

اساتید راهنما

دکتر حمیدرضا اصغری

دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

اساتید مشاور

دکتر احمد غلامی

دکتر حمید عباس دخت

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن 1391



یوت تحصیلات تکمیلی  
فرم شماره (۶)

شماره: ۴۴۴  
تاریخ: ۱۳/۱۲/۳۹۱  
ویرایش:

بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خدولند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم صدیقه صفایی رشته کشاورزی گرایش زراعت تحت عنوان "مقایسه تاثیر کمپوست و کود شیمیایی نیتروژن بر برخی خواص کمی و کیفی دو رقم گلریگ" که در تاریخ ۱۳۹۱/۱۱/۲۴ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: عالی - امتیاز: ۱۹/۴)  دفاع مجدد  مردود

۱- عالی (۲۰-۱۹)

۲- بسیار خوب (۱۸۹۹-۱۸)

۳- خوب (۱۷۹۹-۱۶)

۴- قابل قبول (۱۵۹۹-۱۴)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استادیار رضا	حمیدرضا اصفری عهدی برادران	استادیار استادیار	
۲- استادیار مشاور	احمد غلامی حمید عباس دخت	دانشیار دانشیار	
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	محمدرضا عامریان	استادیار	
۴- استاد منتحن	علی درخشان شادمهری	استادیار	
۵- استاد منتحن	حسن مکاریان	استادیار	

رئیس دانشکده:

## تشکر و قدردانی:

سپاس حق تعالی را که در سبب آفرینش، آدمی بیافرید تا در زمین رشد کند و ببالد بر عقل و تفکر بالغش و هنر آموختن بنهاد در سرشت این بشر که جستجو کند و طالب علم باشد و تفکر. در گستره بیکران هستی و جذبه پر شور حیات، نقطه اوج رشد و بالندگی انسان، کسب علم و معرفت و وصل به قرب مقام حق است. نیل به چنین کمالی مستلزم شاگردی در محضر اساتید گرانقدری است که عاشقانه و دلسوزانه پرده های غفلت را از سراچه اندیشه و دل آدمی می‌زدایند و رسالت خویش را در عمق جان های مشتاق ایفا می‌نمایند.

خالصانه ترین مراتب قدردانی و تشکر خود را محضر اساتید راهنمای گرانقدر و بزرگوارم، دکتر حمیدرضا اصغری و دکتر مهدی برادران فیروزآبادی که بر انگیزه هایم جامه عمل با امیدهای طلایی پوشاندند و با هدیه دادن چتر آگاهی برپهنه ای از زمین سبز علم، فرصت ناب گل شدن در گلستان علم را بر من عطا فرمودند، تقدیم می‌کنم. اساتیدی که دلسوزانه و با صبر و حوصله کم نظیر، همواره راهنمایم بوده اند. بنا بر وظیفه اخلاقی خود لازم می‌دانم از حسن توجه اساتید مشاور دکتر احمد غلامی و دکتر حمید عباسدخت که همواره با ارائه نظرات ارزشمند خویش به غنای بیشتر این پایان نامه کمک شایانی کرده اند، صمیمانه تشکر نمایم. موفقیت، سلامتی و طول عمر این عزیزان را از خداوند مسئلت دارم. از داوران محترم دکتر حسن مکاریان و دکتر علی درخشان شادمهری، که با پیشنهادهای سازنده شان در هر چه بهتر نمودن این پایان نامه به اینجانب کمک کردند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

سرانجام از مساعدت و همکاری کارشناس محترم آزمایشگاه زراعت مهندس مطهری نژاد و همچنین سایر دوستان (که مجال نام بردن از همه آنها نیست) که سختی راه را همواره بر من آسان نمودند، کمال تشکر را دارم.

## تعهد نامه

اینجانب صدیقه صفایی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه مقایسه تأثیر کمیوست و کود شیمیایی نیتروژن بر برخی خواص کمی و کیفی دو رقم گلرنگ تحت راهنمایی دکتر حمیدرضا اسفندی و دکتر مهدی برادران فیروزآبادی متعهد می‌شوم

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و امانت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (با بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی انسانی رعایت شده است.

تاریخ ۱۳۹۴/۲/۸  
امضای دانشجو

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

## چکیده

امروزه برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده هایی که جنبه های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند و مخاطرات زیست محیطی را کاهش دهند، ضروری به نظر می رسد. این مطالعه به منظور مقایسه کود آلی کمپوست و کود شیمیایی اوره بر برخی صفات گیاه گلرنگ در قالب یک آزمایش مزرعه ای به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. هجده تیمار این آزمایش شامل فاکتور کمپوست در سه سطح (0، 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار)، فاکتور کود اوره در سه سطح (0، 50 و 100 کیلوگرم در هکتار) و فاکتور رقم گلرنگ (دو رقم گلدشت و فرامان) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کمپوست موجب افزایش وزن خشک اجزای گیاه از جمله برگ، طبق، ریشه و وزن خشک کل، ارتفاع اولین شاخه از زمین، قطر طبق، شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، کلروفیل a، b و کاروتنوئید، میزان روغن و پروتئین و آهن دانه شد. بیشترین وزن هزاردانه به میزان 62/905 گرم با مصرف 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دست آمد. مصرف کود کمپوست به مقدار 2250 کیلوگرم در هکتار سبب افزایش سطح برگ که عاملی تأثیر گذار در رشد و عملکرد گیاهی است، می گردد. اثر اصلی کود نیتروژنه بر وزن خشک گیاه، شاخص سطح برگ، تعداد طبق در بوته، عملکرد بیولوژیک، کلروفیل a و b و میزان پروتئین دانه معنی دار بود. در بین سطوح مختلف کاربرد کود نیتروژنه، سطح 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بیشترین درصد فسفر، کلسیم و نیتروژن دانه را دارد. بیشترین درصد روغن دانه معادل 31/66% با مصرف 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد. اجزای عملکرد تحت تأثیر اثر رقم قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین نشان می دهد که رقم گلدشت نسبت به رقم فرامان دارای قطر طبق، میزان نیتروژن دانه و درصد پروتئین بیشتری بود و توانست محتوای کلروفیل b بیشتری در برگ های وسط تولید نماید. در رقم فرامان تعداد شاخه فرعی فرعی بیشتری ایجاد شد و از آنجا که در گلرنگ تمام شاخه به طبق منتهی می شوند، این رقم در افزایش تعداد طبق و در نتیجه عملکرد موفق تر خواهد بود. این رقم به طور میانگین با تعداد 26/05 عدد طبق، تعداد طبق بارور بیشتری تولید نمود و وزن هزار دانه بالاتری نیز داشت. در بین ارقام، در دانه رقم فرامان میزان بیشتری کلسیم وجود داشت که نسبت به رقم گلدشت معنی دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه نشان دهنده بالاترین درصد پروتئین دانه به میزان 29/36% در تیمار کاربرد توأم 2250 کیلوگرم کمپوست همراه با 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه است. برای افزایش تولید در زراعت گلرنگ، لازم است از منابع آلی مانند کمپوست استفاده شود تا ضمن افزایش مقدار ماده آلی خاک، به ایجاد توسعه پایدار در کشاورزی کمک شود. می توان گفت مصرف کمپوست با تأثیر بر برخی صفات گلرنگ علاوه بر بهینه سازی میزان مصرف کودهای شیمیایی از بروز عوارض منفی ناشی از مصرف زیاد آن جلوگیری می کند و از هزینه های تولید نه تنها در کوتاه مدت بلکه در بلند مدت به دلیل بهبود ساختار فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی خاک، کاسته و افزایش درآمد زارعین را به همراه دارد. به نظر می رسد استفاده از کودهای آلی از جمله کمپوست دارای فوایدی می باشد که قابلیت جایگزینی بخشی از مصرف کودهای شیمیایی در زراعت گلرنگ را دارا است.

کلمات کلیدی: گلرنگ، کمپوست، کود نیتروژنه، وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ

## لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

1- تأثیر کمپوست و کود نیتروژنه بر شاخص سطح برگ و برخی صفات گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) . دوازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج. شهریور 1391.

2- تأثیر کمپوست و کود نیتروژنه بر برخی صفات گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) . دوازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج. شهریور 1391.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	فصل اول: مقدمه
7	فصل دوم: بررسی منابع
8	1-2- گلرنگ
8	1-1-2- منشاء گیاهی
9	2-1-2- اهمیت کشت گلرنگ
11	3-1-2- وضعیت گلرنگ در ایران و جهان
12	4-1-2- گیاهشناسی
16	5-1-2- سازگاری
18	6-1-2- موارد مصرف و خواص دارویی
19	7-1-2- کمیت و کیفیت روغن
20	8-1-2- کاشت
21	9-1-2- نیاز غذایی
22	10-1-2- داشت
23	11-1-2- برداشت
24	2-2- نیتروژن
24	1-2-2- گیاهان زراعی و تغذیه عناصر معدنی
26	2-2-2- کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی
26	3-2-2- نیتروژن در گیاهان
29	4-2-2- چرخش نیتروژن در گیاه
29	5-2-2- نیتروژن آلی خاک
30	6-2-2- فرم های قابل استفاده نیتروژن
30	7-2-2- منابع تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه
30	1-7-2-2- منابع طبیعی و آلی نیتروژن



- 31.....2-7-2-2 کودهای شیمیایی نیتروژنه
- 32.....1-2-7-2-2 کود اوره  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- 33.....8-2-2 علل کاهش کارایی مصرف کودهای نیتروژنه
- 33.....1-8-2-2 شستشوی نیتروژن توسط آب
- 34.....2-8-2-2 دنیتریفیکاسیون
- 34.....3-8-2-2 تصعید
- 35.....9-2-2 علایم کمبود نیتروژن در گیاهان
- 35.....10-2-2 مروری بر پژوهش های انجام شده در رابطه با پاسخ گیاهان به کودهای نیتروژنه
- 39.....11-2-2 معایب و مضرات مصرف کودهای شیمیایی (نیتروژنه) در کشاورزی
- 42.....3-2 تفکر انسان و روش های نوین زراعت
- 43.....1-3-2 کشاورزی پایدار تولید با کیفیت، نگاه به آینده
- 44.....4-2 کودهای آلی
- 46.....5-2 کمپوست ثروت پنهان
- 46.....1-5-2 کمپوست چیست؟
- 47.....2-5-2 تاریخچه تولید کمپوست در جهان
- 48.....3-5-2 تهیه کمپوست
- 48.....4-5-2 ویژگی ها و تبعات مصرف کمپوست
- 48.....1-4-5-2 کاهش آلودگی محیط زیست (زمین، آب و هوا)
- 49.....2-4-5-2 کاهش حجم زباله و مواد زائد
- 49.....3-4-5-2 جلوگیری از فرسایش خاک
- 50.....4-4-5-2 قابلیت نگهداری آب در زمین
- 51.....5-4-5-2 متخلخل نمودن خاک
- 51.....6-4-5-2 بهبود ساختار فیزیکی خاک
- 52.....7-4-5-2 کود آلی مناسب
- 53.....5-5-2 اثرات کمپوست بر گیاه
- 57.....6-5-2 تأثیر کمپوست بر جذب و فراهمی عناصر غذایی

60.....	فصل سوم: مواد و روش ها
61.....	3-1- زمان و مکان محل آزمایش
61.....	3-2- مشخصات آب و هوای محل آزمایش
61.....	3-3- ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش
62.....	3-4- مشخصات ارقام مورد آزمایش
62.....	3-4-1- رقم گلدشت
63.....	3-4-2- رقم فرامان
64.....	3-5- عملیات اجرایی در مزرعه
64.....	3-5-1- تهیه و آماده سازی زمین
65.....	3-5-2- مشخصات طرح آزمایش در مزرعه
66.....	3-5-3- اعمال تیمارها
66.....	3-5-4- کاشت
66.....	3-5-5- داشت
67.....	3-5-6- برداشت
67.....	3-6- صفات اندازه گیری شده و روش اندازه گیری
68.....	3-6-1- صفات زراعی و مورفولوژیک
69.....	3-6-2- صفات فیزیولوژیک
69.....	3-6-2-1- شاخص پایداری غشاء
69.....	3-6-2-2- کلروفیل و کاروتنوئید
70.....	3-6-2-3- درصد و عملکرد روغن دانه
71.....	3-6-2-4- درصد و عملکرد پروتئین دانه
73.....	3-6-2-5- میزان عناصر موجود در دانه (فسفر، آهن، نیتروژن و کلسیم)
74.....	3-7- روش تجزیه و تحلیل داده ها
75.....	فصل چهارم: نتایج و بحث
76.....	4-1- وزن خشک برگ
78.....	4-2- وزن خشک طبق بارور

80	3-4- وزن خشک کل طبق
82	4-4- وزن خشک ساقه
83	5-4- وزن خشک ریشه
85	6-4- نسبت وزن خشک ریشه به ساقه
86	7-4- وزن خشک کل
89	8-4- ارتفاع ساقه
91	9-4- ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین
94	10-4- قطر ساقه
95	11-4- قطر طبق
96	12-4- تعداد شاخه فرعی و فرعی فرعی در بوته
97	13-4- تعداد طبق نابارور
98	14-4- شاخص سطح برگ
102	15-4- عملکرد و اجزای عملکرد
102	1-15-4- عملکرد دانه
104	2-15-4- وزن هزار دانه
107	3-15-4- تعداد طبق در بوته
111	4-15-4- تعداد دانه در طبق
113	16-4- عملکرد بیولوژیک
115	17-4- شاخص برداشت
115	18-4- صفات فیزیولوژیک
115	1-18-4- شاخص پایداری غشاء
117	2-18-4- کلروفیل a
119	3-18-4- کلروفیل b
121	4-18-4- نسبت کلروفیل a به b
122	5-18-4- کلروفیل کل
122	6-18-4- کاروتنوئید

123	.....نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید
124	.....صفات کیفی
124	.....1-19-4 درصد و عملکرد روغن
127	.....2-19-4 درصد و عملکرد پروتئین
128	.....20-4 محتوی عناصر غذایی دانه
128	.....1-20-4 فسفر
132	.....2-20-4 نیتروژن
134	.....3-20-4 کلسیم
137	.....4-20-4 آهن
141	.....نتیجه گیری
144	.....پیشنهادات
146	.....جداول
161	.....منابع

## فهرست جداول

عنوان جدول	صفحه
جدول 1-2- ترکیب هیدرات‌های کربن دانه گلرنگ	16.....
جدول 2-2- ویژگی‌های روغن گلرنگ	20.....
جدول 2-3- وظایف عناصر ضروری غذایی در گیاهان	25.....
جدول 3-1- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه	62.....
جدول 3-2- نتایج تجزیه نمونه کمپوست	62.....
جدول 3-3- برخی خصوصیات زراعی رقم گلدشت	63.....
جدول 3-4- برخی خصوصیات زراعی رقم فرامان	64.....
جدول 4-1- میانگین مربعات صفات وزن خشک برگ، وزن خشک طبق بارور، وزن خشک طبق نابارور و وزن خشک کل طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه	146.....
جدول 4-2- مقایسه میانگین صفات وزن خشک برگ، وزن خشک طبق بارور، وزن خشک طبق نا بارور و وزن خشک کل طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD)	146.....
جدول 4-3- میانگین مربعات صفات وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه و وزن خشک کل در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه	147.....
جدول 4-4- مقایسه میانگین صفات وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه و وزن خشک کل در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD)	147.....
جدول 4-5- میانگین مربعات صفات ارتفاع ساقه و ارتفاع اولین شاخه از زمین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه	148.....
جدول 4-6- مقایسه میانگین صفات ارتفاع ساقه و ارتفاع اولین شاخه از زمین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD)	148.....
جدول 4-7- میانگین مربعات صفات قطر ساقه، قطر طبق، تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد شاخه فرعی فرعی در بوته در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه	149.....
جدول 4-8- مقایسه میانگین صفات قطر ساقه، قطر طبق، تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد شاخه فرعی فرعی در بوته در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD)	149.....

- جدول 4-9- میانگین مربعات صفات تعداد طبق نابارور در بوته و شاخص سطح برگ در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 150
- جدول 4-10- مقایسه میانگین صفات تعداد طبق نابارور در بوته و شاخص سطح برگ در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 150
- جدول 4-11- میانگین مربعات صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 151
- جدول 4-12- مقایسه میانگین صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 151
- جدول 4-13- میانگین مربعات صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و شاخص پایداری غشاء در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 152
- جدول 4-14- مقایسه میانگین صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و شاخص پایداری غشاء در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 152
- جدول 4-15- میانگین مربعات صفات کلروفیل a برگ بالا، کلروفیل a برگ وسط و کلروفیل a برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 153
- جدول 4-16- مقایسه میانگین صفات کلروفیل a برگ بالا، کلروفیل a برگ وسط و کلروفیل a برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 153
- جدول 4-17- میانگین مربعات صفات کلروفیل b برگ بالا، کلروفیل b برگ وسط و کلروفیل b برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 154
- جدول 4-18- مقایسه میانگین صفات کلروفیل b برگ بالا، کلروفیل b برگ وسط و کلروفیل b برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 154
- جدول 4-19- میانگین مربعات صفات نسبت کلروفیل a به b در برگ بالا، نسبت کلروفیل a به b در برگ وسط و نسبت کلروفیل a به b در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 155
- جدول 4-20- مقایسه میانگین صفات نسبت کلروفیل a به b در برگ بالا، نسبت کلروفیل a به b در برگ وسط و نسبت کلروفیل a به b در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 155
- جدول 4-21- میانگین مربعات صفات کلروفیل کل برگ بالا، کلروفیل کل برگ بالا و کلروفیل کل برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 156

- جدول 4-22- مقایسه میانگین صفات کلروفیل کل برگ بالا، کلروفیل کل برگ بالا و کلروفیل کل برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 156
- جدول 4-23- میانگین مربعات صفات کاروتنوئید در برگ بالا، کاروتنوئید در برگ وسط و کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 157
- جدول 4-24- مقایسه میانگین صفات کاروتنوئید در برگ بالا، کاروتنوئید در برگ وسط و کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 157
- جدول 4-25- میانگین مربعات صفات نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ بالا، نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ وسط و نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 158
- جدول 4-26- مقایسه میانگین صفات نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ بالا، نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ وسط و نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 158
- جدول 4-27- میانگین مربعات صفات درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 159
- جدول 4-28- مقایسه میانگین صفات درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 159
- جدول 4-29- میانگین مربعات صفات غلظت فسفر، نیتروژن، کلسیم و آهن در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه ..... 160
- جدول 4-30- مقایسه میانگین صفات غلظت فسفر، نیتروژن، کلسیم و آهن در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD) ..... 160

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان شکل
65	شکل 3-1- نقشه کشت طرح آزمایشی بعد از تصادفی کردن تیمارها در تکرارها
77	شکل 4-1- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک برگ
78	شکل 4-2- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر وزن خشک برگ
78	شکل 4-3- تأثیر بر همکنش کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک برگ
80	شکل 4-4- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر وزن خشک طبق بارور
80	شکل 4-5- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک طبق بارور
82	شکل 4-6- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر وزن خشک کل طبق
82	شکل 4-7- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک کل طبق
84	شکل 4-8- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک ریشه
86	شکل 4-9- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر نسبت وزن خشک ریشه به ساقه
89	شکل 4-10- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر وزن خشک کل
89	شکل 4-11- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک کل
91	شکل 4-12- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر ارتفاع ساقه
91	شکل 4-13- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر ارتفاع ساقه
93	شکل 4-14- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر ارتفاع اولین شاخه از زمین
93	شکل 4-15- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر ارتفاع اولین شاخه از زمین
94	شکل 4-16- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر ارتفاع اولین شاخه از زمین
95	شکل 4-17- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر قطر ساقه
96	شکل 4-18- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر قطر طبق
97	شکل 4-19- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر تعداد شاخه فرعی در بوته
100	شکل 4-20- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر شاخص سطح برگ
101	شکل 4-21- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر شاخص سطح برگ
101	شکل 4-22- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر شاخص سطح برگ
102	شکل 4-23- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر شاخص سطح برگ
107	شکل 4-24- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن هزار دانه



- شکل 4-25- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر وزن هزار دانه ..... 107
- شکل 4-26- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر تعداد طبق در بوته ..... 110
- شکل 4-27- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر تعداد طبق در بوته ..... 110
- شکل 4-28- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر تعداد طبق در بوته ..... 111
- شکل 4-29- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر تعداد دانه در طبق ..... 112
- شکل 4-30- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر تعداد دانه در طبق ..... 113
- شکل 4-31- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر شاخص پایداری غشاء ..... 116
- شکل 4-32- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر شاخص پایداری غشاء .. 117
- شکل 4-33- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل a در برگ‌های وسط گیاه 119
- شکل 4-34- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل b در برگ‌های وسط گیاه 121
- شکل 4-35- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان روغن دانه ..... 126
- شکل 4-36- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر میزان روغن دانه ..... 126
- شکل 4-37- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان پروتئین دانه ..... 128
- شکل 4-38- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان فسفر دانه ..... 130
- شکل 4-39- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر میزان فسفر دانه ..... 131
- شکل 4-40- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر میزان فسفر دانه ..... 131
- شکل 4-41- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر میزان فسفر دانه ..... 132
- شکل 4-42- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان نیتروژن دانه ..... 133
- شکل 4-43- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلسیم دانه ..... 135
- شکل 4-44- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر میزان کلسیم دانه ..... 135
- شکل 4-45- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر میزان کلسیم دانه ..... 136
- شکل 4-46- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر میزان کلسیم دانه ..... 136
- شکل 4-47- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان آهن دانه ..... 139
- شکل 4-48- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر میزان آهن دانه ..... 139
- شکل 4-49- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر میزان آهن دانه ..... 140

# فصل اول

## مقدمه

در منطق اسلام، عالم و طبیعت، مخلوق خدای متعال و آیتی از آیات الهی است. مشاهده طبیعت و تفکر در آن، انسان را به سوی خالق یکتا رهنمون می‌سازد. شاید یکی از اسرار تأکید متون دینی بر این مطالعه و تدبر و تعمق، این باشد که طبیعت نمایانگر خالق خویش است.

از امور مقدس و مورد تأکید اسلام، مسئله کشاورزی است. هم در آیات قرآن و هم در روایات معصومان علیهم السلام بر این امر تأکید شده است. افزون بر همه این‌ها، سیره عملی بزرگان دین در انجام دادن امور کشاورزی نیز می‌تواند دلیلی بر اهمیت آن باشد. برای نمونه می‌توان از نخلستان‌های امام علی علیه السلام و کشاورزی امام صادق علیه السلام و... نام برد. قرآن کریم و روایات فراوانی بر این مسئله تأکید دارند که برای نمونه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

محمد بن عطیه می‌گوید از امام صادق علیه السلام شنیدم که فرمود:

«انّ الله عزّ و جل احب لانبیائه من الاعمال الحرث و الرعی لثلاً یکرهوا شیئاً من قطر السماء؛ همانا خداوند در میان کارها، برای انبیای خود کار کشاورزی و دامپروری را برگزید تا از هیچ قطره آسمانی ناخشنود نباشد»<sup>1</sup>.

در روایات متعدد دیگری نیز کشاورزی، کیمیای بزرگ<sup>2</sup>، برترین کارها<sup>3</sup>، حلال‌ترین و پاک‌ترین عمل<sup>4</sup>، مال و ثروت برتر<sup>5</sup>، نامیده شده و کشاورزان، گنج‌های مردمان معرفی شده‌اند.

از دیدگاه اسلام، آب، خاک و هوا نیز ارزش زیادی دارند. آب از نعمت‌های بزرگ خداست که

حیات تمام موجودات بدان وابسته است. قرآن کریم می‌فرماید: «وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا

---

1- محمدباقر مجلسی، بحار الأنوار، ج 100، ص 65، ح 8.

2- شیخ حر عاملی، وسائل الشیعه، ج 9، ص 34.

3- محمدباقر مجلسی، بحار الأنوار، ص 69، ح 26.

4- همان، ص 68، ح 24.

5- شیخ صدوق، الامالی، ص 530.

يُؤْمِنُونَ؛ و از آب هر چیز زنده ای را آفریدیم. پس چرا باز (مردم طبیعت و ماده پرست) به خدا ایمان نمی‌آورند»<sup>1</sup>.

از این روی، انسان‌ها موظفند از این نعمت عظیم الهی به طور صحیح استفاده کنند؛ برای مثال، اسراف نکنند و آب‌ها را آلوده نسازند. در روایات نیز بر این مسئله تأکید شده است. امام صادق علیه السلام فرمود: «وَلَا تُفْسِدِ عَلَى الْقَوْمِ مَاءَهُمْ؛ آب مردم را آلوده نکن»<sup>2</sup>.

تاریخ کشاورزی نشان می‌دهد که بشر برای دستیابی به تولید بیشتر از ابتدای کار به کاربرد موادی (کود) که تولید را افزایش دهد، روی آورده است و ابتدا از کودهای حیوانی و گیاهی استفاده نموده که امروزه آن‌ها را کود آلی می‌نامیم. به مرور زمان همراه با پیشرفت علوم تکنولوژی، نیاز به تقویت خاک و عناصر غذایی احساس شد و در این رابطه کودهای شیمیایی وارد عرصه کشاورزی گردیدند، به گونه ای که امروزه بدون استفاده از انواع کودهای معدنی یا شیمیایی، کشاورزی دارای توجیه اقتصادی مثبت نخواهد بود. امروزه از کودها به عنوان ابزاری برای دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. البته علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت محصولات نیز بایستی مد نظر قرار گیرد (بالوق و همکاران، 2006). تأمین کافی عناصر غذایی ضروری، یکی از مهمترین عواملی است که در دستیابی به عملکرد مطلوب از گیاهان مؤثر می‌باشد. بعد از جنگ دوم جهانی، مهمترین این عناصر (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، به صورت کودهای سنتزی شیمیایی با هدف افزایش تولید محصولات کشاورزی، مورد استفاده قرار گرفتند.

کودهای شیمیایی موجب تقویت رشد گیاه می‌شوند و از طریق فرآیندهای شیمیایی، تولید کودهای شیمیایی موجب تقویت رشد گیاه می‌شوند و از طریق فرآیندهای شیمیایی، تولید می‌گردند.

---

1- انبیاء، 30.

2- کلینی، الکافی، ج 3، ص 65.

کودهای شیمیایی در مقایسه با کودهای آلی حجم کمتری دارند. انواع زیادی کودهای شیمیایی وجود دارند که به شکل‌های پودری، گرانوله، مایع و گاز تولید می‌شوند.

در کشور ما استفاده از کودهای شیمیایی از سال 1325 در دستور کار کشاورزان و دست اندرکاران بخش کشاورزی قرار گرفته است که با توجه به رشد شهرنشینی و کاهش جمعیت روستائینی و فعال در بخش کشاورزی و یا به عبارت دیگر کاهش سطح زیر کشت، استفاده از کود سالانه 100 درصد افزایش یافته است. به گونه ای که در حال حاضر میزان کود مصرفی سالانه به  $5/3$  میلیون تن رسیده است که در مقایسه با میزان کود مصرفی در سال 1325 تقریباً مصرف 250 برابر شده است که از این میزان بیشترین سهم را کودهای معدنی و شیمیایی به خود اختصاص داده اند.

همان طور که بیان شد از عناصر اصلی مورد نیاز، نیتروژن است که اثر عمده ای را در رشد و نمو گیاهان دارد. این عنصر یکی از اجزای تشکیل دهنده آمینواسیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدهاست و نقش عمده ای در فیزیولوژی گیاه دارد. رشد برگ‌ها به وسیله نیتروژن کنترل می‌شود. اندازه برگ و دوام آن با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی افزایش می‌یابد، از این رو در بیشتر گیاهان زراعی محصول تحت تأثیر مقدار نیتروژن است. در غلات، نیتروژن برای پنجه زنی اهمیت داشته، تعداد دانه را افزایش می‌دهد و همچنین موجب افزایش وزن دانه می‌شود. نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ‌ها اثر می‌گذارد و گیاهانی که کمبود نیتروژن دارند رنگشان سبز کمرنگ یا زرد می‌شود.

نیتروژن بیشتر از سایر مواد در تغذیه گیاه مصرف می‌شود و همواره بایستی در دوره رشد گیاه به صورت تدریجی مصرف شود. مقداری از آن قبل از کشت برای شروع رشد گیاه و بقیه تا حد مجاز در طول دوره بهره برداری استفاده می‌شود. بنابراین نیاز گیاهان به کودهای نیتروژن دار (نیتروژن) زیاد است. مصرف نیتروژن از مرحله جوانه زنی آغاز و در گلدهی و میوه‌دهی به اوج خود می‌رسد. کمبود این عنصر در بسیاری از خاک‌های جهان به ویژه خاک‌های مناطق خشک و نیمه

خشک بیشتر از سایر عناصر غذایی است. این امر به دلیل فقر مواد آلی در خاک‌های این مناطق می‌باشد زیرا مواد آلی عمده ترین منبع ذخیره نیتروژن محسوب می‌شود (صالحی، 1380).

اگر چه تولید موفقیت آمیز محصولات کشاورزی مستلزم وجود خاک مناسب و مقدار کافی از عناصر غذایی و قابل استفاده گیاه است (محمودی و حکیمیان، 1998)، ولی نگاه تک بعدی به این مساله موجب استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی در خاک شده و در نتیجه اثرات مخربی از قبیل کاهش نفوذ پذیری، افزایش وزن مخصوص ظاهری، محدود شدن رشد ریشه و در نهایت تخریب خاک و کاهش رشد را در پی دارد.

امروزه استفاده نادرست از منابع طبیعی و مصرف بی رویه مواد مصنوعی ساخت بشر مانند انواع کودهای معدنی به منظور تولید و برداشت هر چه بیشتر از واحدهای کشاورزی و زمین‌های موجود، به عنوان مشکل اساسی تخریب محیط زیست و از بین رفتن تعادل بیولوژیکی شناخته شده است. در سال های اخیر، در کشور ما نیز استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی و عدم توجه به اهمیت و اثرات مثبت مصرف مواد آلی در بهبود حاصل خیزی خاک‌های زراعی، موجب افزایش در مصرف کودهای شیمیایی شده است. بازیافت مواد زائد و تبدیل آن‌ها به کمپوست می‌تواند راه حلی مناسب برای کاهش مشکلات ایجاد شده توسط مواد شیمیایی باشد. بنابراین تولید کمپوست می‌تواند به عنوان یک روش مدیریتی مناسب برای حذف مواد زائد جامد و تبدیل آن‌ها به موادی با ارزش محسوب شده و به عنوان ابزاری مناسب در کنترل انواع مختلف بقایا و کاهش مصرف کودهای معدنی به محصولات زراعی و افزایش جذب عناصر کم مصرف به وسیله گیاهان تلقی شود. انجام تحقیقات مختلف در این زمینه، برخی از تأثیرات مثبت این ماده آلی را در رشد و بهبود خصوصیات کیفی گیاه نشان داده است.

بررسی اثرات کمپوست بر خواص فیزیکی و بیولوژیک خاک نشان می‌دهد که کاربرد کمپوست موجب اضافه شدن مواد آلی و مواد غذایی و ارگانوسم‌های زنده به خاک شده و همچنین به عنوان یک منبع غذایی برای میکروارگانوسم‌های بومی خاک عمل می‌کند.

کمپوست مواد غذایی را تأمین و فعالیتهای میکروبی را تشدید می‌کند که موجب می‌شود مواد غذایی خاک آزاد شوند و مورد استفاده گیاه قرار گیرند. از طرفی بسیاری از عناصر و مواد غذایی پرمصرف و کم مصرف را که در خود دارد، در خاک آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

با توجه به سازگاری گلرنگ به شرایط اقلیمی ایران و کیفیت مناسب روغن آن، در صورت انجام تحقیقات کاربردی، این گیاه چشم انداز روشنی از افزایش تولید دانه‌های روغنی در کشور را نوید می‌دهد. افزایش عملکرد دانه و روغن گلرنگ یکی از اولویتهای مهم بخش کشاورزی است (حقیقتی، 2010). همچنین تعیین سطوح بهینه کودی برای رسیدن به عملکردهای بالا یکی از اهداف مهم پژوهش‌های تغذیه ای می‌باشد (سلیمی و همکاران، 1388).

به همین منظور و به دلیل مطالعات محدود در رابطه با اثر کود بیولوژیک کمپوست در عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کمی و کیفی گلرنگ، این مطالعه با هدف مقایسه کمپوست و کود شیمیایی در اثر گذاری بر این صفات، بررسی تأثیر کاربرد کود شیمیایی و کمپوست بر خواص کمی و کیفی گلرنگ و نیز بررسی امکان جایگزینی کمپوست به جای کودهای شیمیایی در زراعت گلرنگ اجرا شد.

## فصل دوم

### بررسی منابع



## 2-1- گلرنگ

### 2-1-1- منشاء گیاهی

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. از خانواده Asteraceae (Compositae)، تنها گونه زراعی جنس *Carthamus* می‌باشد (ناصری، 1370). گلرنگ یکی از قدیمی ترین گیاهان زراعی جهان بوده و طبق مطالعات باستان شناسی، مصریان باستان در حدود 4000 سال قبل این گیاه را می‌شناختند (کوچکی، 1369). وایلوپ در سال 1951 سه منطقه را به عنوان مبدا کشت گلرنگ معرفی نموده است:

هندوستان: به دلیل تنوع و کشت صنعتی آن

افغانستان: به دلیل تنوع و مجاورت با گونه های وحشی

اتیوپی: به دلیل وجود گونه های وحشی گلرنگ (داجو، 1989).

جنس *Carthamus* حدود 25 گونه مهم دارد که از اسپانیا از طریق آفریقای شمالی و آسیای غربی به هند رفته است و بسیاری از آنها بومی منطقه مدیترانه هستند (ناصری، 1370). بر اساس تحقیقات استیلی و نولز (1980) برای گلرنگ، هفت مرکز پراکنش در دنیای قدیم از جمله خاورمیانه شامل افغانستان تا ترکیه و از بخش های جنوبی اتحادیه جماهیر شوروی سابق تا اقیانوس هند وجود داشته است. گونه های گلرنگ بر اساس تعداد کروموزوم به پنج دسته که از گروه اول تا پنجم به ترتیب دارای 12، 10، 11، 22 و 32 جفت کروموزوم می‌باشند، تقسیم می‌شوند (استیلی و نولز، 1980).

به استثنای گلرنگ زراعی، سایر گونه های گلرنگ، علف های هرز مقاومی هستند که از شمال غرب هند تا کرانه های مدیترانه پراکنده اند که در برخی منابع گونه های *Carthamus oxyantha* و *Carthamus palaestinus* اجداد گونه های زراعی معرفی شده (کوچکی، 1369 و بانرجی و همکاران،

1999) و در برخی دیگر دو گونه نزدیک به گونه زراعی را *Oxyacanthus M.Bieb* و *Lanatus* معرفی کرده اند. هر دو گونه فوق یکساله بوده و قابل تلاقی با یکدیگر می‌باشند.

#### 2-1-2- اهمیت کشت گلرنگ

در گذشته اهمیت گلرنگ بیشتر به خاطر تهیه رنگ و مصارف دارویی آن بوده است. از گل-های این گیاه یک ماده نارنجی رنگ که کارتامین<sup>1</sup> نام دارد، استخراج و از آن در رنگرزی البسه و رنگ-های غذایی استفاده می‌شده است (کوچکی، 1369 و هتون و نولز، 1980). در اوایل قرن بیستم از اهمیت گلرنگ به عنوان یک منبع رنگ کاسته شد (ناصری، 1370).

زراعت گلرنگ به منظور استفاده از روغن آن سابقه زیادی ندارد. به همین دلیل در اغلب نوشته‌ها از این گیاه به عنوان یک گیاه روغنی جدید یاد می‌شود (هتون و همکاران، 1978). در 25 سال اخیر این محصول در مقیاس وسیع به عنوان دانه روغنی تجارتي کشت شده است (ناصری، 1370). در ایران نیز کشت گلرنگ به عنوان یک گیاه روغنی از سال 1346 همزمان با توسعه زراعت آفتابگردان و سویا در سطح وسیع آغاز شده است (اهدایی و نورمحمدی، 1363 و قنواتی و نهاوندی، 1352).

علاوه بر استفاده از روغن گلرنگ برای مصارف خوراکی و یا صنعتی، کنجاله آن به عنوان خوراک دام مصرف می‌شود. کنجاله گلرنگ فیبر بالایی دارد و پروتئین آن از نظر اسید آمینه لیزین فقیر است. کنجاله در جیره غذایی نشخوارکنندگان استفاده می‌شود.

در صورت رفع مواد تلخ و فنلی کنجاله پوست گرفته گلرنگ، می‌توان از آن برای تغذیه انسان استفاده نمود. بالا بودن میزان پوست در کنجاله از ارزش غذایی آن می‌کاهد. کنجاله‌های با فیبر کم را می‌توان برای تغذیه حیوانات تک معده ای و کنجاله‌های با فیبر بالا را برای تغذیه نشخوارکنندگان

---

1- Carthamin

استفاده نمود. کنجاله های کم فیبر، 42% پروتئین و 16% فیبر دارند ( احمدی، 1378؛ هنسون و همکاران، 1999 و جوکر و همکاران، 1999).

در ایالت یوتای آمریکا از مخلوط پودر دانه گلرنگ و جو برای تغذیه گاو شیری استفاده شده است (نولز و میلر، 1960). مصرف دانه خورد شده گلرنگ به صورت مخلوط با تفاله چغندر قند نیز گزارش شده است (نولز، 1985). تحقیقات در آلمان نشان داده است که علوفه تازه گلرنگ که قبل از گلدهی برداشت شده باشد، علی رغم وجود خار در آن، به راحتی توسط گوسفند خورده می شود. این علوفه از نظر ارزش غذایی با یک علوفه مرتعی خوب مشابه بوده و اگر مقایسه بر مبنای وزن خشک انجام گیرد، تفاوت چندانی با علوفه یونجه ندارد (نولز و میلر، 1960). همچنین گلرنگ در مراحلی که ترد و نازک است به صورت جوشانده مصرف می گردد. پوست دانه گلرنگ برای تهیه تخته های محکم به کار می رود (احمدی، 1378 و پینتو و ونقی، 1992).

با توجه به موارد استفاده گلرنگ به عنوان روغن، کنجاله، مصارف دارویی و... و از آن جایی که این گیاه دارای قابلیت هایی نظیر قدرت سازگاری بالا، مقاومت به سرما، مقاومت نسبی به خشکی، شوری و قلیائیت بالای خاک می باشد و علاوه بر این، بر خلاف سایر دانه های روغنی مشکل ریزش دانه وجود ندارد و می توان آن را به آسانی با کمباین غلات بدون احتیاج به تغییرات چندانی در اندازه ها و فواصل کوبنده و ضد کوبنده و الک های کمباین برداشت نمود، لذا می توان به اهمیت این گیاه پی برد (احمدی، 1371 و روندرو و همکاران، 1995).

## 2-1-3- وضعیت گلرنگ در ایران و جهان

گلرنگ با نام انگلیسی safflower، با نام های African saffron، Bastard saffron و Saffron

thistle در جهان شناخته می شود (یزدی صمدی و همکاران، 1381).

این گیاه را در کشورهای مختلف با اسامی گوناگون از جمله کریزا<sup>1</sup> در افغانستان، هونگوا<sup>2</sup> در چین، جفران<sup>3</sup> در هندوستان و آلازر<sup>4</sup> در اسپانیا می‌شناسند (فروزان، 1378). مهمترین مراکز تحقیقاتی در زمینه اصلاح گیاه گلرنگ، در کشورهای هندوستان، مکزیک، ایالت متحده، چین، کانادا و استرالیا مستقر است (گریتو و همکاران، 1997).

این گیاه در ایران با نام‌های مختلف از جمله کاجیره، گلبر آفتاب و گل زردو شناخته می‌شود و در مساحت‌های محدود و پراکنده در استان‌های همدان، یزد، آذربایجان شرقی، بوشهر، کردستان، مرکزی (شازند، دلیجان و سربند)، کرمان، ایلام و خراسان کشت می‌شود. کشت گلرنگ اخیراً در سطوح وسیع‌تر در استان اصفهان و در مناطق اسلام‌آباد، برخوار و اردستان این استان رونق یافته است (امیدی تبریزی و احمدی، 1379). در ایران علاوه بر گونه زراعی گلرنگ گونه‌های وحشی آن نیز در بسیاری از مناطق به وفور یافت می‌شود. پس می‌توان ادعا نمود که کشور ما از لحاظ ذخایر ژنتیکی گلرنگ یکی از غنی‌ترین مناطق جهان به شمار می‌رود. وجود تیپ‌های مختلف وحشی که در سراسر کشور پراکنده‌اند، نشان از سازگاری بالای این گیاه روغنی با آب و هوای کشور ما دارد (امیدی و همکاران، 2000).

بعد از دهه 50، عواملی نظیر خطر سرمازدگی و یخبندان، عملکرد کم واریته‌ها و خسارت آفات (لارو مگس گلرنگ) موجب کاهش نسبتاً زیاد سطح زیر کشت گلرنگ شد (فروزان، 1378)، ولی در چند سال اخیر ورود ارقام جدید زودرس، پر محصول و با محتوای روغن بالا، به عرصه تولید موجب رونق کشت گلرنگ و افزایش سطح زیر کشت آن شده است (هتون و نولز، 1980).

---

1- Kariza

2- Honghua

3- Jafran

4- Alazor

تحقیقات در زمینه گلرنگ در ایران از سال 1349 با جمع آوری توده های بومی این گیاه از مناطق مختلف کشور آغاز شد. آزمایشات مقایسه ارقام در کرج و سایر ایستگاه های تحقیقاتی اجرا گردید. از مهمترین ارقامی که طی سال های اخیر توسط بخش تحقیقات دانه های روغنی موسسه تحقیقات و اصلاح نام برده تا کنون از جنس *Carthamus*، شش گونه زیر از ایران گزارش شده است (عباسعلی و مظفری، 1380):

*C. persicus* wild. -1

*C. tinctorius* L. -2

*C. glaucus* M. B. Subsp. *Glaucus* -3

*C. oxyacantha* M. B. -4

*C. dentatus* vahl -5

*C. lanatus* l -6

در سال های اخیر کوشش زیادی برای برداشتن موانع توسعه و تولید این گیاه زراعی از قبیل حساسیت به تعدادی از آفات و امراض و دیررس بودن ارقام انجام یافته که نتیجه این کوشش تولید ارقام جدید و مناسب تر بوده و لذا با توجه به تولید ارقام مطلوب در بعضی از کشورها از جمله ایالات متحده آمریکا توجه زیادی به کشت گلرنگ معطوف گردید.

#### 2-1-4- گیاهشناسی

گلرنگ متعلق به راسته سینادرا، تیره *Asteraceae*، جنس *Carthamus* و گونه زراعی *Tinctorius* می باشد (آلیاری و همکاران، 1379). این گیاه پر شاخه با شاخه های بلند، یکساله، بوته ای، خاردار و بدون خار معمولا با برگ های خاردار می باشد.

گلرنگ دارای یک ریشه اصلی و ضخیم است که می تواند تا عمق 2-3 متر در خاک، نفوذ کند. این خصوصیت ریشه به گیاه این امکان را می دهد تا رطوبت و مواد غذایی را از عمق نسبتا زیادی جذب نماید (خواجه پور، 1370؛ فروزان، 1378؛ کریمی، 1368 و محمدی نیک پور، 1374).

ساقه گلرنگ سخت، استوانه ای و در قسمت پایین نسبتاً ضخیم است که با افزایش شاخه ها باریک می‌شود، همچنین ساقه ها به رنگ خاکستری روشن یا سبز مایل به سفید بوده و دارای شیارهای طولی می باشند (ناصری، 1370). ارتفاع گیاه در ارقام مختلف از 25 تا 211 سانتی متر متغیر بوده و تابعی از مبدأ اولیه رقم، خصوصیات اقلیمی منطقه و روش کاشت می‌باشد.

گلرنگ نیز مانند بسیاری از گیاهان خانواده کاسنی، قبل از شروع به طویل شدن، مرحله ای از رشد خود را به صورت روزت<sup>1</sup> طی می‌کند که در این حالت گیاه به صورت پهن روی زمین قرار می‌گیرد (آرنون، 1972). ضخامت ساقه بین 3 تا 12 سانتی متر متغیر بوده و با عملکرد دانه همبستگی دارد (صادقی و بحرانی، 1380). ساقه مرکزی از ارتفاع 15 الی 20 سانتی متری شاخه می‌دهد و ساقه های فرعی را به وجود می آورد که آنها نیز به نوبه خود شاخه می‌دهند و هر شاخه به یک گل انتهایی ختم می‌شود.

برگ‌های گلرنگ به رنگ سبز تیره براق، قلبی شکل و بدون دمبرگ و دندانه دار است. شکل برگ ها در قسمت‌های مختلف ساقه متفاوت است. بزرگترین برگ‌ها در وسط ساقه اصلی ظاهر می‌شوند. گرایش برگ‌ها روی ساقه به صورت مارپیچی است، ولی شکل و اندازه برگ‌ها در ارقام مختلف با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه ای دارد. در بسیاری از ارقام، برگ‌های پایینی بزرگ تر، ساده و بدون خار هستند. بسته به رقم، برگ‌های بالایی گیاه ممکن است کوچک، کاملاً بدون خار یا خاردار باشند. خارها در حاشیه برگ قرار دارند و در قسمت گل آذین، برگ‌ها مانند براکته های گریبانی روی هم قرار می‌گیرند (چاپامن و کارتر، 1976). صفت خار دار بودن برگ‌ها توسط یک ژن اصلی کنترل می‌شود (آلیاری و همکاران، 1379).

ساقه اصلی و شاخه های فرعی در انتهای آزاد خود، هر کدام به یک گل آذین منتهی می‌شوند. گل آذین گلرنگ به صورت یک طبق متراکم به شکل مخروطی در انتهای ساقه اصلی و هر ساقه فرعی

---

1- Rosette

به وجود می‌آید. گل آذین گلرنگ، طبق<sup>1</sup> نامیده می‌شود و از نوع کلاپرک<sup>2</sup> می‌باشد. هر طبق 20-120 گلچه لوله مانند را در بر دارد که هر یک می‌تواند مولد یک دانه باشد. تعداد و اندازه طبق در هر گیاه به عواملی چون رقم، فضای رشد گیاه و فراهم بودن سایر عوامل محیطی بستگی دارد. علاوه بر این عوامل، اندازه طبق به موقعیت آن روی گیاه نیز وابسته است. طبق‌های اولیه (اصلی) و ثانویه بزرگترین طبق‌ها می‌باشند.

تعداد طبق در هر بوته از 15 تا 150 و قطر طبق از 1/2 تا 4 سانتی متر متفاوت است. انواعی که دارای طبق زیاد هستند از افغانستان و کشورهای مجاور یا مصر منشاء گرفته اند. در ضمن گلرنگ از نظر عادت رشد در گروه گیاهان دارای رشد محدود<sup>3</sup> قرار دارد (کوبلی، 1986).

گلرنگ از زیر تیره لوله گلی<sup>4</sup> هاست و جام گل‌های آن که به نام گلچه مصطلح هستند، پیوسته و لوله مانند<sup>5</sup> می‌باشد. بساک‌ها به یکدیگر متصل بوده و حلقه ای را تشکیل داده اند، در حالی که میله‌ها<sup>6</sup> آزاد بوده و در پایین به جام گل چسبیده اند. گلدهی از حاشیه طبق شروع شده و به طرف مرکز طبق ادامه می‌یابد. گلدهی یک طبق طی 3 تا 5 روز تکمیل می‌شود. در هر گیاه دوره گل کردن 40 تا 10 روز طول می‌کشد. گل‌ها در صبح زود باز می‌شوند و رسیدن گل‌ها با طویل شدن گلچه‌ها و خارج شدن خامه از داخل لوله بساک‌های متصل به هم همراه است (زینلی، 1378؛ کریمی، 1368؛ یزدی صمدی و عبدمیثانی، 1370 و ماندل، 1992).

رنگ گل‌های گلرنگ در ارقام مختلف این گیاه و نیز در یک رقم در مراحل مختلف رشد گل‌ها (مرحله جوانه، شکوفایی و پژمردگی) فرق دارد. به طور کلی گل‌های گلرنگ را می‌توان به رنگ‌های

---

1- Head

2- Capitulum

3- Determinet

4- Tubuliflorea

5- Tube Like

6- Filaments

سفید، زرد روشن، زرد، نارنجی، نارنجی مایل به قرمز و قرمز تیره مشاهده نمود (دنیس و روبیس، 1966).

میوه گلرنگ از نظر گیاهشناسی، آکن<sup>1</sup> نامیده می‌شود و شبیه به دانه کوچک و مستطیل شکل آفتابگردان می‌باشد، ولی پوسته آن فیبر بیشتری داشته و ضخیم تر است. پوسته بذر معمولاً به رنگ کرم یا کرم مایل به سفید است. دانه گلرنگ تا 10 میلی متر طول و پوسته ضخیمی دارد. مغز آن مشتمل بر دو لپه و یک جنین است. پوسته بذر مقدار زیادی فیبر دارد، در حالی که قسمت جنین بذر از نظر روغن غنی می‌باشد. بین درصد پوسته بذر و درصد روغن آن همبستگی منفی شدیدی وجود دارد (یوری، 1986). هر گل می‌تواند تولید یک میوه نماید، ولی در شرایط زراعی معمولاً 15 تا 150 میوه در هر طبق به وجود می‌آید.

دانه به اشکال مختلف هرمی، تخم مرغی و هلالی دیده می‌شود و دارای سطح خارجی صاف بوده و به رنگ‌های سفید خاکستری، کرم، زرد و یا حتی سیاه دیده می‌شود. دانه گلرنگ معمولاً بدون کرک است، ولی ممکن است در بعضی از گونه‌ها دانه‌های کرک دار هم دیده شود.

وزن 100 دانه بین 3 تا 4 گرم بوده و به ندرت به 10 گرم می‌رسد. بذور ارقام سنتی گلرنگ 50 درصد پوست، 50 درصد مغز و 28-32% روغن دارند. تیپ‌های پوست نازک آن دارای 55-70% مغز و 35 تا 45% روغن است. مغز دانه گلرنگ 60% روغن دارد. پوست آن حاوی 70% سلولز، 21% لیگنین و 1% خاکستر می‌باشد. میزان پروتئین دانه کامل از 11 تا 24% متغیر است. تیپ‌های پوست نازک پروتئین بیشتری نسبت به انواع پوست ضخیم دارند (احمدی، 1378، آرنون، 1972 و زلنی و هورجس، 1994). دانه، پوست و مغز گلرنگ، 3-4/5 درصد قند قابل جذب دارد. میزان هیدرات‌های کربن غیر قابل جذب از 11 تا 88% متغیر است (احمدی، 1378).

---

1- Achene



جدول 2-1- ترکیب هیدرات‌های کربن دانه گلرنگ (احمدی، 1378).

ترکیب	کنجاله فاقد روغن (%)	پوست فاقد روغن (%)
فیبر خام	5/7	49/7
لیگنین	3/2	24
پنتوزال	4/9	21/5
سلولز	2/3	35
قند محلول	19/9	4/6
رافینوز	1/1	0/1
ساکارز	1/4	0/2

## 2-1-5- سازگاری

از آن جایی که گلرنگ روغنی ویژه مناطق گرمسیری است، گیاهی روز بلند محسوب شده (بسیاری از ارقام اصلاح شده آن نسبت به طول روز بی تفاوت می‌باشند) و به دلیل این خصوصیت از عرض‌های جغرافیایی پایین به بالا کشت می‌شود، ولی گلدهی آن در هوای گرم به میزان قابل توجهی جلو می‌افتد. گلرنگ به گرما مقاوم است و در صورت وجود رطوبت کافی در خاک می‌تواند ماکزیمم حرارت‌های حدود 40 درجه سانتیگراد را تحمل کند. رطوبت مناسب خاک می‌تواند اثر دماهای بالا را کاهش دهد.

گیاه گلرنگ به دلیل سیستم گسترش یافته ریشه اش می‌تواند رطوبت را از اعماق 1/5 - 2/5 متری سطح وسیعی از خاک جذب نماید و به خشکی مقاوم است، ولی مقاومت به خشکی آن از جو کمتر می‌باشد. در نواحی که بیش از 300 میلی متر بارندگی طی فصل رشد داشته باشد، ممکن است بتوان آن را دیمکاری نمود. گلرنگ به آب ایستادگی و کم بودن تهویه حساس است. پوسیدگی ریشه و مرگ گیاهچه در این شرایط توسعه می‌یابد (خواجه پور، 1370؛ وکیل و مادکور، 1992 و سینگ و همکاران، 1995).

گلرنگ به دلیل مقاومت نسبی بالا به خشکی، سرما، شوری و نیاز کودی اندک آن در اکثر کشورهای جهان کشت می‌شود (ناصری، 1370 و آبل، 1975). هر چند این گیاه به عوامل فوق نسبتاً مقاوم است ولی برای دستیابی به عملکرد مناسب نیازمند به فراهم بودن شرایط رشد مطلوب نیز می‌باشد.

گلرنگ سازگاری زیادی نسبت به انواع خاک‌ها دارد. به طور کلی گلرنگ در خاک‌های رسی قابل نفوذ، خاک‌های رسی شنی، لوم رسی و خاک‌های حاصلخیز و عمیق به خوبی رشد کرده و محصول قابل توجهی تولید می‌کند (هادجیکریستوپلو، 1985). این گیاه در خاک‌های دارای اسیدپتیه خنثی رشد کرده و از نظر مقاومت به شوری خاک در شرایط آبی کمی از جو، پنبه و چغندر کمتر و از سورگوم بیشتر و در شرایط دیم همانند جو است. مقاومت به شوری گلرنگ در زمان جوانه زنی تقریباً نصف سایر مراحل رشد آن است (درو و همکاران، 1991 و یلالی و بحرانی، 1998).

ارقام گلرنگ به لحاظ مقاومت به شوری بسیار متنوع هستند و بعضی محققین معتقدند که گلرنگ امیدوارکننده ترین نتایج را برای کشت در خاک‌های شور از خود نشان داده است، ولی کم بودن عملکرد گلرنگ و عدم رقابت آن با سایر گیاهان زراعی ایجاب می‌کند که در شرایط فعلی که این گیاه در آن کشت می‌شود، تجدید نظر گردد.

گلرنگ از نظر دمای مطلوب رشد در گروه گیاهان سرما دوست قرار دارد. وجود مرحله نموی روزت گویای این است که گلرنگ گیاهی است پاییزه و از آن ارقام بهاره حاصل شده است و لذا از این لحاظ به سه گروه پاییزه حقیقی، بهاره- پاییزه (دو فصله) و بهاره تقسیم می‌شود. حداقل دما برای جوانه زنی بذر گلرنگ حدود 5 درجه سانتیگراد است. ولی بهترین دما برای جوانه زنی و رشد گیاهچه در حدود 15 تا 20 درجه سانتیگراد می‌باشد. وجود یک فصل رشد بدون یخبندان 130 تا 160 روزه برای تولید گلرنگ نیاز است. مقاومت به سرما در گلرنگ به واریته و مرحله نمو بستگی دارد.

این گیاه به هوای مرطوب به ویژه در دوران گلدهی علاقمند نیست. رطوبت زیاد در این دوران مخصوصاً هنگامی که با دمای بالا همراه باشد، موجب توسعه بیماری‌ها و افت عملکرد می‌گردد. بارندگی مداوم در زمان گلدهی سبب می‌شود که بذرها بی‌رنگ شده و کوچکتر از حد معمول باشند. در ضمن وقوع بارندگی در اواخر دوران پر شدن دانه و رسیدگی محصول ممکن است سبب جوانه زنی بذر در درون طبق گردد. به طور کلی گلرنگ گیاه مناسب نواحی خشک است و نواحی با بیش از 350 میلیمتر بارندگی طی دوران رشد گیاه به خصوص اگر همراه با دمای بالا باشد، برای تولید گلرنگ مناسب نیست.

## 2-1-6- موارد مصرف و خواص دارویی

روغن گلرنگ در طب‌اخی، تهیه صابون، رنگ، ورنیس و مواد پوشاننده مشابه مصرف می‌شود. کنجاله گلرنگ حدود 23 درصد پروتئین و 35 درصد فیبر دارد و به عنوان نیمه مکمل پروتئین در تغذیه دام و طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. عصاره گلرنگ حاوی رنگدانه های زرد زعفرانی شفاف، استخراج شده از گیاه گلرنگ قابل استفاده برای افزودن به انواع شکلات، ویفر، کیک، بستنی و سایر مصارف صنعتی و خانگی می‌باشد. گلرنگ موجب تحریک گردش خون، حذف خون ایستا و در نتیجه بهبود گردش خون مویرگی در محل بافت آسیب دیده می‌گردد و موجب کاهش ترمبوز و تجمع پلاکتی می‌شود. پلی ساکاریدهای گلرنگ با تحریک تولید سیتوکینین‌های التهابی به وسیله ماکروفاژهای غشای شکمی موجب فعال شدن پاسخ‌های ایمنی و ضد تومور در درون بدن انسان می‌شود و به درمان بیماری‌های قلبی - عروقی و مغز کمک می‌کند.

در تمام مناطق شرقی آسیا از چین تا هندوستان و نواحی جنوب شرقی آسیا از گل‌های گلرنگ به عنوان داروی محرک، مسکن، مسهل و معرق استفاده می‌شود. به علاوه برای آن خاصیت قاعده آور و ضد ورم و تحلیل برنده تومور قایل هستند. در چین معمول است از اواخر فروردین تا خرداد ماه همین که گل‌ها باز شدند و رنگ گلبرگ‌ها از نارنجی به قرمز تبدیل شد، گلبرگ‌ها چیده

می‌شود و این کار با احتیاط و دقت انجام می‌گیرد که به تخمدان گل که به میوه تبدیل می‌شود، صدمه ای نرسد. گلبرگ‌های چیده شده را در آفتاب و یا در سایه خشک می‌کنند. خوردن گلبرگ‌ها گرم کننده است و برای تسریع جریان گردش خون کمک می‌کند. در هند و چین از گل‌های گلرنگ به عنوان تونیک و برای مداوای فلج و عادت ماهیانه دردناک استفاده می‌شود. دانه های گلرنگ ملین و مسهل است و برای اغما و فلج‌های ناگهانی حاصله از خونریزی مغزی یا آپوپلکسی به کار می‌رود. از گل‌های خشک آن برای معالجه یرقان و از در آب خیس کرده گل‌ها برای شست و شوی چشم استفاده می‌شود. از میوه به عنوان نیرو دهنده و تقویت کننده عمومی بدن، ضد رماتیسم و فلج، درمان کننده تصلب شرایین استفاده می‌شود. گل این گیاه مسهل و خلط آور در بر طرف کردن بیماری‌های ریوی مثل ذات الریه مؤثر است و روغن آن مناسب برای بیمارانی که کلسترول بالا دارند، ضد عفونی کننده و التیام دهنده زخم هاست. این گیاه تقویت کننده اعصاب است و بلغم را خارج می‌کند (زینلی، 1378).

#### 2-1-7- کمیت و کیفیت روغن

دانه ارقام مختلف گلرنگی که به مصرف روغن و گل می‌رسند بین 27-44% روغن دارند. میزان روغن دانه ژرم پلاس‌های گلرنگ بین 11-50% می‌باشد. این مقدار تا حدودی مشابه انواع دانه های روغنی دیگر است. توارث پذیری در میزان روغن گلرنگ به طور نسبی بالاست، ولی پایداری آن به واسطه خصوصیات مختلف گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (لانجر و هیل، 1991).

روغن گلرنگ، 55-81% اسید لینولئیک، 7/42% اسید اولئیک، 1/10% اسید استئاریک و 1/10% اسید پالمیتیک دارد. اسیدهای چرب غیر اشباع در حدود 90% و اسیدهای چرب اشباع فقط 10% روغن گلرنگ را تشکیل می‌دهند. به دلیل نقش اسیدهای چرب غیر اشباع در کاهش کلسترول خون، روغن گلرنگ یک روغن خوراکی ایده آل است (احمدی، 1378 و یوری، 1986).

جدول 2-2- ویژگی‌های روغن گلرنگ (احمدی، 1378).

ویژگی	دامنه
رنگ	زرد طلایی
وزن مخصوص (25°C)	0/924-0/919
ضریب شکست نور (25°C)	1/476-1/473
تیترا	17-15
نقطه ذوب	0 °C
اسید های چرب آزاد	0/15-1
عدد صابونی	194-186
عدد پدی	150-130
عدد غیر صابونی (%)	1/3-0/3

واریته های استاندارد از نظر اسید لینولئیک غنی هستند. این اسید چرب اگر چه ضروری است و در کاهش سطح کلسترول خون نقش دارد، ولی مستعد اکسیداسیون می‌باشد و در اثر نگهداری در انبار و یا در حین سرخ کردن، کیفیت خود را از دست می‌دهد، به همین دلیل برای شناسایی تیپ‌های گلرنگ حاوی اسید اولئیک بالا تلاش به عمل آمده است. ارقام متعلق به این تیپ، 70-80% اسید اولئیک و فقط 10-20% اسید لینولئیک دارند (احمدی، 1378).

#### 2-1-8- کاشت

بلافاصله پس از برداشت محصول قبل در اوایل پائیز زمین شخم زده می‌شود و سپس 35 تا 40 کیلوگرم در هکتار نیتروژن، 40 تا 60 کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و 50 تا 70 کیلوگرم در هکتار اکسید پتاس به خاک افزوده می‌شود. با انجام دیسکی مناسب کلوخه ها را خرد کرده و بقایای علف‌های هرز را نیز از بین می‌برند. بهتر است کمی قبل از کشت مقدار 20 تا 25 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به خاک زمین‌های فاقد نیتروژن اضافه شود. اواخر زمستان زمین را تسطیح و بستر خاک را برای کشت آماده می‌کنند (ناصری، 1370 و آلیاری و همکاران، 1379).

زمان کاشت بستگی به شرایط اقلیمی محل رویش دارد. گلرنگ در مناطق گرمسیر به عنوان یک محصول پائیزه کشت می‌شود ولی در مناطق سرد آن را به صورت بهاره کشت می‌کنند. زمان

مناسب برای کشت پاییزه گلرنگ مهر – آبان و برای کشت بهاره آن اوایل اردیبهشت خواهد بود و فاصله ردیف‌های کاشت بین 40 تا 50 سانتی متر و فاصله دو بوته روی ردیف کاشت 15 تا 20 سانتی متر است. عمق بذر گلرنگ در موقع کاشت متفاوت است و بستگی به بافت خاک دارد. عمق بذر در خاک‌های سبک شنی 4 تا 6 و در خاک‌های سنگین 3 تا 4 سانتی متر باید باشد. در هر هکتار به 18 تا 20 کیلو گرم بذر با کیفیت مطلوب نیاز است (زینلی، 1378 و آلیاری و همکاران، 1379).

#### 2-1-9- نیاز غذایی

با توجه به این که انتهای هر شاخه گلرنگ به یک غنچه و طبق گل ختم می‌شود، هر قدر بر تعداد شاخه‌ها اضافه شود بر تعداد گل‌ها و به همان نسبت به مقدار دانه و میزان عملکرد افزوده می‌گردد. وجود نیتروژن موجب ازدیاد شاخ و برگ گیاه می‌گردد و نقش مهمی در افزایش محصول می‌تواند داشته باشد که یا در بستر دانه و یا به صورت سرک استفاده می‌شود. همچنین نیاز گلرنگ به فسفر به میزان متوسطی است. کود پتاسیم در مناطقی که کمبود آن محسوس است، مصرف می‌شود. توصیه می‌شود کود در کنار بذر به صورت نواری و یا در زیر بذر قرار داده شود.

مقدار کود مصرفی 300 کیلوگرم نیترات آمونیوم یا معادل 180 کیلو گرم اوره در هر هکتار است که قسمت بیشتر آن در موقع به ساقه رفتن گیاه به صورت سرک مصرف می‌شود. اگر رشد گیاه خوب باشد می‌توان در موقع به ساقه رفتن مقدار کود بیشتری نیز مصرف نمود. البته مصرف این مقدار کود در زراعت آبی در صورت مصرف آب کافی می‌باشد. به علاوه کاربرد 100 تا 150 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و یا معادل آن از سایر کودهای فسفره می‌توان استفاده کرد و در صورت نیاز 100 کیلوگرم کود پتاسه است. در شرایط دیم مصرف کود باید هماهنگ با مقدار بارندگی و به مراتب کمتر از مقدار آن (حدود نصف) در زراعت آبی باشد و بیشتر به صورت سرک مصرف می‌شود (رستگار، 1384).

همچنین باید توجه داشت که مصرف کودها از جمله کود نیتروژن می‌تواند نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد داشته باشد (درو و همکاران، 1991). شربینی و ساگار (1993) نیز در بررسی‌های مزرعه‌ای به این نتیجه رسیدند که مصرف 50 کیلوگرم نیتروژن به همراه 50 کیلوگرم فسفر در هکتار سبب افزایش قابل توجه عملکرد و درصد پروتئین دانه شده ولی از میزان روغن آن کاست (شربینی و ساگار، 1993).

علاوه بر نیتروژن، فسفر و پتاس، مصرف بعضی از عناصر غذایی کم مصرف نظیر منگنز، روی، آهن و بر برای رشد گلرنگ مفید بوده و مصرف برخی عناصر به صورت تغذیه‌ای برگ‌ها می‌تواند کمبود مواد غذایی را جبران نماید (عبدالرحمن و همکاران، 1999 و ماکاوانا و همکاران، 1997). حداکثر میزان فسفر از زمان جوانه زدن تا ظهور غنچه‌های گل، حداکثر میزان نیتروژن از زمان ظهور غنچه‌های گل تا انتهای گلدهی و حداکثر میزان پتاسیم از زمان شکل‌گیری غوزه تا رسیدن جذب می‌گردد (هولیهالی و همکاران، 1997).

#### 2-1-10- داشت

بذور در شرایط مناسب پس از 6 تا 8 روز رویش پیدا می‌کنند. چنانچه پس از بارندگی سطح زمین سفت شود و خاک سله ببندد، باید خاک بین ردیف‌ها و گیاهان را برگردان و به اصطلاح سله شکنی نمود. برای این منظور می‌توان از چنگک گردان (روتاری) یا کولتیواتور استفاده نمود. باید دقت نمود که عمق کولتیواتور نباید زیاد باشد. عمل سله شکنی جهت تسریع در تهویه خاک باید 1 تا 2 بار در طول رویش گیاه انجام گیرد. یک بار وقتی که گیاهان کوچک هستند (در مرحله 4 تا 5 برگ‌گی) و بار دیگر قبل از این که فاصله ردیف‌ها بر اثر رویش گیاهان مسدود شود. چنانچه تراکم بوته‌ها در ردیف کاشت زیاد باشد، باید آن‌ها را تنک کرد. اگر فاصله بوته‌ها در طول ردیف زیادتر از معمول (15 تا 20 سانتی متر) باشد، رشد رویشی گیاه سریع می‌شود. در حالی که رشد زایشی آن‌ها کاهش می‌یابد و گیاه تعداد کمی گل خواهد داد. در این صورت عملکرد محصول کاهش می‌یابد. مسئله مبارزه با

علف‌های هرز در زراعت گلرنگ اهمیت زیادی دارد. کنترل علف‌های هرز قبل از کاشت و نیز تهیه بستر عاری از علف هرز ضرورت دارد (ناصری، 1370 و زینلی، 1378).

## 2-1-11- برداشت

برداشت گلرنگ را باید بلافاصله پس از خشک شدن و قهوه ای شدن برگ‌ها و نیز خشک شدن و سخت شدن دانه های وسط طبق انجام داد. با اینکه ریزش خودبخودی دانه کم است و خوابیدگی اتفاق نمی‌افتد ولی خشک شدن بیش از حد بوته ممکن است موجب ریزش دانه در موقع برداشت گردد. محصول را در سطوح کوچک با داس برداشت می‌کنند و دانه ها را با خرمن کوب جدا می‌سازند. در سطح وسیع جمع آوری بذر با ماشین انجام می‌گیرد. عملکرد بذر تحت تأثیر شرایط اقلیمی محل رویش متفاوت و بین 1/1 تا 6/2 تن در هکتار می‌باشد.

مواد مؤثره گیاه در گل‌های آن وجود دارند. وقتی گلچه های لوله های کاملاً باز شود حاوی حداکثر مقدار ماده مؤثر خواهند بود. گلچه ها در این مرحله قرمز رنگ می‌باشند گل دهی معمولاً 2- 1/5 ماه به طول می‌انجامد. چون گل ها همه در یک زمان نمی‌رسند. زمان کافی برای برداشت آنها وجود خواهد داشت به طوری که هر سه تا چهار روز گل‌های کاملاً رسیده را برداشت می‌کنند. برداشت گل‌ها با دست صورت می‌گیرد که باید سریعاً خشک نمود. برای خشک کردن آنها را در سایه و در صورت زیاد بودن با خشک کن‌های الکتریکی در دمای 50 تا 60 درجه سانتی گراد خشک می‌کنند. عملکرد گل تازه بین 600-700 کیلوگرم در هکتار می‌باشد که از آن 120-150 کیلوگرم گل خشک تولید می‌شود. پس از جمع آوری گل‌ها، میوه ها (دانه ها) باقی می‌مانند. پس از این که 75% کل میوه ها رسیدند آنها را برداشت می‌نمایند (ناصری، 1370؛ زینلی، 1378 و آلیاری و همکاران، 1379).



## 2-2- نیتروژن

### 2-2-1- گیاهان زراعی و تغذیه عناصر معدنی

توسعه اقتصادی جامعه نوین بستگی به گیاهان زراعی دارد، زیرا به طور مستقیم یا غیر مستقیم برای مصرف انسان مورد نیاز می‌باشند. یکی از مهمترین راه‌های دستیابی به عملکرد بالاتر، تأمین مقادیر کافی عناصر معدنی برای گیاهان زراعی است. تغذیه عناصر معدنی شامل تأمین، جذب و مصرف عناصر غذایی ضروری برای رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. گیاهان، حاوی بیش از 90 عنصرند، ولی فقط 16 عنصر برای گیاه بسیار ضروری هستند (اپستین، 1972 و فاجریا، 1984). عناصر ضروری، بر اساس نیاز کمی گیاهان به دو گروه تقسیم می‌شوند. دسته‌ای که گیاه نیاز بیشتری به آن داشته و به عنوان عناصر پر مصرف در نظر گرفته شده و دسته‌ای که گیاه به آن‌ها نیاز کمتری داشته و در طبقه بندی، جزء عناصر غذایی کم مصرف قرار می‌گیرند. عناصر پر مصرف، شامل کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد می‌باشند. در گروه عناصر غذایی کم مصرف، آهن، منگنز، بر، روی، مس، مولیبدن و کلر قرار گرفته‌اند. سدیم، سیلیس و کبالت برای بعضی گیاهان مفیدند، ولی در مجموعه عناصر غذایی ضروری برای اکثر گیاهان زراعی قرار ندارند (منزل و کیرکبای، 1978). همان‌طور که در جدول 2-3 دیده می‌شود، عناصر غذایی پر مصرف نقش عمده‌ای در ساختمان گیاه دارند، در صورتی که عناصر غذایی کم مصرف در فرآیندهای آنزیمی شرکت دارند. عناصر غذایی برای حفظ فرآیندهای فیزیولوژیکی کنترل کننده رشد و تکامل ضروری هستند. بنابراین درک اصول تغذیه گیاهان زراعی بخش مهمی از تولید محصولات زراعی و باغی است.

جهت تولید موفقیت آمیز محصولات کشاورزی، وجود خاک مناسب و مقدار کافی از عناصر غذایی و قابل استفاده گیاه ضروری به نظر می‌رسد (موردی، 2001). میزان تولید محصول، با میزان عرضه عناصر معدنی و گاهی آلی خاک که برای آن‌ها قابل استفاده باشد، متناسب بوده و از

دیرباز بشر به اهمیت عناصر معدنی و آلی در رشد گیاه و تولید محصول پی برده است. بعد از جنگ دوم جهانی، مهم ترین این عناصر (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، به صورت کودهای سنتزی شیمیایی با هدف افزایش تولید محصولات کشاورزی، مورد استفاده قرار گرفتند. امروزه از کودها به عنوان ابزاری برای دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. البته علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت محصولات نیز بایستی مد نظر قرار گیرد (بالوق و همکاران، 2006). کودهای شیمیایی به ویژه نیتروژن به شدت بر عملکرد بذر و عملکرد بیولوژیک مؤثر می‌باشند (موردی، 2001).

جدول 2-3- وظایف عناصر ضروری غذایی در گیاهان.

عناصر غذایی	وظایف
کربن	عنصر اصلی تشکیل دهنده کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها و نوکلئیک اسید.
اکسیژن	نقش اکسیژن مانند کربن است و در واقع در همه ترکیبات آلی موجودات زنده وجود دارد.
هیدروژن	هیدروژن نقش محوری در متابولیسم گیاه دارد. در تعادل یونی و به عنوان یک عامل احیا کننده اهمیت داشته و نقش کلیدی در روابط انرژی سلولی دارد.
نیتروژن	نیتروژن یکی از اجزای اصلی ترکیبات آلی از پروتئین تا نوکلئیک اسید است.
فسفر	نقش مرکزی فسفر در انتقال انرژی و متابولیسم پروتئین است.
پتاسیم	در تنظیم اسمزی و یونی کمک کننده بوده و وظایف آن به عنوان یک کوفاکتور یا فعال کننده برای بسیاری از آنزیم‌هایی است که در متابولیسم پروتئین و کربوهیدرات دخالت دارند.
کلسیم	کلسیم در ارتباط با تقسیم سلولی دخالت داشته و یک نقش اصلی آن در رابطه با حفاظت از غشاء است.
منیزیم	جزیی از کلروفیل است و نقش کاتالیزوری برای بسیاری از واکنش‌های آنزیمی دارد.
گوگرد	نقش گوگرد شبیه فسفر است، زیرا در رابطه با تأمین انرژی مؤثر است.
آهن	آهن یک جزء ضروری از عمل کننده آنزیم‌های آهن است که شامل سیتوکروم (حامل الکترون تنفسی) و فردوکسین می باشد. سپس در یکسری اعمال متابولیکی مثل تثبیت نیتروژن، فتو سنتز و انتقال الکترون شرکت می‌کند.
روی	از جزء ضروری چندین آنزیم، دی هیدروژناز، پروتئین ناز و پپتیداز بوده و همچنین در ترکیب ساختمانی کربونیک آنهیدرو، الکل دی هیدروژناز، گلوتامیک دی هیدروژناز و مالیک دی هیدروژناز وجود دارد.
منگنز	منگنز در تکمیل سیستم اکسیژنی عمل فتوسنتز شرکت دارد و جزئی از آنزیم آمیناز و فسفو ترانسفراز است.
مس	جزیی از تعدادی آنزیم‌های مهم است. مثل سیتوکروم اکسیداز، اسکوربیک اسید، اکسیداز و لاکتاز.
بر	عمل بیوشیمیایی خاص بر شناخته شده نیست ولی ممکن است در متابولیسم کربوهیدرات و سنتز اجزای دیواره سلولی شرکت کند.
مولیبدن	برای اسیمیلایون نیتروژن گیاه مورد نیاز است. این عنصر یک جزء ضروری آنزیم‌های تثبیت نیتروژن، مانند نیترات ریدکتاز و نیتروژناز است.
کلر	برای فتوسنتز ضروری است و به عنوان یک فعال کننده آنزیم در رابطه با پخش و تجزیه آب در گیاه است. این عنصر همچنین در تنظیم فشار اسمزی برای رشد گیاه در خاک‌های شور مؤثر است.

منبع: اورتلی (1979)، تینگ (1982) و استیونسون (1986).

## 2-2-2- کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی

تاریخ کشاورزی نشان می‌دهد که بشر برای دستیابی به تولید بیشتر، از ابتدای کار به کاربرد موادی (کود) که تولید را افزایش دهد، روی آورده است. به مرور زمان همراه با پیشرفت علوم تکنولوژی، نیاز به تقویت خاک و عناصر غذایی احساس شد و در این رابطه کودهای شیمیایی وارد عرصه کشاورزی گردیدند، به گونه ای که امروزه بدون استفاده از انواع کودهای آلی یا بیولوژیک و معدنی یا شیمیایی، کشاورزی دارای توجیه اقتصادی مثبت نخواهد بود. تولید این نوع کودها در کشاورزی و ازدیاد تولید محصولات زراعی، انقلابی را به وجود آورد. طی مرور زمان تولید این کودها رو به فزونی گذاشته است. در کشور ما استفاده از کودهای شیمیایی از سال 1325 در دستور کار کشاورزان و دست اندرکاران بخش کشاورزی قرار گرفته است که با توجه به رشد شهرنشینی و کاهش جمعیت روستائینی و فعال در بخش کشاورزی و یا به عبارت دیگر کاهش سطح زیر کشت، استفاده از کود سالانه 100 درصد افزایش یافته است. به گونه ای که در حال حاضر میزان کود مصرفی سالانه به  $5/3$  میلیون تن رسیده است که در مقایسه با میزان کود مصرفی در سال 1325 تقریباً مصرف 250 برابر شده است که از این میزان بیشترین سهم را کودهای معدنی و شیمیایی به خود اختصاص داده اند.

به عنوان یک تعریف می‌توان گفت: هر نوع موادی که جهت تقویت خاک و بالا بردن حاصلخیزی آن چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی موجب افزایش عملکرد محصول می‌شود، کود گفته می‌شود.

## 2-2-3- نیتروژن در گیاهان

از عناصر اصلی مورد نیاز، نیتروژن است که اثر عمده ای در رشد و نمو گیاهان دارد. نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی در تولید گیاهان زراعی بوده که مقدار آن در گیاه بعد از کربن و هیدروژن بیش از سایر عناصر غذایی است (ملکوتی و همکاران، 1378). منبع اصلی نیتروژن که به

وسيله گیاهان استفاده می‌شود گاز  $N_2$  است که 78 % هوا را تشکیل می‌دهد. به دلیل سیکل‌های پیچیده نیتروژن در محیط گیاه، مدیریت نیتروژن کار مشکلی است. کمبود عرضه آن در خاک بیش از عناصر دیگر و به وسیله انسان قابل تنظیم است. این عنصر یکی از اجزای تشکیل دهنده آمینواسیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدهاست و نقش عمده ای در فیزیولوژی گیاه دارد. رشد برگ‌ها به وسیله نیتروژن کنترل می‌شود. اندازه برگ و دوام آن با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی افزایش می‌یابد، از این رو در بیشتر گیاهان زراعی محصول تحت تأثیر مقدار نیتروژن است. در غلات، برای پنجه زنی اهمیت داشته، تعداد دانه را افزایش می‌دهد و همچنین موجب افزایش وزن دانه می‌شود. نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ‌ها اثر می‌گذارد. این عنصر نقش اساسی در باروری گیاهان ایفا می‌کند زیرا یک ترکیب اصلی در اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل می‌باشد. به علاوه نیتروژن نقش ویژه ای در استقرار گیاه و کسب توانایی‌های فتوسنتزی و فیزیولوژیکی متعدد دارد که در نهایت تاثیر مستقیمی روی عملکرد خواهد داشت (اندرسون، 1984 و بلوو و جنتری، 1992). جذب کافی نیتروژن به وسیله گیاه موجب افزایش پروتئین، درشتی میوه و اندازه دانه حبوبات می‌شود و هرچه غلظت آن در برگ‌ها افزایش یابد، شدت کربن گیری را زیاده‌تر می‌کند. زیرا نیتروژن غیر از آن که به صورت پروتئین در گیاه وجود دارد عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل یا سبزینه گیاه نیز می‌باشد که عامل اصلی در کربن گیری است (حاجی زاده، 1369).

نیتروژن بیشتر از سایر مواد در تغذیه گیاه مصرف می‌شود و همواره بایستی در دوره رشد گیاه به صورت تدریجی مصرف شود. مقداری از آن قبل از کشت برای شروع رشد گیاه و بقیه تا حد مجاز در طول دوره بهره برداری استفاده می‌شود. بنابراین نیاز گیاهان به کودهای نیتروژن دار زیاد است. مصرف نیتروژن از مرحله جوانه زنی آغاز و در گلدهی و میوه دهی به اوج خود می‌رسد. وظیفه اصلی نیتروژن تکثیر سلولی، افزایش طول سلول و تمایز سلول است. با تأمین نیتروژن کافی گیاه بلندتر شده شاخه‌ها و برگ‌های کلروفیل بیشتری تولید نموده و سطح فتوسنتز کننده افزایش می‌یابد که نتیجه این امر، تولید بیشتر ماده خشک در گیاه می‌باشد. همچنین افزایش نیتروژن در گیاه سبب

افزایش بنزین آذنین می‌گردد که می‌تواند پیری را به تأخیر انداخته و شکل میوه را نیز تغییر دهد (صالحی، 1380). نیتروژن از جمله عناصری است که گیاهان در تمام دوره های فعالیت خود به آن نیاز دارند. کودهای نیتروژن دار از طریق توسعه اندام‌های هوایی و تولید مواد کربوهیدراتی بیشتر با افزایش سطح کربن گیری، در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌کنند. افزایش در مقدار نیتروژن خاک نه تنها بر رشد گیاه، بلکه بر الگوهای اصلی مورفولوژی گیاهی نیز تأثیر دارد (خواجه پور، 1386).

نیتروژن در خاک و گیاه پویا می‌باشد و کمبود آن در گیاه سبب تجزیه پروتئین در برگ‌های مسن و تبدیل آن به اسیدهای آمینه محلول و انتقال آن به قسمت‌های جوان تر و مریستم می‌گردد. گیاهانی که کمبود نیتروژن دارند رنگشان سبز کمرنگ یا زرد می‌شود. پس از علائم ظاهری کمبود این عنصر پدیدگی رنگ یا زردی برگ‌ها، ریزش قبل از موعد برگ‌های مسن، کوچک ماندن و رشد کم گیاه، ساقه های راست و کشیده، کم شدن شاخه ها، کوچکی گل‌ها و بالاخره افت کمی و کیفی محصول می‌باشد که معلول تجزیه کلروپلاست ناشی از تجزیه پروتئین و کاهش کلروفیل است (سالاردینی و مجتهدی، 1376). رشد ریشه نیز متأثر از این کمبود خواهد بود، ولی قسمت‌های هوایی گیاه بیشتر از ریشه تحت تاثیر قرار می‌گیرد. گیاهانی که دچار کمبود نیتروژن هستند زودتر به مرحله گلدهی و رسیدگی رسیده و نمو و رویش کمتری دارند. این پیری زودرس ممکن است مربوط به تأثیر میزان نیتروژن بر ساخته شدن سیتوکینین‌ها باشد. وقتی تغذیه نیتروژن کافی نباشد، ساخته شدن سیتوکینین‌ها کاهش می‌یابد و کاهش این هورمون سبب پیری می‌شود (حق پرست تنها، 1371). البته افزایش بیش از حد نیتروژن نیز اثرات جانبی و سویی به دنبال دارد، از جمله این که زیادی نیتروژن سبب کاهش نشاسته و ساکاروز در برگ‌ها، پوسیدگی ریشه، کاهش جذب آهن، کاهش میوه، افزایش غلظت آبسزیک اسید در برگ‌ها و گلبرگ‌ها و در نتیجه تشدید پیری و ریزش برگ‌ها و جلوگیری از انتقال یون پتاسیم به روزنه‌ها می‌شود (سالاردینی و مجتهدی، 1376). منشاء اصلی نیتروژن برای تغذیه گیاهان یون‌های نترات و آمونیوم می‌باشد، تغذیه نیتروژنی گیاهان در شرایط

طبیعی به وسیله جذب آنیون نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) و کاتیون آمونیوم ( $\text{NH}_4^+$ ) از محلول خاک صورت می-گیرد (فرزانه، 1374).

#### 2-2-4- چرخش نیتروژن در گیاه

چرخش نیتروژن در گیاه دارای سه مرحله عمده می‌باشد. اولین مرحله شامل تبدیل نیتروژن غیر آلی به ترکیبات آلی دارای نیتروژن با وزن مولکولی کم است، در گیاهان عالی این مرحله غیر قابل برگشت است. در مرحله دوم ترکیبات آلی دارای نیتروژن با وزن مولکولی کم به ترکیبات آلی دارای نیتروژن با وزن مولکولی زیاد تبدیل می‌شود، مولکول این ترکیبات شامل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد. ترکیبات آلی دارای نیتروژن با وزن کم به ویژه اسیدهای آمینه، از اجزاء ساختمانی در این واکنش‌ها به شمار می‌روند. مرحله سوم شامل تجزیه مولکول‌های درشت دارای نیتروژن بر اثر آنزیم‌های آبکافتی است، هر سه جزء تحت تاثیر تغذیه گیاه به ویژه میزان نیتروژن قرار می‌گیرند، افزایش سطح تغذیه نیتروژن منجر به افزایش هر سه جزء می‌شوند، ولی سطح این افزایش میان اجزای مزبور متفاوت است. مشاهدات زیادی نشان می‌دهد که با افزایش کاربرد نیتروژن کودی مقدار ترکیبات آمینه حل شونده (اسیدهای آمینه آزاد، آمین‌ها و آمیدها) به طور قابل ملاحظه ای افزایش می‌یابد، ولی مقدار پروتئین‌ها تا اندازه ای محدود می‌شود. عده ای هم معتقدند که پروتئین ذخیره ای بافت‌ها ممکن است تحت تاثیر میزان نیتروژن قرار گیرند (سالاردینی و مجتهدی، 1376؛ گسوامی و ویلکوکس، 1996؛ گرین وود و همکاران، 1965؛ موخویادهیا و سن، 1997 و پترسون، 1973).

#### 2-2-5- نیتروژن آلی خاک

نیتروژن آلی خاک شامل پروتئین‌ها (20 تا 40 درصد)، قندهای آمینه شامل هگزا آمین‌ها (5 تا 10 درصد) مشتقات پورین و پریمیدین (1 درصد یا کمتر) و ترکیبات پیچیده ناشناخته که به وسیله واکنش آمین‌ها تشکیل شده اند، می‌باشد. بخشی از نیتروژن آلی نیز به صورت ترکیبات رس-

هوموس است که در برابر تجزیه مقاومند، فقط جزء کوچکی از نیتروژن غیر قابل استفاده برای رشد گیاهان زراعی قابل دسترس می شود (معز اردلان و ثواقبی فیروز آبادی، 1388).

## 2-2-6- فرم‌های قابل استفاده نیتروژن

با وجودی که در حدود 13355 تن نیتروژن در هوای بالای هر هکتار زمین وجود دارد، به دلیل این که گاز نیتروژن یک ترکیب شیمیایی پایدار است گیاه نمی‌تواند آن را به عنوان ماده غذایی استفاده نماید. گیاهان هر دو فرم نیتروژن خاک شامل آمونیوم ( $\text{NH}_4$ ) و نیترات ( $\text{NO}_3$ ) را به آسانی کسب و مصرف می نمایند. بنابراین دیگر فرم‌های نیتروژن چه از طریق طبیعی یا مصنوعی باید تبدیل به دو ترکیب ذکر شده شوند. مولکول‌های آمونیوم حامل یک بار الکتریکی مثبت هستند و در خاک به وسیله رس و مواد آلی جذب می‌شوند و به عنوان کاتیون‌ها از طریق تبادل یون هیدروژن و دریافت یک مولکول با بار مثبت در خاک جذب گیاه می‌گردد. در واقع می توان بیان نمود فرم آمونیومی نیتروژن کاتیون بوده که در خاک غیر متحرک است ولی فرم نیتروژنی نیتراتی به شکل آنیون بوده و در خاک قابلیت تحرک دارد. این دو فرم جذبی یون‌های مختلفی در ترکیبات خود دارند که می‌توانند روی pH خاک اثر بگذارند. یون آمونیوم موجب اسیدی شدن محیط اطراف ریشه شده در حالی که نیترات سبب قلیایی شدن محیط اطراف ریشه می شود. لذا در جذب عناصر دیگر توسط ریشه تأثیر می‌گذارند (ملکوتی و ریاضی همدانی، 1370).

## 2-2-7- منابع تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه

### 2-2-7-1- منابع طبیعی و آلی نیتروژن

قسمت عمده نیتروژن در خاک سطحی به فرم آلی وجود دارد، شکل‌های غیر آلی نیتروژن معمولاً برای گیاه قابل جذب است، در حالی که شکل آلی تا موقعی که معدنی نشود قابل جذب نیست. در مزارعی که کودهای شیمیایی مصرف نمی‌شود، گیاهان غیر لگوم، نیتروژن مورد نیازشان را از طریق معدنی شدن نیتروژن آلی خاک به دست می‌آورند. تعدادی از گیاهان خود تأمین کننده

نیتروژن مصرفی خودشان هستند. اگر گیاه لگوم به وسیله باکتری‌های رایزوبیوم کلونیزه گردد، بر روی ریشه‌ها گره‌هایی شکل می‌گیرد. درون این گره‌ها روابط همزیستی بین باکتری و گیاه میزبان توسعه می‌یابد. باکتری، قند تولیدی گیاه را به عنوان منبع انرژی در تثبیت نیتروژن گازی را به فرم قابل استفاده گیاه تبدیل کرده و گیاه از آن استفاده می‌نماید. دیگر گیاهان شامل گراس‌های زراعی از جمله ذرت، سورگوم و محصولات زراعی پهن برگ غیر لگوم امکان کلونیزه شدن توسط باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن را ندارند و باید نیتروژن مورد نیاز را از خاک جذب نمایند. علاوه بر تثبیت نیتروژن منابع طبیعی دیگری از جمله مینرالیزاسیون مواد آلی و نیتروژن رها شده از بقایای گیاهی تجزیه شده در خاک نیز در تأمین نیتروژن مشارکت می‌نمایند. فضولات حیوانی و پرندگان از منابع طبیعی خوب نیتروژن هستند که در دوران طولانی گذشته به عنوان منابع تأمین نیتروژن به کار رفته‌اند. بقایای گیاهی و جانوری کمپوست شده، ورمی کمپوست، پودر خون، کود سبز گیاهان لگوم و فضولات حیوانی امروزه نیز خصوصاً در تولید محصولات ارگانیک کارایی دارند. گیاهان قادرند آمونیم آزاد شده از مواد آلی را جذب نمایند به این عمل نیتریفیکاسیون می‌گویند (سالاردینی، 1366).

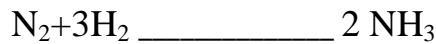
بخش کوچکی از منابع نیتروژن نیز به وسیله بارندگی و تشکیل اسید نیتریک  $\text{HNO}_3$  وارد چرخه تولید می‌شود که در خاک مرطوب به هیدروژن و یون نترات تبدیل می‌شود. در حالی که همه این منابع به طور معنی داری در سطح نیتروژن خاک مشارکت می‌نمایند. ولی در سیستم‌های کشاورزی متعارف برای کسب عملکرد بالا به کارگیری نیتروژن مازاد و از طریق مصرف کودهای صنعتی امری ضروری است (مصیبی، 1387).

## 2-7-2-2- کودهای شیمیایی نیتروژنه

کودهای شیمیایی در کارخانجات کود سازی تهیه می‌شوند. اساس تولید کودهای شیمیایی واکنش زیر است. نخستین گام در ساختن کودهای نیتروژنه تولید آمونیاک با استفاده از گازمتان و



نیتروژن هوا طبق فرآیند شیمیایی هابر بوش است. آمونیاک گازی شکل دارای 82% نیتروژن بوده و رعایت احتیاط های اولیه هنگام تزریق آن در خاک الزامی می باشد.



$\text{N}_2$  از هوا و  $\text{H}_2$  از گاز متان و  $\text{CH}_4$  تأمین می شود. یعنی  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2$  در حضور دما و فشار کاتالیزور مناسب تبدیل به دو  $\text{NH}_3$  (مولکول) می شود.

آمونیاک میل ترکیبی شدیدی با آب دارد. از این رو برای موجودات زنده خاک سمی بوده و سبب خشک شدن بافت هایی که با آن تماس حاصل کنند، می گردد. معمولاً تلفات ناشی از تصعید آمونیاک از سطح کشتزارها با افزایش دما و تبخیر آب از خاک قابل توجه می شود. برای کاهش این گونه ضایعات بهتر است کودهای نیتروژنی را از طریق پخش و مخلوط کردن در عمق چند سانتیمتری به خاک افزود. آمونیاک ماده حساسی برای تهیه انواع کودهای نیتروژنی بوده و کودهای مختلف از ترکیب آن با موادی نظیر کربن دی اکسید، اسیدسولفوریک و اسیدنیتریک به دست می آید. کودهای نیتروژنی به سه گروه آمونیاکی و نیتراتی و کند جذب تقسیم می شوند. که مهمترین آنها برای خاک های مناطق خشک و نیمه خشک، اوره، سولفات آمونیم و نیترات پتاسیم و همچنین کودهای دیگر مثل دی و منو آمونیوم فسفات و غیره نیز می توان نام برد (ملکوتی و نفیسی، 1376).

#### 2-2-7-2-1- کود اوره<sup>1</sup>

یکی از کودهای مصرفی، کود اوره است. کود اوره که به کود شکرکی نیز معروف است در سطح جهان از پر مصرف ترین و ارزان ترین کودهای شیمیایی نیتروژنی است، ولی خاصیت اسید زایی چندانی ندارد. این کود 46% نیتروژن دارد و حلالیت آن در آب خیلی خوب است و به همین دلیل در خاک برای تهیه محلول های کودی و محلول پاشی روی گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. بیش از 90% نیتروژنی که در مزارع ایران مصرف می شود به صورت اوره می باشد. اوره به صورت دانه های کوچک و

---

1-  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

سفید رنگ عرضه می‌شود. این کود بر خلاف نیترات آمونیوم خورنده و جاذب الرطوبه نبوده و به راحتی با فسفات و پتاسیم به ویژه در شکل دانه ای قابل اختلاط است. این کود به علت استفاده از آن در برگ پاشی بر دیگر کودهای نیتروژنی برتری دارد. زیادی مصرف کودهای شیمیایی از جمله اوره، پاره ای از خواص فیزیکی خاک را نامطلوب کرده، نسبت به C:N خاک را بر هم زده و عملیات کشاورزی را در آن‌ها با مشکل مواجه می‌سازد (کلیج و هوگمد، 1993).

#### 2-2-8- علل کاهش کارایی مصرف کودهای نیتروژنه

نیتروژن مورد نیاز گیاه تحت تأثیر چند عامل قرار می‌گیرد. نیتروژن در خاک به شکل‌های آلی و غیر آلی وجود دارد و فعالیت باکتری‌های خاک در چرخه نیتروژن وضعیت همواره متغیری به وجود می‌آورد. خاک‌های اسیدی و قلیایی، رشد سریع گیاه، کم بودن مواد آلی خاک و زمانی که آبیاری بیش از حد صورت پذیرد، بخش اعظمی از نیتروژن موجود در خاک (به ویژه خاک‌های شنی یا سبک) آبشویی شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. مقداری از نیتروژن به شکل گاز وارد اتمسفر می‌شود و از دست می‌رود. مواقعی که رطوبت خاک بالا و دما پایین باشد، گیاه مقدار نیتروژن کمتری از خاک برداشت و علائم کمبود نیتروژن رخ می‌دهد. کاهش کارایی مصرف نیتروژن به دلیل خروج نیتروژن از دسترس گیاه زراعی اثرات سوپی روی عملکرد گیاهان زراعی دارد. به طور کلی کودهای نیتروژنه پس از مصرف در خاک، ماندگاری خوبی نداشته و به سادگی از بین می‌روند. عواملی که سبب اتلاف این عنصر می‌شوند شامل موارد زیر می‌باشد:

#### 2-2-8-1- شستشوی نیتروژن توسط آب<sup>1</sup>

مقداری از آن از طریق آبشویی با آب زهکشی از دسترس خارج می‌شود. در این حالت نیترات آماده جذب توسط آب به نقاط غیر قابل دسترسی ریشه منتقل می‌شود. هنگامی که خاک بیش از ظرفیت نگهداری آب دارد، صورت می‌گیرد. چنانچه آب در نیم رخ خاک جابه جا شود نیترات را جذب

خود کرده و آن را جابجا می‌نماید و این در حالی است که آبشویی در فرم آمونیومی حداقل است (کوچکی و همکاران، 1376).

#### 2-2-8-2- دنیتریفیکاسیون<sup>1</sup>

نیتروژن موجود در خاک توسط بعضی از باکتری‌ها به صورت نیتروژن آزاد در می‌آید که به این عمل دنیتریفیکاسیون گفته می‌شود. عمل دنیتریفیکاسیون غیر هوازی است، بنابراین در خاک‌های فاقد تهویه این عمل با شدت بیشتری صورت می‌گیرد. این ارگانیس‌م‌ها، نیترات را از طریق یک رشته مراحل واسط به گاز نیتروژن تبدیل می‌نمایند:



دو فرم انتهایی برای گیاه قابل استفاده نیستند. گاز نیتروژن خاک اشباع را ترک کرده و به اتمسفر بر می‌گردد. برخی تحقیقات میزان این تبدیل را تا زمانی که خاک اشباع است 4 تا 5 درصد نیترات خاک بیان کرده اند. دنیتریفیکاسیون هنگامی رخ می‌دهد که منبع نیتروژن به فرم گازهای آمونیاکی شکسته شود و رطوبت کمی برای جذب آن‌ها موجود باشد (مصیبی، 1387).

#### 2-2-8-3- تصعید<sup>2</sup>

از مهمترین دلایل کاهش کارایی مصرف نیتروژن خروج نیتروژن در اثر پدیده تصعید می‌باشد که در اثر آن آمونیوم به گاز آمونیاک تبدیل می‌شود (اوبرل و باندی، 1978). پدیده تصعید غالباً در اثر کاربرد سطحی کودهای آمونیومی مشاهده می‌گردد (ترمان، 1979)، که در خاک‌هایی با pH بالا و آب و هوای گرم، آلومینیوم به آمونیاک گازی تبدیل و از محیط خارج می‌شود. هارگرو و کیسل (1979) گزارش کردند که تصعید در اوره می‌تواند موجب خروج 2 تا 72 درصد نیتروژن موجود در اوره گردد. میزان تصعید به رطوبت، دما و اسیدیته سطحی خاک وابسته است. اگر سطح خاک مرطوب باشد، آب بخار شده و آمونیاک رها شده از اوره را در خود جمع کرده و با ورود به اتمسفر، نیتروژن از

---

1- Denitrification

2- Surface volatilization

دست خواهد رفت. در خاک خشک تلفات اوره حداقل است. دمای بالای 10 درجه سانتیگراد و اسیدیته بیشتر از 6/5 میزان تبدیل اوره به گاز آمونیاک را به طور معنی دار افزایش می دهد. برای توقف تصعید اوره به آمونیاک باید آن را با خاک تماس داد. کاربرد کودهایی از نوع اوره هنگامی که هوا سردتر است، طی تلفات نیتروژنی به نیترات تبدیل می شود و بنابراین حداقل تلفات را از آبشویی و دنیتریفیکاسیون خواهد داشت. این ماده باید به داخل خاک تزریق شود و بنابراین تلفات تصعید کاهش می یابد (ملکوئی و نفیسی، 1376).

نظر به این که مصرف نیتروژن به وسیله گیاه و همچنین اتلاف آن از طریق آب شویی و تصعید، بیش تر از مقداری است که از منابع طبیعی تثبیت آن به دست می آید، برای تهیه نیتروژن مورد نیاز گیاه، استفاده از کودهای نیتروژنه ضروری است. پیامد استفاده به جا و به هنگام از نیتروژن نه تنها ایجاد درآمد بیش تر است، بلکه از تجمع زیاد آن در نیم رخ خاک نیز جلوگیری کرده و تلفات آب شویی به کم ترین اندازه ممکن می رسد.

#### 2-2-9- علایم کمبود نیتروژن در گیاهان

علائم کمبود نیتروژن یکی از واضح ترین علایم کمبود در گیاهان می باشد. شاخ و برگ گیاهان جوان به رنگ سبز متمایل به زرد در آمده و رشد آن ها متوقف می گردد. در گیاهان مسن تر، زردی و سوختگی در برگ های پایین تر که معمولاً از نوک و کناره برگ ها شروع شده، دیده می شود. در ادامه کمبود نیتروژن خوشه ها کوچک شده و پروتئین دانه معمولاً کم است (خواجه پور، 1388).

#### 2-2-10- مروری بر پژوهش های انجام شده در رابطه با پاسخ گیاهان به کودهای نیتروژنه

استفاده از کودهای شیمیایی شروع کننده به طور معمول سبب بهبود جذب عناصر غذایی و رشد اولیه بهتر ذرت می شود. جالب این است که این تأثیر مثبت حتی در زمان هایی که آزمون خاک

مقادیر بالایی از فسفر و پتاسیم را در خاک نشان می‌دهد نیز به اثبات رسیده است (برمودز و مالارینو، 2004). بعضی از محققان اظهار داشته اند که کنگد در برابر مصرف کودهای شیمیایی واکنش چندانی نشان نمی‌دهد. این موضوع به علت کودپذیری کم ارقام محلی می‌باشد که با شرایط محلی سازگاری یافته اند. به طوری که افزایش مصرف کودهای نیتروژنه در ارقام اصلاح شده اغلب سبب افزایش عملکرد دانه شده است (مورثی و همکاران، 1998).

نتایج مطالعه عبدالرحمن (2008) روی کنگد بیانگر آن بود که با کاربرد 44 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار شاهد (بدون استفاده از نیتروژن)، افزایش معنی داری در عملکرد حاصل می‌شود که این افزایش مربوط به تأثیر مثبت و معنی دار نیتروژن در اجزای عملکرد بوده است. دیگر مطالعات نیز نشان داده که اضافه کردن نیتروژن به خاک افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و در نهایت افزایش میزان رشد و عملکرد دانه کنگد را موجب شده است (گارگ و همکاران 2005).

کریشناپا و همکاران (1994) طی آزمایشی اثر عناصر کم مصرف و پر مصرف N, P, Zn, Mn را روی گیاه بادام زمینی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که این عناصر سبب افزایش معنی داری در مقدار روغن دانه گردیدند. ویشوانات و همکاران (2006) نیز بیان کردند زمانی که سه ماده مغذی اصلی یعنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین گوگرد به مقدار کافی در اختیار گیاه گلرنگ قرار دارند می‌توان شاهد بازده بالا و کیفیت بالای روغن آن بود. پاوار و همکاران (1993) مشاهده کردند که کاربرد نیتروژن سبب افزایش معنی دار محتوای پروتئین بذر کنگد شده و از سوی دیگر سبب کاهش معنی دار درصد روغن کنگد گردیده است. البته گزارشاتی نیز مبنی بر کاهش پروتئین دانه در مقادیر زیاد مصرف نیتروژن وجود دارد. در این گزارشات دلیل کاهش را چنین بیان نموده اند که در مقادیر بالای کود نیتروژن بخش قابل توجهی از کل محتوای نیتروژن به جای تبدیل به اسیدهای آمینه یا پروتئین های دانه، به صورت یون‌های نیترات در گیاه تجمع می‌یابد (امام و نیک نژاد، 1372).

کیفیت دانه گندم زمستانه با محلول پاشی نیتروژن در مرحله سنبله دهی، گلدهی، اوایل مرحله خمیری شدن بهبود می‌یابد (پسرکلی، 1995 و تومار، 1998). نتایج به دست آمده توسط محققین حاکی از آن است که نیتروژن موجب افزایش تعداد گلچه در سنبله می‌شود به شرطی که این ماده غذایی قبل از ظهور سنبله به گیاه داده شود (مؤدب شبستری و مجتهدی، 1369). آزمایشات به عمل آمده در این مورد نشان می‌دهد که محلول پاشی کود اوره موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (شاه و سعید، 1989). در بسیاری از منابع علمی (گودینگ و دیویس، 1992 و زیگلو، 1992) گزارش شده است که درصد پروتئین دانه گندم با افزایش مصرف مقدار کود اوره افزایش می‌یابد و درصد پروتئین دانه به مقدار نیتروژن مصرفی بستگی دارد.

محلول پاشی کود اوره در زمان ظهور سنبله گندم موجب افزایش تعداد دانه در سنبله و کمبود نیتروژن در زمان تلقیح گل‌ها موجب عدم دانه بندی می‌شود (استین و همکاران، 1969). شواهد موجود نشان می‌دهد که مصرف نیتروژن در زمان ظهور سنبله گندم سبب ساخت بیشتر مواد فتوسنتزی شده و از این رو موجب افزایش شاخص برداشت شد و نتایج تحقیقات در این مورد مؤید این امر می‌باشد (سراندون و گیانبلی، 1990).

آزمایش‌های انجام شده در مورد دوام سطح برگ نشان داد که دوام سطح برگ و شاخص سطح برگ در اثر کمبود نیتروژن، بیش از موعد کاهش می‌یابد و با خارج شدن نیتروژن از برگ پیری تسریع می‌شود (گودینگ و دیویس، 1992). بررسی‌ها در این مورد نشان داد که دوام سطح برگ بعد از گلدهی یک عامل مهم در تولید دانه گندم می‌باشد و با مصرف کود در آخر فصل این دوام افزایش می‌یابد. در صورت عدم تامین نیتروژن کافی در مراحل قبل از ظهور سنبله و با خارج شدن نیتروژن برگ به اندام زایشی در حال رشد دوام سطح برگ کاهش می‌یابد (گودینگ و دیویس، 1992). نتایج به دست آمده از آزمایشی نشان داد که گندم در تمام مراحل رشد خود به نیتروژن نیاز دارد و نرسیدن نیتروژن به اندازه کافی در هر یک از مراحل رشد بر روی عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و کیفیت دانه

تأثیر نامطلوب می‌گذارد (قرنجیک، 1386). لو و آی‌هوا (2000) در آزمایشی با سه تیمار رقم برنج ایندیکا و سه سطح 150، 225 و 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان دادند که بین سه برگ بالایی، تأثیر میزان نیتروژن روی برگ‌های دومی و سومی نسبت به برگ بالایی بیشتر بود. شاخص سطح کلی هر دو برگ با میزان 300 کیلوگرم نیتروژن نسبت به مقادیر دیگر کود قبل از رسیدن بزرگ تر بود. در خلال دوره باردهی، وزن خشک و ترکیبات کلروفیل با افزایش میزان نیتروژن افزایش یافت (لو و آی‌هوا، 2000).

اکتم و همکاران (2010) در آزمایشی با اعمال سطوح مختلف نیتروژن شامل 0، 160، 200، 240، 280، 320 و 360 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بر روی ذرت شیرین، دریافتند که تأثیر نیتروژن بر عملکرد بلال تر معنی دار می‌باشد و عملکرد از سطح صفر تا 320 کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش نشان داد و در سطح 360 کیلوگرم در هکتار کاهش نشان داد. در آزمایشی دیگر اکتم (2005) دریافت که استفاده از کود نیتروژنه از سطح 150 تا 300 کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد بلال ذرت گردید، ولی در سطح 350 کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد کاهش یافت. استفاده از کودهای نیتروژنه در افزایش میزان پروتئین دانه ذرت نیز تأثیر دارد. مصرف بیش از حد این نوع کود می‌تواند سبب دیررسی، نازک و بلندتر شدن ساقه گیاه و همچنین مصرف زیاد آب شود. کمبود نیتروژن هم، سبب کوچک و ضعیف شدن بوته‌ها و زردی برگ‌ها می‌شود (شاپیرو و ورتمن، 2006).

طبق گزارش وجید و همکاران (2007) افزایش نیتروژن از 150 تا 250 کیلوگرم در هکتار بر صفاتی مثل ارتفاع بوته، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت تأثیر معنی داری داشت. همچنین کاراسو و همکاران (2009) تأثیر معنی دار نیتروژن از سطح صفر تا 450 کیلوگرم در هکتار را بر عملکرد علوفه خشک و تر و تأثیر افزایشی و غیرمعنی دار نیتروژن را بر ارتفاع و قطر ساقه در ذرت گزارش دادند.

افزایش تعداد چتر در بوته زیره سبز ناشی از افزایش مصرف کودهای نیتروژن در نتایج آزمایش فتوت (1371) ذکر شده است، هر چند تعدادی دیگر از بررسی‌ها حاکی از بی تأثیر بودن مصرف کودهای نیتروژنه بر تعداد دانه در چتر است (ناصری پوریزدی، 1370؛ احترامیان، 1380 و هورنوک، 1992). بررسی اثرات سه عنصر نیتروژن، بور و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه گلرنگ نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن درصد پروتئین افزایش و درصد روغن دانه کاهش می‌یابد (شریعتی نیا و همکاران، 1385).

## 2-2-11- معایب و مضرات مصرف کودهای شیمیایی (نیتروژنه) در کشاورزی

علاوه بر این که این کودها سبب ازدیاد محصول می‌گردد، باید این را هم در نظر داشت که صدمات زیادی را به خاک، موجودات زنده و اکوسیستم وارد می‌نمایند. ورود کودهای شیمیایی موجب شده است که چرخه عناصر غذایی مختل و تولید کشاورزی کاملاً وابسته به مصرف کودهای شیمیایی شود که همین وابستگی به داده های خارجی، پایداری کشت بوم را به شدت کاهش می‌دهد (کامکار و مهدوی دامغانی، 1387). همچنین مصرف بیش از اندازه این کودها نه تنها کارایی تولید را کاهش می‌دهد، بلکه ورود مواد معدنی و ترکیبات زیانبار نیتروژن به آب‌های سطحی و زیرزمینی موجب آلودگی منابع آب و خاک می‌شود (کامکار و مهدوی دامغانی، 1387). در حال حاضر تداوم مصرف کودهای شیمیایی در بعضی مناطق موجب سخت شدن ساختمان مزرعه و مشکل شدن عملیات کشاورزی شده است (کرمی، 1376).

آنچه مهم است استفاده از کودهای شیمیایی علی‌رغم این که بازدهی اولیه نسبتاً خوبی را دارند، ولی متأسفانه در دراز مدت اثرات سوئی بر جا می‌گذارند و موجب سختی خاک و افزایش وزن مخصوص آن می‌گردند. از جمله معایب این کودها می‌توان به هزینه های بالای تولید، تخریب و تغییر کیفیت خاک، ورود آلودگی به زنجیره های غذایی و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی اشاره کرد. ونس (2001) گزارش کرد آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلودگی جوی، کاهش تنوع زیستی و



جلوگیری از عملکرد طبیعی اکوسیستم از دیگر اثرات منفی این کودهاست. چنانچه از نتایج و یافته های مطالعاتی و تحقیقات کاربردی بر می آید، کودهای شیمیایی ضمن آن که در سال های اولیه مصرف، افزایش محصول را در بر دارند، متأسفانه در طی چندین سال و با مصرف بی رویه آن، تغییرات، اثرات و عوارض سوء و عمده ای در کشاورزی، محیط زیست، تنوع زیستی و چرخه طبیعت در پی داشته اند. کودهای شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی از طرق مختلف وارد آب های سطحی و زیرزمینی و حتی منابع آشامیدنی شده و سلامت بشر و محیط زیست را تهدید می نماید. مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنه و فسفره منابع آبی جهان را تحت تأثیر قرار داده و منجر به فرآیند مردابی شدن در اکوسیستم های آبی می شود. ضمناً تعدادی از کودهای شیمیایی دارای نمک های مضر هستند و یا از زغال سنگ و نفت خام مشتق شده اند و در صورت استعمال زیاد این نوع کودها، موجب جمع شدن نمک ها در خاک شده و عدم تعادل شیمیایی را در خاک به وجود می آورد و استعمال بیش از حد آن ها سبب صدمه زدن به ریشه گیاه (سوزاندن ریشه) می شود. تخریب و از بین رفتن میکروارگانیسم های خاک و کرم های خاکی به وسیله این نوع کودها موجب کم شدن ماده آلی خاک و عدم توانایی خاک در نگه داری آب می شود و در نتیجه خاک سفت و سخت شده و شکاف می خورد (الفادل و همکاران، 2009 و هگد، 1998).

کاربرد نامتعادل کودهای نیتروژنه ممکن است سبب کاهش قابلیت دسترسی گیاهان به فسفر شود. همچنین استفاده مداوم از کودهای مصنوعی موجب کاهش عناصر کمیاب مانند روی، آهن، مس و منگنز خواهد شد که بر روی سلامت گیاهان، جانوران و انسان تأثیر خواهند گذاشت. کودهای شیمیایی مصرفی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه سبب تشدید خطرات جانی ناشی از افزایش اکسید ازت در اتمسفر و استراتوسفر می شود. این موضوع سبب کاهش اوزن و در نهایت افزایش درجه گرمای جهانی می شود که این پدیده به اثر گلخانه ای موسوم است و نتیجه آن عدم ثبات آب و هوا خواهد شد. مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژنه منجر به آبدار شدن بافت گیاه می شود که این عمل موجب هجوم بیشتر حشرات، قارچ ها و باکتری ها شده و گیاه را نسبت به بیماری

ها، تنش گرما، سرما و خشکی آسیب پذیر می‌کند و بر عکس کودهای ارگانیک در خاک سیستمی به وجود می‌آورند که سبب دور شدن حشرات و قارچ‌ها از گیاهان می‌شود (مرجاوی و جهاداکیبر، 2002؛ بارکر و بریسون، 2006 و قربانی و همکاران، 2006).

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (شارما، 2002b).

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در کشاورزی منجر به آلوده شدن آب و مواد غذایی مصرفی مردم و در نهایت بروز عوارض خطرناکی در آن‌ها می‌شود. در صورتی که استفاده از کودهای شیمیایی به صورت بی‌رویه باشد، وارد آب‌های زیرزمینی و در نهایت از طریق محصولات کشاورزی وارد غذای انسان‌ها می‌شود. و علاوه بر ضرر اقتصادی که به جامعه وارد می‌کند مواد غذایی مصرفی مصرف کنندگان را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیترات اضافه آن وارد آب می‌شود، آب توسط مردم مورد مصرف قرار می‌گیرد و در نهایت در بدن به ترکیبات سرطان زا تبدیل خواهد شد.

کودهای شیمیایی از عوامل اصلی حفظ حاصلخیزی خاک به شمار می‌روند، ولی کاربرد زیاد آن‌ها به همراه عملیات مدیریتی نامناسب سبب شده که مقدار ماده آلی خاک به شدت کاهش یابد و این امر روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تأثیر گذاشته و خطر فرسودگی این خاک‌ها را افزایش می‌دهد (داوری نژاد و همکاران، 1383).

از طرفی تولید هر کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژنه، مستلزم مصرف 2200 کیلوکالری انرژی است. این مقدار انرژی عموماً از منابع نفتی و در صنایع پتروشیمی تأمین می‌گردد. به طور کلی مصرف زیاد ترکیب‌های شیمیایی اهمیت فرآیندهای اکولوژیکی موجود در سیستم‌های کشاورزی را کاهش می‌دهد. مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، تجدید نظر در روش‌های

افزایش تولید محصولات، به ویژه گیاهان دارویی که به طور مستقیم با سلامت انسان در ارتباط هستند را ضروری ساخته است.

آنچه ضرورت ایجاد تغییر در نظام‌های زراعی متداول را توجیه می‌کند و حرکت به سوی سیستم های کشاورزی پایدار را تسریع می‌نماید، مشکلات زیست محیطی متعددی است که در اثر تولید و مصرف بی رویه نهاده های شیمیایی در طی چند دهه اخیر به وجود آمده است. بروز این مشکلات سبب شد که حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک مورد توجه قرار بگیرد و تحقیقات متخصصان کشاورزی متوجه این فرآیند گردد. این عوامل سبب شده است که برای تأمین نیاز غذایی گیاهان به سمت مصرف کودهای غیر شیمیایی گرایش بیشتری صورت پذیرد و تولید کودهای آلی مورد توجه جدی قرار گیرد (اسکولزو و همکاران، 1993 و ونس، 2001). لذا انتخاب کود مناسبی که بتواند جایگزین کودهای شیمیایی گردد و یا این که مصرف این نوع کودها را به حداقل برساند امری واجب و لازم می‌باشد.

## 2-3- تفکر انسان و روش‌های نوین زراعت

با افزایش روز افزون جمعیت و نیازهای فراوان آن از جمله غذا، کشاورزی به روش‌های ابتدایی و سنتی با بازدهی کم، دیگر جوابگوی این نیازها نیست. در طی سال‌های گذشته با قطع درختان جنگلی و از بین بردن مراتع، سطح زیرکشت افزایش یافت و با استفاده از تکنولوژی‌های صنعتی و روش‌های نوین کشاورزی تا حدودی توانسته بر این نیازها غلبه کند. به کارگیری روش‌های شیمیایی و مکانیکی هر چند توانست کشاورزی را رونق دهد، ولی جاذبه های منافع کوتاه مدت کشاورزی تجاری به سیستم حساس و آسیب پذیر خاک، این اجازه را نداد که بگوید: چه مدت می‌توان از این روش کشاورزی استفاده کرد؟

چگونه ممکن است که بتوانیم بدون آلوده کردن آب، خاک و هوا همیشه عملکرد زیادی از محصولات کشاورزی به دست بیاوریم؟ پاسخ این سؤال احتمالاً در کشاورزی پایدار نهفته است.

## 2-3-1- کشاورزی پایدار تولید با کیفیت، نگاه به آینده

کشاورزی پایدار در راستای توسعه پایدار کشاورزی بوده و به مجموعه ای از عملیات گفته می‌شود که با هدف کاهش مصرف نهاده های شیمیایی به اجرا در می‌آید. به این معنی یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای آلی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده های شیمیایی است (شارما، 2002b).

به طور کلی باید گفت: کشاورزی پایدار باید از نظر اکولوژیکی مناسب، از نظر اقتصادی توجیه پذیر و از نظر اجتماعی مطلوب باشد. معضل عمده کشاورزی امروز آن است که چگونه می‌توان به تولید پایدار در محصولات کشاورزی و دامی رسید. برای این کار لازم است تا در زمینه تولید غذا یک رویکرد بوم شناختی در پیش گرفته شود. کشاورزی پایدار یک سیستم تلفیقی کشاورزی بر پایه اصول اکولوژیکی است که هدف آن حفاظت از منابع آب، خاک و منابع طبیعی و در نهایت فراهم کردن امنیت غذایی همراه با افزایش کمی و کیفی آن ضمن در نظر گرفتن نیازهای نسل‌های بعدی است. تفاوت کشاورزی پایدار با کشاورزی متداول که به صورت فشرده از نهاده های کشاورزی استفاده می‌کنند، در این است که در کشاورزی پایدار بر ثبات عملکرد در طولانی مدت با حداقل تأثیر بر محیط تأکید می‌شود، در حالی که کشاورزی تجاری بر اهداف کوتاه مدت و حداکثر عملکرد متکی است. باید به این نکته توجه کرد که کشاورزی پایدار به معنی بازگشت به گذشته نیست، چرا که با استفاده از علوم جدید بیولوژی به بالاترین میزان و مناسب ترین روش تولید در کشاورزی می‌توان رسید (کوچکی و همکاران، 1376).

مطالعات انجام شده درباره گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار به دلیل تطابق با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول، بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر ماده مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌گردد

(درزی، 1386). بنابراین رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی نیز به سمت استقرار این سیستم و به کار گیری روش‌های مدیریتی آن نظیر مصرف کودهای آلی می‌باشد.

امروزه برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده‌هایی که جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند و مخاطرات زیست محیطی را کاهش دهند، ضروری به نظر می‌رسد (تهامی زرنندی و همکاران، 1389). در همین راستا، به منظور استقرار یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی در کشاورزی مطرح شده و از اهمیت بسزایی برخوردار است (شاهارونا و همکاران، 2006).

استفاده از کودهای آلی که در کشاورزی جهت بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک الزامی می‌باشد، متأسفانه در کشاورزی امروز ایران به فراموشی سپرده شده و این امر سبب کاهش نفوذپذیری خاک‌های زراعی شده که تداوم این روند سبب تخریب هرچه بیشتر ساختمان خاک، کاهش شدید در مقدار مواد آلی و صدمات جبران ناپذیری به منابع خاک در بخش کشاورزی وارد کرده است. بدون تردید کاربرد کودهای آلی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمر ثمر واقع شده و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی باشد.

در حال حاضر برای توسعه کشاورزی پایدار در طی دوره گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی پایدار، اجرای این سیستم به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی و آلی به عنوان راه کاری برای کشاورزی جایگزین جهت تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح قابل قبول می‌باشد.

## 2-4- کودهای آلی

کودهای آلی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به این علت که به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند، آلودگی کمتری را در محیط زیست

ایجاد می‌کنند. این کودها به منظور بهبود حاصل خیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می‌روند. تحقیقات نشان داده که کودهای آلی علاوه بر کاهش هزینه های اقتصادی، مشکلات عدیده کودهای شیمیایی نظیر خراب کردن ساختمان خاک، نفوذ مواد شیمیایی به آب های سطحی و آلوده کردن این آب‌ها و رسیدن این آلودگی‌ها به صورت چرخه ای به غذای حیوانات و انسان‌ها را نیز به همراه ندارد. کودهای آلی گذشته از نداشتن عوارض نامطلوب موجب افزایش هوموس خاک و نگهداری آن در سطحی مناسب می‌شوند، به عبارت دیگر به صورت غیر مستقیم هوموس تولید می‌کنند (مزینانی و سعید، 2004).

عمده ترین منابع تأمین کننده مواد آلی خاک فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب و کمپوست می‌باشند. برای افزایش مقدار ماده آلی خاک، لازم است از همه منابع آلی مانند ضایعات کشاورزی، فاضلاب و مواد زائد شهری استفاده شود، تا ضمن افزایش تولیدات زراعی، توسعه پایدار در کشاورزی ممکن شود (زائری، 1380).

توجه به محیط زیست و از آن جمله مواد زائد جامد، مسأله ای است که در سال‌های اخیر مورد توجه جهانیان قرار گرفته است. این ترکیبات، علاوه بر مواد آلی، معمولاً سرشار از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیتروژن و فسفر بوده (سینگ و آگراوال، 2008) و موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، مانند تخلخل، پایداری خاکدانه ها، جرم مخصوص ظاهری، اسیدیته، غلظت عناصر غذایی، مقدار ماده آلی و فعالیت موجودات زنده خاک می‌شوند (بونجی و یانگسنگ، 2005). مواد آلی به دلیل اثر سازنده ای که بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و حاصل خیزی خاک دارند، به عنوان یکی از ارکان باروری خاک شناخته شده اند. کاربرد مواد آلی می‌تواند نقش مؤثری را در افزایش عملکرد گیاهان ایفا نموده و به عنوان یک منبع اصلی افزایش حاصلخیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی پایدار عمل نماید (اصغرزاده و همکاران، 1384).

امروزه روش‌ها و فناوری‌های تولید کود از ضایعات آلی به طور گسترده‌ای در حال گسترش است. یکی از راه‌حل‌های بسیار مؤثر در جهت مبارزه و خنثی‌سازی اثرات نامطلوب ضایعات کشاورزی، تبدیل آن‌ها به کود می‌باشد که نه تنها موجب رهایی جوامع بشری از معضلات به وجود آمده می‌شود بلکه مزایای فراوانی را نیز به ارمغان می‌آورد که سبب حفظ منابع طبیعی موجود و به دست آمدن سودهای اقتصادی کلانی می‌شود. یکی از این کودهای مفید، کمپوست می‌باشد که می‌تواند کودی مناسب جهت جایگزینی کودهای شیمیایی باشد. کودهای آلی را می‌توان به سه گروه کودهای حیوانی، کود سبز و کمپوست تقسیم نمود.

## 2-5- کمپوست<sup>1</sup> ثروت پنهان

### 2-5-1- کمپوست چیست؟

برای کمپوست تعاریف متعددی بیان نموده‌اند:

- کمپوست از کلمه لاتین Compositus به معنای مخلوط و یا مرکب اقتباس شده است و عبارت است از تجزیه بیولوژیکی مواد آلی و تبدیل آن به هوموس قابل مصرف برای گیاهان توسط موجودات زنده نظیر حشرات، کرم خاکی و میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها و قارچ‌ها). به عبارت دیگر مواد آلی نامتجانس به وسیله میکروارگانیسم‌های مختلف در حضور رطوبت و گرما، در محیط هوازی و شرایط کنترل شده تجزیه می‌شوند و حرارتی حدود 65 الی 75 درجه سانتی‌گراد تولید می‌نمایند. کمپوست تولیدی در این فرآیند به اندازه کافی پایدار بوده و بدون آن که عوارض زیست محیطی در پی داشته باشد، قابل انبار شدن و یا مصرف کردن است. ترکیبات تولید شده در این فرآیند به آسانی برای گیاهان قابل جذب است. در حقیقت عمل کمپوست شدن روند تدریجی در طبیعت و یک شکل طبیعی از چرخه زندگی (زنجیره غذایی) است که دائماً در طبیعت رخ می‌دهد.

---

1- Compost

- کمپوست یک فرآیند بیوشیمیایی تبدیل اجزای مختلف مواد زائد آلی به هوموس نسبتاً پایدار است. موادی که می‌توانند به عنوان اصلاح کننده خاک و یا کود آلی استفاده شوند (محمدی ترکشوند، 2010). کمپوست تولید شده دارای ترکیب‌های شیمیایی متفاوتی بوده که به منابع مصرفی در آن بستگی دارد. به کمپوست "ثروتی که دیده نمی‌شود" نیز گفته شده است. کمپوست رسیده و کامل، مواد با ثباتی است محتوی "هوموس" به رنگ تیره و قهوه ای تیره که بوی خاک و زمین می‌دهد.

## 2-5-2- تاریخچه تولید کمپوست در جهان

از میان دانشمندان متعددی که در کشورهای مختلف جهان تحقیقات زیادی در زمینه کمپوست انجام دادند، نام گوتاس برای اغلب متخصصین این رشته آشناست، او از سال 1950 تا 1952 تحقیقات دامنه داری در مورد کمپوست انجام داده که قابل توجه است (عبدلی و همکاران، 1387). اولین قدم مؤثر در کمپوست کردن تجربی مواد زائد تقریباً 70 سال قبل به وسیله هوارد در هند برداشته شد. هوارد روش‌های قدیمی را به روش تهیه کمپوست بر اساس ضوابط جدید و معین درآورد، این فرآیند به فرآیند ایندور معروف است (پرورش و شاهمنصوری، 1373). پس از تغییراتی که توسط هوارد، آکاریا و دیگران روی فرآیند ایندور صورت گرفت، این فرآیند با نام فرآیند نیگلور به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفت. واندرن در آفریقای جنوبی روش ایندور را با تغییرات وسیع به اجرا در آورد، پدیده مهمی که وی انجام داد، زیر و رو کردن مواد در حال کمپوست شدن و ایجاد شرایط هوایی در توده مواد بود. با این عمل طول مدت تهیه کمپوست کوتاه گردید. از همین زمان استفاده از کمپوست به جای کود در کشاورزی مورد توجه قرار گرفت.

همزمان با ظهور کشاورزی مکانیزه و تقاضا برای درخواست تولید محصول بیشتر و افزایش میزان ضایعات کشاورزی سبب شد تا محققین راه حل منطقی تبدیل این مواد به کمپوست را ارائه



کنند. امروزه وسیع ترین عملیات تهیه کمپوست به مرحله بهره برداری رسیده است و در آمریکا نیز اولین کارخانه کمپوست در سال 1986 به ظرفیت 20 تن در روز تأسیس شده است.

در ایران استفاده از مواد زائد گیاهی و حیوانی از روزگاران گذشته برای کشاورزان و روستاییان بسیار معمول بوده است (عبدلی و همکاران، 1387). فضولات روستایی که در اصل مواد متشکله از مدفوع حیوانی و مواد زائد گیاهی است، همراه با آب و خاک و هوا، 4 اصل اساسی کشاورزی را در روستاهای ایران تشکیل می‌دهند. در استان خوزستان با اجراء طرح توسعه نیشکر و همزمان با فعالیت کارخانجات شکر، مقادیر زیادی از ملاس، فیلتر کیک و باگاس تولیدی کارخانه ها به همراه برگ و سرشاخه نیشکر می‌تواند در نتیجه فعالیت‌های میکروبی به راحتی به کمپوست تبدیل شود و به عنوان کود آلی زیست محیطی با بهره وری بسیار مطلوب مورد استفاده قرار گیرد.

#### 2-5-3- تهیه کمپوست

تهیه کمپوست یک سلسله فرآیندهای بیوشیمیایی است که طی آن میکروارگانیسم‌ها، مواد آلی زائد، بقایای گیاهی، ضایعات آشپزخانه، فضولات دامی را به کمپوست که یک ماده اصلاح کننده خاک است، تبدیل می‌کند. محصول نهایی این فرآیند یک کود آلی پوسیده و یکنواخت است که سیاه رنگ و سرشار از مواد غذایی است (عبدلی و همکاران، 1387).

#### 2-5-4- ویژگی‌ها و تبعات مصرف کمپوست

احداث کارخانجات کمپوست و استفاده از محصول آن می‌تواند تبعات مفیدی را در پی داشته باشد. به عنوان نمونه به موارد ذیل می‌توان اشاره نمود:

#### 2-5-4-1- کاهش آلودگی محیط زیست (زمین، آب و هوا)

تولید کمپوست در برگیرنده جنبه های زیست محیطی نیز می‌باشد. مصرف کودهای آلی در یک نظام کشاورزی پایدار علاوه بر تولید کمی و کیفی مطلوب در گیاهان، سلامت محیط زیست را نیز

تأمین می‌کند. کاربرد و استفاده از کمپوست در کشاورزی سبب حفظ سلامت خاک و تعادل محیط زیست می‌شود (آن رولینز، کوئینگ، 2010).

#### 2-4-5-2- کاهش حجم زباله و مواد زائد

از این طریق علاوه بر کاهش هزینه های اضافی دفع مواد و ضایعات، بهره وری بیشتر و سودمندی از آن ها خواهد شد (لالانده و همکاران، 2000 و مامو و همکاران، 1999). بنابراین تولید کمپوست می تواند به عنوان یک روش مدیریتی مناسب برای حذف مواد زائد جامد و تبدیل آن ها به موادی با ارزش محسوب شده و به عنوان ابزاری مناسب در کنترل انواع مختلف بقایا تلقی شود.

#### 2-4-5-3- جلوگیری از فرسایش خاک

یکی از مشخصات خاک در اکثر نقاط کشور ایران (خصوصاً مناطق مرکزی) عدم پایداری آن است. در این نوع زمین ها، قشر رویی خاک، یعنی قشر غنی از مواد آلی، بر اثر اکسیداسیون تجزیه شده و از بین می‌رود. خاک با از دست دادن مواد آلی خود (هوموس)، خاصیت چسبندگی اش را از دست داده و تحت اثر وزش باد، شروع به فرسایش می‌کند. ذرات ریز خاک توسط باد پراکنده شده و پس از بارندگی به حرکت در می‌آیند و به این ترتیب تمام مواد مغذی محلول در آب شسته شده، از بین می‌رود. به این پدیده فرسایش گفته می‌شود (رفاهی، 1380). کمپوست ترکیبی است که هوموس خاک را احیاء نموده و از فرسایش بی رویه خاک جلوگیری می‌کند (گالو و رابرتز، 2010). کمپوست همچنین با ماسه مخلوط می‌شود و برای زهکشی زمین به کار می‌رود. در مورد اثرات مفید کمپوست می‌توان به بهتر شدن پایداری خاکدانه های خاک، حاصلخیزی و باروری خاک های زراعی و باغی اشاره کرد. کمپوست ساختمان خاک را اصلاح می‌کند و موجب بهبود زهکشی خاک و انجام عملیات شخم در آن می‌شود. با استفاده از کمپوست، خاصیت فیزیکی ترد و منافذ عبوری هوای بسیار در خاک ایجاد می‌شود و سبب می‌گردد که اکسیژن به راحتی توسط ریشه گیاه جذب شده و نفوذپذیری خاک

افزایش می‌یابد. دلیل دیگری که کشاورزان امروزه از کمپوست استفاده می‌کنند این است که ریسک اقتصادی کمتری نسبت به کود های شیمیایی دارد (ادواردز و همکاران، 2007).

#### 2-5-4-4- قابلیت نگهداری آب در زمین

یکی دیگر از مشخصه های زمین مزروعی، قدرت نگهداری آب مورد نیاز گیاه در خاک می باشد، خصوصا خاک های رسی که در معرض شرایط جوی فصول خشک قرار می گیرند. امروزه از ترکیبات مختلفی جهت بهبود این مشخصه استفاده می شود مثلا ورمیکولیت، پرلیت و ... ولی از لحاظ اقتصادی مناسب ترین و بهترین ماده در این مورد، کود کمپوست است که علاوه بر توانایی مذکور ارزش غذایی مناسبی نیز برای خاک دارد (عبدلی و همکاران، 1387). با بررسی تأثیر کاربرد کمپوست در سطح خاک مشخص شد که کمپوست تنها بر تغذیه خاک مؤثر نبوده، بلکه موجب جلوگیری از تشکیل سله در سطح خاک و کاهش هدر رفت آب از طریق تبخیر می شود (آقاسی و همکاران، 2004 و برسو و همکاران، 2001). استفاده از کمپوست ساختار خاک را ارتقا می دهد، محتوای خاک را تقویت می کند و سبب می شود خاک مدت زمان بیشتری بتواند آب را در خود نگه دارد. این ماده آلی به دلیل داشتن بافت سبک املاح و ترکیبات ضروری مورد نیاز گیاهان مختلف، ضمن اینکه فیزیک خاک را اصلاح کرده و مناسب رشد و گسترش ریشه گیاه می کند، سبب جذب رطوبت و ایجاد شرایط بهتر اطراف ریشه می شود. یکی از بزرگ ترین منافع استفاده از کمپوست، کاهش مصرف آب مورد نیاز گیاه می باشد. استفاده از کمپوست آلی موجب نگهداری آب در خاک، افزایش حاصلخیزی خاک و جلوگیری از فرسایش خاک سطحی می شود (گالو، رابرتز، 2010). کمپوست دارای قابلیت نگهداری آب زیادی بوده و با ممانعت از شرایط خشک، نیاز آبی گیاه را کاهش داده و خاک اطراف ریشه گیاه را همواره مرطوب نگاه می دارد.

کمپوست حجم خلل و فرج خاک را افزایش داده و ساختمان آن را اصلاح می‌کند. از عوارض ناخواسته کاربرد انواع کودهای شیمیایی سخت و محکم شدن خاک‌های کشاورزی است. با به کار بردن کود کمپوست، به خاطر داشتن مواد آلی و هوموس این مشکل نیز بر طرف می‌شود. در این صورت توسعه ریشه گیاه به راحتی امکان پذیر است (عبدلی و همکاران، 1387).

وقتی کمپوست به خاک‌های سنگین و رسی اضافه می‌شود موجب سبک شدن این خاک‌ها (به دلیل کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک) و زمانی که به خاک‌های شنی اضافه شود سبب نگهداری بهتر آب در آن می‌شود. بسیاری از عناصر و مواد غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را که در خود دارد، در خاک آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهد. چون ظرفیت نگهداری عناصر در سطح آن زیاد می‌شود، بنابراین در کاهش عناصر و مواد غذایی گیاه در خاک‌های سبک و شنی بسیار مناسب و مفید است. مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک را افزایش می‌دهد و موجب می‌شود که خصوصیات فیزیکی اصلاح شود. این پدیده عکس العمل خاک نسبت به کودهای شیمیایی را بهتر می‌کند، کودهای اضافه شده را به راحتی و با جلوگیری از تلف شدن و هدر روی در اختیار گیاه قرار می‌دهد. در نتیجه عملکرد محصول را افزایش می‌دهد. بسیاری از محققان گزارش کرده اند که انواع مواد آلی مانند کمپوست، کود مزرعه و بقایای گیاهی در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و حاصلخیزی آن اثر دارند (شیندو و همکاران، 2011).

محققین در بررسی خود به اثرات کمپوست بر خواص فیزیکی خاک از جمله، هدایت هیدرولیک اشباع و غیر اشباع، ظرفیت نگهداری آب، چگالی حجمی، مجموع خلل و فرج، پراکندگی اندازه خلل و فرج، حساسیت خاک به نفوذ، توانایی تراکم و تجمع اشاره می‌کنند (آگلیدس و لوندرا، 2000). همچنین محققین مختلف در بررسی‌های خود به مساله افزایش میزان pH و هدایت الکتریکی

و ظرفیت تبدالی کاتیونی خاک در اثر افزودن کمپوست اشاره کرده اند (آقاسی و همکاران، 2004 و مارکوت و همکاران، 2001 و سینگر و همکاران، 2004). کمپوست در جلوگیری از تغییر اسیدیته خاک همانند یک بافر عمل می‌کند.

#### 2-4-5-7- کود آلی مناسب

هیچ خاکی بدون مواد آلی یا با مواد آلی خیلی کم نمی‌تواند حاصلخیز باشد و عملکرد خوبی تولید کند. استفاده از کمپوست، سبب افزایش میزان مواد آلی خاک می‌شود، چون غنی از ترکیبات هوموسی است. کمپوست هوموس و مواد آلی خاک را افزایش داده و بعضی از ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌های مورد نیاز را تأمین می‌کند که این مواد نمی‌توانند توسط کودهای شیمیایی تأمین گردند. بنابراین در خاک‌های با کمبود مواد آلی بسیار مفید و مناسب می‌باشد. تحقیقات مختلف نیز نشان می‌دهند که پسماندهای آلی از جمله کمپوست به دلیل دارا بودن مقادیر زیاد ترکیبات آلی می‌توانند نقش به‌سزایی در تأمین ماده آلی خاک و نیز کاهش زیان‌های ناشی از کمبود این مواد در خاک داشته باشند (حجتی و همکاران، 1385؛ دلگادو و همکاران، 2002 و کلادیوکو و همکاران، 1979).

کمپوست حاوی مقادیری از عناصر معدنی است که تعدادی از آن‌ها برای رشد گیاهان ضروری است. از جمله بور، روی، مس، منگنز، مولیبدن، کبالت و همچنین سایر عناصر عمده مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم. در ضمن کمپوست با متعادل کردن pH موجب سهولت جذب این عناصر می‌شود (عبدلی و همکاران، 1387). مواد ارگانیک موجود در کمپوست در حقیقت مواد غذایی میکروارگانیسم‌هایی هستند که خاک را در وضعیتی سالم و متعادل نگه می‌دارند. نیتروژن، پتاسیم و فسفر موادی هستند که در نتیجه تغذیه میکروارگانیسم‌ها از مواد آلی تولید می‌شوند و در نتیجه تنها تعداد اندکی از مواد مغذی می‌ماند که باید به خاک افزوده شود. لوندرو و روتر (1992) متوجه شدند که کمپوست اثرات بهتری نسبت به کود مزرعه و کود شیمیایی برای غنی سازی خاک از نظر کربن و نیتروژن دارد.

این کود آلی به دلیل این که مراحل تهیه کمپوست را در شرایط کنترل شده سپری کرده است، فاقد بو، هر نوع عامل بیماری زا، بذر علف‌های هرز و مواد سمی برای رشد گیاه می‌باشد. همچنین به دلیل غنی بودن این کمپوست از میکروارگانیسم‌های هتروتروف مفید با این روش نیز مانع از رشد انواع بیماری‌های گیاهی شده و به دلیل میکروارگانیسم‌های مفید حتی قادر است، عناصر غذایی موجود در خاک را نیز برای رشد گیاه قابل جذب تر کند. استفاده از کمپوست آزولا می‌تواند سبب افزایش میزان ماده آلی خاک شود و چون دارای برخی عناصر مورد نیاز گیاه می‌باشد، در طولانی مدت جایگزین کودهای شیمیایی می‌شود. نتیجه آن ایجاد کشاورزی پایدار با حفظ محیط زیست خواهد بود (فرح دهر و همکاران، 1389).

تبادلات اکسیژن، آب و مواد مغذی مورد استفاده ریشه گیاه توسط کمپوست ارتقاء می‌یابد. همچنین تبادلات کاتیون‌های خاک را افزایش داده و میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را بهبود می‌بخشد و در نهایت کاتیون‌ها در اختیار ریشه گیاهان قرار گرفته و عناصر ماکرو و میکرو درون خاک افزایش می‌یابد. بنابراین تولید کمپوست می‌تواند به عنوان یک روش مدیریتی برای کاهش مصرف کودهای معدنی و افزایش جذب عناصر کم مصرف به وسیله گیاهان تلقی شود. انجام تحقیقات مختلف در این زمینه، برخی از تأثیرات مثبت این ماده آلی را در رشد و بهبود خصوصیات کیفی گیاه نشان داده است.

## 2-5-5- اثرات کمپوست بر گیاه

مصرف کودهای آلی مانند کمپوست در یک سیستم مبتنی بر کشاورزی پایدار، ضمن حفظ سلامت محیط زیست، موجب افزایش کیفیت و پایداری عملکرد به ویژه در تولید گیاهان دارویی می‌شود (شارما، 2002a و کاپور و همکاران، 2004). مطالعات انجام شده روی گیاهان دارویی نیز گویای آن است که حداکثر عملکرد کمی و کیفی در چنین شرایطی حاصل می‌گردد (انور و همکاران، 2005 و شالان، 2005 a,b). در پژوهش لیما و همکاران (2004) استفاده از 30 تن در هکتار کمپوست در

گیاه ذرت، قطر ساقه، زیست توده ریشه و ساقه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. کمپوست دارای مقادیر بالایی از نیتروژن است که می‌تواند در تولید محصولات زراعی مفید واقع شود (برمودز و مالارینو، 2004). کاظمینی و همکاران (2008) در بررسی برهمکنش مواد آلی و نیتروژن نشان دادند که تیمار 20 تن کمپوست در هکتار همراه با افزایش نیتروژن از صفر به 40 کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه گندم را به صورت معنی داری افزایش داد، ولی در همین تیمار کمپوست افزایش نیتروژن از 40 به 80 کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری ایجاد نکرد. بنابراین حداکثر 50 درصد از نیتروژن مورد نیاز می‌تواند با کمپوست جایگزین شود.

کریمی و همکاران (1389) اثر ورمی کمپوست، کمپوست زباله شهری و کودهای شیمیایی را بر عملکرد گیاه ذرت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف کودهای آلی و NPK بر عملکرد دانه ذرت تاثیر معنی دار داشتند. بررسی اثر متقابل نشان داد که مصرف توأم کودهای آلی و شیمیایی تاثیر بیشتری نسبت به کاربرد آن‌ها به تنهایی، بر عملکرد ذرت دارد. مجموعاً به نظر می‌رسد استفاده از کمپوست، علاوه بر افزایش مواد آلی خاک، اصلاح خاک و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌تواند در افزایش عملکرد دانه ذرت نیز نقش مثبتی را ایفا نماید.

آزمایشی که توسط سیلوا و همکاران (1996) انجام شد، نشان داد که استفاده از کمپوست کود مرغ سبب افزایش رشد ذرت و علف برمودا شد. مشاهدات مزرعه ای نشان داد که بوته های ذرت در کرت‌هایی که کمپوست دریافت کرده بودند، در مقایسه با دیگر کرت‌ها بلندتر و قوی تر و دارای بلال‌هایی با طول بلندتر و دانه های درشت تر بودند. به نظر می‌رسد بوته های بلند با رشد سریع، مواد فتوسنتزی بیشتری تولید نموده و از این رو، اندازه بلال و دانه افزایش یافته و در نتیجه عملکرد دانه بیشتر شده است (زمانی بابگه‌ری و همکاران، 1389).

چریف و همکاران (2009) گزارش دادند که با کاربرد کمپوست، عملکرد دانه گندم افزایش قابل توجهی نسبت به شاهد داشت. در آزمایشی دیگر استفاده از تلقیح AM و کمپوست سبب بهبود

کیفیت میوه و تأثیر بر ترکیب بیوشیمیایی و نسبت ترکیبات مختلف در گوجه فرنگی گردید (کوپتا و همکاران، 2011). بررسی کاربرد کمپوست و کود شیمیایی در مزرعه گندم نشان داد که وزن خشک، عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده توسط گیاه با افزایش مقدار کاربرد کمپوست افزایش یافت، همچنین میزان جذب فسفر و پتاسیم بیشتر از گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی بود (بارتال و همکاران، 2004).

عبدالعزیز و همکاران (2007) با بررسی اثر کودهای شیمیایی، کمپوست، میکروارگانیزم و مخلوطی از کمپوست و میکروارگانیزم روی گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) طی دو فصل متوالی نتیجه گرفتند که گیاهان تیمار شده با مخلوط کمپوست و میکروارگانیزم دارای افزایش معنی داری در وزن تر و خشک و تعداد گل‌ها در مقایسه با کود شیمیایی بودند. همچنین بیشترین محتوی نیتروژن، فسفر و کربوهیدرات‌ها و اسانس نیز از این تیمار حاصل شد. کاربرد کمپوست در گیاه دارویی بابونه رومی سبب افزایش شاخص‌های رشدی در بوته گردید (عطیه و همکاران، 2000). بررسی‌های صورت گرفته نشان داده است که اثرات مطلوب کمپوست به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت (آرانسون و همکاران، 2004b) و همچنین تنظیم pH افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت است (عطیه و همکاران، 2002).

تأثیر کمپوست بر افزایش ارتفاع بادمجان، بامیه و گوجه فرنگی (آرانسون و همکاران، 2004b) و همیشه بهار (آرانسون و همکاران، 2004a) گزارش شده است. علت افزایش ارتفاع مربوط به تحریک تولید مواد اکسین مانند است. می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی هیومیک اسید موجود در کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌ها سبب افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه می‌شود و با افزایش نیتروژن رشد گیاه و از آن جمله ارتفاع افزایش می‌یابد (لیوک و پانک، 2005). گزارش شده که کاربرد کمپوست در مزرعه جو بهاره موجب افزایش 25 درصدی ماده



خشک گیاه شده و تعداد جوانه را در هر گیاه افزایش می‌دهد (کوک و همکاران، 1998). کمپوست تأثیر مثبتی بر رشد و ارتفاع، بیومس و وزن خشک و عملکرد ذرت و نیز جذب عناصر غذایی داشته است (یقطين و همکاران، 1388؛ اریکسن و کوال، 1999؛ پاینو و همکاران، 1996 و علی دوست، 2001). با توجه به نتایج آزمایشی که سجادی نیک و همکاران (1390) انجام دادند، مشاهده شد کاربرد کمپوست تأثیر مثبت و معنی دار بر اکثر صفات مورد ارزیابی داشت. به طوری که در بعضی از صفات مذکور (تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن)، کاربرد این کودهای آلی حتی تأثیری برابر با تأثیر نیمی از کود نیتروژن مصرفی داشتند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار بخش زیادی از نیاز نیتروژن گیاه کنگد را می‌توان با کاربرد کودهای آلی تأمین نمود.

در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار از کمپوست و کودهای آلی جهت بهبود حاصلخیزی خاک و نیز پیشگیری و کنترل آفات و امراض گیاهی استفاده می‌شود (بارکر و بریسون، 2006 و قربانی و همکاران، 2006). به گزارش کاتار و همکاران (2010) کمپوست سبب افزایش پارامترهای مورفولوژیکی گلرنگ نسبت به شاهد شد. در آزمایش ارهارت و همکاران (2005) تمام تیمارهای حاوی کمپوست به دست آمده از بقایای کشاورزی افزایش عملکرد گیاهان زراعی را نسبت به شاهد نشان دادند. آن‌ها دریافتند که در خاک‌های حاصلخیز اثر کمپوست کم است ولی در طول زمان افزایش می‌یابد. گزارش هارتل و همکاران (2003) بیانگر افزایش عملکرد کمی و کیفی چاودار در اثر استفاده از کمپوست به دست آمده از بقایای کشاورزی می‌باشد. محمدیان و ملکوتی (1381) گزارش کردند که افزایش سطوح کمپوست تا 20 تن در هکتار موجب افزایش عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه در ذرت شد. شالان (2005 a,b) نیز افزایش عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه را در شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک نشان داد. محققین مختلف با بررسی تأثیر کاربرد کمپوست بر گیاهان مختلف اثر آن را بر افزایش عملکرد مشاهده نموده‌اند (آقاسی و همکاران، 2004 و ملکوتی، 1996).

از سوی دیگر بررسی کاربرد کمپوست زباله شهری بر خاک تحت کشت جو نشان می‌دهد که عملکرد و بیوماس جو به دست آمده از پلات‌هایی که با کمپوست زباله تیمار شده بودند، عموماً مشابه و یا حتی بیشتر از پلات‌هایی بود که در آن‌ها کود شیمیایی به کار رفته بود (مارکوت و همکاران، 2001). فرگوسن (2001) گزارش کرده که با مصرف 20 تن در هکتار کمپوست در سبزی‌ها، عملکرد به میزان 15 درصد افزایش می‌یابد. فیبرت و همکاران (1995) مشاهده نمودند با مصرف 15 تن کمپوست در هکتار، عملکرد محصول پیاز 15 درصد افزایش یافت. این محققان دلیل افزایش عملکرد را بهبود سطح تغذیه، بالا رفتن نفوذپذیری و تهویه و فعالیتهای میکروبی در ناحیه ریشه عنوان نمودند.

#### 2-5-6- تأثیر کمپوست بر جذب و فراهمی عناصر غذایی

برخی از محققان درباره بعضی از منابع آلی از جمله کمپوست و تأثیر آن بر جذب عناصر میکرو تحقیقات مفیدی انجام داده و بسیاری از آنان تأثیر مثبت منابع آلی را در افزایش جذب عناصر میکرو گزارش نموده اند. در سال‌های اخیر با تحقیقات انجام شده، اثرات کمپوست بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک روشن شد که افزایش کمپوست به خاک سبب افزایش ماده آلی خاک و سطوح عناصر غذایی (کم مصرف و پر مصرف) در خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود، همچنین این تحقیقات اثرات مثبت افزایش ماده آلی و سطوح عناصر غذایی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک را در اثر افزودن کمپوست روی عملکرد گیاهان مختلف نشان داده است (تستر، 1990).

آلوس و همکاران (1999) در تحقیقات خود در مورد اثرات کمپوست در یک خاک شنی روی گیاه سورگوم نشان دادند که مصرف کمپوست بقایای شهری موجب افزایش غلظت عناصر ریز مغذی مانند آهن در خاک می‌شود. چن و همکاران (2000) گزارش دادند که استفاده از کمپوست موجب افزایش جذب آهن در دو گیاه پیاز و سویا در یک خاک آهکی شده است. آن‌ها دلیل این امر را وجود کلات کننده های آهن دانستند که به وسیله میکروارگانیزم‌های موجود در کمپوست تولید و سبب

افزایش جذب آهن در گیاه می شود. در این آزمایش همچنین تأثیر مثبت کمپوست زباله شهری بر افزایش جذب عنصر روی در گیاه مشاهده شد.

رضوی طوسی و کریمیان (1380) گزارش دادند که استفاده از شیرابه کمپوست در دو گیاه اسفناج و برنج سبب افزایش غلظت عناصری چون آهن، منگنز، روی و مس گردید که افزایش روی، مس و سرب در برنج به دلیل وجود شرایط احیایی محسوس تر بوده است. ساها و همکاران (2007) در آزمایشی با بررسی اثر کود آلی بر عملکرد ذرت گزارش کردند که کشت ذرت دانه ای در شرایط مدیریت ارگانیک موجب افزایش غلظت عناصر میکرو در دانه ذرت می شود. بررسی ها نشان داده است که با توجه به عناصر غذایی موجود در آزولای کمپوست شده، این ماده می تواند به عنوان منبع تغذیه ای آلی برای گیاهان مورد توجه قرار گیرد (پاداشت و همکاران، 2003).

هامودا (2001) با مطالعه روی گیاه *Glossostemon bruguieri* و الغدبان و همکاران (2002) با مطالعه روی Majoram اشاره کردند که کمپوست منجر به افزایش میزان کربوهیدرات و برخی عناصر غذایی ماکرو می شود که این افزایش می تواند به دلیل اثرات مثبت کمپوست در افزایش سطح ریشه در واحد حجم خاک، کارایی مصرف آب و فعالیت فوسنتزی باشد که مستقیماً روی فرآیندهای فتوسنتزی و تولید کربوهیدراتها مؤثر هستند. کمپوست سبب افزایش میزان برخی مواد غذایی مورد نیاز گیاهان از جمله فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس در خاک شده و همچنین موجب افزایش قابلیت جذب برخی عناصر توسط گیاه می شود (علی دوست، 2001؛ مرجاوی و جهاداکبر، 2002؛ برسو و همکاران، 2001 و سومار و همکاران، 2002).

نتایج بررسی چند نوع کمپوست مختلف چنین نشان می دهد که کمپوست قادر است که تمامی مواد غذایی ماکرو مورد نیاز رشد گیاه را البته نه در سطوح بالا تأمین نماید که در این بررسی کاربرد کمپوست سبب افزایش مقادیر کلسیم، پتاسیم، منیزیم و سدیم شد (سومار و همکاران، 2002). بررسی اثرات کمپوست زباله شهری بر رشد گیاه در دو خاک گرمسیری نیز حاکی از افزایش

میزان پتاسیم، مس، روی، منگنز، آهن و فسفر در دسترس خاک در تیمارهایی که کمپوست دریافت کرده بودند، نسبت به شاهد است (سومار و همکاران، 2003).

بر اساس مطالعات انجام گرفته در صورتی که کمپوست به خوبی فرآوری شده باشد، نسبت کربن به نیتروژن آن از 1:10 پایین تر آمده و با اضافه کردن این کمپوست به خاک نه تنها میزان نیتروژن در دسترس خاک، به دلیل مصرف توسط میکرو ارگانیسم‌ها کاهش نمی‌یابد، بلکه با افزودن به موجودی نیتروژن خاک، منجر به بهبود توان رویشی گیاه کشت شده می‌شود (سولیوان و همکاران، 2002). این ماده هم خود حاوی مقادیری مواد غذایی از جمله نیتروژن بوده و هم در اثر حضور آن در خاک قابلیت جذب برخی عناصر غذایی توسط گیاهان افزایش می‌یابد (بفا و همکاران، 1995).

# فصل سوم

## مواد و روش ها

### 3-1- زمان و مکان محل آزمایش

آزمایش در اردیبهشت 1390 در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی (بسطام) دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در عرض جغرافیایی 36 درجه و 25 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 54 درجه و 57 دقیقه شرقی در ارتفاع 1349/9 متر از سطح دریا به اجرا در آمد.

### 3-2- مشخصات آب و هوای محل آزمایش

منطقه دارای اقلیم سرد و خشک و متوسط بارندگی 150 mm در سال و با پراکنش نامنظم می‌باشد. بارندگی عمدتاً در فصول پاییز و زمستان رخ می‌دهد. حداقل و حداکثر دمای منطقه به ترتیب 9/6- و 40 درجه سانتی گراد می‌باشد. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی، مجموع بارندگی در سال زراعی 89-90 در این منطقه 153/9 میلی متر و میانگین سالانه دما 14/6 درجه سانتی گراد ثبت شده است.

### 3-3- ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

پیش از انجام آزمایش از محل اجرای آزمایش نمونه برداری خاک انجام شد. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک در عمق صفر تا 30 سانتی متری در جدول 3-1 آمده است. میزان نیتروژن محاسبه شده در خاک محل آزمایش (0/04 درصد) خیلی کم بود بنابراین شرایط لازم برای تأمین نیتروژن مورد نیاز از طریق کود اوره و کمپوست و تلفیق این دو وجود داشت.

همچنین کمپوست در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج در جدول 3-2 آمده است. این کمپوست از نوع کمپوست ضایعات کشاورزی، شرکت تولید کننده آن زیست فناور توران و زمان تولید سال 89 بود.

جدول 3-1- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه.

مقدار	خصوصیات
0/33	مواد آلی (%)
0/04	نیتروزن (ppm)
10	فسفر (ppm)
33	کلسیم (میلی اکی والان بر لیتر)
0/69	هدایت الکتریکی (dS/m)
8/02	اسیدیته (pH)
22	رس (%)
44	لای (%)
32	شن (%)

جدول 3-2- نتایج تجزیه نمونه کمپوست.

مقدار	خصوصیات
7/13	C/N (%)
2/28	N <sub>t</sub> (%)
0/8	فسفر کل (%)
1/83	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
4/05	K <sub>2</sub> O (%)
3/38	پتاسیم کل (%)
16/3	O.C (%)
28/11	O.M (%)
9/6	هدایت الکتریکی (dS/m)
7/63	اسیدیته (pH)

### 4-3- مشخصات ارقام مورد آزمایش

در این آزمایش دو رقم گلدشت و فرامان از گیاه گلرنگ مورد استفاده قرار گرفت که در ذیل

به بیان مشخصات آن‌ها پرداخته خواهد شد.

#### 3-4-1- رقم گلدشت

رقم گلدشت حاصل انتخاب تک بوته از توده محلی گلرنگ آذربایجان شرقی با استفاده از روش سلکسیون لاین‌های خالص است. تاکید بر زودرسی، تعداد و اندازه غوزه و عدم وجود خار اولین گام در راه اصلاح این رقم با انتخاب تک بوته از توده محلی مذکور بوده است. از مهمترین ویژگی‌های ممتاز این رقم صفت زودرسی آن (20-25 روز زودرس تر از رقم شاهد محلی اصفهان) است که رها سازی سریع تر زمین زراعی و کشت سایر محصولات زراعی را امکان پذیر می‌نماید. تحمل بالا نسبت به شوری و خشکی، زودرس بودن و برداشت بیست تا بیست و پنج روز زودتر محصول، مصرف دو هزار مترمکعب آب کمتر در هر هکتار نسبت به ارقام مرسوم، بازار پسندی گلبرگ آن، بی خار بودن و در نتیجه برداشت راحت تر محصول و غوزه بزرگتر از جمله خصوصیات این رقم گلرنگ است. رقم

گلدشت دارای تحمل بیشتری به بیماری زنگ گلرنگ است و قابلیت کشت در زمین‌های کمتر حاصلخیز و شور آب را دارد (بی نام، 1387).

جدول 3-3- برخی خصوصیات زراعی رقم گلدشت.

رقم گلدشت	خصوصیات زراعی
1/7 تن در هکتار	میانگین عملکرد دانه
150 کیلوگرم در هکتار	میانگین عملکرد گل
بهاره متحمل به سرما	تیپ رشد
80-100 سانتی متر	ارتفاع بوته
مقاوم	وضعیت ریزش
قرمز	رنگ گل
35-40 گرم	وزن هزار دانه
30-25	درصد روغن

رقم گلدشت با سازگاری وسیع مناسب کشت در اقلیم‌های گرم و معتدل سرد کشور است. به طوری که می‌توان از مناطق برای مناسب کشت آن به مناطق گرم (خوزستان، جیرفت، ایرانشهر، بوشهر) و مناطق معتدل سرد (استان های تهران، فارس، کرمانشاه، خراسان، اصفهان، آذربایجان شرقی، کردستان، مرکزی) اشاره نمود.

### 3-4-2- رقم فرامان

لاین 411 یا همان رقم فرامان به علت وضعیت مناسب در بین سایر ژنوتیپ‌های تحت بررسی و در مناطق معتدل سرد کرمانشاه، ایلام، لرستان و شیروان (خراسان شمالی) دارای عملکرد مناسب بوده است و از نظر بیماری زنگ نیز در شرایط گیاهچه ای و در گلخانه مقاوم و در شرایط مزرعه نیز متحمل بود. وضعیت عملکرد دانه و روغن این لاین در شرایط آبی مختلف نشان داد که لاین 411 علی رغم تحمل به خشکی بالا و پتانسیل مناسب در شرایط دیم در شرایط آبیاری تکمیلی و نیز در سال‌های پر باران قادر به بروز پتانسیل خود بوده است و می‌تواند تمامی ژنوتیپ‌های پیشرفته را از نظر عملکرد دانه و روغن پشت سر بگذارد. نکته مهم در مورد رقم فرامان این است که چون ژنوتیپی بی خار و با گل‌های قرمز رنگ است به همین دلیل برداشت دستی آن برای مناطقی که در زمان برداشت کمباین در دسترس نیست امکان پذیر می‌باشد. شایان ذکر است که برداشت گلرنگ حدود



یک ماه بعد از برداشت گندم صورت می‌گیرد و به همین دلیل برداشت ماشینی گلرنگ به دلیل مهاجرت کمباین‌ها دشوار بوده و این موضوع یکی از عوامل محدود کننده توسعه کشت گلرنگ در کشور ما بوده است. علاوه بر این لاین 411 بسیار دانه درشت بوده که از نظر عملیات بوجاری و نیز بازار پسندی یک مزیت محسوب می‌گردد. عملکرد این رقم بیشتر از رقم زرقان 279 بوده و زودرس تر است. این رقم برای کشت بهاره نیز توصیه می‌شود (بی نام، 1389).

جدول 3-4- برخی خصوصیات زراعی رقم فرامان.

رقم فرامان	خصوصیات زراعی
1380/3	میانگین عملکرد در شرایط دیم ایستگاه‌ها (کیلوگرم در هکتار)
615/6	میانگین عملکرد در شرایط دیم مزارع زارعین (کیلوگرم در هکتار)
30	درصد روغن دانه در شرایط آبی
48	وزن هزار دانه (گرم)
90	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
مقاوم	وضعیت نسبت به بیماری زنگ گلرنگ

### 3-5- عملیات اجرایی در مزرعه

#### 3-5-1- تهیه و آماده سازی زمین

جهت اجرای آزمایش قطعه زمینی انتخاب شد که در سال قبل به صورت آیش بود. عملیات تهیه بستر شامل شخم و تسطیح بود که شخم با گاواهن برگردان دار صورت گرفت. سپس نسبت به تسطیح زمین و ایجاد بلوک، کرت، نهر و زهکش اقدام گردید. جهت کاشت پشته هایی با فاصله خطوط 55 سانتی متر در کل زمین ایجاد شد. عملیات آماده سازی زمین به منظور فراهم کردن بستری نرم و متراکم برای کشت در اردیبهشت ماه صورت گرفت.

### 3-5-2- مشخصات طرح آزمایش در مزرعه

پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور شامل کود نیتروژنه در سه سطح (0، 50 و 100 کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره، کمپوست در سه سطح (0، 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار) و دو رقم گلرنگ (گلدشت و فرمان) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. در کل آزمایش شامل 54 کرت بود. در هر کرت آزمایشی 4 خط به طول 6 متر قرار داشت که دو خط کناری به عنوان حاشیه و خطوط وسط جهت نمونه برداری در نظر گرفته شد. نقشه کشت در شکل 3-1 قابل مشاهده است.

#### تکرار 1

$a_1b_1c_1$	$a_1b_1c_2$	$a_1b_2c_1$	$a_1b_2c_2$	$a_1b_3c_1$	$a_1b_3c_2$	$a_2b_1c_1$	$a_2b_1c_2$	$a_3b_1c_1$	$a_3b_1c_2$	$a_2b_3c_1$	$a_2b_3c_2$	$a_2b_2c_1$	$a_2b_2c_2$	$a_3b_2c_1$	$a_3b_2c_2$	$a_3b_3c_1$	$a_3b_3c_2$
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

#### تکرار 2

$a_2b_1c_1$	$a_3b_1c_1$	$a_3b_3c_2$	$a_1b_2c_1$	$a_2b_3c_2$	$a_3b_2c_1$	$a_1b_1c_1$	$a_3b_1c_2$	$a_3b_2c_2$	$a_2b_2c_1$	$a_1b_2c_2$	$a_2b_3c_1$	$a_1b_3c_1$	$a_1b_1c_2$	$a_3b_3c_1$	$a_2b_1c_2$	$a_2b_2c_2$	$a_1b_3c_2$
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

#### تکرار 3

$a_3b_1c_1$	$a_3b_2c_2$	$a_2b_2c_1$	$a_2b_1c_1$	$a_1b_1c_2$	$a_2b_2c_2$	$a_3b_3c_1$	$a_1b_3c_1$	$a_3b_3c_2$	$a_1b_3c_2$	$a_1b_2c_1$	$a_2b_1c_2$	$a_3b_2c_1$	$a_1b_2c_2$	$a_2b_3c_1$	$a_3b_1c_2$	$a_1b_1c_1$	$a_2b_3c_2$
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

شکل 3-1- نقشه کشت طرح آزمایشی مورد استفاده در آزمایش بعد از تصادفی کردن تیمارها در تکرارها (a: سطوح

کود اوره، b: سطوح کمپوست و c: رقم گلرنگ می باشد).

### 3-5-3- اعمال تیمارها

به منظور اعمال تیمارها، روی هر خط کاشت، شیاری در سراسر پشته به عمق 20 سانتی متر ایجاد شد و کود اوره یا کمپوست و یا مخلوط هر دو کود داخل شیار ریخته و بعد روی آن خاک داده شد. کود اوره در 2 مرحله به زمین داده شد. در مرحله اول برای تیمارهای مختلف کودی در زمان کاشت به زمین داده شد. مرحله دوم کوددهی همزمان با آغاز ساقه دهی بود که نصف باقی مانده کود اوره به زمین داده شد. به منظور جلوگیری از خارج شدن کود اوره توسط آب آبیاری انتهای کرت ها بسته شد تا این که کود تنها در همان کرت مورد استفاده قرار گیرد.

### 3-5-4- کاشت

کاشت در تاریخ 90/2/29 با روش دستی و در عمق 2 سانتی متری، روی پشته ها با رعایت فاصله روی ردیف 10 سانتی متر و بین ردیف 55 سانتی متر صورت پذیرفت. برای اطمینان از جوانه زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب در محل کاشت تعداد 3 بذر قرار داده شد.

### 3-5-5- داشت

عملیات داشت شامل آبیاری (هر 8 روز یک بار)، واکاری، تنک کردن و مبارزه با علفهای هرز مزرعه بود. نخستین آبیاری بعد از کاشت انجام شد. پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه ها، در مرحله 3-4 برگی، گیاهان تنک شدند و تعداد بوته ها در هر محل به یک بوته کاهش داده شد. در طی فصل رشد، عملیات آبیاری و وجین علفهای هرز به طور یکسان در تمام کرت ها انجام گرفت. مبارزه با علفهای هرز در چندین نوبت و به روش مکانیکی و با دست در روی ردیفها و بین ردیفها انجام شد. عملیات وجین علف هرز، در ابتدای رشد و جوانه زنی تا استقرار کامل گیاهچه امری ضروری است.

در اواخر فصل رشد در قسمت‌هایی از مزرعه سفیدک سطحی (*Erisiphes sp.*) مشاهده شد و مزرعه با قارچ کش دینوکاپ سمپاشی گردید. یک هفته بعد، سمپاشی تکرار شد. این بیماری معمولاً در اواخر فصل زراعی شیوع پیدا می‌کند و در صورت حمله قارچ این بیماری، لکه های کوچک سفید رنگ روی برگ‌ها و ساقه گیاه دیده می‌شود که از به هم پیوستن آنها تمام گیاه از پوشش سفید رنگی برخوردار خواهد شد.

### 3-5-6- برداشت

تعیین زمان دقیق برداشت گلرنگ به نوع رقم و عوامل محیطی نظیر میزان رطوبت نسبی و دمای هوا بستگی دارد. معمولاً زمان برداشت موقعی است که دانه های گلرنگ رطوبتی حدود 8 درصد داشته باشند. به طوری که اگر غوزه ها را در دست فشار دهیم بذرها به آسانی از آنها جدا شوند.

برداشت بلافاصله پس از خشک شدن و قهوه ای شدن برگ‌ها و نیز خشک شدن و سخت شدن دانه های وسط طبق در تاریخ 22 شهریور 1390 (112 روز پس از کاشت) انجام شد. رطوبت بذر در زمان برداشت 8 درصد بود. برای نمونه برداری و اندازه گیری فاکتورهای مورد نظر از خطوط کاشت موجود در کرت پس از در نظر گرفتن اثرات حاشیه، نمونه برداری انجام گردید.

### 3-6- صفات اندازه گیری شده و روش اندازه گیری

در این تحقیق به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کمپوست و کود اوره و نیز اثر متقابل آنها، صفاتی از قبیل ارتفاع (ساقه و اولین شاخه از سطح زمین)، وزن خشک (ساقه، برگ، ریشه و طبق بارور)، تعداد طبق نابارور در گیاه، قطر (ساقه و طبق)، تعداد شاخه فرعی و فرعی فرعی، سطح برگ، شاخص پایداری غشاء، وزن هزار دانه در گیاه، عملکرد و اجزای عملکرد، کلروفیل و کاروتنوئید، درصد و عملکرد روغن دانه، درصد و عملکرد پروتئین دانه، میزان عناصر موجود در دانه (فسفر، آهن، نیتروژن و کلسیم) اندازه گیری و مورد بررسی قرار گرفتند.

به هنگام برداشت، به طور تصادفی از هر کرت آزمایشی تعداد 5 بوته متوالی با رعایت حاشیه از ردیف دوم کاشت هر کرت برای اندازه گیری صفات مورد نظر، برداشت گردید.

نمونه ها به محض برداشت سریعاً به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آزمایشگاه به منظور تعیین وزن خشک، ابتدا نمونه ها به قسمت های برگ، ساقه، ریشه، طبق بارور و نابارور تفکیک شدند، سپس نمونه ها در آون با دمای 70 درجه سانتی گراد به مدت 72 ساعت خشک شدند و سپس با ترازوی دیجیتال توزین گردیدند. در مورد برگ ها، ابتدا سطح آن ها بر حسب متر مربع برگ در متر مربع زمین (شاخص سطح برگ) محاسبه شد و سپس اقدام به تعیین وزن خشک آن گردید.

جهت اندازه گیری ارتفاع از متر و بر حسب سانتی متر و برای محاسبه قطر طبق و ساقه از دستگاه کولیس دیجیتالی (بر حسب میلی متر) استفاده شد. تعداد طبق بارور و نابارور، شاخه فرعی و فرعی فرعی و تعداد بذر شمارش و سپس میانگین نمونه ها گزارش شد. همچنین برای محاسبه عملکرد، در زمان رسیدگی، انتخاب تعداد 10 بوته با در نظر گرفتن حاشیه صورت پذیرفت. پس از جداکردن دانه از طبق ها و بوجاری بذور عملکرد دانه به دست آمد. مساحت اشغال شده توسط 10 بوته محاسبه و در نهایت عملکرد بر اساس رطوبت 8 درصد و بر حسب کیلوگرم در هکتار گزارش شد. برای اندازه گیری عملکرد بیولوژیک (بیومس کل) نیز در زمان برداشت، کل گیاه از سطح زمین در مرحله برداشت نهایی قطع شد و وزن آن تعیین گردید. در نهایت، شاخص برداشت از تقسیم میزان عملکرد اقتصادی (دانه) بر عملکرد بیولوژیک و ضرب عدد حاصل در عدد 100 به دست آمد.

به منظور شناخت بهتر و بالا بردن عملکرد باید عملکرد هر گیاه را به اجزای آن تقسیم نمود. برای مطالعه هر جزء باید در مرحله اول به تنهایی و در مرحله دوم، ارتباط و همبستگی آن را با سایر اجزای عملکرد مورد بررسی قرار داد (هاشمی دزفولی و همکاران، 1374). در این رابطه گرافایوس (1975) عملکرد را به صورت اجزای عملکرد تعریف نموده است، به طوری که کاهش در هر یک از

اجزا می‌تواند به درجات مختلف با افزایش در سایر اجزا جبران گردد. بنابراین اجزای عملکرد مستقل از یکدیگر نبوده و تغییر در یکی، اثرات جبرانی سایر اجزا را به دنبال خواهد داشت. به همین دلیل درک روابط میان اجزای عملکرد در گیاهان زراعی و برآیند این روابط بر عملکرد نهایی محصول امری بسیار حساس بوده و از اهمیت فراوانی برخوردار است (گرافیوس، 1975).

اجزای عملکرد در گلرنگ، تعداد گیاه در واحد سطح، تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه (اشری و همکاران، 1974) می‌باشند که مورد بررسی قرار گرفت.

### 3-6-2- صغات فیزیولوژیک

#### 3-6-2-1- شاخص پایداری غشاء

برای تعیین شاخص پایداری غشاء سلولی، از هر کرت دو برگ جوان توسعه یافته و همسن انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. دیسک برگ‌گی تهیه شد و 0/1 گرم از آن را وزن کرده و داخل دو سری لوله های آزمایش حاوی 10 میلی لیتر آب مقطر قرار گرفت. یکسری از نمونه ها را در دستگاه بن ماری در دمای 40 درجه سانتی گراد به مدت نیم ساعت و سری دوم از لوله ها را نیز به مدت 15 دقیقه در دمای 100 درجه سانتی گراد قرار داده و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی نمونه ها به کمک دستگاه EC متر (مدل - Jenway) در دمای 25 درجه سانتی گراد اندازه گیری شد. شاخص پایداری غشاء از رابطه 3-1 به دست آمد (سایرام و سریواستاوا، 2001).

(رابطه 3-1) (هدایت الکتریکی در 100 درجه / هدایت الکتریکی در 40 درجه) - 1 = شاخص پایداری غشاء

### 3-6-2-2- کلروفیل و کاروتنوئید

برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید، بر اساس روش بدون لهیدگی، از قسمت یک سوم بالا، وسط و پایین گیاه در هر کرت آزمایشی تعدادی برگ‌های همسن جدا شد. این برگ‌ها در ظرفی حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه هایی از این بافت‌های تازه برگ‌گی در فالكون تیوپ‌هایی

حاوی 5 میلی لیتر دی متیل سولفوکسید (DMSO) غوطه ور گردید. سپس این نمونه ها به مدت 4 ساعت در بن ماری با دمای 65 درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از گذشت این زمان و سرد شدن نمونه ها، جذب نوری در طول موج های 470، 645 و 665 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مورد اندازه گیری قرار گرفت و اعداد ثبت شدند. لازم به ذکر است که به دلیل حساسیت کلروفیل به نور و تجزیه آن در شدت های نور بالا، در تمامی مراحل استخراج و اندازه گیری، نمونه ها در شدت های نور ضعیف نگهداری شدند. مقادیر کلروفیل a، b و کاروتنوئید بر طبق فرمول پرچازکوا و همکاران (1998) محاسبه شد.

$$\text{Chl a} = (12.19 \times A_{665}) - (3.45 \times A_{645}) \quad (\text{رابطه 2-3})$$

$$\text{Chl b} = (21.99 \times A_{645} - 5.32 \times A_{665}) \quad (\text{رابطه 3-3})$$

$$\text{Chl t} = \text{Chl a} + \text{Chl b} \quad (\text{رابطه 4-3})$$

$$\text{Carotenoid} = (1000 \times A_{470}) - 2.14 \text{ Chl a} - 70.16 \text{ Chl b} / 220 \quad (\text{رابطه 5-3})$$

### 3-2-6-3- درصد و عملکرد روغن دانه

مهمترین محصول اقتصادی حاصل از کشت گلرنگ، روغن آن می باشد. گلرنگ در بین سایر دانه های روغنی از اهمیت خاصی برخوردار است. به طوری که در بازارهای جهانی عموماً دارای قیمتی بیش از سایر دانه های روغنی از جمله سویا و آفتابگردان می باشد (هانس\_هنمینگ و همکاران، 1992).

روغن موجود در دانه با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین شد. برای این منظور نمونه ها از قبل به مدت 72 ساعت در آون با دمای 70 درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس نمونه ها پودر شدند. مقدار 3 گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده و داخل اکسترکتور دستگاه قرار داده شد. بالن ها به مدت 2 تا 3 ساعت در دمای 110 درجه سانتی گراد داخل آون خشک شدند. سپس به

دسیکاتور منتقل و پس از هم دما شدن با محیط وزن شدند و روی صفحه گرم کننده<sup>1</sup> دستگاه قرار گرفتند. داخل هر بالن مقدار مشخصی پترولیوم اتر به عنوان حلال آلی ریخته شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. دستگاه با کلید اصلی روشن و دما برای تمام نمونه ها روی 60 درجه سانتی گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج 8 ساعت به طول انجامید. پس از گذشت این مدت، دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. برای آن که باقی مانده اتر از بین برود، بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند. آن‌ها را به آون منتقل کرده و به مدت یک ساعت با دمای 70 درجه سانتی گراد و سپس به مدت یک ساعت و نیم با دمای 100 درجه سانتی گراد حرارت داده شدند. بالن‌ها به دسیکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گشتند. جهت محاسبه درصد روغن موجود در نمونه ها از رابطه 3-6 استفاده شد.

$$\text{رابطه 3-6)} \quad 100 \times (\text{وزن اولیه بالن} - \text{وزن ثانویه بالن}) = \text{درصد روغن موجود در نمونه}$$

برای محاسبه عملکرد روغن بذر از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه استفاده

گردید.

### 3-6-2-4- درصد و عملکرد پروتئین دانه

مقدار پروتئین موجود در دانه به روش کجدال<sup>2</sup> تعیین گردید. برای مرحله هضم کجدال از اجاق هضم کننده 2040 Digestor از شرکت Foss Tecator و برای مراحل تقطیر و تیتراسیون از دستگاه تمام خودکار Kjeltec Analysis Unit 2300 از همان شرکت استفاده گردید.

جهت انجام عمل هضم 1 گرم از بذر خوب پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه ای

مخصوص کجدال ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور (شامل 1/5 گرم سولفات پتاسیم K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> و 0/15

1- Hot plate

2- Kjeldahl



گرم سولفات مس ( $\text{CuSO}_4$ ) به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک 20 میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد و فلاسک ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به آرامی و هر بار 40 درجه سانتی گراد افزایش یافت تا به دمای 380 درجه سانتی گراد رسید. این روش برای جلوگیری از جوشش و کف کردن مواد درون فلاسکها بسیار مؤثر واقع شد. پایان عمل هضم پس از 2 تا 2/5 ساعت و با تبدیل محلول سیاهرنگ درون فلاسکها به محلولی نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کمرنگ مشخص می‌شد. مقدار نیتروژن نمونه ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کج‌دال سنجیده شد.

دستگاه دارای سه مخزن آب مقطر، سود سوز آور ( $\text{NaOH}$ ) 40 درصد و محلول دریافت کننده بود. 100 میلی لیتر بروموکروزول سبز<sup>1</sup> (0/1 گرم بروموکروزول سبز در 100 میلی لیتر الکل)، 70 میلی لیتر متیل قرمز<sup>2</sup> (0/1 گرم متیل قرمز در 100 میلی لیتر الکل) و 10 لیتر اسید بوریک 1 درصد ترکیب محلول دریافت کننده را تشکیل دادند. پس از قرارگیری فلاسکها در دستگاه، به ترتیب 20 میلی لیتر آب مقطر و 30 میلی لیتر سود سوز آور 40 درصد به نمونه اضافه شد و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر، نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) متصاعد شده و رنگ محلول حاوی نمونه به قهوه ای سوخته تبدیل می گردد. گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت کننده منتقل شد و به همراه اسید بوریک، بورات آمونیوم را تشکیل داد که معرفهای موجود در محلول دریافت کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان ساختند.

عمل تیتراسیون نیز توسط دستگاه صورت پذیرفت. طی این عمل بورات آمونیوم حاصل در محلول دریافت کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتریزول اسید کلریدریک 0/1 نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیترا شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس اسید کلریدریک مصرف شده

---

1- Bromocresol green powder. pH = 3.6-5.2

2- Methyl Red (P-Dimino-thyamina-azo-benzene-o-carbonic Acid)

در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید. رابطه 3-7 به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک 0/1 مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه بیان شده است:

$$\text{وزن نمونه (گرم)} / (0/14 \times A) = \text{درصد نیتروژن نمونه} \quad (\text{رابطه 3-7})$$

در این رابطه A حجم اسید کلریدریک 0/1 مولار مصرفی بر حسب میلی لیتر می باشد.

جهت تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از رابطه 3-8 استفاده گردید:

$$\text{ضریب تبدیل پروتئین} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین نمونه} \quad (\text{رابطه 3-8})$$

ضریب تبدیل پروتئین برای گلرنگ 6/25 می باشد.

عملکرد پروتئین دانه از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین دانه به دست آمد.

### 3-6-2-5- میزان عناصر موجود در دانه (نیتروژن، فسفر، آهن و کلسیم)

میزان نیتروژن موجود در دانه به روش کجلدال (در قسمت اندازه گیری پروتئین شرح داده شد) و میزان آهن و کلسیم با استفاده از دستگاه اتمیک ایزریشن تعیین شد. برای این منظور نمونه ها پودر شدند. یک گرم نمونه در بالن 100 میلی لیتر ریخته و 20 میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن اضافه شد. پس از چند ساعت (2 تا 3 ساعت) بشر را به آرامی تکان داده 5 میلی اسید پرکلریدریک 60 درصد به آن اضافه شد. بشر روی هیتر با دمای 250 تا 300 درجه گذاشته تا نمونه به تدریج هضم گردد و اسید آن بخار شود (عملیات حتما زیر هود باشد) و لایه سفید رنگ، ته بشر نمایان شود. پس از سرد شدن 3 تا 5 قطره اسید کلریدریک غلیظ به آن اضافه کرده و برای 10 تا 15 دقیقه به حال خود گذاشته شود. سپس 3 میلی لیتر اسید کلریدریک 0/1 نرمال اضافه شد. لایه سفید رنگ ته بشر در اسید حل گشته، توسط یک میله شیشه ای ذرات داخل بشر را پاکسازی و حل کرده، سپس در بالن 100 میلی لیتر با کاغذ صافی، صاف شد. با افزودن آب مقطر در پشت کاغذ صافی و در بشر

نمونه به خوبی شستشو داده شد. بالن با آب مقطر به حجم 100 میلی رسانده شد. در نهایت توسط دستگاه SHIMADZU ATOMIC ABSORPTION خوانده شد. ضمناً آماده سازی نمونه جهت اندازه گیری میزان فسفر به روش فوق بوده فقط با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد.

### 3-7- روش تجزیه و تحلیل داده ها:

داده ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. بعد از مشخص شدن معنی بودن پارامترها، میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد مقایسه شدند. رسم نمودارهای حاصل از اطلاعات تحقیق توسط نرم افزار Excel انجام پذیرفت.

## فصل چہارم

## نتایج و بحث

#### 4-1- وزن خشک برگ

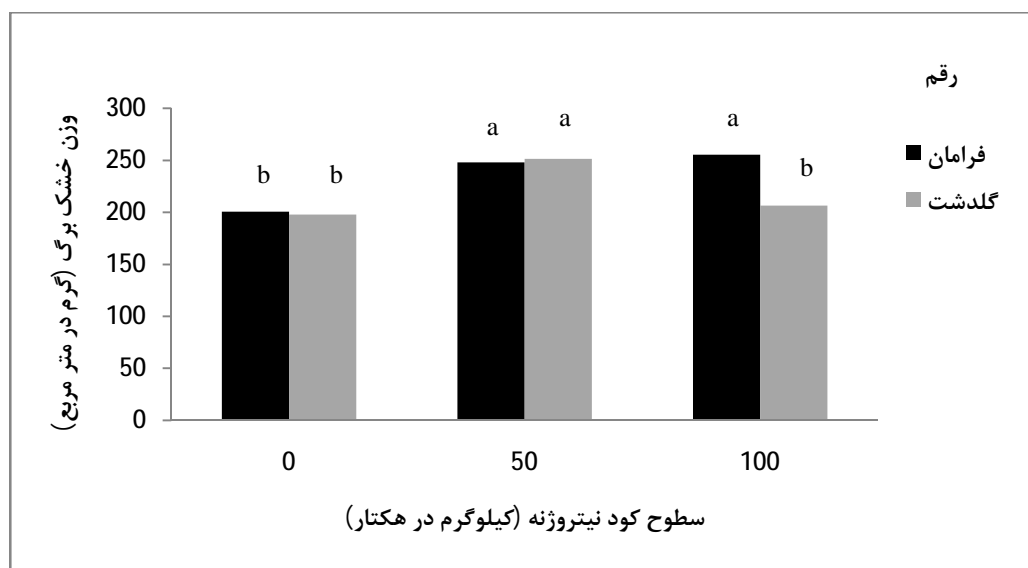
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی کود نیتروژنه، اثر اصلی کمپوست، اثرات متقابل کود نیتروژنه و رقم، کمپوست و رقم و نیز اثرات سه گانه بر وزن خشک برگ معنی دار شد (جدول 4-1). این در حالی است که بین 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن از نظر آماری اختلاف معنی دار وجود نداشت (جدول 4-2). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد مصرف 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، وزن خشک برگ گلرنگ را نسبت به شاهد 25/38 درصد افزایش داد (جدول 4-2). همچنین با کاربرد 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست وزن خشک برگ نسبت به شاهد به ترتیب 20/47 و 17/90 افزایش یافت (جدول 4-2).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم در شکل 4-1 نشان می‌دهد که رقم فرامان در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه توانست وزن خشک برگ بیشتری در گیاه تولید نماید. البته اختلاف قابل توجهی با وزن خشک برگ هر دو رقم در شرایط کاربرد 50 کیلوگرم نیتروژن نداشت. تنها در شرایط مصرف 100 کیلوگرم نیتروژن وزن خشک برگ رقم فرامان نسبت به رقم گلدشت دارای برتری معنی دار از لحاظ آماری بود.

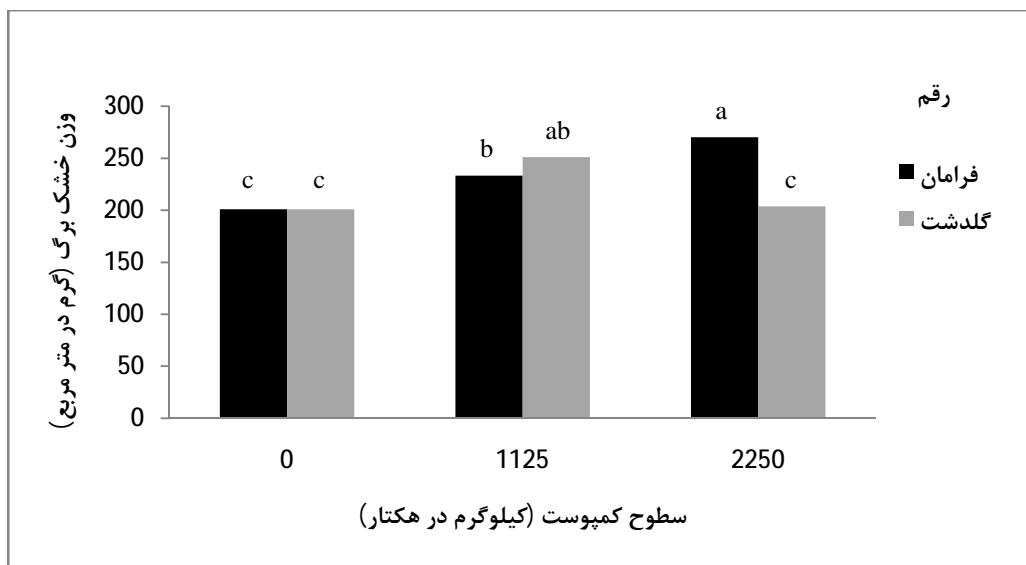
در شکل 4-2 مشاهده می‌شود که مصرف 2250 کیلوگرم کمپوست نسبت به عدم کاربرد کمپوست تأثیری بر وزن خشک برگ رقم گلدشت نداشت. در حالی که در اثر مصرف 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست افزایش قابل توجهی در ماده خشک برگ این رقم مشاهده شد. به طور کلی ترکیب تیماری تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و رقم فرامان دارای وزن خشک برگ بیشتری نسبت به سایر ترکیبات تیماری مورد مطالعه بود. در شرایط عدم کاربرد کمپوست، مقادیر پایینی برای وزن خشک برگ هر دو رقم حاصل شد. در رقم فرامان مصرف کمپوست و افزایش مقدار آن منجر به افزایش وزن خشک برگ شد که دلیل آن می‌تواند افزایش شاخه های فرعی و نهایتاً افزایش تعداد برگ در این رقم باشد.

همچنین بررسی اثرات متقابل سه گانه کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک برگ نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ از ترکیب تیماری رقم فرامان، 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دست آمد (شکل 4-3).

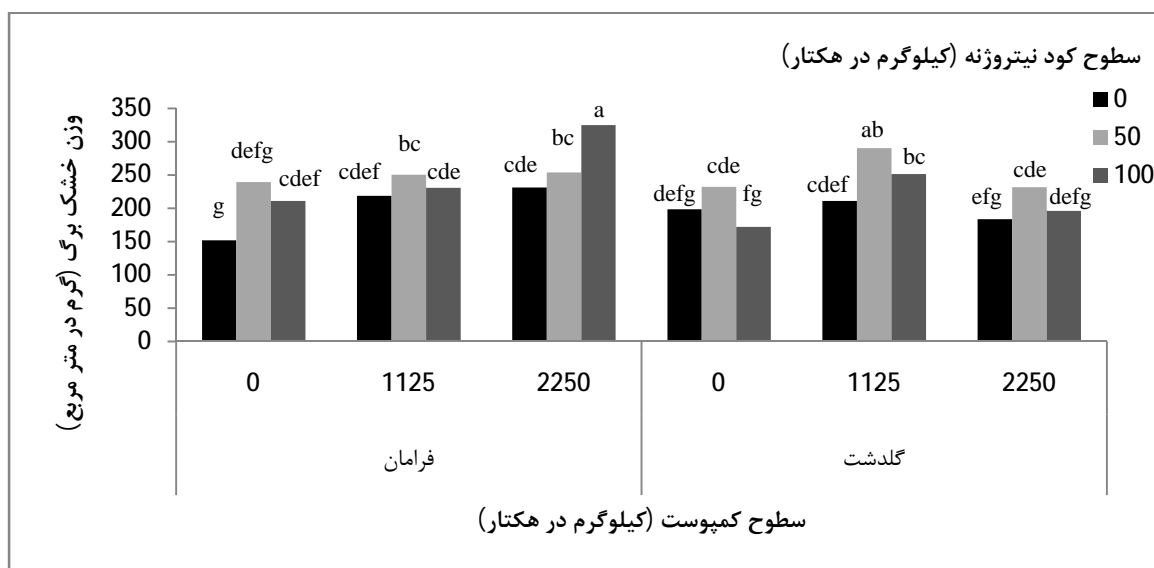
از جمله دلایل تأثیر کمپوست بر وزن خشک را می‌توان به تأثیر مثبت کاربرد این ماده بر خواص فیزیکی خاک که موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش خلل و فرج و بهبود تهویه خاک می‌شود، دانست. از سوی دیگر این ماده هم خود حاوی مقادیری مواد غذایی از جمله نیتروژن بوده و در اثر حضور آن در خاک، قابلیت جذب برخی عناصر غذایی توسط گیاهان افزایش می‌یابد (بفا و همکاران، 1995).



شکل 4-1- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک برگ



شکل 2-4- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر وزن خشک برگ



شکل 3-4- تأثیر بر همکنش کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک برگ

## 2-4- وزن خشک طبق بارور

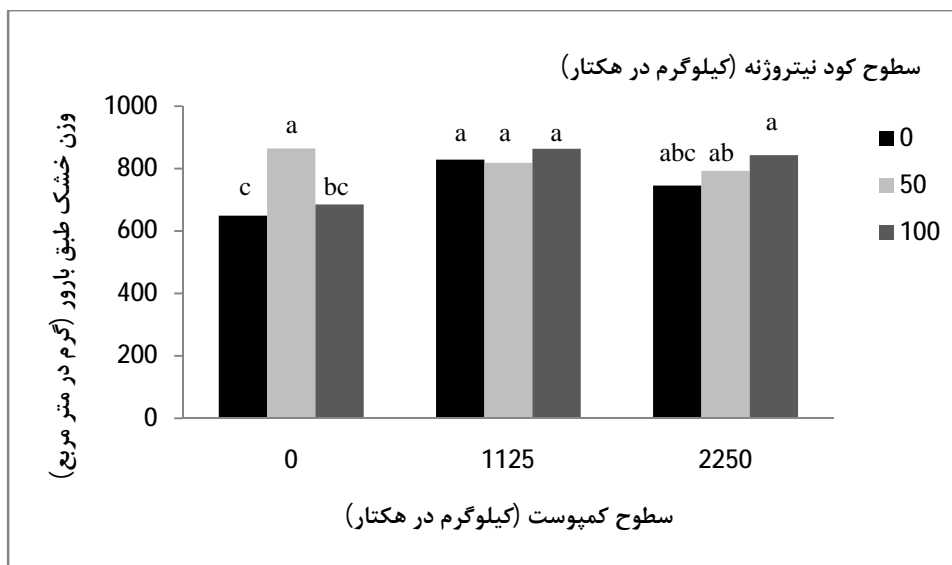
نتایج تجزیه واریانس وزن خشک طبق بارور در جدول 1-4 نشان داده شده است. مطابق اطلاعات مندرج در جدول، تفاوت معنی داری در اثر استفاده از کمپوست، کود نیتروژنه، اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه و اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک طبق بارور مشاهده شد. اثر

متقابل مثبت بین کمپوست و کود نیتروژنه را می‌توان به بهبود شرایط مواد آلی خاک نسبت داد. حداکثر وزن خشک طبق بارور به میزان 836/85 گرم در متر مربع در تیمار 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست مشاهده شد که نسبت به مصرف 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست تفاوت معنی دار نداشت. در حالی که حداقل آن (732/84 گرم در متر مربع) در تیمار شاهد بوده که نسبت به کاربرد کمپوست تفاوت معنی داری داشت (جدول 4-2). هر چند رقم فرامان نسبت به رقم گلدشت وزن خشک طبق بارور بیشتری داشت، ولی بین دو رقم تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

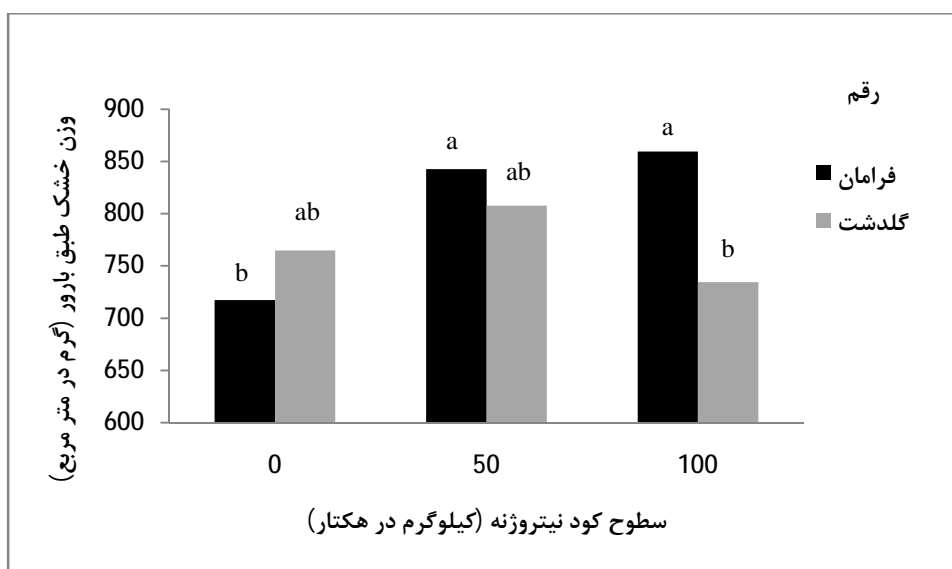
بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه نشان می‌دهد که در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بدون مصرف کمپوست بالاترین وزن خشک طبق بارور به دست آمد. هر چند این ترکیب تیماری با دیگر ترکیبات تیماری حاصل از سطوح کمپوست (1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار) و نیتروژن به جز ترکیب نیتروژن 100 × عدم کاربرد کمپوست و شاهد از نظر آماری تفاوت معنی دار نداشت (شکل 4-4). به طور کلی همه ترکیبات تیماری از لحاظ تأثیر گذاری بر ماده خشک طبق بارور نسبت به شاهد برتر بودند.

اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم (شکل 4-5) نشان می‌دهد که در تیمار 50 و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، رقم فرامان دارای وزن خشک طبق بارور بیشتری نسبت به رقم گلدشت بود. در حالی که در شرایط عدم مصرف نیتروژن، رقم گلدشت نسبت به فرامان برتری داشت. به طور کلی در شکل 4-5 مشاهده می‌گردد که وزن خشک طبق بارور در رقم فرامان با افزایش کود نیتروژن افزایش یافت. منتهی در رقم گلدشت ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان داد (شکل 4-4).





شکل 4-4- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر وزن خشک طبق بارور



شکل 4-5- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک طبق بارور

### 3-4- وزن خشک کل طبق

وزن خشک کل طبق از مجموع وزن خشک طبق بارور و وزن خشک طبق نا بارور به دست

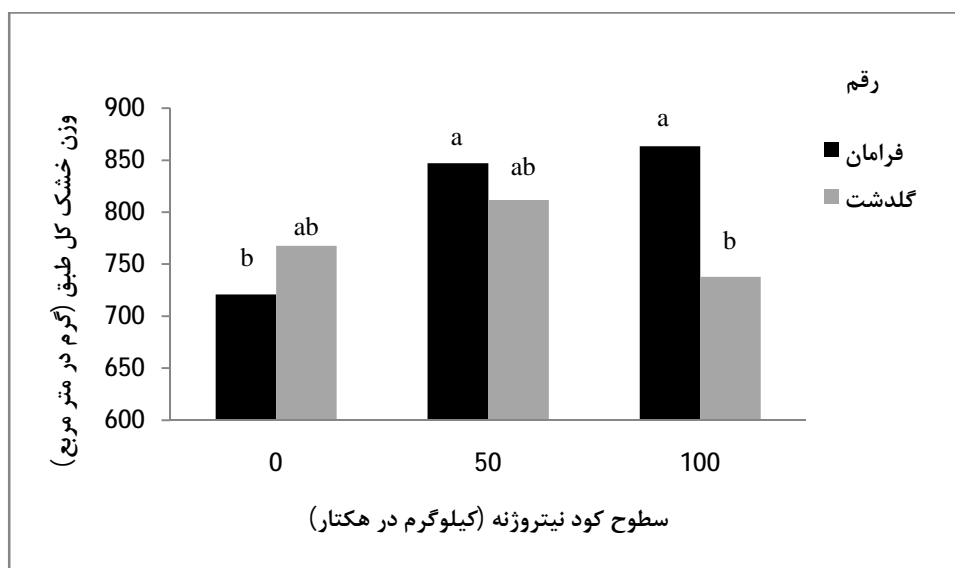
آمد. نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس (جدول 1-4) حاکی از تأثیر معنی دار تیمارهای

مختلف کمپوست و کود نیتروژنه بر وزن خشک کل طبق در سطح 5 درصد است. همچنین اثر متقابل تیمارهای کمپوست و کود نیتروژنه و نیز کود نیتروژنه و رقم در سطح 5 درصد معنی دار شد. حداکثر وزن خشک کل طبق به مقدار 840/54 گرم در متر مربع در تیمار 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست و حداقل آن (736/52 گرم در متر مربع) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول 4-2). با کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه، بهترین نتیجه بر وزن خشک کل طبق در ترکیب تیماری 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه حاصل شد ولی با دیگر ترکیبات تیماری حاصل از سطوح نیتروژن و دو سطح 1125 و 2250 کیلوگرم کمپوست و نیز ترکیب تیماری 50 کیلوگرم نیتروژن × سطح صفر کمپوست از لحاظ آماری تفاوت معنی دار نداشت (شکل 4-6).

شکل 4-7 نشان می‌دهد در شرایطی که کود نیتروژن استفاده نشد، وزن خشک کل طبق در رقم گلدشت بیشتر از فرامان بود. در حالی که در شرایط کاربرد هر دو سطح نیتروژن این صفت در رقم فرامان به طور قابل توجهی بیشتر از گلدشت بود. در رقم فرامان کاربرد 50 و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به ترتیب موجب افزایش 17/49 و 19/76 درصدی در وزن خشک کل طبق شد. در رقم گلدشت مصرف 50 کیلوگرم نیتروژن این صفت را بهبود بخشید ولی دو برابر شدن مصرف نیتروژن اثر منفی داشت.



شکل 4-6- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر وزن خشک کل طبق



شکل 4-7- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک کل طبق

#### 4-4- وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک ساقه در جدول 3-4 نشان داده شده است. مطابق اطلاعات

مندرج در جدول، اثر اصلی کود شیمیایی نیتروژنه بر وزن خشک ساقه در سطح یک درصد معنی دار

گردید. از میان ارقام، وزن خشک ساقه در رقم گلدشت 5/1 درصد نسبت به فرامان بیشتر بود، هر چند از نظر آماری تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول 4-4).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین در جدول 4-4 بیانگر آن است که بیشترین وزن خشک ساقه (به مقدار 176/74 گرم در متر مربع) از سطح دوم کود نیتروژنه (50 کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار وزن خشک ساقه (149/79 گرم در متر مربع) در تیمار شاهد به دست آمد. نتایج آزمایش زبارت و همکاران (1992) نشان داد که همراه با افزایش میزان کود نیتروژنه، وزن خشک ساقه در گیاه گندم افزایش می‌یابد.

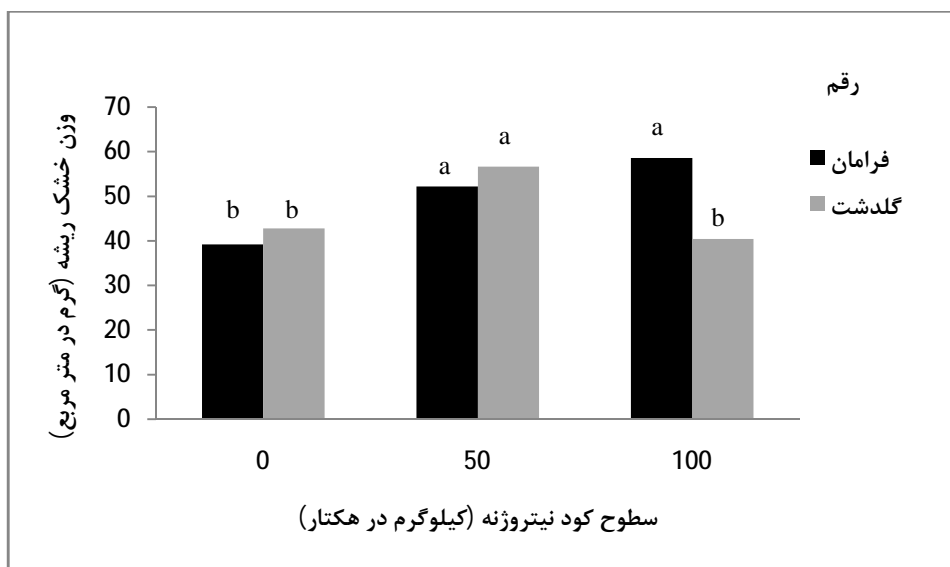
#### 4-5- وزن خشک ریشه

مطابق اطلاعات مندرج در جدول 3-4 کود نیتروژنه بر وزن خشک ریشه گیاه تأثیر معنی دار داشت. جدول مقایسه میانگین 4-4 نشان می‌دهد که کاربرد 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه نسبت به کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و شاهد در افزایش وزن خشک ریشه گیاه تأثیر بیشتری داشته که معنی دار بود. حداکثر وزن خشک ریشه گیاه به میزان 54/40 گرم در متر مربع از تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و حداقل آن در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود نیتروژنه) به میزان 40/99 گرم در متر مربع مشاهده شد.

بین سطوح مختلف کاربرد کمپوست در افزایش وزن خشک ریشه، اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول 3-4). همان طور که در جدول مقایسه میانگین (جدول 4-4) مشاهده می‌شود کمترین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد و بیشترین مقدار با کاربرد 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دست آمد که البته اختلاف معنی داری با 1125 کیلوگرم در هکتار نداشت. بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی داری مشاهده نشد. هر چند که رقم فرامان وزن خشک ریشه بیشتری داشت.

بررسی اثر متقابل کاربرد کود نیتروژنه در دو رقم مورد آزمایش نشان داد که مصرف 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، وزن خشک ریشه را در رقم فرامان نسبت به تیمار عدم کاربرد کود نیتروژنه 8/53 درصد بهبود بخشید. در سطح صفر و 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختلاف معنی داری بین دو رقم از لحاظ وزن خشک ریشه مشاهده نشد (شکل 4-8).

در پژوهش لیما و همکاران (2004) استفاده از کمپوست زیست توده ریشه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. کمپوست دارای مقادیر بالایی از نیتروژن است که می‌تواند در تولید محصولات زراعی مفید واقع شود. گیاهانی که طول ریشه و نسبت ریشه به ساقه بالاتری دارند در مقابل تنش خشکی تحمل بالاتری نیز دارند (سینگ و همکاران، 1995). هر چه که سیستم ریشه ای گسترده تر باشد، جذب آب، املاح معدنی و عناصر غذایی افزایش می‌یابد. همچنین مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی را بهبود می‌بخشد.



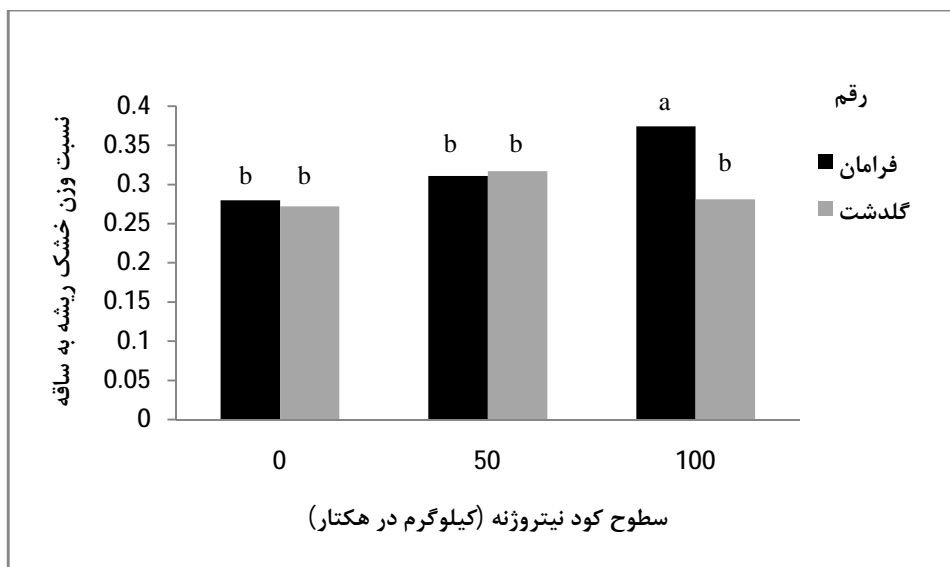
شکل 4-8- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک ریشه

#### 4-6- نسبت وزن خشک ریشه به ساقه

طبق اطلاعات مندرج در جدول تجزیه واریانس 3-4 اثر اصلی کمپوست بر نسبت وزن خشک ریشه به ساقه معنی دار شد. حداقل نسبت وزن خشک ریشه به ساقه در تیمار شاهد و حداکثر آن در تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست بود که با تیمار 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در خصوص تأثیر کمپوست بر نسبت وزن خشک ریشه به ساقه، افزودن مقادیر 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد به ترتیب 15/38 و 26/92 درصد افزایش این صفت را نشان داد (جدول 4-4).

جدول تجزیه واریانس (جدول 3-4) نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف مصرف کود نیتروژنه و نیز بین ارقام مورد بررسی از لحاظ آماری تفاوت معنی داری وجود دارد. این نسبت در رقم فرامان بزرگتر از رقم گلدشت بود. همچنین اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم در سطح 5 درصد معنی دار شد و همان طور که شکل 4-9 نشان می‌دهد رقم فرامان با مصرف 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه دارای بالاترین نسبت وزن خشک ریشه به ساقه بود. این نتیجه احتمالاً بیانگر آن است که این رقم در شرایط تنش خشکی می‌تواند مقاومت بیشتری نسبت به رقم گلدشت از خود نشان داده و آب و املاح معدنی و عناصر غذایی را از اعماق خاک جذب نماید. بین سایر ترکیبات تیماری حاصل از رقم و کود نیتروژن اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

بسیاری از گونه‌های گیاهی با افزایش سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به رشد ریشه و بنابراین افزایش نسبت ریشه به اندام‌های هوایی و بهره‌گیری بیشتر از آب قابل دسترس به کمبود رطوبت پاسخ می‌دهند (کافی و همکاران، 2000). سیستم ریشه‌ای گسترده سبب افزایش جذب آب و عناصر غذایی می‌شود. همچنین افزایش نسبت وزن خشک ریشه به ساقه مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی را بهبود می‌بخشد.



شکل 4-9- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر نسبت وزن خشک ریشه به ساقه

#### 4-7- وزن خشک کل

همان طور که در جدول 4-3 مشاهده می‌شود اثرات اصلی کود نیتروژنه و کمپوست، اثرات متقابل کمپوست و کود نیتروژنه، کود نیتروژنه و رقم تأثیر معنی داری بر مقدار وزن خشک کل گیاه داشت. تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه نسبت به سایر تیمارها حداکثر وزن خشک کل را دارا بود، البته اختلاف معنی داری بین 50 و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه وجود نداشت. حداقل وزن مربوط به تیمار شاهد بود که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشته است. مصرف کمپوست با مقادیر 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار توانست تجمع کل ماده خشک گیاه را به ترتیب 13/56 و 8/72 درصد افزایش دهد (جدول 4-4).

بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه نشان می‌دهد که در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بدون مصرف کمپوست بالاترین وزن خشک کل به دست آمد. هر چند این سطح ترکیب تیماری با دیگر ترکیبات تیماری حاصل از سطوح کمپوست (1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار) و نیتروژن به جز ترکیب نیتروژن صفر × کمپوست 2250 کیلوگرم در هکتار از نظر

آماری تفاوت معنی دار نداشت (شکل 4-10). به طور کلی در شکل 4-10 مشاهده می‌گردد که توأم شدن نیتروژن با کمپوست تأثیر بیشتری بر افزایش ماده خشک در گیاه داشته است.

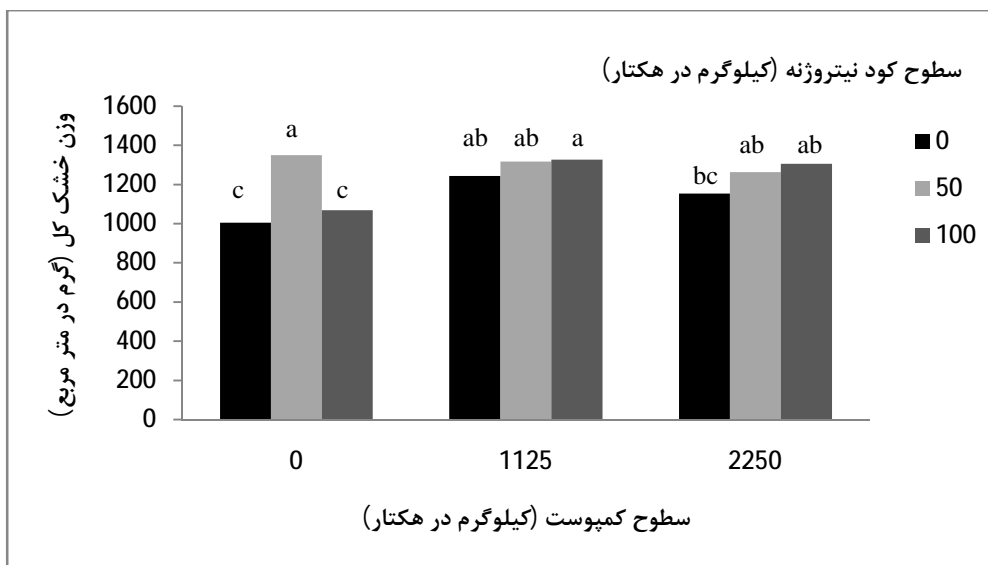
شکل 4-11 مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم را نشان می‌دهد. مطابق این شکل، رقم فرامان با دریافت 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به بیشترین ماده خشک رسید و افزایش کاربرد نیتروژن تأثیری بر ماده خشک این رقم نداشت. ماده خشک کل در رقم گلدشت با کاربرد 50 کیلوگرم نیتروژن افزایش زیادی پیدا کرد تا حدی که اختلاف قابل توجهی با رقم فرامان نداشت. منتهی افزایش نیتروژن اثر منفی بر ماده خشک این رقم داشت. در زمان عدم کاربرد کود نیتروژنه، رقم گلدشت بیومس بیشتری تولید نمود. هر چند که نسبت به رقم فرامان معنی دار نشد.

هنگامی که نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد نیاز به دیگر عناصر غذایی اصلی مانند فسفر و پتاسیم و ریز مغذی‌ها افزایش می‌یابد. در نتیجه نیتروژن جذب سایر عناصر غذایی را بهبود بخشیده و سبب افزایش رشد گیاه می‌شود. این توسعه و بهبود شرایط غذایی گیاه و افزایش رشد گیاهی می‌تواند از طریق کاربرد کمپوست حاصل شود. در نهایت مجموعه این عوامل سبب افزایش وزن خشک گیاه می‌گردد. با توجه به نقش کودهای شیمیایی در تأمین سریع و کافی عناصر پر مصرف به نظر می‌رسد این روند افزایشی را می‌توان به شرایط فیزیولوژیکی بهتر گیاه در اثر جذب عناصر غذایی و متابولیسم بیشتر و نیز شرایط مطلوب تر محیطی که در اثر دسترسی کافی به عناصر غذایی به وجود آمده نسبت داد. در این شرایط رقابت درون و برون گونه ای کاهش و نهایتاً موجب افزایش ماده خشک در گیاه می‌شود. مطالعات کریمی و همکاران (1389) در گیاه ذرت و اکبری نیا و همکاران (1385) و سلیمان و همکاران (2005) در گیاه گشنیز مؤید این نتایج است. همچنین افزایش زیست توده گیاه در اثر افزودن کودهای آلی در مطالعات زیادی گزارش شده است (پیرموریکا و همکاران، 2006). باروری خاک از طریق افزودن کودهای آلی موجب افزایش وزن کل گیاه و در نتیجه افزایش کیفیت و کمیت گیاه می‌شود (امید بیگی، 1379). محمدیان و ملکوتی (1381) گزارش کردند که افزایش سطوح کمپوست سبب افزایش ماده خشک در ذرت شد. در تحقیق دیگری دادی و

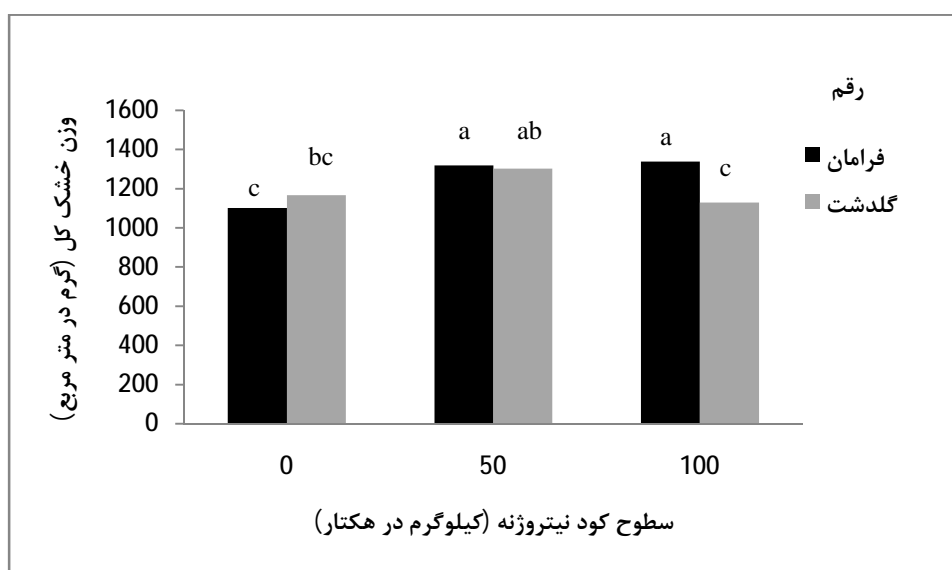


همکاران (2002) با کاربرد کمپوست در خاک، افزایش وزن خشک سه گیاه ذرت، آفتابگردان و ماش را مشاهده کردند. می‌توان گفت که افزایش عملکرد خشک و دانه می‌تواند نتیجه اصلاح سطح حاصلخیزی خاک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر افزودن کمپوست باشد. ماده خشک بالا در تیمار کاربرد کمپوست می‌تواند به دلیل افزایش غلظت نیتروژن در خاک باشد. افزایش در عملکرد بیومس ممکن است به دلیل افزایش نیتروژن و کربن آلی خاک باشد که به دنبال آن موجب افزایش رشد ریشه گیاه و در نتیجه تولید بالاتر می‌شود (سانجو و گود، 1993 و سانجو و همکاران، 2001).

مقایسه رشد گیاه ذرت در خاک حاوی مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که گیاهانی که مقدار بیشتری از کمپوست در خاک آن‌ها وجود داشت، بیومس بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها تولید کردند (پاینو و همکاران، 1996). از سوی دیگر بررسی کاربرد کمپوست زباله شهری بر خاک تحت کشت جو نشان داد که عملکرد و بیومس جو به دست آمده از پلات‌هایی که با کمپوست زباله تیمار شده بودند، عموماً مشابه و یا حتی بیشتر از پلات‌هایی بود که در آن‌ها کود شیمیایی به کار رفته بود (مارکوت و همکاران، 2001). کیلینگ و همکاران (2003) نیز نشان دادند که استفاده از کمپوست حاصل از ضایعات کشاورزی به افزایش ماده خشک کل کلزا منجر می‌گردد. گارسیا گیل و همکاران (2000) نشان دادند با افزایش سطوح کمپوست وزن ماده خشک جو افزایش معنی دار یافت. به طوری که به ترتیب با کاربرد 20 و 80 تن در هکتار، 10 و 46 درصد افزایش عملکرد به دست آمد.



شکل 4-10- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر وزن خشک کل



شکل 4-11- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن خشک کل

#### 8-4- ارتفاع ساقه

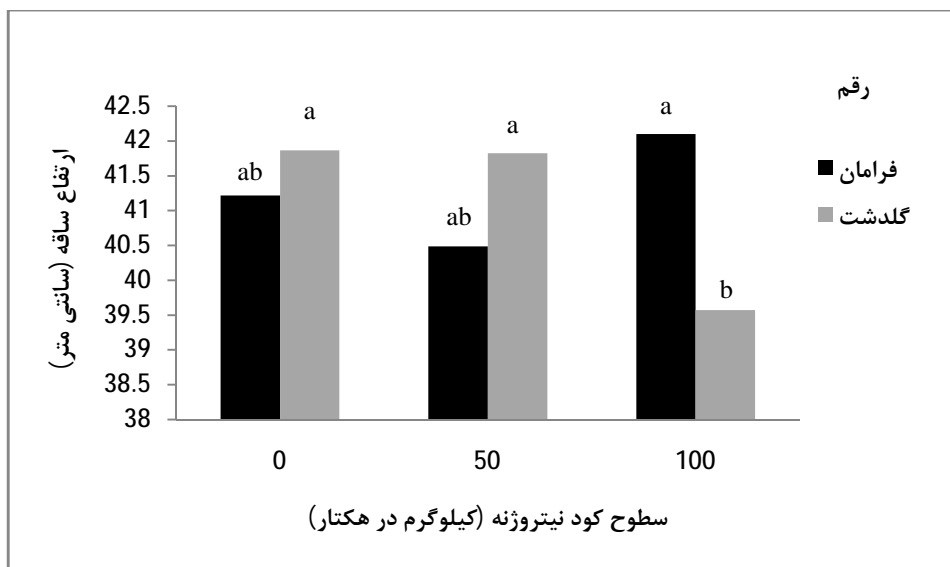
نتایج نشان داد که اثر متقابل کود اوره و رقم و نیز کمپوست و رقم بر ارتفاع ساقه معنی دار شد (جدول 4-5). اثرات اصلی کمپوست و کود نیتروژنه بر ارتفاع ساقه معنی دار نبود (جدول 4-5). با این حال در اثر کاربرد نیتروژن و کمپوست کاهش جزئی در ارتفاع ساقه مشاهده شد (جدول 4-6).

بر همکنش کود نیتروژنه و رقم تأثیر معنی داری بر ارتفاع ساقه داشت به طوری که نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد، بیشترین ارتفاع ساقه با کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه در رقم فرامان و کمترین ارتفاع در همین تیمار در رقم گلدشت به دست آمد (شکل 4-12).

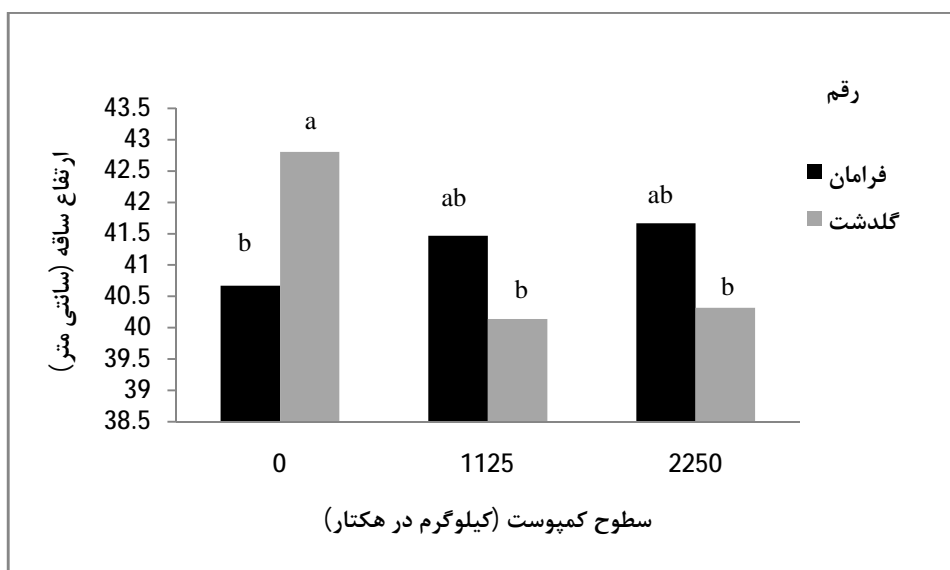
بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و رقم در شکل 4-13، نشان می‌دهد که رقم گلدشت در تیمار عدم کاربرد کمپوست دارای ارتفاع ساقه بالاتری است و با دیگر سطوح کمپوست نیز تفاوت معنی دار دارد. این نتیجه بیانگر آن است که نه تنها کمپوست نتوانسته بر ارتفاع ساقه در رقم گلدشت تأثیر مثبتی داشته باشد. بلکه سبب کاهش چشمگیر آن گردید. در حالی که در رقم فرامان کاربرد کمپوست ارتفاع ساقه را بهبود بخشید. اگرچه از لحاظ آماری معنی دار نبود.

نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات دیگران تناقض دارد. در مورد تأثیر نیتروژن بر ارتفاع گیاه اینکه وظیفه اصلی نیتروژن تکثیر سلولی، افزایش طول سلول و تمایز سلول است که تأمین نیتروژن کافی موجب افزایش طول گیاه می‌شود، داس و همکاران (1991) تأثیر نیتروژن بر ارتفاع ساقه سیاهدانه را مثبت و معنی دار ارزیابی نمودند. بررسی‌های اکوت و یادیریم (2005) بیانگر آن است که نیتروژن بر ارتفاع ساقه در گشنیز تأثیر مثبت داشته است و نسبت به شاهد دارای ارتفاع بیشتر بوده است. همچنین نتایج آزمایشی که توسط مجاب قصرالدستی و همکاران (1389) روی ذرت شیرین انجام شد، نشان داد که اثر نیتروژن و کمپوست بر ارتفاع بوته معنی دار گردید.

افزایش ارتفاع گیاه در یک جامعه گیاهی با تشکیل برگ‌های جدید که دارای کارایی بیشتری هستند و سبب افزایش جذب تشعشع بیشتر می‌شوند، منجر به افزایش قدرت رقابتی گیاه با سایر گیاهان می‌گردد.



شکل 4-12- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر ارتفاع ساقه



شکل 4-13- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر ارتفاع ساقه

#### 4-9- ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین

معنی داری در اثر اصلی کمپوست، اثرات متقابل کود نیتروژنه و کمپوست، کود نیتروژنه و

رقم، کمپوست و رقم بر ارتفاع اولین شاخه از زمین مشاهده شد (جدول 4-5).

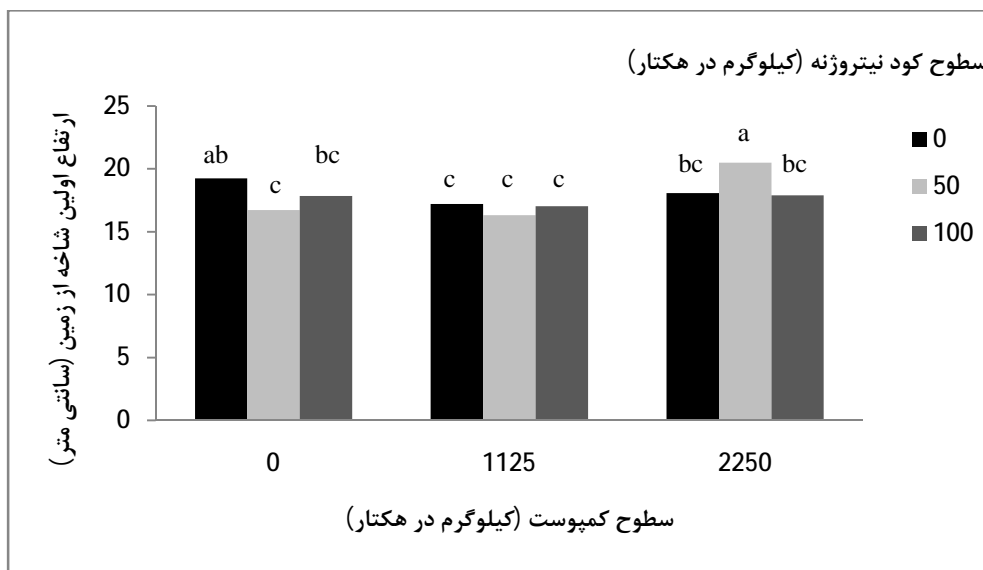
با توجه به جدول تجزیه واریانس 4-5 کود نیتروژنه تأثیر معنی دار بر ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین نداشت. در ارتباط با کمپوست، بیشترین ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین از تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست، معادل 18/81 سانتی متر و کمترین ارتفاع اولین شاخه از تیمار شاهد به میزان 16/85 سانتی متر به دست آمد (جدول 4-6). به طور کلی مصرف توأم 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به همراه 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بالاترین ارتفاع اولین شاخه از زمین را تولید نمود (شکل 4-14).

همان طور که مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم در شکل 4-15 نشان می‌دهد بیشترین و کمترین ارتفاع اولین شاخه از زمین به ترتیب در رقم گلدشت در تیمار شاهد و در رقم فرامان با کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد.

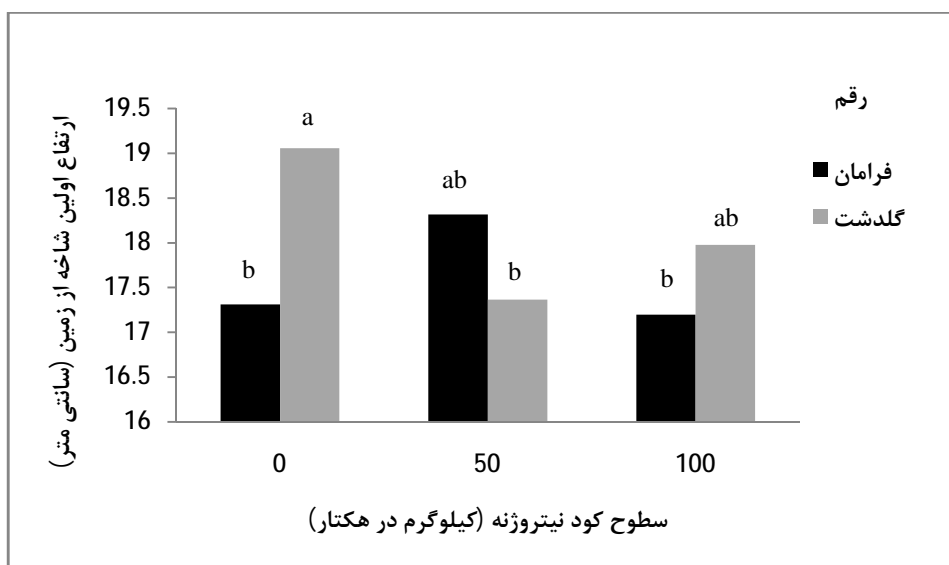
بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و رقم که در شکل 4-16 آمده است، حاکی از این است که رقم فرامان با کاربرد 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست نسبت به شاهد بیشترین ارتفاع اولین شاخه از زمین را داشته است. در رقم فرامان تأثیر مشخصی از کمپوست به دست آمد. به طوری که در این رقم با مصرف 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست یک افزایش جزئی و غیر معنی دار و با مصرف 2250 کیلوگرم کمپوست افزایش قابل توجهی در ارتفاع اولین شاخه از زمین مشاهده گردید.

هر چقدر که ارتفاع اولین شاخه از زمین کمتر باشد یعنی گیاه از ارتفاع پایین تری تولید را شروع نموده است. در نتیجه گیاه می‌تواند تعداد بیشتری شاخه داشته باشد و از آن جا که هر شاخه به یک طبق ختم می‌شود، بهتر است که ارتفاع اولین شاخه بندی از زمین کمتر باشد تا تعداد طبق و به دنبال آن تعداد دانه و عملکرد دانه نیز افزایش یابد. همان طور که شکل‌های 4-15 و 4-16 نشان می‌دهند مصرف 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست می‌تواند گیاه را به تشکیل تعداد شاخه بیشتر در گیاه سوق دهد.

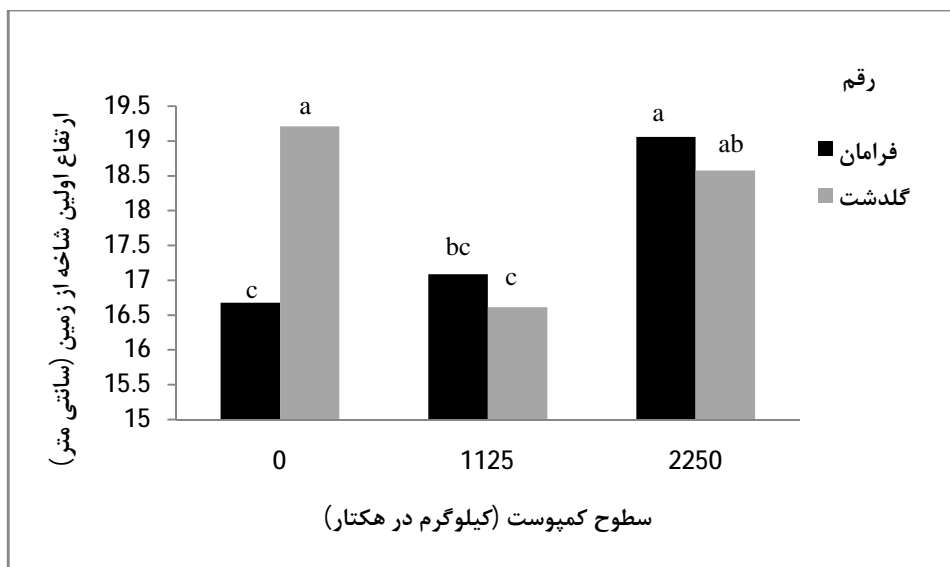
از طرف دیگر در برداشت مکانیزه این گیاه مطرح می‌شود که هر چه ارتفاع اولین شاخه از زمین بیشتر باشد، برداشت آسان تر خواهد بود. در نتیجه در تیمار کاربرد توأم 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دلیل دارا بودن بالاترین ارتفاع اولین شاخه از زمین، برداشت مکانیزه راحت تر خواهد بود.



شکل 4-14- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر ارتفاع اولین شاخه از زمین



شکل 4-15- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر ارتفاع اولین شاخه از زمین



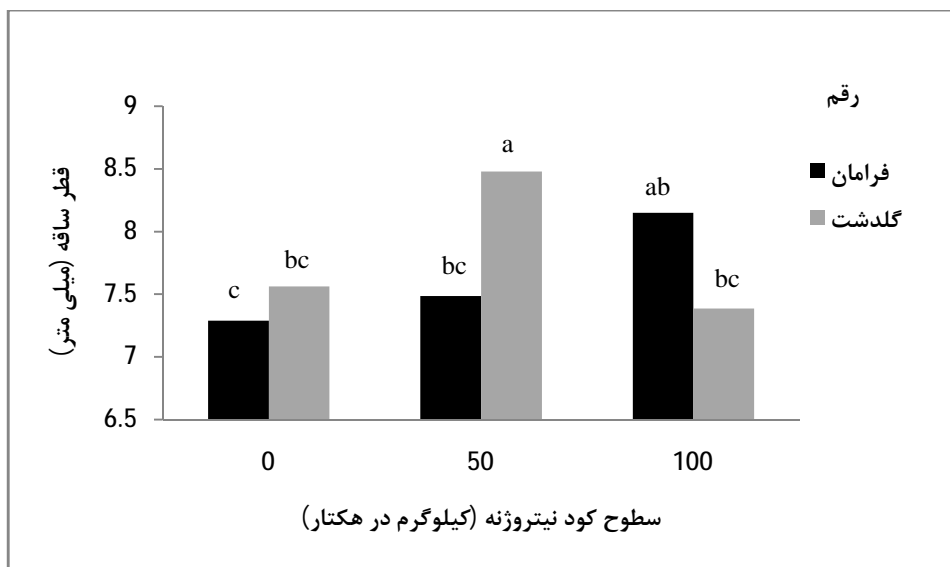
شکل 4-16- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر ارتفاع اولین شاخه از زمین

#### 4-10- قطر ساقه

با توجه به جدول 4-7 کاربرد کمپوست بر قطر ساقه معنی دار نشد. هر چند که مصرف 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست سبب افزایش قطر ساقه نسبت به شاهد شد (جدول 4-8). ولی نتایج آزمایشی که توسط مجاب قصرالدشتی و همکاران (1389) روی ذرت شیرین انجام شد، نشان داد که اثر نیتروژن و کمپوست بر قطر ساقه معنی دار گردید. نژاد شاملو (1375) در بررسی خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک گلرنگ اظهار داشت که ارقام مختلف از نظر قطر ساقه اختلاف معنی داری داشتند ولی در این آزمایش چنین نتیجه ای حاصل نشد.

از بین منابع تغییر تنها اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم بر قطر ساقه در سطح 5 درصد معنی دار شد (جدول 4-7). مطابق شکل 4-17 بیشترین قطر ساقه (8/48 میلی متر) در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و در رقم گلدشت حاصل شده که با رقم فرامان در همین سطح از نیتروژن و نیز با سطح صفر نیتروژن اختلاف معنی دار داشت. کمترین قطر ساقه به میزان 7/28 میلی متر در سطح صفر نیتروژن و رقم فرامان به دست آمد. در رقم فرامان افزایش مقدار کود نیتروژن سبب

افزایش قطر ساقه گردید. در حالی که در رقم گلدشت این چنین نبود. کاراسو و همکاران (2009) تأثیر افزایشی و غیر معنی دار نیتروژن را بر قطر ساقه در ذرت گزارش دادند.



شکل 4-17- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر قطر ساقه

#### 4-11- قطر طبق

اثرات اصلی کمپوست و رقم بر قطر طبق معنی دار شد. معنی داری در اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه نیز مشاهده گردید (جدول 4-7). مصرف کمپوست توانست بر صفت قطر طبق تأثیر معنی داری داشته باشد و بهترین نتیجه در اثر کاربرد 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دست آمد که با 2250 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری نداشت (جدول 4-8).

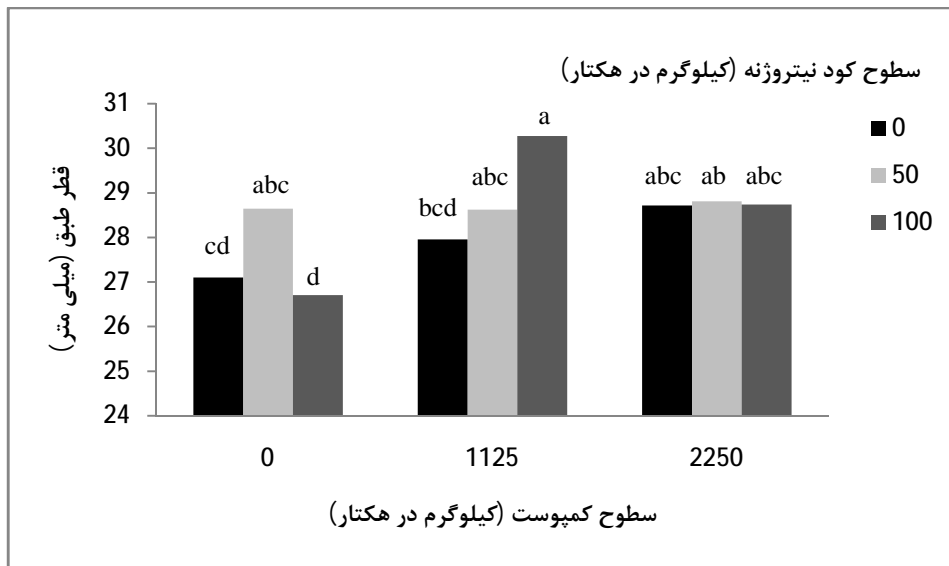
نتایج مقایسه میانگین (جدول 4-8) نشان می‌دهد که رقم گلدشت با میانگین 30/517 میلی متر، نسبت به رقم فرمان دارای قطر طبق بیشتری بود.

بررسی اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه بیانگر آن است که با مصرف همزمان 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بیشترین قطر طبق به میزان 30/27 میلی متر حاصل شد. هر چند از نظر آماری با تعدادی از ترکیبات تیماری به ویژه سطوح سوم



کمپوست تفاوت معنی داری نداشت ولی توانست قطر طبق را نسبت به شاهد 3/17 درصد بهبود بخشد (شکل 4-18).

عزیزی و همکاران (1387) نشان دادند که افزایش مصرف کودهای آلی سبب بهبود معنی دار صفت قطر نهنج گل بابونه گردید.



شکل 4-18- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر قطر طبق

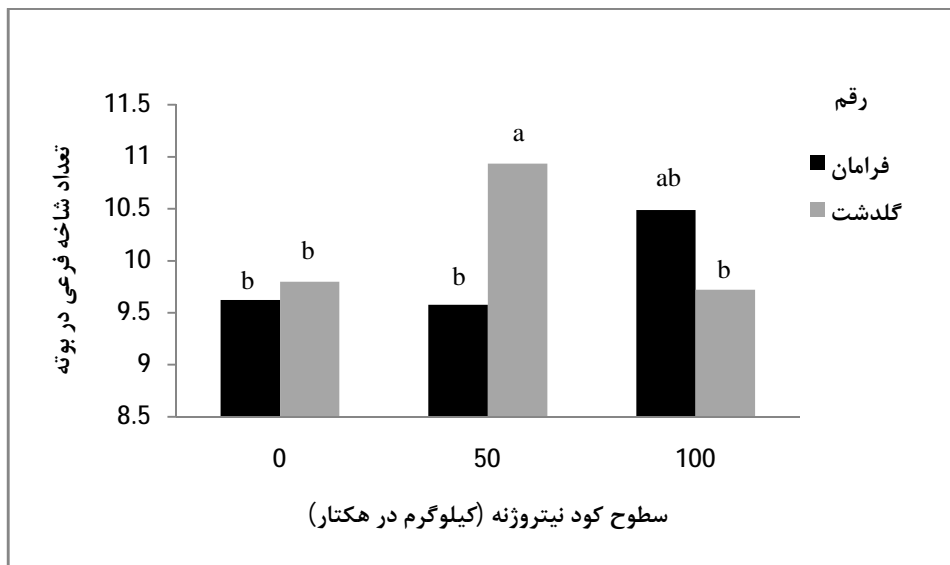
#### 12-4- تعداد شاخه فرعی و فرعی فرعی در بوته

تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم و تعداد شاخه فرعی فرعی فقط تحت تأثیر اثر رقم قرار گرفتند (جدول 4-7). مصرف کمپوست به مقدار 1125 کیلوگرم در هکتار تعداد شاخه فرعی و شاخه فرعی فرعی بیشتری در مقایسه با تیمار شاهد تولید نمود ولی بین مقادیر کمپوست اختلاف معنی دار مشاهده نشد (جدول 4-8). بررسی اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم نشان می‌دهد که بیشترین تعداد شاخه فرعی (10/93 عدد) در رقم گلدشت و با مصرف 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد. در حالی که افزایش مصرف نیتروژن تأثیر مثبتی بر این رقم نداشت. در رقم فرامان مصرف 100 کیلوگرم نیتروژن توانست تعداد شاخه فرعی را افزایش دهد و به 10 شاخه

در بوته رساند که اختلاف معنی داری با حداکثر مقدار ثبت شده در رقم گلدشت و 50 کیلوگرم نیتروژن نداشت (شکل 4-19).

در گلرنگ تمام ساقه های اصلی به طبق منتهی می شوند. بنابراین تفاوت ارقام مختلف به تعداد طبق های شاخه های اصلی و فرعی بستگی دارد. زند (1379) اختلاف معنی دار 9 ژنوتیپ مورد بررسی از نظر تعداد طبق را ناشی از تفاوت آن ها از لحاظ تعداد شاخه اصلی، فرعی و فرعی فرعی دانسته و عنوان می کند که بیشترین این تفاوت، به دلیل شاخه های فرعی فرعی است.

در جدول 4-8 ملاحظه می گردد که تعداد شاخه فرعی فرعی در رقم فرامان به طور معنی داری بیشتر از گلدشت بوده است.



شکل 4-19- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر تعداد شاخه فرعی در بوته

#### 13-4- تعداد طبق نابارور

اثر اصلی کود نیتروژنه و رقم بر تعداد طبق نابارور معنی دار گردید (جدول 4-9). با انجام مقایسات میانگین که نتایج آن در جدول 4-10 آورده شده است دیده شد که بین سطوح مختلف کمپوست اختلاف معنی دار وجود ندارد ولی بیشترین تعداد طبق نابارور (2/74 عدد در بوته) در تیمار

کاربرد 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و کمترین تعداد آن (2/56 عدد در بوته) در تیمار شاهد مشاهده شد. در بین ارقام، رقم فرامان با 3/1 عدد طبق نابارور در بوته نسبت به رقم گلدشت تعداد طبق نابارور بیشتری داشت.

بررسی سطوح مختلف کود نیتروژنه نشان می دهد که در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه تعداد طبق نابارور بیشتری نسبت به تیمار 100 کیلوگرم در هکتار و شاهد به دست آمد. این بدین معناست که با کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه تعداد طبق نابارور در گیاه کاهش یافته و طبق های نابارور با مصرف بیشتر نیتروژن به طبق بارور تبدیل شده و تولید دانه نموده اند. در نتیجه کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه می تواند نسبت به 50 کیلوگرم در هکتار در کاهش طبق نابارور و افزایش تعداد دانه و نهایتاً عملکرد مؤثرتر عمل نماید (جدول 4-10).

#### 14-4- شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی کود نیتروژنه، اثر اصلی کمپوست، اثرات متقابل کمپوست و رقم، کود نیتروژنه و رقم، کمپوست و کود نیتروژنه و نیز اثرات سه گانه بر شاخص سطح برگ ( $LAI^1$ ) معنی دار شد (جدول 4-9).

کاربرد کمپوست به مقدار 2250 کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها، روی  $LAI$  بیشترین تأثیر را داشت (جدول 4-10). برای افزایش تولید در زراعت گلرنگ، لازم است از منابع آلی مانند کمپوست استفاده شود تا ضمن افزایش مقدار ماده آلی خاک، به ایجاد توسعه پایدار در کشاورزی کمک شود. مصرف کود آلی سبب افزایش سطح برگ که عاملی تأثیر گذار در رشد و عملکرد گیاهی است، می گردد که این افزایش معادل مصرف 100 کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار می باشد.

---

1- Leaf Area Index

شاخص سطح برگ، شاخصی است از موجودی برگ یک گیاه زراعی به سطح زمینی که روی آن سایه می‌اندازد. در واقع متوسط تعداد سطوح کامل برگ در آرایش محصول را نشان می‌دهد. سطح برگ، به عنوان دریافت کننده نور خورشید و عضو فتوسنتز کننده، عاملی تاثیر گذار در عملکرد گیاهی محسوب می‌گردد. مصرف کمپوست به مقدار 2250 کیلوگرم در هکتار روی شاخص سطح برگ بیشترین تأثیر را داشت و بین مقادیر مختلف کمپوست اختلاف معنی دار مشاهده شد. مصرف 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، شاخص سطح برگ را بهبود بخشید. مقایسه این شاخص در ارقام مورد مطالعه نشان داد که هر دو رقم دارای تولید سطح سبزینه و توسعه برگ مشابهی بودند. هر چند شاخص سطح برگ رقم فرامان در طی مرحله رشد نسبت به رقم گلدشت بیشتر بود ولی اختلاف معنی داری نداشت. نتایج نشان می‌دهد که مصرف نیتروژن در مراحل رشد رویشی و به اندازه مورد نیاز سبب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود.

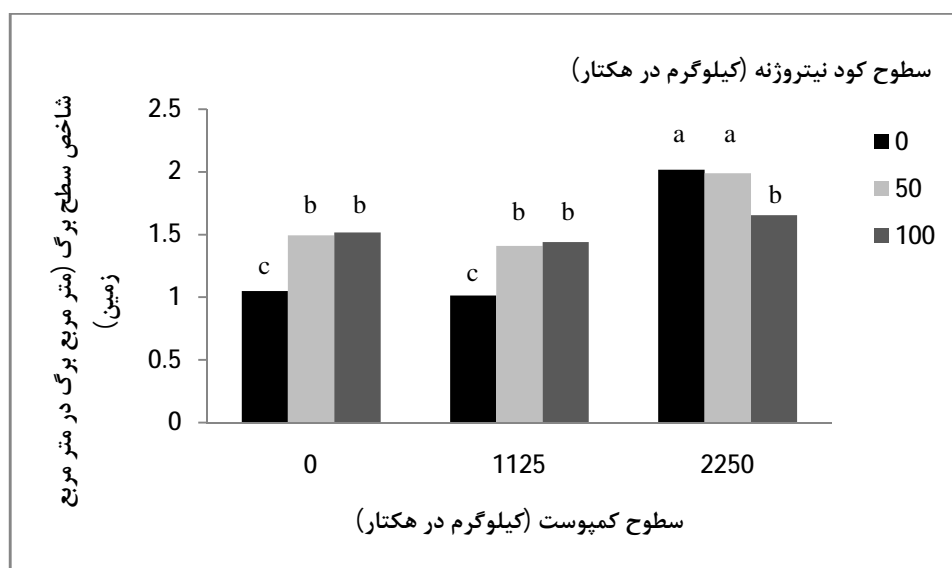
شکل 4-20 نشان می‌دهد که با مصرف 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و عدم کاربرد و نیز 50 کیلوگرم کود نیتروژنه بیشترین شاخص سطح برگ حاصل می‌شود. عدم مصرف نیتروژن سبب شد که کمترین شاخص سطح برگ در گیاه مشاهده گردد. حتی مصرف 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست نیز نتوانست این کمبود را جبران نماید. در حالی که دو برابر شدن کمپوست در شرایطی که نیتروژن مصرف نشد، منجر به افزایش چشمگیر در شاخص سطح برگ گردید. در سطح صفر و 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست اختلافی بین مصرف 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن مشاهده نشد. در گیاه رازیانه، روش تلفیقی کود دهی به افزایش حجم اندام هوایی و سطح برگ انجامید (شریفی عاشور آبادی و همکاران، 2002).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم نشان داد که رقم گلدشت در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و رقم فرامان در تیمار 100 کیلوگرم کود نیتروژن به طور مشترک بالاترین شاخص سطح برگ را به نمایش گذاشتند. اختلاف معنی داری بین 100 کیلوگرم نیتروژن و عدم کاربرد نیتروژن بر شاخص سطح برگ رقم گلدشت وجود نداشت. در رقم گلدشت با افزایش

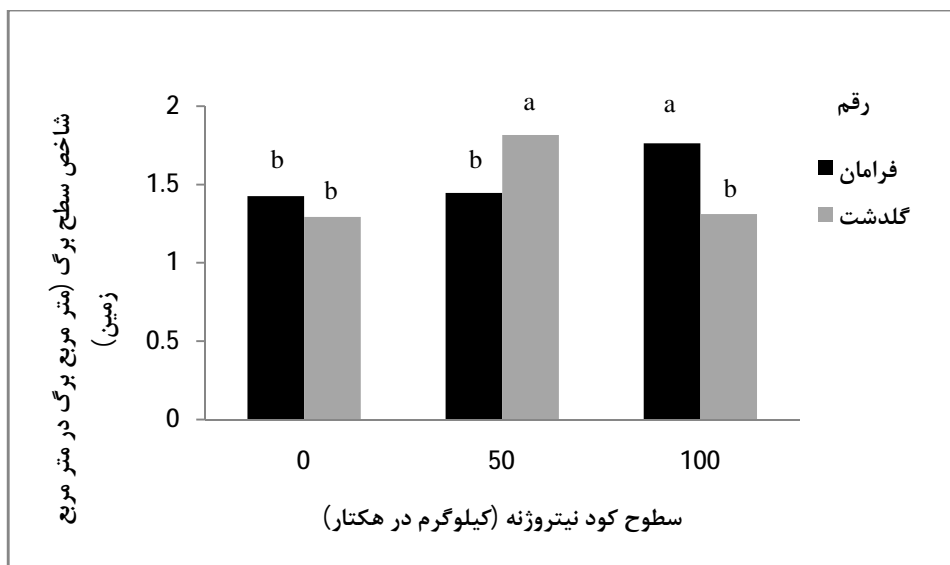
نیتروژن از 50 به 100 کیلوگرم کاهش معنی دار در این صفت مشاهده گردید ولی در رقم فرامان شاخص سطح برگ با افزایش مصرف کود نیتروژنه افزایش معنی دار نشان داد (شکل 4-21).

در شکل 4-22 مشاهده می‌شود که مصرف 1125 کیلوگرم کمپوست نسبت به عدم کاربرد کمپوست تأثیری بر شاخص سطح برگ رقم فرامان نداشت. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و رقم بیانگر آن است که در بین سطوح 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست، تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست در هر دو رقم شاخص سطح برگ بیشتری را موجب شد که از لحاظ آماری نیز معنی دار بود. کمترین شاخص سطح برگ در رقم گلدشت و با کاربرد 1125 کیلوگرم کمپوست مشاهده شد. در رقم فرامان افزایش مقدار مصرف کمپوست منجر به افزایش شاخص سطح برگ شد که دلیل آن می‌تواند افزایش تعداد برگ به واسطه افزایش تعداد شاخه های فرعی فرعی در این رقم باشد (شکل 4-22).

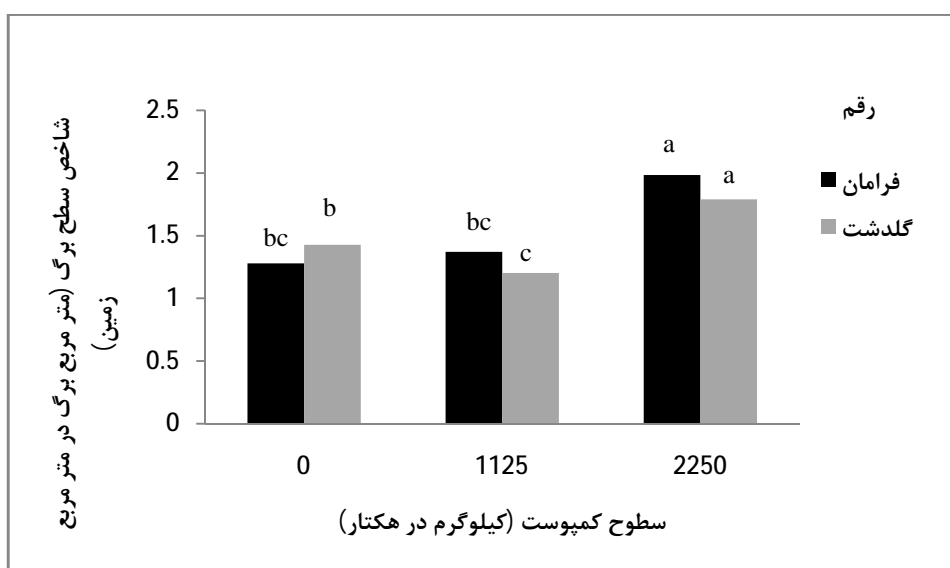
بررسی اثرات سه گانه نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ در رقم گلدشت با استفاده از 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و بدون اضافه کردن کود نیتروژنه به دست آمد (شکل 4-23).



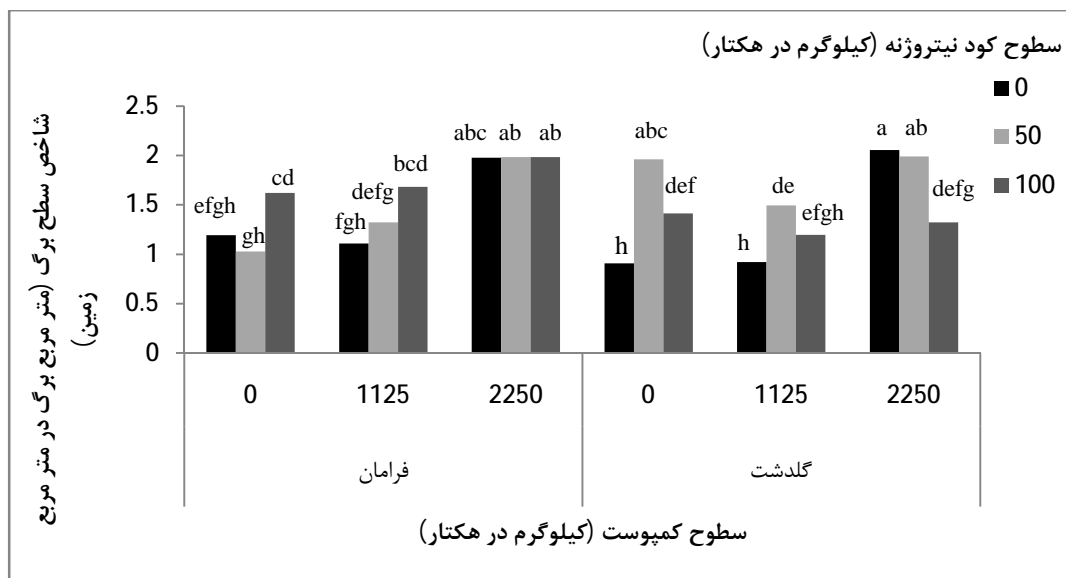
شکل 4-20- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر شاخص سطح برگ



شکل 4-21- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر شاخص سطح برگ



شکل 4-22- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر شاخص سطح برگ



شکل 4-23- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر شاخص سطح برگ

#### 4-15- عملکرد و اجزای عملکرد

##### 4-15-1- عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مندرج در جدول 4-11 نشان دهنده تأثیر معنی دار کمپوست بر عملکرد دانه است. اثر سایر منابع تغییر بر عملکرد دانه معنی دار نبود. در مطالعه این صفت بیشترین عملکرد دانه به میزان 5620/9 کیلوگرم در هکتار در تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دست آمد که نسبت به شاهد و 1125 کیلوگرم کمپوست به ترتیب 20/67 و 5/03 درصد بیشتر بود. بین 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست با شاهد اختلاف معنی دار وجود نداشت (جدول 4-12). کاربرد 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن نیز به ترتیب سبب افزایش 4/46 و 3/97 درصدی در عملکرد شد که البته این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول 4-12).

چیتدیشواری و همکاران (2002) نیز با مطالعه تأثیر سطوح مختلف لجن فاضلاب کمپوست شده بر عملکرد ذرت، تاج خروس، گل کروساندرا و لوبیا چشم بلبلی در یک آزمایش گلخانه ای، مشاهده کردند که مصرف لجن فاضلاب کمپوست شده سبب افزایش عملکرد در تمامی گیاهان مورد مطالعه شد.

در آزمایشی از کود آلی در گلرنگ استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از کود دامی سبب افزایش عملکرد دانه گردید (روشن ضمیر و همکاران، 1385). کمپوست قادر است تمامی مواد غذایی ماکرو مورد نیاز رشد گیاه را تا حدودی تأمین نماید. سینگر و همکاران (2004) اظهار داشته اند که کمپوست علاوه بر تأثیر مستقیم بر عملکرد از طریق آزاد کردن عناصر میکرو و ماکرو از طریق بهبود خواص فیزیکی خاک به صورت غیر مستقیم سبب افزایش عملکرد می‌شود. بررسی کاربرد کمپوست و کود شیمیایی در مزرعه گندم نشان داد که وزن خشک و عملکرد دانه گیاه با افزایش مقدار کاربرد کمپوست افزایش یافت (قرنجیک، 1386).

افزایش مقدار کاربرد کمپوست موجب افزایش میزان کلروفیل برگ می‌شود (عبدالصبور و ابوالسعود، 1996). در اثر افزایش کلروفیل به طور طبیعی فتوسنتز هم افزایش خواهد یافت که این افزایش منجر به افزایش تولید شیره پرورده و افزایش سرعت پر شدن دانه به تبع آن افزایش عملکرد خواهد شد. محمدیان و ملکوتی (1381) گزارش کردند که افزایش سطوح کمپوست سبب افزایش عملکرد دانه در ذرت شد.

در آزمایش ارهارت و همکاران (2005) تیمارهای حاوی کمپوست افزایش عملکرد را نسبت به شاهد نشان دادند و دریافتند که در خاک‌های حاصلخیز اثر کمپوست کم است ولی در طول زمان افزایش می‌یابد. گزارش هارتل و همکاران (2003) نیز حاکی از افزایش عملکرد کمی و کیفی چاودار در اثر استفاده از کمپوست می‌باشد. در تحقیقی نشان داده است که با مصرف کمپوست، افزایش عملکرد در گندم دیده شده و علاوه بر آن، در غنی سازی دانه های گندم از عناصر ریز مغذی نیز موفق بوده است (مجیدی، 1997).

در آزمایشات دیگر نیز مشخص شد که کودهای آلی به ویژه زمانی که به صورت کمپوست مصرف می‌شوند اثر مثبتی بر عملکرد داشته و عملکرد محصول را نسبت به عدم مصرف کود به میزان زیادی افزایش می‌دهند. با مصرف کودهای آلی، میزان مواد آلی خاک افزایش یافته و موجب بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و بهتر فراهم کردن عناصر ماکرو و میکرو مورد نیاز گیاه می‌شود و تلفات



عناصر از خاک را کاهش می دهند که می توان ضمن دستیابی به عملکرد مطلوب تداوم آن را در طی زمان حفظ کرد (یاداو و همکاران، 2000 و یادویندر و همکاران، 2004). گوپتا و پوتالیا (1990) اظهار نمودند که کمپوست اثر مثبتی روی رشد گیاه و عملکرد دارد که ظرفیت مواد آلی را بالا برده و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کمپوست موجب می شود عناصر غذایی بیشتر قابل دسترس شوند و کمپوست عملکرد دانه برنج را افزایش می دهد.

ماده آلی یکی از اجزای اصلی خاک است و بالاتر رفتن آن در بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک و متعاقب آن عملکرد گیاه نقش اساسی دارد (پدرا و همکاران، 2006؛ ملکوتی، 1378؛ گودرزی، 1389؛ مسگرباشی و همکاران، 1385).

کمپوست با افزایش حالت ارتجاعی و افزایش خلل و فرج سبب نفوذ و تهویه بهتر هوا شده، فعالیت میکروارگانیسم های خاک افزایش پیدا می کند و روند ساخت و تبدیل نیترات در خاک بهبود می یابد و گیاه مقدار بیشتری از این عناصر را جذب کرده و متعاقب آن با افزایش سطح سبز، عملکرد افزایش می یابد. در کشت ارگانیک ریحان نیز مصرف کمپوست سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه گردید (الگندی و همکاران، 2001). استفاده از کمپوست و کودهای دامی به افزایش ماده آلی، عناصر معدنی و عملکرد دانه منتهی می شود (محمدی و همکاران، 2007 و کارتنی و مولن، 2008). عملکرد دانه در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی از اندام های فتوسنتز کننده و از اندام های منبع به اندام های مخزن می باشد. عوامل متعدد ژنتیکی و محیطی از قبیل دما، رطوبت و حاصلخیزی خاک، طول فصل رشد و آفات و امراض بر این فرآیند تأثیر می گذارند (کوچکی و سرمدنی، 1384).

#### 4-15-2- وزن هزار دانه

وزن هزار دانه به عنوان یکی از شاخص های مهم زراعی بذور گیاهان زراعی می باشد. این شاخص بیان کننده میزان تخصیص مواد غذایی به ازای هر واحد بذر می باشد. البته عوامل ژنتیکی و محیطی در وزن دانه مشارکت دارند و سهم هر کدام بر حسب شرایط تغییر می کند. در شرایط ایده آل

محیطی عوامل ژنتیکی نقش مهم تری ایفا می‌کنند ولی در شرایط محیطی نامناسب عوامل ژنتیکی نقش کمتری دارند (امید بیگی، 1379).

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول 4-11) اثر کمپوست، رقم، اثر متقابل کمپوست و رقم و اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم بر وزن هزار دانه معنی دار بود. به طوری که رقم فرامان در مقایسه با رقم گلدشت وزن هزار دانه بیشتری داشت. بیشترین وزن هزار دانه به میزان 55/989 گرم با مصرف 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دست آمد (جدول 4-12). لذا با توجه به اینکه وزن هزار دانه به عنوان یکی از اجزاء مؤثر در عملکرد می‌باشد، این صفت می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه گلرنگ مؤثر باشد. این نتیجه می‌تواند در کشاورزی ارگانیک گیاهان کاربرد داشته باشد. تأثیر کود نیتروژنه بر وزن هزار دانه معنی دار نشد (جدول 4-11). در آزمایشی از کود آلی در گلرنگ استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از کود دامی سبب افزایش وزن هزار دانه گردید (روشن ضمیر و همکاران، 1385). وزن هزار دانه از فاکتورهایی است که بیشتر تحت تأثیر کنترل ژنتیکی است و از توارث پذیری بالایی برخوردار بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله حاصلخیزی خاک قرار می‌گیرد (امید بیگی، 1379).

تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه در رقم فرامان با 60/06 گرم وزن هزار دانه بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت. البته اختلاف معنی داری با وزن هزار دانه همین رقم در شرایط عدم مصرف نیتروژن نداشت. وزن هزار دانه رقم گلدشت با مصرف نیتروژن و افزایش آن از روند کاهشی برخوردار بود. به طوری که وزن هزار دانه این رقم در 100 کیلوگرم نیتروژن حدود 14/01 درصد کمتر از عدم مصرف نیتروژن بود (شکل 4-24). طبق شکل 4-25 بررسی اثر متقابل بین سطوح مختلف کمپوست و رقم نشان دهنده آن است که بیشترین وزن هزار دانه گلرنگ در تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و در رقم فرامان حاصل شده که با شاهد اختلاف معنی دار ندارد. به طور کلی می‌توان بیان نمود که کمپوست تأثیری بر وزن هزار دانه رقم فرامان نداشت ولی در رقم

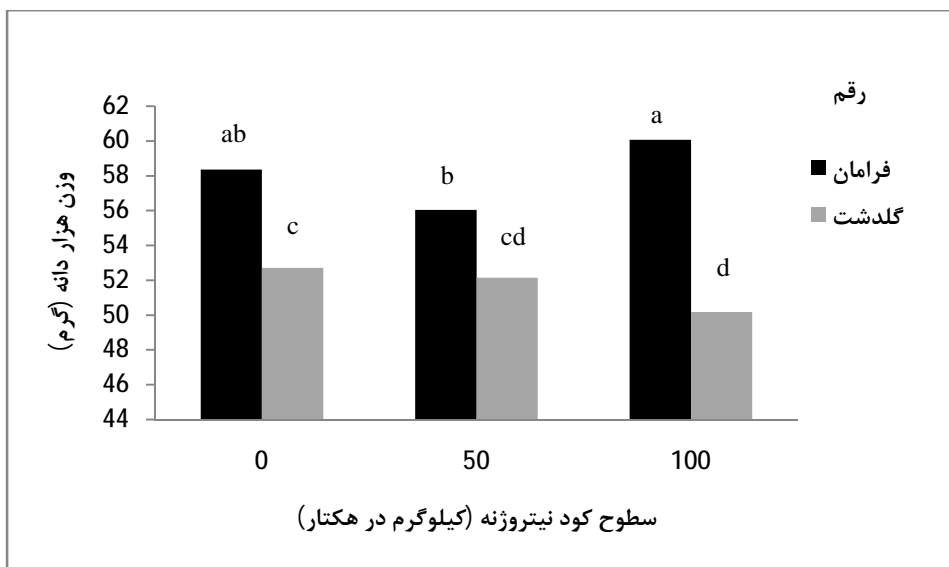
گلدشت ابتدا به صورت جزئی و غیر معنی دار افزایش مشاهده شد و زیاد شدن کمپوست (2250 کیلوگرم در هکتار) اثر منفی بر جای گذاشت.

گزارشات زیادی حاکی از افزایش اجزای عملکرد توسط کمپوست ارائه شده است (توماتسیدیس و همکاران، 2003، سومار و همکاران، 2003، محمدی نیا، 1374 و گندمکار، 1375). به نظر می‌رسد عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف موجود در کمپوست افزوده شده به خاک، در اختیار گیاه قرار گرفته و عملکرد بیشتر گیاه را در پی داشته است (کرمی و همکاران، 1386).

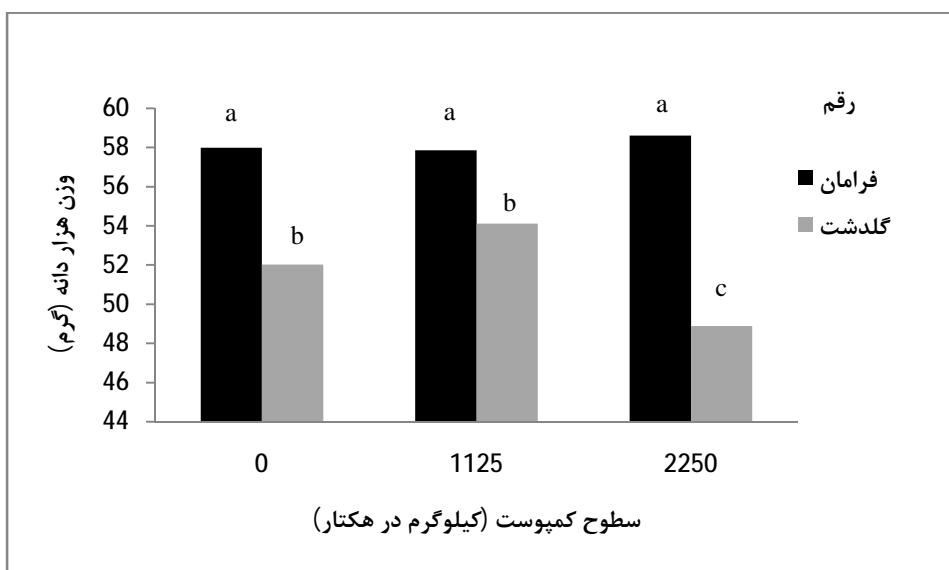
کود نیتروژن به دلیل افزایش مقدار ماده خشک و دوام سطح برگ می‌تواند سبب افزایش وزن هزار دانه شود (شهدی کومله، 2003). پاسبان اسلام (1380) اختلاف ارقام از نظر وزن هزار دانه را در سطح احتمال یک درصد معنی دار گزارش نمود. بر اساس گزارش احمدی و امیدی (1375) نیز ارقام از لحاظ وزن هزار دانه دارای تفاوت معنی دار بوده که این اختلاف ناشی از تفاوت طول دوره پر شدن دانه است.

کاربرد کمپوست سبب افزایش مدت پر شدن، افزایش شدید غلظت ساکارز دانه و نهایتاً افزایش وزن هزار دانه می‌گردد. در طول دوره پر شدن دانه، فراهمی آب و عناصر (به ویژه فسفر و آهن که به دلیل کاهش pH خاک منطقه ریزوسفر صورت پذیرفت) تعیین می‌کنند که قدرت منبع (مقدار ماده خشک انتقال یافته از ساقه به دانه و فتوسنتز جاری) و اندازه مخزن (تعداد دانه در واحد سطح) کدام یک محدود کننده عملکرد دانه هستند. وزن هزار دانه به عنوان یکی از اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر سرعت و دوره پر شدن دانه قرار دارد (رسا و همکاران، 1999؛ کاپلن و ارمان، 1998 و پنکین، 1977).

گزارش شده است که کاربرد کمپوست نقش مثبتی در پرشدگی دانه های ذرت داشته و با آزاد سازی عناصر غذایی در طی دوره رشد، موجب افزایش وزن هزار دانه، در نتیجه عملکرد دانه ذرت شده است (فلاح و همکاران، 1386).



شکل 4-24- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر وزن هزار دانه



شکل 4-25- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر وزن هزار دانه

#### 3-15-4- تعداد طبق در بوته

اثرات اصلی کود نیتروژنه، کمپوست، رقم و اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه، اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم و نیز اثر متقابل سه گانه کمپوست و کود نیتروژنه و رقم بر صفت تعداد طبق در بوته معنی دار شد (جدول 4-11).

در بین سطوح مختلف کاربرد کود نیتروژنه، در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه تعداد طبق بارور بیشتری حاصل شد که با شاهد دارای اختلاف معنی دار بود ولی با تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از نظر آماری اختلاف معنی دار نداشت. مصرف 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن نسبت به شاهد به ترتیب 9/39 و 12/33 درصد صفت تعداد طبق در بوته را افزایش داد (جدول 4-12).

بررسی اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه حاکی از این است که با مصرف همزمان 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه تعداد طبق در گیاه به 26/02 عدد می‌رسد و با شاهد نیز دارای اختلاف معنی دار است ولی با ترکیب تیماری 50 و 100 کود نیتروژنه در 1125 کمپوست از لحاظ آماری معنی دار نشد (شکل 4-26).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم در شکل 4-27 نشان می‌دهد که رقم فرامان در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه توانست تعداد طبق بارور بیشتری در گیاه تولید نماید. در رقم فرامان مصرف نیتروژن و افزایش مقدار آن منجر به افزایش تعداد طبق در بوته شد که ممکن است به دلیل افزایش شاخه های فرعی در این شرایط باشد. اختلاف معنی داری بین اثر سطوح نیتروژن بر تعداد طبق رقم فرامان وجود نداشت. در رقم گلدشت با افزایش نیتروژن کاهش بسیار جزئی در این صفت مشاهده گردید.

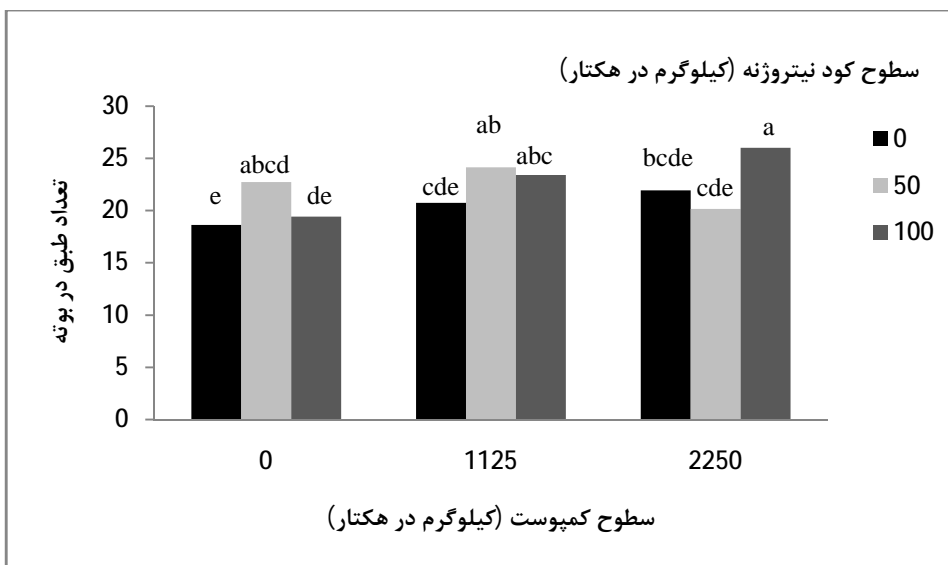
بیشترین تعداد طبق بارور 34/9 عدد در بوته در تیمار سه گانه 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و رقم فرامان حاصل شد (شکل 4-28).

طبق نتایج به دست آمده از روستایی و همکاران (1388) کاربرد کودهای آلی در تلفیق با کود شیمیایی سبب افزایش اجزاء عملکرد در گیاه ذرت شده است. دلیل بهبود اجزاء عملکرد در سیستم‌های تلفیقی تغذیه گیاه می‌تواند فراهمی بهتر و بیشتر و به موقع عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیتروژن که در تمام مراحل رشد مورد نیاز گیاه است باشد.

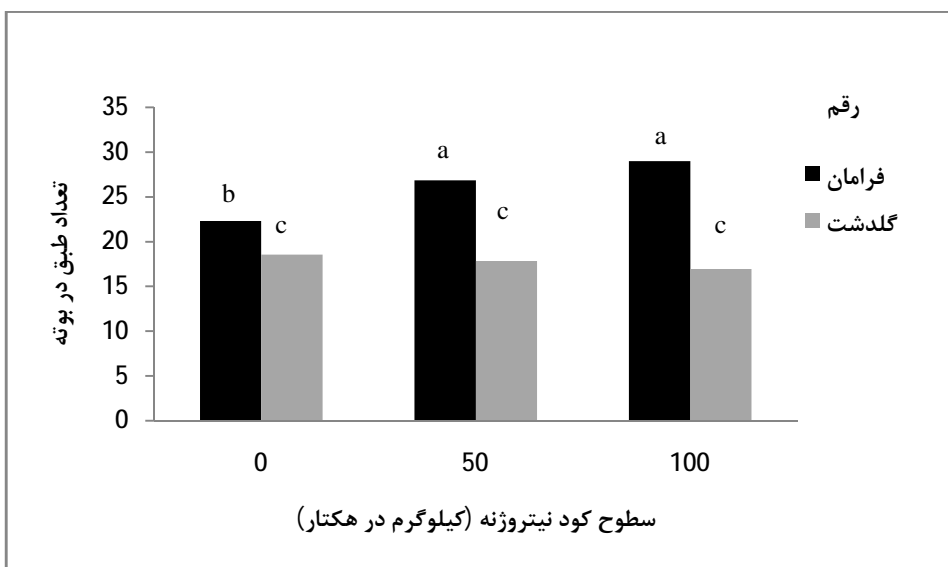
نیترोजن موجب افزایش دوام سطح برگ، به ویژه در مرحله گلدهی شده و بنابراین مواد فتوسنتزی را در دوره رویش بوته افزایش داده و سبب افزایش تعداد شاخه گل دهنده می‌شود. که افزایش این جزء بوته سبب افزایش تعداد طبق در بوته و نهایتاً افزایش عملکرد دانه می‌شود. از آن-جایی که کمپوست دارای انواع مواد مغذی برای گیاهان بوده و به صورتی است که این عناصر را به موقع برای تغذیه گیاه آزاد می‌کند، این کود آلی به خوبی تغییر فرم یافته و تخلخل، تهویه، زهکشی و ظرفیت نگهداری رطوبت را در خاک بهبود می‌بخشد. این کود آلی از لحاظ کیفی سرشار از عناصر قابل جذبی نظیر نیترोजن برای گیاهان است (عبدلی و همکاران، 1387). نیترोजن به واسطه نقشی که در تولید و صدور هورمون سیتوکینین از ریشه به اندام هوایی دارد موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی در رشد گیاه می‌شود. همچنین نیترोजن بر هورمون جیرلین غیر مستقیم و به واسطه سیتوکینین اثر می‌گذارد به این ترتیب سبب افزایش رشد شاخه های گل دهنده و برگ‌ها و فتوسنتز می‌شود. در نتیجه در انتها سبب بیشترین تعداد طبق در بوته می‌شود.

طبق گزارش وجید و همکاران (2007) افزایش کود نیترोजنه بر تعداد دانه در بلال ذرت تأثیر معنی داری داشت.

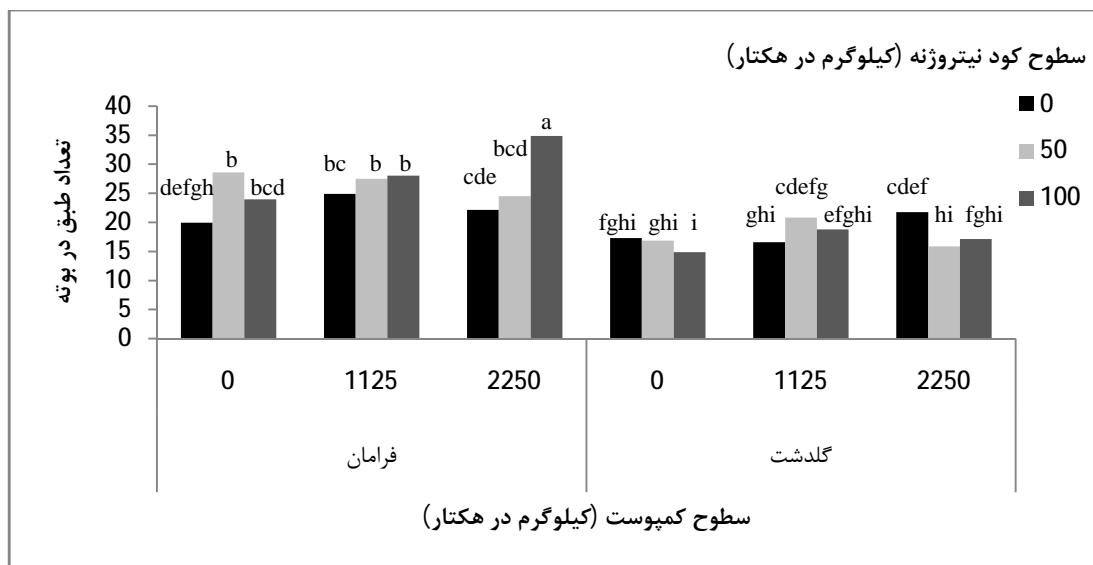
با توجه به جدول مقایسه میانگین 4-12 رقم فرامان دارای تعداد طبق بیشتری نسبت به رقم گلدشت بود.



شکل 4-26- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر تعداد طبق در بوته



شکل 4-27- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر تعداد طبق در بوته



شکل 4-28- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر تعداد طبق در بوته

#### 4-15-4- تعداد دانه در طبق

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق که در جداول 4-11 و 4-12 ارائه شده نشان می‌دهد که اثر اصلی رقم بر این صفت معنی دار شد. به طوری که کمترین تعداد دانه در طبق (53/87 عدد) مربوط به رقم فرمان و بیشترین تعداد (85/22 عدد) در رقم گلدشت بود.

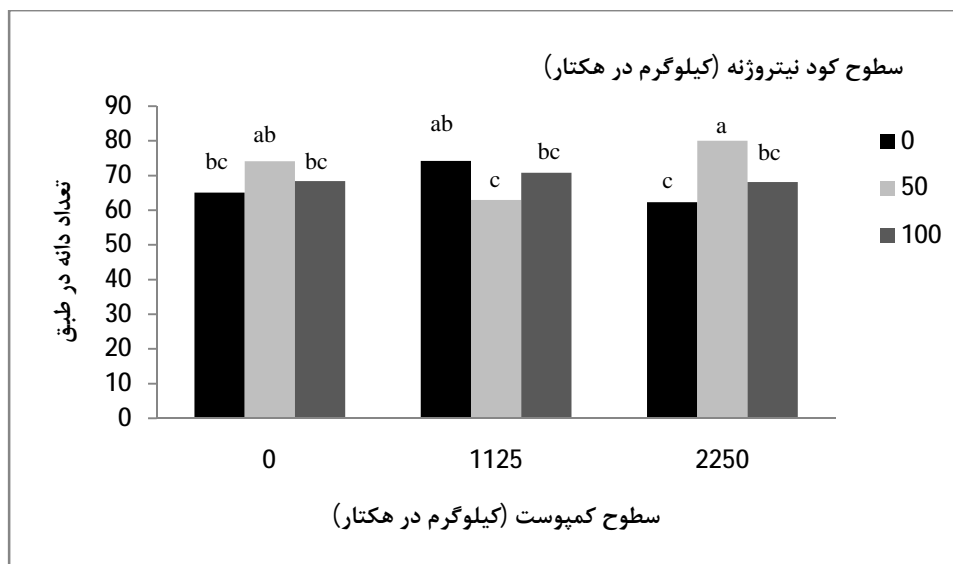
همان طور که در جدول 4-11 مشاهده می‌شود اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در طبق داشت. تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به همراه 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه نسبت به سایر تیمارها حداکثر تعداد دانه در طبق را دارا بود. در حالی که حداقل تعداد دانه در طبق مربوط به تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و عدم کاربرد کود نیتروژنه بود که نسبت به شاهد اختلاف معنی داری نداشته است (شکل 4-29).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه در شکل 4-30 آمده است. مطابق با این شکل رقم گلدشت در تیمار کاربرد همزمان 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه با 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست توانست تعداد دانه بیشتری در طبق گیاه تولید نماید.

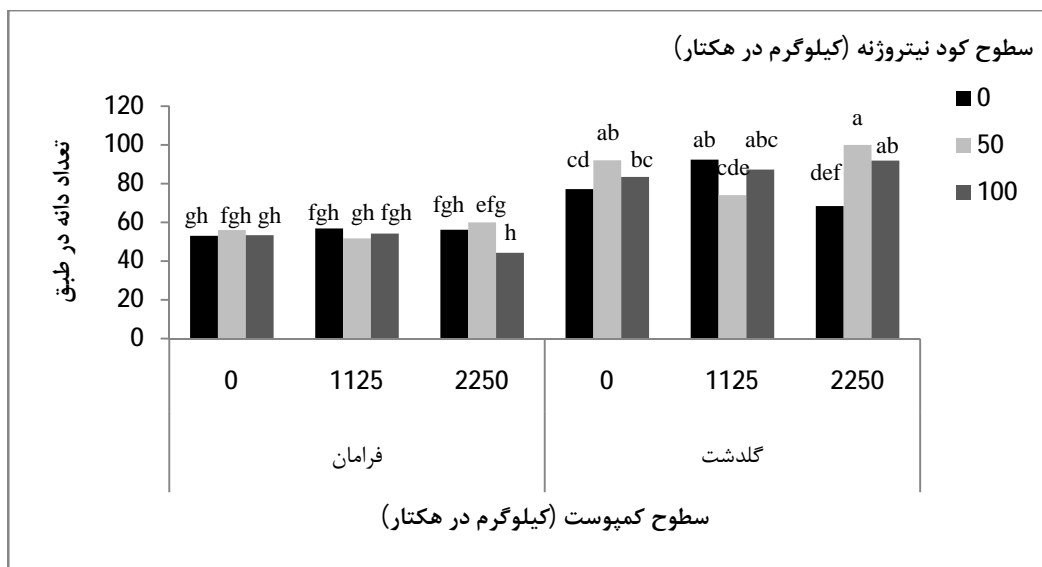


طبق نتایج به دست آمده از سروستانی و همکاران (1389) تیمار تلفیقی از نظر صفات رویشی و زایشی در گیاه کلزا بر تیمارهای دیگر برتری نشان داد. از آنجا که کودهای نیتروژنه مثل اوره، به دلیل آبشویی، به سرعت غیر قابل دسترس می‌شوند بهتر است با کودهای آلی چون کمپوست جایگزین شده و یا در تلفیق با آن استفاده شود تا اثر بخشی آن نیز بیشتر شود.

طبق نتایج به دست آمده از روستایی و همکاران (1388) کاربرد کودهای آلی در تلفیق با کود شیمیایی سبب افزایش اجزاء عملکرد در گیاه ذرت شده است. دلیل بهبود عملکرد و اجزاء عملکرد در سیستم‌های تلفیقی تغذیه گیاه می‌تواند فراهمی بهتر و بیشتر و به موقع عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیتروژن باشد. بررسی‌های شریفی عاشورآبادی و همکاران (2002) حاکی از این است که کاربرد توأم کودهای شیمیایی و آلی به صورت تلفیقی موجب افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه زنیان از طریق بهبود خواص شیمیایی و فیزیکی خاک شده است.



شکل 4-29- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر تعداد دانه در طبق



شکل 4-30- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر تعداد دانه در طبق

#### 16-4- عملکرد بیولوژیک

نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس 4-13 حاکی از تأثیر معنی دار اثر اصلی کمپوست و کود نیتروژنه بر عملکرد بیولوژیک گیاه است. مصرف 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد افزایش داد. هر چند با سطح دوم کمپوست (1125 کیلوگرم در هکتار) از نظر آماری دارای تفاوت معنی دار نبود. همچنین مقایسه میانگین سطوح کود نیتروژنه نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه حاصل شد ولی نسبت به تیمار 100 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی دار نداشت. در مجموع سطوح 1125 و 2250 کمپوست به ترتیب 13/74 و 15/43 درصد و سطوح 50 و 100 کود نیتروژنه به ترتیب 7/10 و 12/72 درصد عملکرد بیولوژیک را به طور معنی دار نسبت به شاهد بهبود بخشیدند (جدول 4-14).

عملکرد بیولوژیک مجموع عملکرد دانه و کل اندام رویشی تولیدی در گیاه است که یکی از شاخص‌های مهم در بهبود عملکرد می‌باشد. افزایش مواد غذایی مانند نیتروژن سبب افزایش رشد ریشه، جذب آب، رشد ساقه، برگ، اندام‌های هوایی و زیرزمینی گردید و در نتیجه تولید ماده خشک کل را افزایش داد. افزودن کمپوست به خاک علاوه بر این که فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را

افزایش می‌دهد و موجب آزاد سازی تدریجی عناصر می‌شود، همچنین با بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه موجبات افزایش رشد اندام هوایی را نیز فراهم می‌کند.

در پژوهش کلخوران و همکاران (1389) سیستم تغذیه با کود آلی بر عملکرد بیولوژیک در گیاه آفتابگردان معنی دار شد. دلیل این امر را فراهمی بیشتر نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه عنوان کردند. از دیگر دلایل افزایش عملکرد می‌توان به حفظ و نگهداری عناصر غذایی خاک و جلوگیری از آب شویی نیتروژن، افزایش فعالیت‌های بیولوژیک و بهبود ساختمان خاک توسط کود آلی اشاره نمود. در بررسی جایگزینی کودهای آلی با کودهای شیمیایی در گیاه برنج، عملکرد بیولوژیک در تیمار کود کمپوست آزولا افزایش معنی دار داشت (عشقی صنعتی و همکاران، 1388). بررسی روستایی و همکاران (1388) نیز نشان داد که تیمار کود اوره با شاهد اختلاف معنی داری داشت. طبق بررسی‌های انجام شده توسط صالحی (1380) که روی گیاه سیاه دانه انجام گرفته بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار 30 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. طبق نتایج به دست آمده از لناردیس و همکاران (1999) استفاده از کود نیتروژن سبب افزایش معنی دار بیوماس گیاهی درگشنیز نسبت به شاهد شده است.

فتحی و همکاران (2002) در گیاه کلزا بیان کردند افزایش عملکرد بیولوژیک، ناشی از افزایش مصرف نیتروژن به دلیل بهبود پوشش سبز گیاهی برای دریافت نور (عبدل جواد و همکاران، 1990)، شادابی برگ‌ها جهت انجام فتوسنتز (اندرسون و ویلنت، 1993)، افزایش ارتفاع مطلوب گیاهی (عجم نوروزی و میرزایی، 1998) و رشد فعال برگ‌ها (پترسون و دانسو، 1993) در این آزمایش‌ها می‌باشد. برخی از محققین، نیتروژن را عامل 26 تا 41 درصد از عملکرد می‌دانند (آکامین و همکاران، 2007). کودهای آلی همچون کمپوست با افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه و آزاد سازی تدریجی آن‌ها سبب افزایش رشد گیاه شده و میزان بیوماس تولیدی را افزایش می‌دهند.

#### 4-17- شاخص برداشت

بنا بر تعریف شاخص برداشت<sup>1</sup> (HI) عبارت از نسبت عملکرد اقتصادی (معمولا دانه) به عملکرد بیولوژیکی می‌باشد (یزدی صمدی و همکاران، 1381). شاخص برداشت بیان‌کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد کل می‌باشد. این شاخص نشان‌دهنده آن است که چه مقدار از ماده خشک تولیدی صرف تولید عملکرد دانه شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 4-13) بر شاخص برداشت نشان می‌دهد که هیچ کدام از تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌دار بر شاخص برداشت نداشته‌اند. اگرچه مصرف 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست با 55/66 درصد دارای بیشترین شاخص برداشت در بین سایر تیمارهای آزمایشی بود ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول 4-14).

افزایش عملکرد بیولوژیک توسط فراهم بودن نیتروژن مشاهده گردید ولی شاخص برداشت تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار نگرفت. اگرچه کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه سبب افزایش شاخص برداشت نسبت به 50 کیلوگرم در هکتار کاربرد کود نیتروژنه شد، ولی معنی‌دار نبود (جدول 4-14).

مرادی و همکاران (1388) نتایج مشابهی با این نتایج در صفت شاخص برداشت در گیاه رازیانه به دست آورده‌اند. بدین صورت که شاهد بیشترین شاخص برداشت را دارا بود و علت آن را کم بودن عملکرد بیولوژیک تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارها می‌داند.

#### 4-18- صفات فیزیولوژیک

##### 4-18-1- شاخص پایداری غشاء

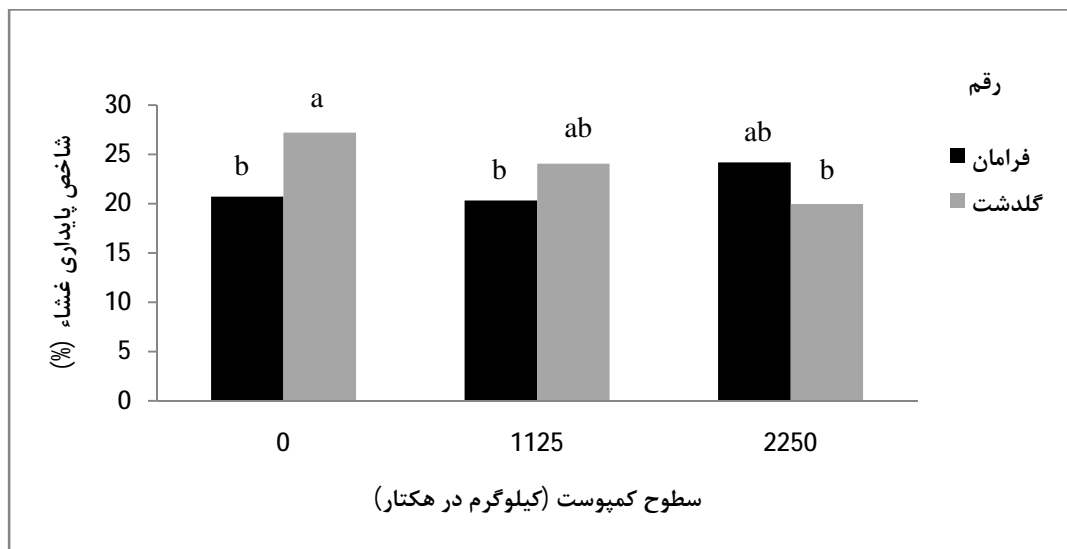
غشاء سلول‌های گیاهی در مقابل حرکت آب و محلول‌های مختلف به صورت مانعی با نفوذپذیری متفاوت عمل می‌کند و سبب تنظیم محلول‌ها در سلول و ایجاد تورژسانس مثبت می‌گردد.

---

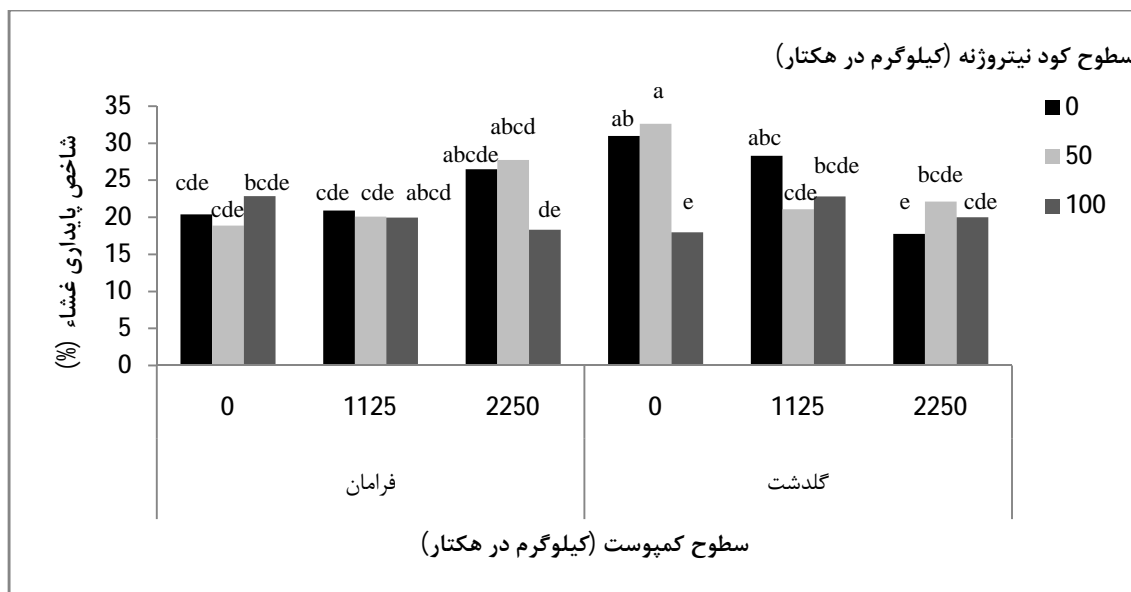
1- Harvest Index

تمامی سلول‌ها به وسیله یک غشاء که نقش مرز بیرونی را داشته و سبب جدا نمودن سیتوپلاسم از محیط خارج می‌شود، احاطه شده‌اند. این غشای پلاسمایی موجب می‌شود که سلول ضمن این‌که مواد خاصی را جذب و نگهداری می‌کند، برخی مواد دیگر را دفع نماید (کافی و همکاران، 1384).

مطابق با اطلاعات مندرج در جدول تجزیه واریانس 4-13 اثر متقابل کمپوست و رقم و نیز اثر متقابل سه گانه کمپوست و کود نیتروژنه و رقم بر شاخص پایداری غشاء تأثیر معنی‌دار داشتند. شکل 4-31 نشان می‌دهد که بیشترین شاخص پایداری غشاء در رقم گلدشت و در تیمار شاهد به دست آمد. کاربرد کمپوست موجب کاهش پایداری غشاء در این رقم شد. در حالی‌که در رقم فرامان نتیجه دیگری مشاهده گردید. در رقم فرامان کاربرد 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست این صفت را بهبود بخشید. شکل 4-32 بیانگر بالاترین شاخص پایداری غشاء در رقم گلدشت و با کاربرد 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و عدم مصرف کمپوست است.



شکل 4-31- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر شاخص پایداری غشاء



شکل 4-32- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر شاخص پایداری غشاء

#### 4-18-2- کلروفیل a

بین سطوح مختلف کاربرد کمپوست در برگ‌های بالا، وسط و پایین از لحاظ میزان کلروفیل a اختلاف معنی داری از نظر آماری مشاهده شد (جدول 4-15). در بین سطوح کمپوست، با کاربرد 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست، بالاترین میزان کلروفیل a در برگ‌های هر سه قسمت گیاه مشاهده شد ولی با میزان کلروفیل a در سطح 1125 کیلوگرم کمپوست از نظر آماری تفاوت معنی دار نداشت (جدول 4-16). گزارش شده است که اضافه کردن کمپوست موجب افزایش میزان کلروفیل برگ می‌شود (عبدالصبور و ابوالسعود، 1996).

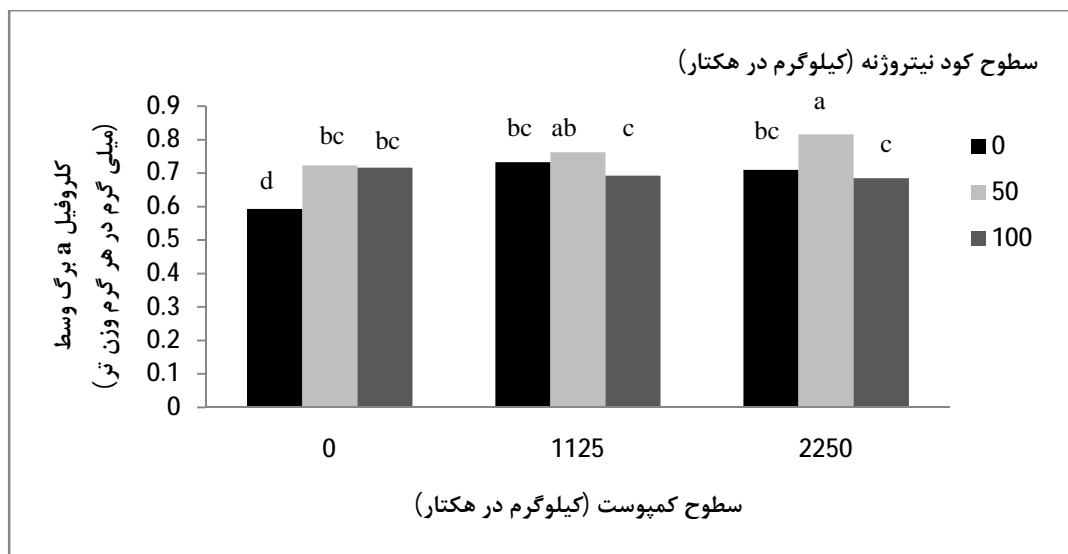
نتایج جدول 4-15 بیانگر تأثیر معنی دار اثر اصلی کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل a در برگ‌های بالا، وسط و پایین و همچنین اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل a در برگ‌های وسط در گیاه گلرنگ است. در بین سطوح مختلف کود نیتروژنه، بالاترین میزان کلروفیل a در برگ‌های بالایی با کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد که با سطح 50 کیلوگرم در هکتار و شاهد اختلاف معنی دار داشت. در برگ‌های وسط بیشترین میزان کلروفیل a در سطح 50 کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد که با افزایش نیتروژن، مقدار کلروفیل a کاهش یافت. در

حالی که در این اشکوب با افزایش سطوح کاربرد کمپوست کلروفیل a افزایش نشان داد. در برگ‌های پایینی گیاه هر دو سطح 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن تقریباً به یک اندازه میزان کلروفیل a را بهبود بخشیدند (جدول 4-16). در آزمایش آرمجو و همکاران (1389) نیز در بین کودهای مصرفی، مصرف کود شیمیایی سبب ایجاد بیشترین میزان رنگدانه ها شد.

با توجه به این که نیتروژن به طور مستقیم در ساختار مولکول کلروفیل شرکت می‌کند، می‌توان ارتباط مثبت و معنی داری بین مقدار نیتروژن و مقدار کلروفیل برگ انتظار داشت (کاسمن و همکاران، 1994).

شکل 4-33 نشان می‌دهد که در بین تیمارهای آزمایش، بالاترین میزان کلروفیل a در برگ‌های وسط با کاربرد همزمان 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه مشاهده شد. بالاترین میزان کلروفیل a در برگ‌های وسط در ترکیب تیماری 50 کود نیتروژن در 2250 کمپوست به دست آمد ولی با تیمار مصرف توأم 50 کیلوگرم نیتروژن و 1125 کیلوگرم کمپوست از لحاظ آماری اختلاف معنی داری نداشت. کمترین میزان کلروفیل a در ترکیب تیماری عدم کاربرد کمپوست و نیتروژن مشاهده شد.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت مصرف کودهای شیمیایی و آلی با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، موجب افزایش میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها شده که به دنبال آن سبزی‌نگی، توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد. رنگدانه‌ها گروه بزرگی از مواد مرکب طبیعی مخصوصاً در سلسله‌ی گیاهان و یکی از مولکول‌های بسیار مهم برای عملکرد گیاه هستند. رنگیزه‌های گیاهی شامل انواع متنوعی از مولکول‌ها هستند. در داخل این دسته، کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها دو نوع مهم از رنگدانه‌ها هستند.



شکل 4-33- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل a در برگ‌های وسط گیاه

#### 4-18-3- کلروفیل b

همان طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود (جدول 4-17) اثرات اصلی کمپوست و کود نیتروژنه در تمامی برگ‌ها و اثر رقم در برگ‌های قسمت وسط گیاه تأثیر معنی داری بر میزان کلروفیل b داشتند. در بین ارقام، رقم گلدشت دارای محتوای کلروفیل b بیشتری در برگ‌های وسط بود (جدول 4-18). در سه اشکوب گیاه کاربرد کمپوست، میزان کلروفیل b را در برگ افزایش داد. البته اختلاف معنی داری بین سطوح کم و زیاد کمپوست از لحاظ تأثیر گذاری بر این صفت وجود نداشت (جدول 4-18). کلروفیل b مولکول‌های آنتن را در سیستم فتوسنتزی گیاه تشکیل می‌دهد بنابراین چنانچه تیماری بتواند این پارامتر را بهبود بخشد می‌تواند موجب افزایش فتوسنتز گیاه شود.

افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن نیز موجب افزایش کلروفیل b در بخش‌های مختلف گیاه شد. به طوری که 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن مقدار کلروفیل b را نسبت به شاهد در برگ‌های بالا، وسط و پایین به ترتیب 24/28 و 23/63 و 18/75 درصد بهبود بخشید (جدول 4-18).

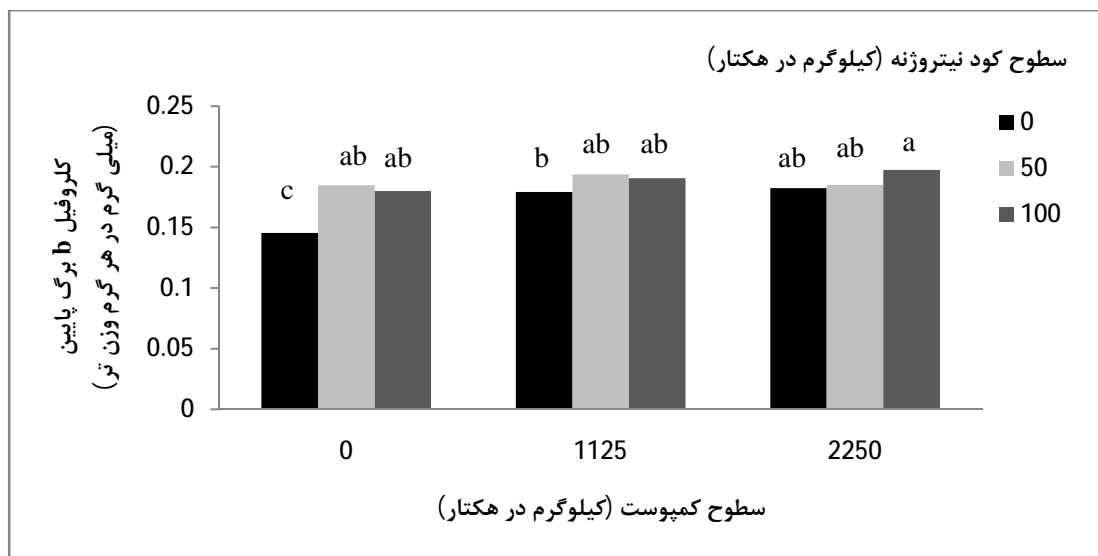


نتایج تحقیق محمدزاده نوری و همکاران (1389) در گیاه سویا نشان داد که کودهای آلی بر میزان کلروفیل تأثیر معنی داری در سطح 1 درصد داشت.

اختلاف معنی دار در اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل b در برگ‌های پایینی گیاه قابل مشاهده است (جدول 4-17). به طوری که کمترین و بیشترین میزان کلروفیل b در برگ‌های پایین به ترتیب در تیمار شاهد (0/145 میلی گرم در هر گرم وزن تر) و تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به همراه 100 کیلوگرم کود نیتروژنه به میزان 0/197 میلی گرم در هر گرم وزن تر به دست آمد (شکل 4-34). در کل می‌توان نتیجه گرفت، کاربرد کمپوست و کود نیتروژنه می‌تواند با بهبود محتوای کلروفیل گیاه سبب افزایش عملکرد گیاه گلرنگ گردد.

قسمت اعظم ماده خشک تولید شده توسط یک گیاه ناشی از فتوسنتز برگ‌هاست (هاشمی دزفولی، 1374). بنابراین افزایش محتوای کلروفیل برگ از طریق افزایش فتوسنتز و ساخت ماده خشک بیشتر می‌تواند در بهبود عملکرد مؤثر باشد. در همین راستا، مشاهده شد که کاربرد کمپوست نقش مثبتی در افزایش محتوای کلروفیل برگ دارد.

گیاهان و جلبک‌های سبز دارای کلروفیلی به نام b می‌باشند که با نوع a در طیف جذبی اندکی تفاوت دارد. این ملکول قادر است میزان نوری را که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد، افزایش دهد. کلروفیل a و b مکمل اعمال یکدیگر در جذب نور هستند. مثلاً طول موج 460 nm را b جذب می‌کند و a نمی‌تواند جذب کند. زمانی که کلروفیل b نور را جذب می‌کند نهایتاً انرژی آن طی عمل فتوسنتز به مولکول کلروفیل a منتقل می‌شود و به انرژی شیمیایی تغییر شکل می‌یابد. در برگ های بیشتر گیاهان سبز کلروفیل a، 75% کل مجموع کلروفیل‌ها را تشکیل می‌دهد (قاسم پور، 1384).



شکل 4-34- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل b در برگ‌های وسط گیاه

#### 4-18-4- نسبت کلروفیل a به b

همان گونه که در جدول 4-19 مشاهده می‌شود اثرات اصلی کمپوست، کود نیتروژنه و همچنین رقم در برگ‌های وسط گیاه بر نسبت کلروفیل a به b معنی دار شد. تأثیر کمپوست و کود نیتروژنه بر این صفت در سایر برگ‌ها معنی دار نبود. رقم فرامان نسبت به رقم گلدشت، دارای نسبت کلروفیل a به b بالاتری در برگ‌های وسط بود و از لحاظ آماری اختلاف معنی داری داشت (جدول 4-20).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین در جدول 4-20 بیانگر آن است که بالاترین نسبت کلروفیل a به b در برگ‌های وسط، از تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد. تیمار 50 کیلوگرم نیتروژن نسبت به شاهد در برگ‌های وسط تنها توانست نسبت کلروفیل a به b را 4/8 درصد آن هم به طور غیر معنی دار افزایش دهد. در بین سطوح مختلف کمپوست در اشکوب میانی گیاه، هر دو سطح 1125 و 2250 کیلوگرم کمپوست تقریباً به یک اندازه این صفت را افزایش دادند. سطوح کمپوست در سایر برگ‌های گیاه دارای اختلاف معنی دار نبودند.

#### 4-18-5- کلروفیل کل

نتایج مندرج در جدول تجزیه واریانس 4-21 نشان می‌دهد که مقدار کلروفیل کل در برگ-های بالایی، وسط و پایینی گیاه تحت تأثیر اثر اصلی کمپوست و کود نیتروژنه در سطح احتمال 1 درصد قرار گرفت. به طوری که در بین سطوح مختلف کمپوست، بیشترین مقدار این صفت در هر سه اشکوب گیاه در تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و در بین سطوح کود نیتروژنه، بیشترین مقدار در سطح 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد. البته هم در بین سطوح کمپوست و هم در سطوح نیتروژن اختلاف معنی داری بین مقادیر کم و زیاد این تیمارها وجود نداشت و تنها اختلاف با شاهد از لحاظ آماری معنی دار بود (جدول 4-22).

بر اساس نتایج به دست آمده در این آزمایش، مشخص شد که در بین ارقام، رقم گلدشت نسبت به رقم فرامان دارای کلروفیل بیشتری در برگ‌های خود بود که البته اختلاف بین دو رقم از لحاظ کلروفیل کل تنها در برگ‌های وسط معنی دار بود (جدول 4-22).

لو و آی هوا (2000) در آزمایشی با سه تیمار رقم برنج ایندیکا و سه سطح 150، 225 و 300 کیلوگرم در هکتار نیتروژن نشان دادند که ترکیبات کلروفیل با افزایش میزان نیتروژن افزایش یافت.

#### 4-18-6- کاروتنوئید

کاروتنوئیدها یک دسته از رنگدانه‌های طبیعی محلول در چربی هستند که به طور عمده در کروموپلاست گیاهان و جلبک و باکتری‌های فتوسنتز کننده یافت می‌شوند. بیش از 600 نوع کاروتنوئید شناخته شده است که به دو دسته زانتوفیل و کاروتن تقسیم می‌شوند. آن‌ها دارای فعالیت زیاد فیزیولوژیکی می‌باشند. در اندام‌های فتوسنتزکننده، کاروتنوئیدها نقش اساسی در فعالیت فتوسنتزی بازی می‌کنند و هر یک از این دو نوع در انتقال انرژی شرکت می‌کند و از اکسیداسیون خود به خودی در مرکز محافظت می‌کند. در اندام‌های غیر فتوسنتزی، کاروتنوئید به مکانیسم توقف اکسیداسیون ارتباط دارد. به عنوان رنگیزه‌های ضروری در گیاهان عمل می‌کنند و به فرآیند فتوسنتز

با جمع آوری طول موج‌های نوری کمک می‌کنند. البته نه آن‌هایی که توسط کلروفیل جذب می‌شوند (خاوری نژاد، 1369).

همان طور که در جدول 4-23 مشاهده می‌شود اثر اصلی کمپوست در برگ‌های بالا بر صفت میزان کاروتنوئید معنی دار شد. ولی میزان کاروتنوئید در برگ‌های وسط و پایین تحت تأثیر هیچ کدام از تیمارهای مورد مطالعه واقع نشد. جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که در برگ‌های بالا تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست دارای بالاترین میزان کاروتنوئید است (جدول 4-24). شایان ذکر است در برگ‌های بالا و پایین کانوپی کاربرد کود نیتروژنه سبب افزایش کاروتنوئید گردید که البته معنی دار نبود.

در بین ارقام نیز رقم گلدشت در تمامی برگ‌ها میزان کاروتنوئید بیشتری نسبت به رقم فرامان تولید نمود (جدول 4-24).

#### 4-18-7- نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید

با توجه به جدول 4-25 اثر اصلی کمپوست در برگ‌های بالا و وسط بر این صفت مورد بررسی معنی دار شد. اثر نیتروژن تنها در برگ‌های وسط معنی دار شد. متناسب با افزایش مقادیر کاربرد کود نیتروژنه، نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در کل برگ‌های گیاه افزایش داشت ولی تنها اثر آن در برگ‌های وسط از نظر آماری معنی داری بود. به طوری که کاربرد 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار این نسبت را در برگ‌های وسط در مقایسه با شاهد به ترتیب 6/58 و 9/55 درصد افزایش دادند. نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ‌های بالا و وسط گیاه در هر دو سطح کاربرد کمپوست از مقادیر بالاتر و معنی داری نسبت به شاهد برخوردار بود. اگر چه اختلاف معنی داری بین 1125 و 2250 کیلوگرم کمپوست وجود نداشت ولی اثر 1125 کیلوگرم کمپوست بر این صفت بیشتر بود (جدول 4-26).

#### 4-19- صفات کیفی

##### 4-19-1- درصد و عملکرد روغن

همان طور که در جدول 4-27 مشاهده می‌شود تأثیر کود نیتروژنه، کمپوست و اثرات متقابل کمپوست و کود نیتروژنه و نیز کمپوست و رقم بر مقدار روغن دانه گلرنگ معنی دار شد. مقایسه میانگین سطوح مختلف کود نیتروژنه بیانگر این است که بیشترین درصد روغن دانه معادل 31/66 درصد با مصرف 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد (جدول 4-28). همچنین مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست، درصد روغن دانه را 3/43% درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول 4-28). بیشترین و کمترین درصد روغن دانه به ترتیب در تیمار های 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست و شاهد مشاهده شد. در بین ارقام مورد مطالعه رقم فرامان حاوی درصد روغن بیشتری بود، هرچند از نظر آماری معنی دار نشد (جدول 4-28).

از آن جا که نیتروژن نقش مهمی در تشکیل ترکیبات اسیدهای آمینه حاوی گوگرد و روغن داشته، بنابراین تغذیه مطلوب گیاه با نیتروژن سبب افزایش سنتز روغن در دانه می‌گردد.

در بررسی اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه، بیشترین درصد روغن دانه گلرنگ در مصرف همزمان 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست با 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه مشاهده شد و با شاهد اختلاف معنی داری داشت. توأم شدن هر دو سطح 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن با 1125 کیلوگرم کمپوست نیز اثر مثبتی بر درصد روغن دانه داشت. در حالی که در عدم حضور کمپوست اثر منفی از نیتروژن دیده شد (شکل 4-35).

مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و رقم بیانگر این نکته است که رقم فرامان با کاربرد 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست بالاترین درصد روغن دانه را تولید نمود. در رقم گلدشت کاربرد کمپوست و افزایش مقدار آن به طور قابل توجهی روغن دانه را افزایش داد. به طوری که با مصرف 2250 کیلوگرم کمپوست درصد روغن دانه در این رقم به 32/27 درصد رسید که تقریباً نزدیک به

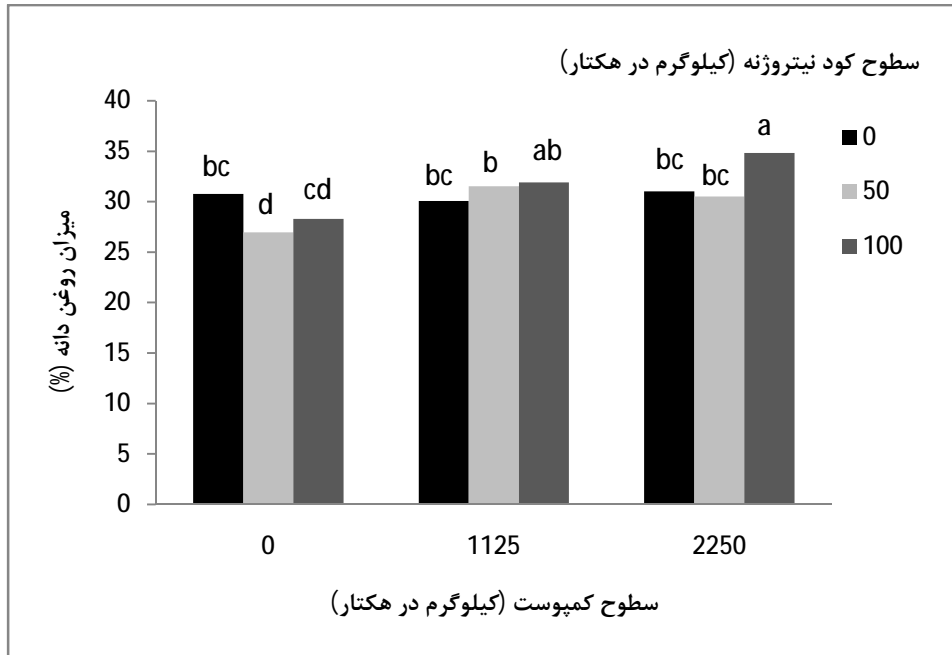
حداکثر روغنی بود که از رقم فرامان در اثر مصرف 1125 کیلوگرم کمپوست حاصل شد (شکل 4-36).

تقاضا برای روغن‌هایی که بالاترین نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع دارند رو به افزایش است. از این نظر روغن گلرنگ مشابه روغن زیتون بوده و ضمن دارا بودن مقادیر بالای اسید لینولئیک یا اولئیک، قیمت کمتری نیز دارد (زینلی، 1378). افزایش روغن دانه گلرنگ در واکنش به کاربرد نیتروژن در برخی مطالعات گزارش شده است (ویشوانات و همکاران، 2006). آن‌ها مشاهده کردند زمانی که سه ماده مغذی اصلی یعنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین گوگرد به مقدار کافی در اختیار گیاه گلرنگ قرار دارند، می‌توان شاهد بازده بالا و کیفیت بالای روغن آن بود. کریشناپا و همکاران (1994) طی آزمایشی اثر عناصر کم مصرف و پر مصرف N, P, Zn, Mn را روی گیاه بادام زمینی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که این عناصر موجب افزایش معنی داری در مقدار روغن دانه گردیدند.

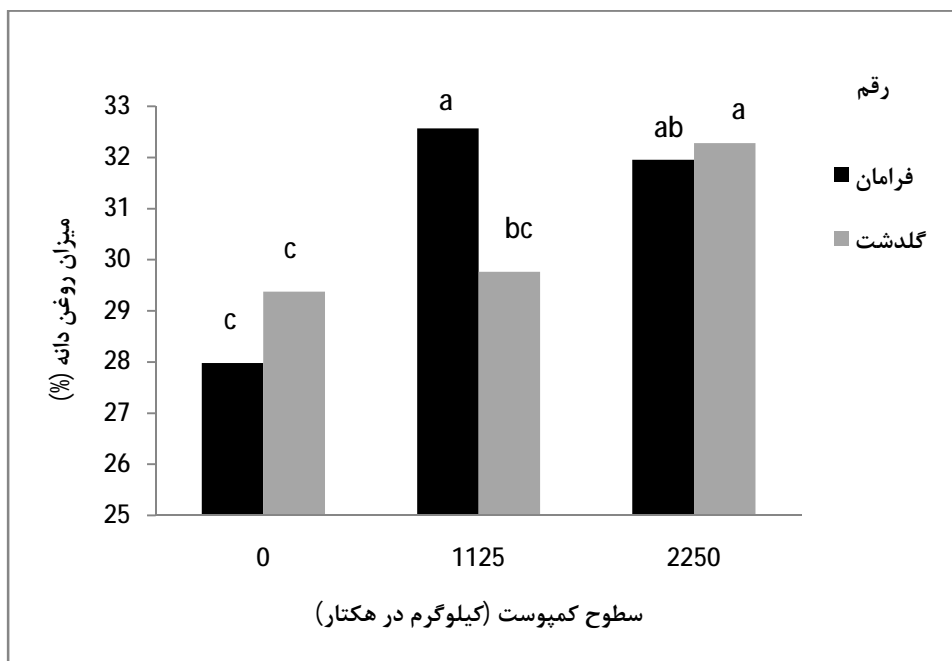
عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه به دست می‌آید و از خصوصیات مهم در ارزیابی مدیریت‌های مختلف زراعی در مقایسه ارقام است. اثر کمپوست بر عملکرد روغن معنی دار شد (جدول 4-27). کاربرد 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست با 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست تفاوت معنی داری نداشت. مصرف کمپوست سبب بهبود عملکرد روغن دانه نسبت به شاهد شد (جدول 4-28). بالاترین عملکرد روغن دانه در تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست به دست آمد. به طوری که نسبت به عدم مصرف کمپوست 34/37 درصد بیشتر بود (جدول 4-28). مقایسه میانگین سطوح مختلف کود نیتروژنه نشان می‌دهد که در سطح 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بالاترین عملکرد روغن دانه قابل مشاهده است البته معنی دار نبود (جدول 4-28).

با توجه به نتایج آزمایشی که سجادی نیک و همکاران (1390) انجام دادند، مشاهده شد کاربرد کمپوست تأثیر مثبت و معنی دار بر عملکرد روغن در گیاه کنجد دارد. کاربرد این کود آلی

حتی تأثیری برابر با تأثیر نیمی از کود نیتروژن مصرفی داشت. بنابراین می‌توان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار بخش زیادی از نیاز نیتروژن گیاه کنجد را می‌توان با کاربرد کودهای آلی تأمین نمود.



شکل 4-35- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان روغن دانه



شکل 4-36- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر میزان روغن دانه

#### 4-19-2- درصد و عملکرد پروتئین

همان طور که در جدول 4-27 مشاهده می‌شود اثر اصلی کود نیتروژنه، اثر اصلی کمپوست، رقم و نیز اثر متقابل کاربرد کمپوست و کود نیتروژنه بر درصد پروتئین معنی دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین این آزمایش نشان داد که کاربرد 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست، درصد پروتئین دانه را نسبت به شرایط عدم کاربرد کمپوست افزایش داد (جدول 4-28).

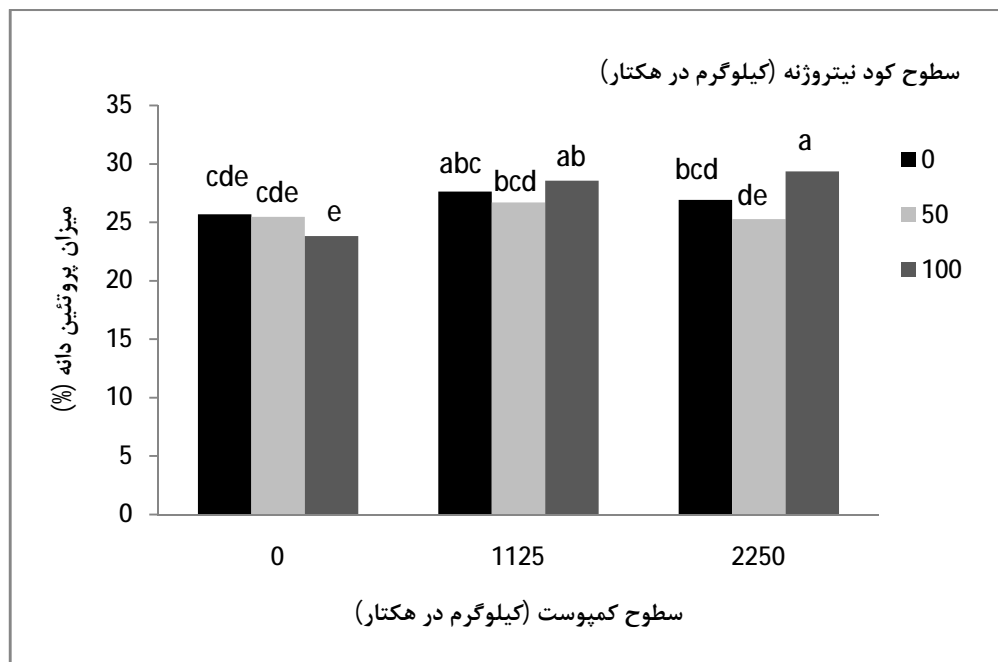
نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه نشان دهنده بالاترین درصد پروتئین به میزان 29/36% در تیمار کاربرد توأم 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست همراه با 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه است (شکل 4-37). لطف الهی (1996) نیز به نتایجی مشابه در گیاه گندم دست یافت.

رقم گلدشت با 27/26% پروتئین، دارای درصد پروتئین بالاتری نسبت به رقم فرامان بود (جدول 4-28). کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه موجب افزایش عملکرد پروتئین در مقایسه با شاهد شد ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی دار نداشت (جدول 4-28). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که عملکرد پروتئین به طور معنی داری تحت تأثیر سطوح کمپوست در آزمایش قرار گرفت (جدول 4-27). تیمار 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد پروتئین بود. در حالی که کمترین تأثیر بر این صفت را تیمار شاهد داشت که معنی دار بود.

بررسی اثر عنصر نیتروژن بر میزان پروتئین دانه گلرنگ نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن، درصد پروتئین افزایش یافت (شریعتی نیا و همکاران، 1385). همچنین استفاده از کودهای نیتروژنه در افزایش میزان پروتئین دانه ذرت نیز تأثیر دارد (شاپیرو و ورتمن، 2006). در بسیاری از منابع علمی (گودینگ و دیویس، 1992 و زیگلو، 1992) گزارش شده است که درصد پروتئین دانه گندم با افزایش مصرف مقدار کود نیتروژنه، افزایش می‌یابد و درصد پروتئین دانه به مقدار نیتروژن مصرفی بستگی دارد. پاوار و همکاران (1993) نیز در تحقیق خود مشاهده کردند که کاربرد نیتروژن سبب افزایش معنی دار محتوای پروتئین دانه در گیاه کنجد شده است. در آزمایشی از کود آلی در



گلرنگ استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از کود دامی سبب افزایش پروتئین دانه گردید (روشن ضمیر و همکاران، 1385). در آزمایشی که توسط محققین انجام پذیرفت اثر هفت تیمار کود اوره روی درصد پروتئین دانه سه رقم گندم مقایسه شد. سه رقم گندم به این تیمارها واکنش متفاوت نشان دادند (شاه و سعید، 1989).



شکل 4-37- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان پروتئین دانه

#### 4-20- محتوای عناصر غذایی دانه

##### 4-20-1- فسفر

نتایج تجزیه واریانس در جدول 4-29 بیانگر تأثیر معنی دار کود نیتروژنه، کمپوست و اثرات متقابل کمپوست و کود نیتروژنه، کمپوست و رقم، کود نیتروژنه و رقم و همچنین اثر متقابل سه گانه کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر درصد فسفر دانه می باشد. مصرف همزمان کمپوست و کود نیتروژنه سبب معنی داری میزان فسفر دانه شد به طوری که بیشترین میزان فسفر دانه در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و عدم کاربرد کمپوست به دست آمد و با سایر تیمارها اختلاف معنی دار داشت

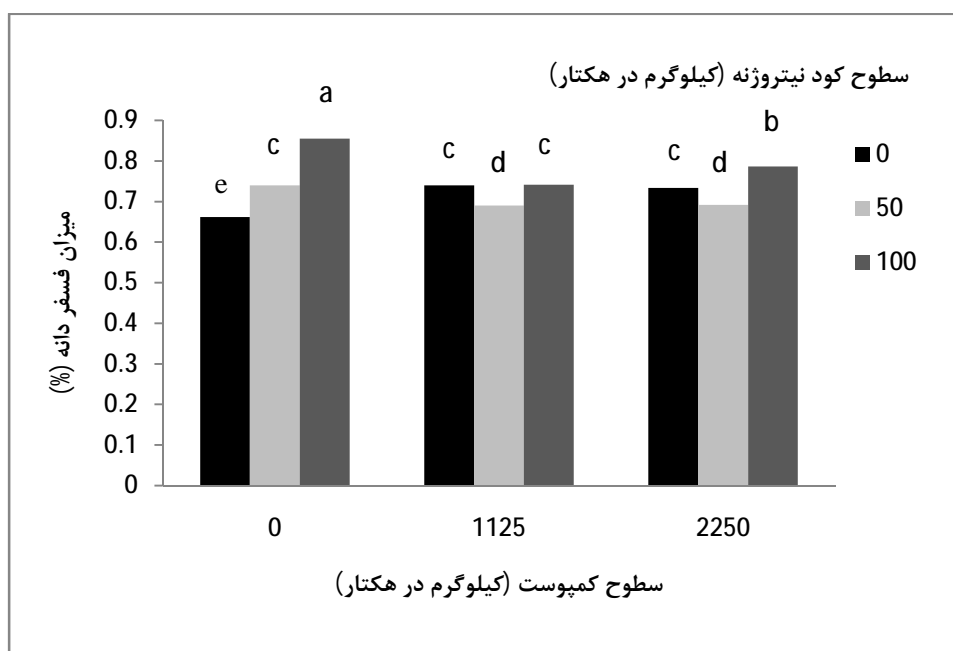
(شکل 4-38). در بین سطوح مختلف کاربرد کود نیتروژنه، سطح 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و در میان سطوح 1125 و 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست، مصرف 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست بیشترین درصد فسفر دانه را داشتند. البته شایان ذکر است که به طور کلی کاربرد کمپوست میزان فسفر دانه را به طور معنی داری کاهش داد (جدول 4-30).

مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژنه و رقم که در شکل 4-39 آمده نشان می‌دهد که بیشترین درصد فسفر دانه در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و رقم فرامان حاصل شده است. در این شکل مشاهده می‌شود که مصرف نیتروژن تأثیری بر فسفر دانه رقم گلدشت نداشت. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و رقم نیز بیانگر آن است که کمترین میزان فسفر دانه در رقم فرامان و با کاربرد 1125 کیلوگرم کمپوست مشاهده شد و با سایر ترکیبات تیماری حاصل از کمپوست و رقم از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار بود (شکل 4-40).

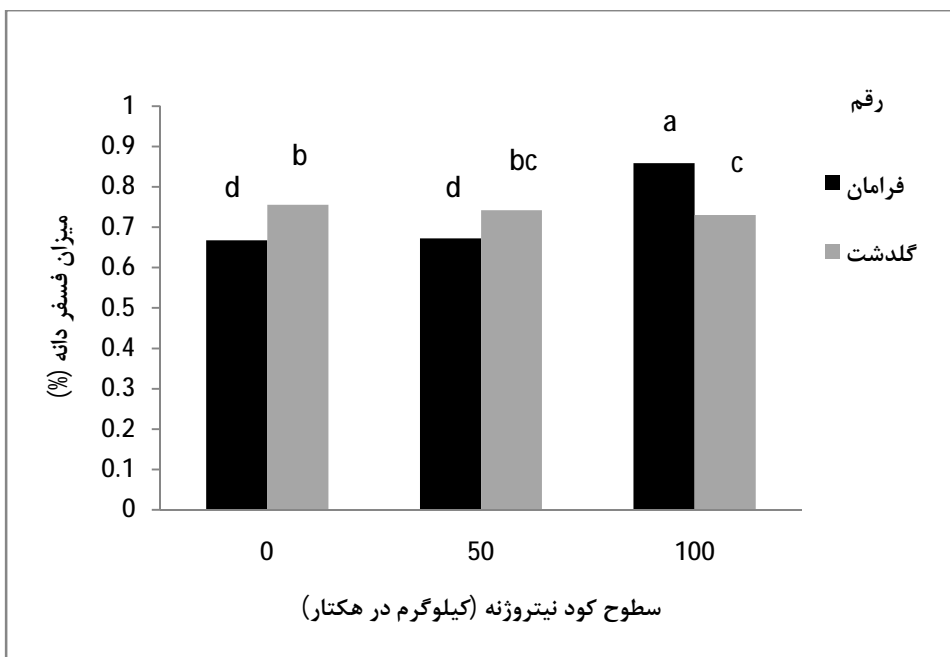
مقایسه میانگین اثرات سه گانه کمپوست، کود نیتروژنه و رقم نشان دهنده بالاترین میزان فسفر در دانه رقم فرامان با کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و عدم مصرف کمپوست است (شکل 4-41).

با افزایش کودهای نیتروژنه به خاک، جذب فسفر توسط گیاه افزایش یافته و در تعامل می‌باشد. افزایش کودهای نیتروژنه در محیط رشد ریشه سبب فزونی جذب اکسیژن و آزاد شدن  $CO_2$  محلول و افزایش تنفس گیاه می‌شود. این افزایش تنفس، جذب فسفر را نیز افزایش می‌دهد. علاوه بر آن فراوانی نیتروژن در خاک، موجب توسعه ریشه و ظرفیت تبادل ریشه در خاک‌های آهکی و جذب بیشتر کلسیم و فسفات به صورت فسفات‌های کلسیم آزاد می‌شود. بنابراین، پیامد کاربرد مذکور اسیدی شدن واکنش خاک است. کاهش موضعی pH در خاک‌های آهکی، بخشی از فسفات‌های نامحلول به ترکیبات محلول تر مثل دی کلسیم فسفات تریپل تبدیل شده، بدین ترتیب قابلیت جذب فسفر برای گیاه افزایش می‌یابد. اثر مقادیر مختلف کمپوست بر مقدار فسفر موجود در دانه گیاه برنج معنی دار بود (ولد آبادی و همکاران، 1390). نتایج تحقیق محمد زاده نوری و همکاران (1389) نشان

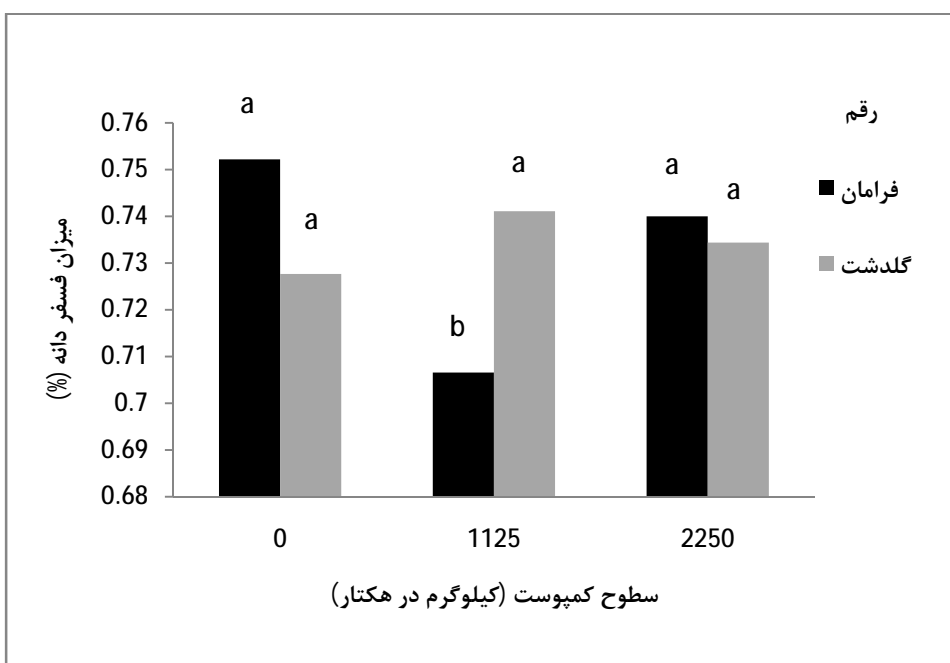
داد که کودهای آلی بر غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز و روی) دانه در گیاه سویا تأثیر معنی داری در سطح 1 درصد داشت. سرور و همکاران (2009) گزارش کردند که به کار بردن کمپوست مقدار فسفر دانه را افزایش می‌دهد. رضوان و همکاران (2007) پی بردند که کاربرد کمپوست افزایش معنی داری در مقدار فسفر دانه در گندم و ذرت ایجاد می‌کند. پاژنیولان و همکاران نیز (2006) یافتند که کاربرد کمپوست جذب فسفر را افزایش می‌دهد. سرور و همکاران (2008) گزارش کرد که فسفر افزایش معنی داری در تیمارهای مختلف پیدا می‌کند زمانی که کمپوست همراه کود نیتروژن به کار می‌رود.



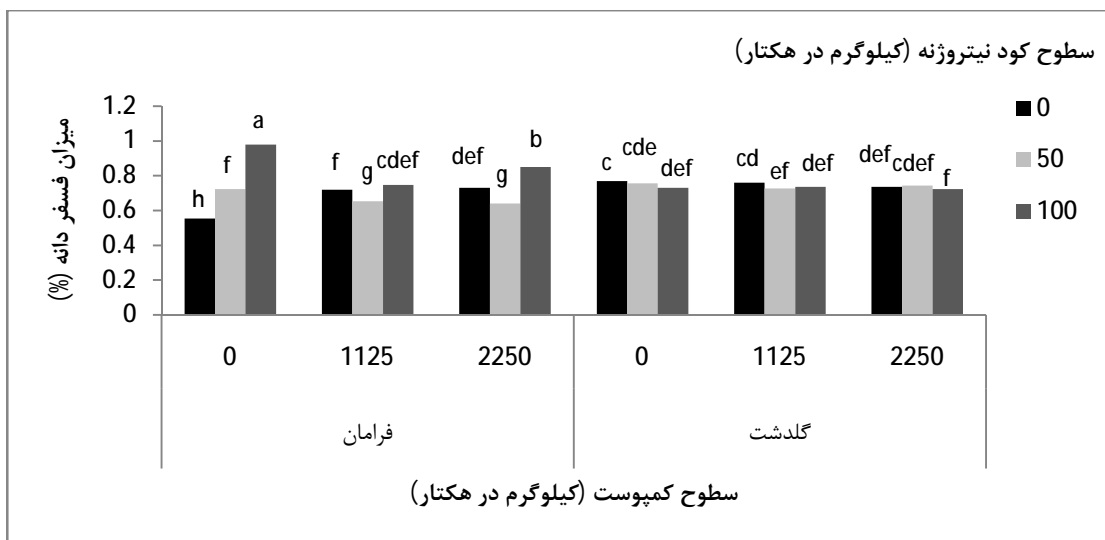
شکل 4-38- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان فسفر دانه



شکل 4-39- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر میزان فسفر دانه



شکل 4-40- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر میزان فسفر دانه



شکل 4-41- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر میزان فسفر دانه

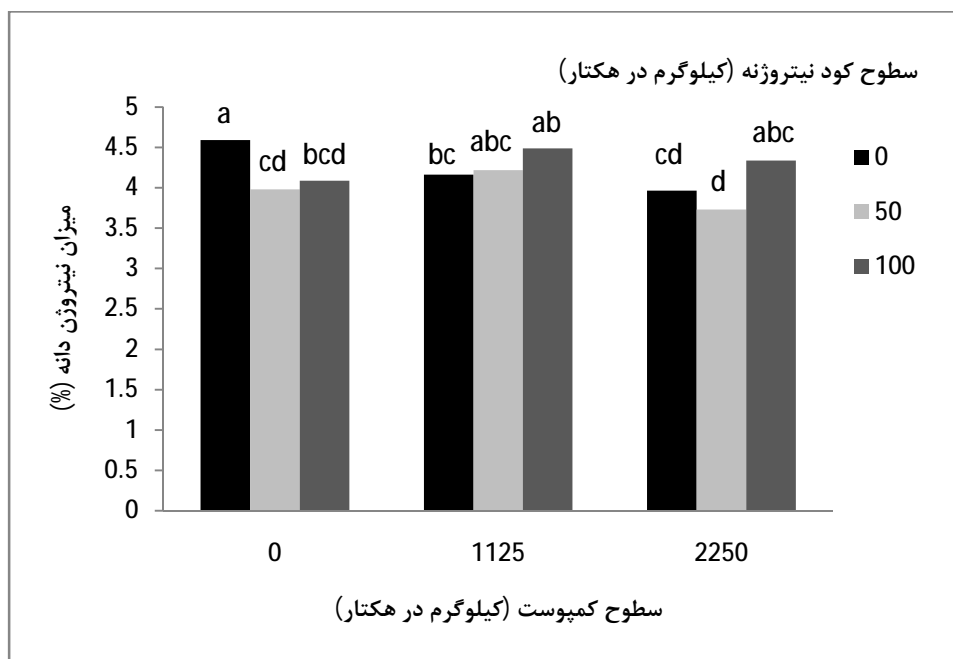
#### 4-20-2- نیتروژن

همان طور که در جدول 4-29 مشاهده می‌شود تأثیر عوامل مورد بررسی، از جمله کود نیتروژنه، کمپوست و همچنین اثر متقابل این دو عامل و نیز اثر رقم بر میزان نیتروژن دانه در سطح 5 درصد معنی دار شد. رقم گلدشت در مقایسه با رقم فرامان دارای مقدار بیشتری نیتروژن بود (جدول 4-30).

مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و کود نیتروژنه در شکل 4-42 آمده است. مطابق این شکل بیشترین میزان نیتروژن دانه در تیمار شاهد حاصل شد هر چند که از نظر آماری با تیمارهای تلفیقی 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه همراه با 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست و همین مقدار کود نیتروژنه با 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست تفاوت معنی دار نداشت. میزان نیتروژن دانه در کلیه ترکیبات تیماری مورد مطالعه حاصل از نیتروژن و کمپوست کمتر از شاهد بود. البته همان طور که اشاره شد توأم شدن بالاترین مقدار نیتروژن با هر دو سطح کمپوست این اثر منفی را کمتر کرد.

افزایش غلظت نیتروژن گیاه در تیمار کاربرد کمپوست، در مطالعات دیگران نیز گزارش شده است (پیرموریکا، 2006، چنچ و همکاران، 2007 و سومار و همکاران، 2003).

در مطالعه ای با افزودن کمپوست به خاک، مقدار نیتروژن دانه و کاه برنج افزایش داشت (اعظم و یوسف، 1991). نتایج تحقیق محمدزاده نوری و همکاران (1389) نشان داد که کودهای آلی بر غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز و روی) تأثیر معنی داری در گیاه سویا داشت. در آزمایش ولد آبادی و همکاران (1390) در گیاه برنج اثر مقادیر مختلف کمپوست بر مقدار نیتروژن موجود در دانه معنی دار بود. سرور و همکاران (2009) گزارش کردند که وقتی کمپوست به کار می-رود مقدار نیتروژن دانه را افزایش می‌دهد. احمد و همکاران (2008) دریافتند که کاربرد کمپوست جذب نیتروژن دانه را در حبوبات بالا می‌برد. کیلینگ و همکاران (2003) نیز نشان دادند که استفاده از کمپوست کشاورزی به افزایش جذب نیتروژن کلزا منجر می‌گردد.



شکل 4-42- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان نیتروژن دانه

#### 4-20-3- کلسیم

اثر همه منابع تغییر بر میزان کلسیم دانه در سطح 1 درصد معنی دار بود (جدول 4-29). به طوری که استفاده از 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه موجب افزایش میزان کلسیم دانه نسبت به شاهد شد. هر دو سطح کمپوست تقریباً به یک اندازه میزان کلسیم دانه را کاهش دادند. در بین ارقام، در دانه رقم فرامان میزان بیشتری کلسیم وجود داشت که نسبت به رقم گلدشت معنی دار شد (جدول 4-30).

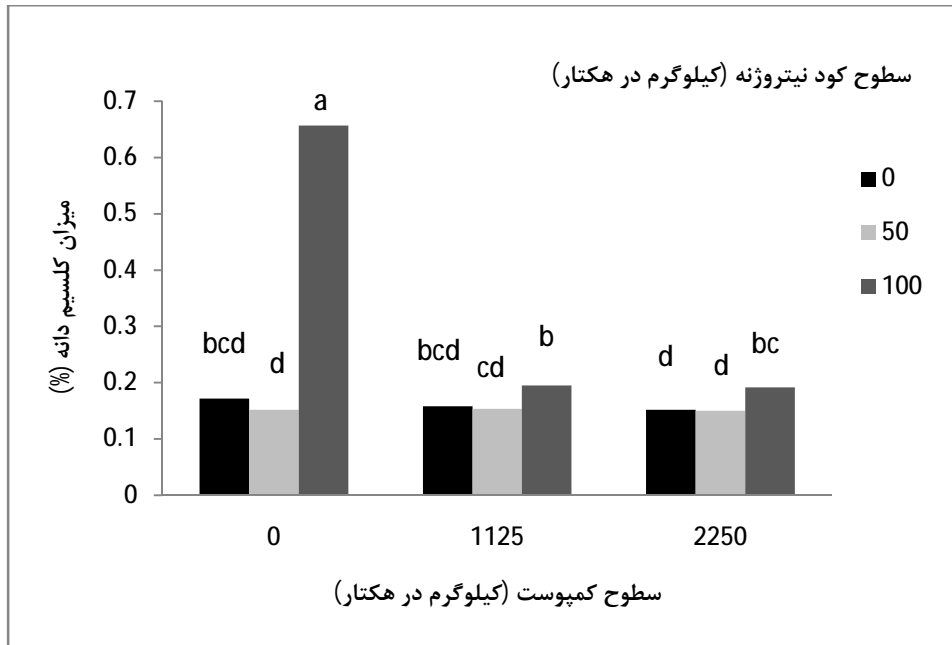
کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه تأثیر معنی دار بر میزان کلسیم دانه داشت. همان طور که در شکل 4-43 مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار کلسیم دانه با 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و عدم مصرف کمپوست به دست آمد. شکل 4-44 نشان می‌دهد بیشترین مقدار کلسیم دانه در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و در رقم گلدشت حاصل شد. در دو سطح صفر و 50 کیلوگرم نیتروژن تفاوتی بین ارقام از لحاظ کلسیم دانه وجود نداشت.

بررسی اثر متقابل کمپوست و رقم بیانگر این مطلب است که در بین ارقام، در رقم فرامان و عدم کاربرد کمپوست میزان کلسیم بیشتری در دانه وجود خواهد داشت و با سایر ترکیبات تیماری حاصل از رقم و کمپوست، از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل 4-45).

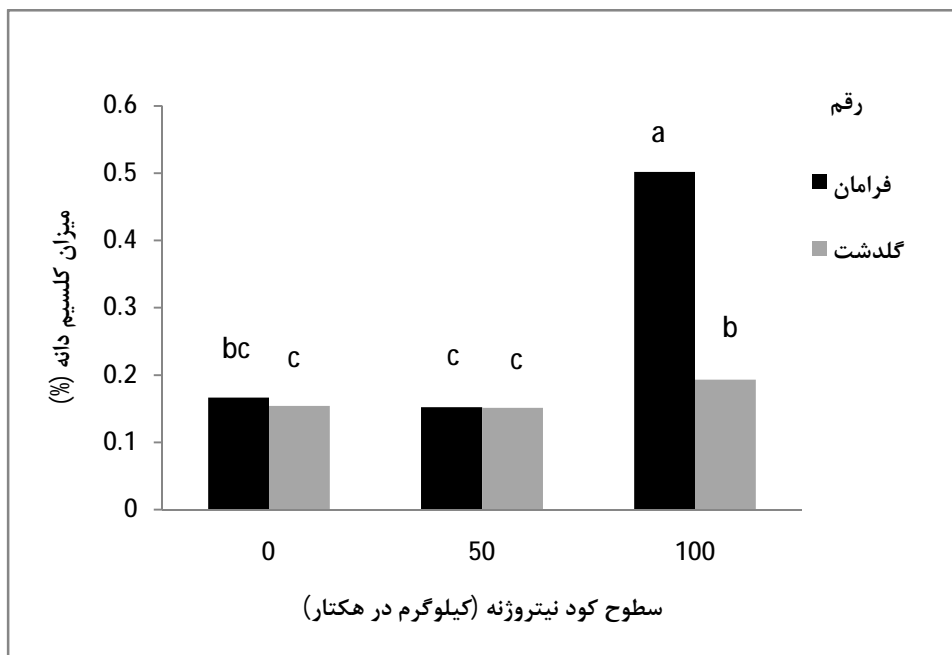
بررسی اثر متقابل سه گانه نیز نشان می‌دهد که بالاترین درصد کلسیم دانه گلرنگ در رقم فرامان و تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و عدم کاربرد کمپوست به دست آمد و با سایر ترکیبات تیماری از نظر آماری اختلاف معنی دار داشت (شکل 4-46).

در تحقیقی مشخص شد که مواد آلی با کمپلکس نمودن عناصر غذایی، جذب آن‌ها توسط گیاهان را افزایش می‌دهند (تومباکز و رایس، 1999). گندمکار (1375) و محمدی نیا (1374) نیز افزایش عناصر کم مصرف در گیاه را در نتیجه استفاده از کمپوست گزارش نمودند. نتایج بررسی چند نوع کمپوست مختلف نشان می‌دهد که کمپوست قادر است تمامی مواد غذایی ماکرو مورد نیاز رشد

گیاه را البته نه در سطوح بالا تأمین نماید، کاربرد کمپوست سبب افزایش مقادیر کلسیم شد (سومار و همکاران، 2002) ولی در این آزمایش با افزایش سطوح کمپوست میزان کلسیم دانه کاهش داشت.

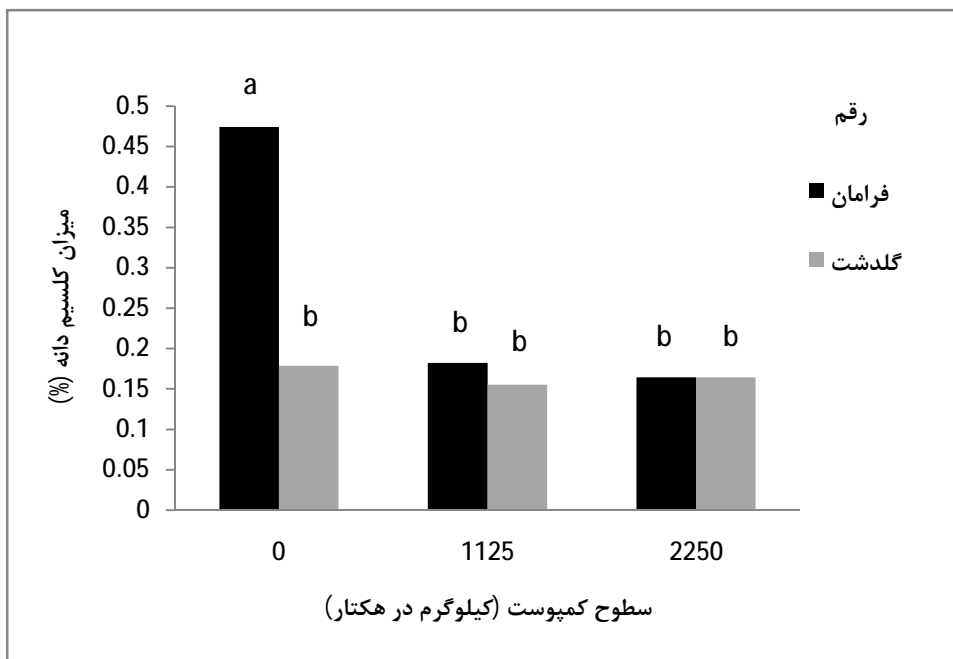


شکل 4-43- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان کلسیم دانه

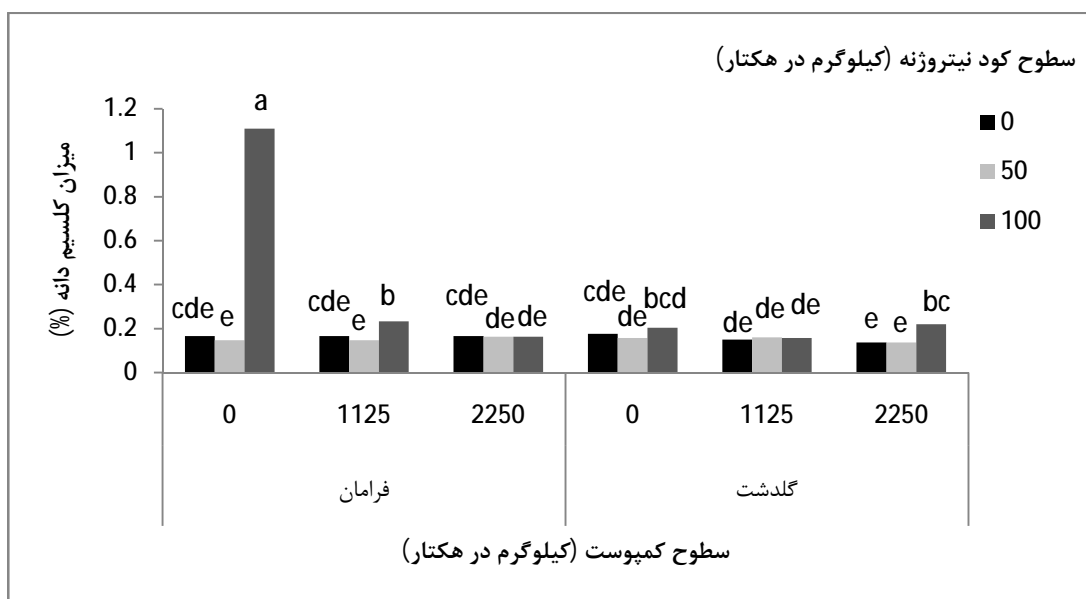


شکل 4-44- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر میزان کلسیم دانه





شکل 4-45- تأثیر سطوح مختلف کمپوست و رقم بر میزان کلسیم دانه



شکل 4-46- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر میزان کلسیم دانه

#### 4-20-4- آهن

آهن از عناصر ضروری بدن انسان است و در بدن افراد بالغ (با وزن حدود 70 کیلوگرم)، تقریباً 4 گرم آهن وجود دارد. آهن برای تولید هموگلوبین موجود در گلبول‌های قرمز خون، میوگلوبین (ماده رنگین عضلات) و برخی آنزیم‌ها ضروری است. کمبود آهن در کشورهای جهان سوم عمومیت دارد. آهن برای متابولیسم صحیح ویتامین‌های B لازم است (ملکوتی، 2003).

مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت مقدار آهن در دانه، میزان آهن دانه گلرنگ به طور معنی داری تحت تأثیر کلیه منابع تغییر به جز اثر متقابل کمپوست و رقم قرار گرفت و اثر منابع تغییر در سطح 1 درصد معنی دار بود (جدول 4-29). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد مصرف 50 و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، میزان آهن دانه گلرنگ را نسبت به شاهد به ترتیب 7/55 و 11/64 درصد افزایش دادند (جدول 4-30). همچنین با کاربرد 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست میزان آهن دانه گلرنگ نسبت به شاهد افزایش نشان داد. آهن دانه در رقم فرامان به طور معنی داری بیشتر از گلدشت بود (جدول 4-30).

بررسی نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه تأثیر معنی داری بر آهن دانه داشت. همان طور که در شکل 4-51 مشاهده می‌شود بین ترکیب تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت. بیشترین مقدار آهن دانه (268/70) از تیمار کاربرد همزمان 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه حاصل شد که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی داری بود (شکل 4-47).

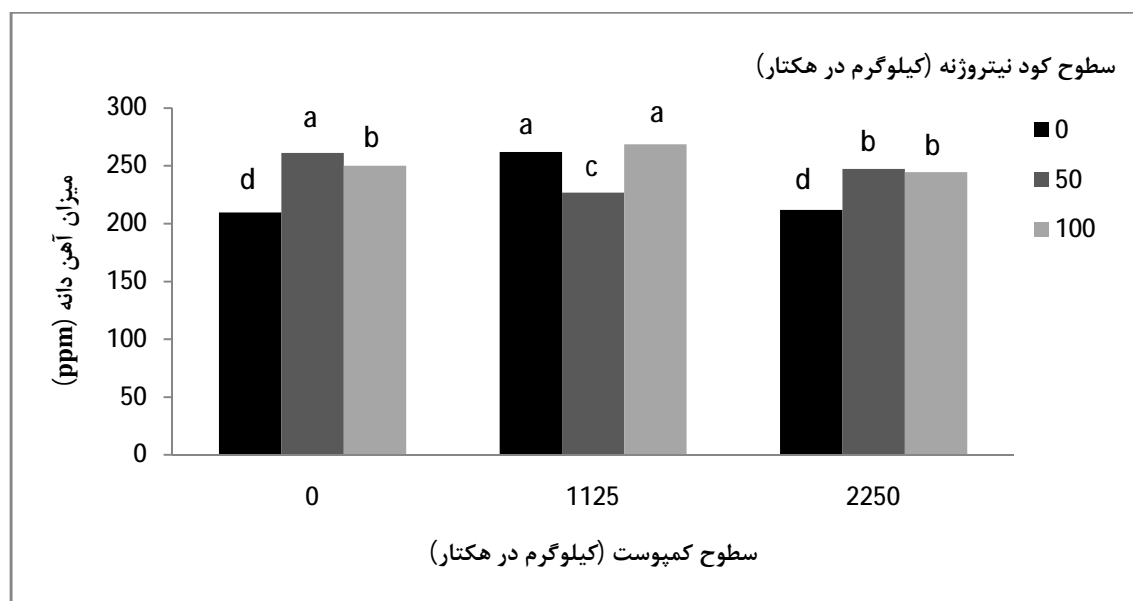
در شکل 4-48 مشاهده می‌شود بیشترین مقدار آهن دانه در تیمار کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و در رقم فرامان حاصل گردید و با رقم گلدشت در همین سطح کود نیتروژنه دارای تفاوت معنی دار بود. افزایش نیتروژن کاربردی، میزان آهن دانه را در رقم فرامان به طور معنی داری بهبود بخشید ولی تأثیری در رقم گلدشت نداشت.

همچنین بررسی اثرات متقابل سه گانه کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر میزان آهن دانه نشان می دهد که بیشترین درصد آهن در دانه رقم فرامان و در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و 2250 کیلوگرم در هکتار کمپوست وجود دارد (شکل 4-49).

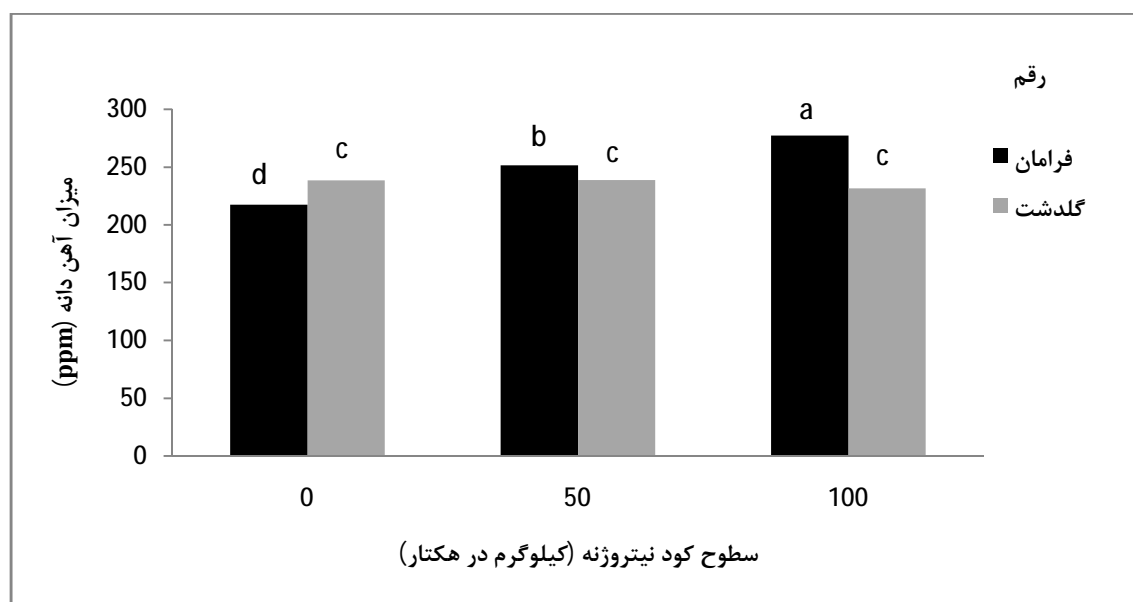
برخی از محققان درباره بعضی از منابع آلی از جمله کمپوست و تأثیر آن بر جذب عناصر میکرو تحقیقات مفیدی انجام داده و بسیاری از آنان تأثیر مثبت منابع آلی را در افزایش جذب عناصر میکرو گزارش نموده اند و در مورد عنصر آهن تعدادی از محققان نتایج مشابه نتایج تحقیق حاضر را گزارش نموده اند (رضوی طوسی و کریمیان، 1380؛ برسو و همکاران، 2001 و علی دوست، 2001). آلوس و همکاران (1999) در تحقیقات خود در مورد اثرات کمپوست در یک خاک شنی روی گیاه سورگوم نشان دادند که مصرف کمپوست بقایای شهری موجب افزایش غلظت عناصر ریز مغذی مانند آهن در خاک می شود. چن و همکاران (2000) گزارش دادند که استفاده از کمپوست سبب افزایش جذب آهن در دو گیاه پیاز و سویا در یک خاک آهکی شده است. آن ها دلیل این امر را وجود کلات کننده های آهن دانستند که به وسیله میکروارگانسیم های موجود در کمپوست تولید و سبب افزایش جذب آهن در گیاه می شود. رحیمی (1371) در اثر استفاده از کمپوست افزایش قابلیت جذب عناصر آهن، مس، روی و منگنز در خاک و نیز افزایش غلظت این عناصر را در گیاه ذرت گزارش کرد. وی کود کمپوست را منبع مناسبی برای تأمین آهن مورد نیاز گیاه برشمرد. کمپوست حاوی مقادیر فراوانی از عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاهان می باشد که از آن جمله می توان به عنصر آهن اشاره کرد. مقدار این عنصر در کود کمپوست حدود 10 برابر بیشتر از کودهای آلی نظیر کود گاوی، کود گوسفندی یا کود مرغی است.

در پژوهشی با افزودن کود کمپوست و کود شیمیایی به دو خاک متفاوت میزان عناصر کم مصرف قابل دسترس در خاک نسبت به شاهد افزایش یافت. جذب آهن نیز توسط گیاه در تیمارهای حاوی کود کمپوست به تنهایی، نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت. کود کمپوست موجب افزایش معنی دار غلظت آهن دانه گیاه ذرت شد (گندمکار، 1375 و محمدی نیا، 1374). گودرزی

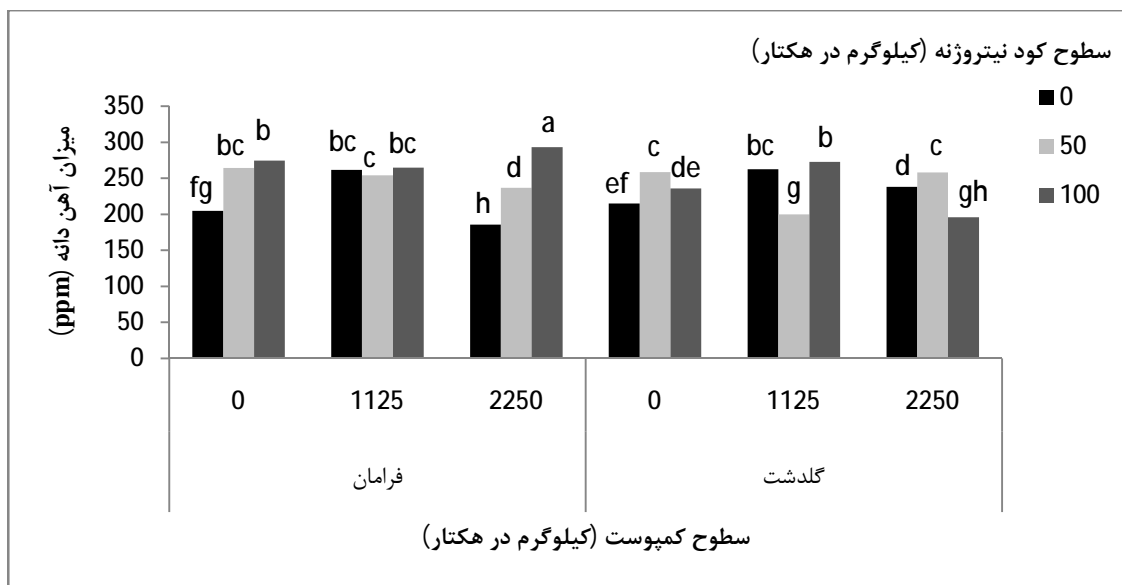
(1389) نشان داد که با مصرف توام گوگرد و کمپوست جذب عناصر غذایی آهن، منگنز، روی و مس نسبت به شاهد افزایش داشت. افزایش ماده آلی خاک، افزایش میکروارگانیسم‌های تولید کننده سیدروفورها را سبب شده که منجر به افزایش حلالیت آهن در خاک می‌شوند (کرولی و همکاران، 1992).



شکل 4-47- تأثیر کاربرد همزمان کمپوست و کود نیتروژنه بر میزان آهن دانه



شکل 4-48- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و رقم بر میزان آهن دانه



شکل 4-49- تأثیر بر همکنش سطوح مختلف کمپوست، کود نیتروژنه و رقم بر میزان آهن دانه

## نتیجه گیری

نتایج نشان داد که تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه نسبت به سایر تیمارها حداکثر وزن خشک کل را دارا بود. همچنین این تیمار توانست شاخص سطح برگ را بهبود بخشد.

در بین سطوح متفاوت از کاربرد کود نیتروژنه، در سطح 100 کیلوگرم در هکتار تعداد طبق بارور (22/95 عدد) بیشتری حاصل شد که با شاهد دارای اختلاف معنی دار بود ولی با تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از نظر آماری معنی دار نگشت.

مقایسه میانگین سطوح کود نیتروژنه نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه حاصل شد ولی نسبت به تیمار 100 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی دار نداشت.

نتایج آزمایش بیانگر تأثیر مثبت و معنی دار اثر اصلی کود نیتروژنه بر میزان کلروفیل a در برگ‌های بالا، وسط و پایین است. در بین سطوح مختلف کود نیتروژنه، بالاترین میزان کلروفیل a در برگ‌های بالایی و کلروفیل کل با کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد و با سطح 50 کیلوگرم در هکتار و شاهد اختلاف معنی دار داشت. همچنین بالاترین نسبت کلروفیل a به b در برگ‌های وسط، از تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد.

مقایسه میانگین سطوح مختلف کود نیتروژنه بیانگر این است که بیشترین درصد روغن دانه با مصرف 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به دست آمد. از آنجا که نیتروژن نقش مهمی در تشکیل ترکیبات اسیدهای آمینه حاوی گوگرد و روغن داشته، بنابراین تغذیه مطلوب گیاه با نیتروژن سبب افزایش سنتز روغن در دانه می‌گردد.

کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه موجب افزایش عملکرد پروتئین در مقایسه با شاهد شد ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی دار نداشت.

در بین سطوح مختلف کاربرد کود نیتروژنه، سطح 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بیشترین درصد فسفر، کلسیم و نیتروژن دانه را دارد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد مصرف 50 و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، میزان آهن دانه گلرنگ را نسبت به شاهد افزایش دادند. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که رقم گلدشت نسبت به رقم فرامان دارای قطر طبق، میزان نیتروژن دانه و درصد پروتئین بیشتری بود و توانست محتوای کلروفیل b بیشتری در برگ‌های وسط تولید نماید.

در رقم فرامان تعداد شاخه فرعی فرعی بیشتری ایجاد شد و از آن‌جا که در گلرنگ تمام شاخه به طبق منتهی می‌شوند، این رقم در افزایش تعداد طبق و در نتیجه عملکرد موفق تر خواهد بود. این رقم به طور میانگین با تعداد 26/05 عدد طبق، تعداد طبق بارور بیشتری تولید نمود و وزن هزار دانه بالاتری نیز داشت.

در بین ارقام، در دانه رقم فرامان میزان بیشتری کلسیم وجود داشت که نسبت به رقم گلدشت معنی دار شد.

بر اساس نتایج این آزمایش استفاده از 1125 کیلوگرم در هکتار کمپوست می‌تواند معادل مصرف 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بر ویژگی‌های مرفولوژیک گیاه گلرنگ مؤثر باشد. به نظر می‌رسد استفاده از کودهای آلی از جمله کمپوست دارای فوایدی می‌باشد که قابلیت جایگزینی بخشی از مصرف کودهای شیمیایی در زراعت گلرنگ را دارا است.

می‌توان گفت مصرف کمپوست با تأثیر بر برخی صفات گلرنگ علاوه بر بهینه سازی میزان مصرف کودهای شیمیایی از بروز عوارض منفی ناشی از مصرف زیاد آن جلوگیری می‌کند و از هزینه های تولید نه تنها در کوتاه مدت بلکه در بلند مدت به دلیل بهبود ساختار فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، کاسته و افزایش درآمد زارعین را به همراه دارد.

برای افزایش تولید در زراعت گلرنگ، لازم است از منابع آلی مانند کمپوست استفاده شود تا ضمن افزایش مقدار ماده آلی خاک، به ایجاد توسعه پایدار در کشاورزی کمک شود. مصرف کود آلی سبب افزایش سطح برگ که عاملی تاثیر گذار در رشد و عملکرد گیاهی است، می‌گردد که این افزایش معادل مصرف 100 کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار می‌باشد.

افزایش روز افزون ضایعات کشاورزی و رها نمودن آن‌ها در زمین‌های اطراف شهرها، رودخانه ها، جنگل‌ها و مزارع، منجر به آلودگی اکوسیستم آبی- خاکی شده و زندگی حیوانات، گیاهان و موجودات را به خطر انداخته است. بازیافت و تبدیل آن‌ها به کمپوست می‌تواند راه حلی مناسب برای کاهش این مشکل باشد. بنابراین تولید کمپوست می‌تواند به عنوان یک روش مدیریتی مناسب برای حذف مواد زائد جامد و تبدیل آن‌ها به موادی با ارزش محسوب شده و به عنوان ابزاری مناسب در کنترل انواع مختلف بقایا و کاهش مصرف کودهای معدنی به محصولات زراعی و افزایش جذب عناصر کم مصرف به وسیله گیاهان تلقی شود. انجام تحقیقات مختلف در این زمینه، برخی از تأثیرات مثبت این ماده آلی را در رشد و بهبود خصوصیات کیفی گیاه نشان داده است.

کمپوست به عنوان یک منبع جایگزین کودهای شیمیایی برای افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصول به طور گسترده ای در زراعت ارگانیک قابل توصیه است و به عنوان یک کود آلی مقرون به صرفه با توان مناسب و با ارزش می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب در کشاورزی پایدار و کشت آلی از جایگاه ویژه ای برخوردار باشد.

بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیقات می‌توان گفت که اثرات مفید کاربرد کمپوست به عنوان یک سیستم تغذیه جایگزین و ارگانیک در تأمین عناصر غذایی عمده مورد نیاز گیاهان قابل توجه است. علاوه بر این، مزایای سیستم‌های تغذیه جایگزین می‌تواند در مقایسه با سیستم‌های کشاورزی متداول از نظر محیطی قابل توجه باشند.



کودهای آلی و شیمیایی لازم و ملزوم یکدیگر بوده و به هر دو نوع کود برای ایجاد شرایط مطلوب جهت رشد گیاهان نیاز می‌باشد. بنابراین استفاده کامل از منابع آلی و یا بیولوژیکی به همراه کاربرد بهینه از کودهای شیمیایی، اهمیت زیادی در حفظ باروری و ساختمان خاک فعالیت حیاتی و ظرفیت نگهداری آب در خاک دارد. نتایج نشان دهنده تأثیر مثبت کاربرد مشترک کودهای شیمیایی و کمپوست در چار چوب سیستم‌های تلفیقی تغذیه گیاهی است.

انتخاب کود مناسبی که بتواند جایگزین کودهای شیمیایی گردد و یا این که مصرف این نوع کودها را به حداقل برساند امری واجب و لازم می‌باشد و در این میان کمپوست کودی است که می‌تواند پاسخگوی نیاز کشاورز باشد. ضمن این که استفاده از کمپوست سبب می‌شود که خاک ترد و پوک گردد و منافذ عبوری بسیار زیادی در آن ایجاد شود که این موضوع نیز سبب می‌شود که اکسیژن به راحتی توسط ریشه گیاه جذب و نفوذپذیری خاک افزایش یابد.

### پیشنهادات

با توجه به نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌شود کمپوست با دیگر کودهای شیمیایی نیز در شرایط مزرعه و گلخانه مطالعه گردد.

برای بررسی رفتار کمپوست در گیاهان دیگر با ویژگی‌های مختلف و شرایط محیطی متفاوت لازم است تا مطالعات تکمیلی بیشتری انجام شود.

باید توجه داشت که نیتروژن عنصر ضروری و پر مصرف در طول دوره رشد گیاه است و با توجه به اثرات مخرب استفاده از کودهای شیمیایی به ویژه اوره، تعیین سطح بهینه نیتروژن و بهترین ترکیب کود نیتروژنه و کمپوست با حداقل افت عملکرد ضروری به نظر می‌رسد.

چنانچه کشاورزان بر اساس نتایج آزمون‌های آب و خاک و توصیه‌های کارشناسان مبادرت به مصرف منطقی کودهای شیمیایی کنند، هیچ مشکلی به وجود نخواهد آمد.

با توجه به مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و مشکلات ناشی از آن، نیز عدم وجود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش های رشد و عملکرد گیاهان به کودهای غیرشیمیایی، انجام پژوهش هایی با هدف ارزیابی اثر کودهای زیستی، آلی، شیمیایی و تلفیقی از آنها بر گیاهان به منظور کاهش مصرف و افزایش کارایی کودهای شیمیایی ضروری به نظر می رسد.

شناخت تأثیر کودهای آلی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی، مطالعه و تحقیق بیشتری را طلب می کند.

جدول 4-1- میانگین مربعات صفات وزن خشک برگ، وزن خشک طبق بارور، وزن خشک طبق نا بارور و وزن خشک کل طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

وزن خشک کل طبق	وزن خشک طبق بارور	وزن خشک برگ	درجه آزادی	منابع تغییر
18985/264	18903/457	1210/511	2	تکرار
33672/736*	33001/371*	11764/309**	2	کود نیتروژنه (A)
49154/638*	49153/134*	9047/075**	2	کمپوست (B)
19639/277	18802/562	3528/375	1	رقم (C)
32218/149*	32167/225*	1599/394	4	A × B
33459/617*	33525/988*	3683/402*	2	A × C
10531/140	10450/892	8810/009**	2	B × C
7966/172	7872/430	2304/056*	4	A × B × C
10539/358	10508/314	894/618	34	خطا
12/970	13/012	13/195		ضریب تغییرات

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-2- مقایسه میانگین صفات وزن خشک برگ، وزن خشک طبق بارور، وزن خشک طبق نا بارور و وزن خشک کل طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

وزن خشک کل طبق (گرم در متر مربع)	وزن خشک طبق بارور (گرم در متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)	تیمار
			کود نیتروژنه
744/37 b	741/10 b	199/19 b	صفر
829/40 a	825/22 a	249/76 a	50
800/65 ab	797/06 ab	231/03 a	100
69/544	69/442	20/262	LSD 5%
			کمپوست
736/52 b	732/84 b	200/95 b	صفر
840/54 a	836/85 a	242/10 a	1125
797/37 ab	793/70 ab	236/93 a	2250
69/544	69/442	20/262	LSD 5%
			رقم
810/55	806/46	234/74	فرامان
772/41	769/14	218/58	گلدشت
56/783	56/699	16/544	LSD 5%

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-3- میانگین مربعات صفات وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه و وزن خشک کل در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	نسبت وزن خشک ریشه به ساقه	وزن خشک کل
تکرار	2	16/221	17/549	0/0016	28692/762
کود نیتروژنه (A)	2	3909/234**	829/605**	0/013*	140168/347**
کمپوست (B)	2	322/752	384/001**	0/021**	110838/285**
رقم (C)	1	354/355	151/523	0/0135*	37258/846
A × B	4	1192/453	30/906	0/0043	55689/816*
A × C	2	1449/742	740/758**	0/0130*	89134/506*
B × C	2	104/958	24/587	0/0038	31797/474
A × B × C	4	290/624	80/753	0/0039	22691/526
خطا	34	692/595	48/781	0/0030	20812/701
ضریب تغییرات		16/466	14/457	18/189	11/764

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-4- مقایسه میانگین صفات وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه و وزن خشک کل در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع)	وزن خشک ریشه (گرم در متر مربع)	نسبت وزن خشک ریشه به ساقه	وزن خشک کل (گرم در متر مربع)
کود نیتروژنه				
صفر	149/79 b	40/99 c	0/27 b	1134/36 b
50	176/74 a	54/40 a	0/31 a	1310/32 a
100	152/93 b	49/52 b	0/32 a	1234/14 a
LSD 5%	17/828	4/731	0/037	97/728
کمپوست				
صفر	160/98	43/02 b	0/26 b	1141/48 b
1125	163/36	50/32 a	0/30 a	1296/33 a
2250	155/13	51/57 a	0/33 a	1241/02 a
LSD 5%	17/828	4/731	0/037	97/728
رقم				
فرامان	157/26	49/98	0/32 a	1252/54
گلدشت	162/38	46/63	0/29 b	1200/01
LSD 5%	14/556	3/863	0/030	79/795

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-5- میانگین مربعات صفات ارتفاع ساقه و ارتفاع اولین شاخه از زمین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	ارتفاع اولین شاخه از زمین
تکرار	2	2/308	2/350
کود نیتروژنه (A)	2	2/246	1/610
کمپوست (B)	2	4/410	17/498**
رقم (C)	1	0/444	3/723
A × B	4	7/145	10/923**
A × C	2	19/105*	8/388*
B × C	2	18/085*	13/610*
A × B × C	4	1/240	2/863
خطا	34	4/695	2/581
ضریب تغییرات		5/262	8/990

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-6- مقایسه میانگین صفات ارتفاع ساقه و ارتفاع اولین شاخه از زمین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	ارتفاع اولین شاخه از زمین (سانتی متر)
کود نیتروژنه		
صفر	41/54	18/18
50	41/15	17/84
100	40/83	17/58
LSD 5%	1/468	1/088
کمپوست		
صفر	41/73	17/94 a
1125	40/80	16/85 b
2250	40/99	18/81 a
LSD 5%	1/468	1/088
رقم		
فرامان	41/26	17/60
گلدشت	41/08	18/13
LSD 5%	81/19	0/888

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-7- میانگین مربعات صفات قطر ساقه، قطر طبق، تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد شاخه فرعی فرعی در بوته در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر ساقه	قطر طبق	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد شاخه فرعی فرعی در بوته
تکرار	2	0/502	0/231	0/239	0/003
کود نیتروژنه (A)	2	1/420	3/093	1/423	0/0162
کمپوست (B)	2	0/109	11/399**	0/233	0/0165
رقم (C)	1	0/380	242/765**	0/881	0/889**
A × B	4	0/900	5/894*	1/805	0/026
A × C	2	3/512*	4/801	5/087 *	0/020
B × C	2	0/281	0/784	0/581	0/042
A × B × C	4	0/413	1/351	0/547	0/006
خطا	34	0/691	2/079	1/121	0/014
ضریب تغییرات		10/767	5/077	10/562	13/301

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-8- مقایسه میانگین صفات قطر ساقه، قطر طبق، تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد شاخه فرعی فرعی در بوته در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	قطر ساقه (میلی متر)	قطر طبق (میلی متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد شاخه فرعی فرعی در بوته
کود نیتروژنه				
صفر	7/42	27/92	9/71	0/92
50	7/98	28/69	10/25	0/87
100	7/76	28/57	10/10	0/91
LSD 5%	0/563	0/976	0/717	0/081
کمپوست				
صفر	7/71	27/48 b	9/95	0/91
1125	7/80	28/95 a	10/15	0/93
2250	7/65	28/75 a	9/96	0/87
LSD 5%	0/563	0/976	0/717	0/081
رقم				
فرامان	7/64	26/27 b	9/89	1/03 a
گلدشت	7/80	30/51 a	10/15	0/77 b
LSD 5%	0/460	0/797	0/585	0/066

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-9- میانگین مربعات صفات تعداد طبق نابارور در بوته و شاخص سطح برگ در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد طبق نابارور در بوته	شاخص سطح برگ
تکرار	2	0/493	0/020
کود نیتروژنه (A)	2	4/574*	0/340 **
کمپوست (B)	2	0/157	1/941 **
رقم (C)	1	13/600**	0/068
A × B	4	1/661	0/329 **
A × C	2	1/405	0/774 **
B × C	2	2/324	0/162 *
A × B × C	4	1/005	0/168 **
خطا	34	0/988	0/047
ضریب تغییرات		37/257	14/471

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-10- مقایسه میانگین صفات تعداد طبق نابارور در بوته و شاخص سطح برگ در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	تعداد طبق نابارور در بوته	شاخص سطح برگ (متر مربع برگ در متر مربع زمین)
کود نیتروژنه		
صفر	2/13 b	1/36 b
50	3/13 a	1/63 a
100	2/74 ab	1/53 ab
LSD 5%	0/673	0/148
کمپوست		
صفر	2/56	1/35 b
1125	2/72	1/28 b
2250	2/74	1/88 a
LSD 5%	0/673	0/148
رقم		
فرمان	3/1 a	1/54
گلدشت	2/1 b	1/47
LSD 5%	0/55	0/120

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-11- میانگین مربعات صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق
تکرار	2	3674409/979	47/365 **	0/207	175/684
کود نیتروژنه (A)	2	277468/335	9/938	31/164*	121/694
کمپوست (B)	2	4442734/322*	22/577 *	37/142*	4/478
رقم (C)	1	1070581/249	566/468**	925/869**	13264/714**
A × B	4	1388185/262	3/557	**35/342	346/768**
A × C	2	300728/992	42/693 **	78/966**	190/307
B × C	2	376576/103	41/184 **	1/482	13/885
A × B × C	4	458960/576	3/167	34/891**	233/666*
خطا	34	1401026/17	6/843	8/088	78/005
ضریب تغییرات		22/718	4/763	12/978	12/698

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-12- مقایسه میانگین صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق
کود نیتروژنه				
صفر	5067/3	55/53	20/43 b	67/20
50	5293/7	54/09	22/35 ab	72/34
100	5268/9	55/12	22/95 a	69/09
LSD 5%	801/82	1/772	1/926	5/983
کمپوست				
صفر	4657/9 b	55/01 ab	20/25 b	69/20
1125	5351/2 ab	55/98 a	22/77 a	69/32
2250	5620/9 a	53/75 b	22/71 a	70/12
LSD 5%	801/82	1/772	1/926	5/983
رقم				
فرامان	5350/8	58/15 a	26/05 a	53/87 b
گلدشت	5069/2	51/68 b	17/77 b	85/22 a
LSD 5%	654/68	1/447	1/573	4/885

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.



جدول 4-13- میانگین مربعات صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و شاخص پایداری غشاء در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	شاخص پایداری غشاء
تکرار	2	50953/758	63/581	71/440
کود نیتروژنه (A)	2	59246/919*	76/898	79/263
کمپوست (B)	2	98637/865**	41/292	19/990
رقم (C)	1	25399/424	0/232	54/400
A × B	4	22623/521	34/541	27/014
A × C	2	23819/371	37/714	15/310
B × C	2	21494/266	4/378	138/984*
A × B × C	4	4909/108	43/666	96/614*
خطا	34	17300/859	40/942	32/852
ضریب تغییرات		13/708	11/866	25/204

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-14- مقایسه میانگین صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و شاخص پایداری غشاء در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	شاخص پایداری غشاء (درصد)
کود نیتروژنه			
صفر	899/99 b	55/72	24/13
50	1014/47 a	51/66	23/75
100	963/97 ab	54/37	20/32
LSD 5%	89/102	4/334	3/882
کمپوست			
صفر	874/43 b	53/20	23/95
1125	994/60 a	52/89	22/19
2250	1009/41 a	55/66	22/02
LSD 5%	89/102	4/334	3/882
رقم			
فرمان	981/17	53/85	21/73
گلدشت	937/79	53/98	23/74
LSD 5%	72/752	3/539	3/170

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-15 - میانگین مربعات صفات کلروفیل a برگ بالا، کلروفیل a برگ وسط و کلروفیل a برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a برگ بالا	کلروفیل a برگ وسط	کلروفیل a برگ پایین
تکرار	2	0/066 **	0/0007	0/002
کود نیتروژنه (A)	2	0/098 **	0/039 **	0/034 *
کمپوست (B)	2	0/040 *	0/018 **	0/083 **
رقم (C)	1	0/005	0/002	0/015
A × B	4	0/004	0/014 **	0/008
A × C	2	0/0107	0/0007	0/005
B × C	2	0/011	0/0015	0/0002
A × B × C	4	0/014	0/0018	0/001
خطا	34	0/010	0/003	0/007
ضریب تغییرات		14/12	7/74	12/52

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-16 - مقایسه میانگین صفات کلروفیل a برگ بالا، کلروفیل a برگ وسط و کلروفیل a برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	کلروفیل a برگ بالا (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کلروفیل a برگ وسط (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کلروفیل a برگ پایین (میلی گرم در هر گرم وزن تر)
کود نیتروژنه			
صفر	0/64 b	0/67 b	0/65 b
50	0/69 b	0/76 a	0/71 a
100	0/79 a	0/69 b	0/73 a
LSD 5%	0/067	0/037	0/059
کمپوست			
صفر	0/65 b	0/67 b	0/62 b
1125	0/72 a	0/72 a	0/73 a
2250	0/74 a	0/73 a	0/75 a
LSD 5%	0/067	0/037	0/059
رقم			
فرامان	0/69	0/70	0/68
گلدشت	0/71	0/72	0/72
LSD 5%	0/055	0/030	0/048

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-17- میانگین مربعات صفات کلروفیل b برگ بالا، کلروفیل b برگ وسط و کلروفیل b برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل b برگ بالا	کلروفیل b برگ وسط	کلروفیل b برگ پایین
تکرار	2	0/130 *	0/014 **	0/00014
کود نیتروژنه (A)	2	0/190 *	0/080 **	0/0023 **
کمپوست (B)	2	0/238 **	0/161 **	0/0019 **
رقم (C)	1	0/070	0/025 **	0/00010
A × B	4	0/013	0/0003	0/0005 *
A × C	2	0/001	0/005	0/000001
B × C	2	0/0088	0/00009	0/00003
A × B × C	4	0/0085	0/0027	0/00012
خطا	34	0/039	0/0024	0/0002
ضریب تغییرات		24/14	8/14	8/16

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-18- مقایسه میانگین صفات کلروفیل b برگ بالا، کلروفیل b برگ وسط و کلروفیل b برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	کلروفیل b برگ بالا (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کلروفیل b برگ وسط (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کلروفیل b برگ پایین (میلی گرم در هر گرم وزن تر)
کود نیتروژنه			
صفر	0/70 b	0/55 c	0/16 b
50	0/88 a	0/59 b	0/18 a
100	0/87 a	0/68 a	0/19 a
LSD 5%	0/134	0/033	0/010
کمپوست			
صفر	0/70 b	0/50 b	0/17 b
1125	0/81 ab	0/66 a	0/18 a
2250	0/93 a	0/67 a	0/19 a
LSD 5%	0/134	0/033	0/010
رقم			
فرامان	0/78	0/58 b	0/19
گلدشت	0/85	0/63 a	0/18
LSD 5%	0/109	0/027	0/008

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-19- میانگین مربعات صفات نسبت کلروفیل a به b در برگ بالا، نسبت کلروفیل a به b در برگ وسط و نسبت کلروفیل a به b در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	نسبت کلروفیل a به b در برگ بالا	نسبت کلروفیل a به b در برگ وسط	نسبت کلروفیل a به b در برگ پایین
تکرار	2	0/111	0/046	0/001
کود نیتروژنه (A)	2	0/091	0/369 **	0/043
کمپوست (B)	2	0/053	0/402 **	0/489
رقم (C)	1	0/042	0/068 *	0/977
A × B	4	0/065	0/016	0/111
A × C	2	0/026	0/028	0/227
B × C	2	0/004	0/006	0/074
A × B × C	4	0/020	0/010	0/040
خطا	34	0/038	0/015	0/305
ضریب تغییرات		21/69	10/36	14/27

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-20- مقایسه میانگین صفات نسبت کلروفیل a به b در برگ بالا، نسبت کلروفیل a به b در برگ وسط و نسبت کلروفیل a به b در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	نسبت کلروفیل a به b در برگ بالا	نسبت کلروفیل a به b در برگ وسط	نسبت کلروفیل a به b در برگ پایین
کود نیتروژنه			
صفر	0/95	1/25 a	3/87
50	0/82	1/31 a	3/81
100	0/93	1/04 b	3/91
LSD 5%	0/132	0/084	0/374
کمپوست			
صفر	0/95	1/37 a	3/68
1125	0/90	1/11 b	3/92
2250	0/84	1/12 b	3/99
LSD 5%	0/132	0/084	0/374
رقم			
فرامان	0/93	1/24 a	0/73
گلدشت	0/87	1/16 b	4/01
LSD 5%	0/108	0/069	0/305

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-21- میانگین مربعات صفات کلروفیل کل برگ بالا، کلروفیل کل برگ بالا و کلروفیل کل برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل کل برگ بالا	کلروفیل کل برگ وسط	کلروفیل کل برگ پایین
تکرار	2	0/265 **	0/020 *	0/003
کود نیتروژنه (A)	2	0/480 **	0/119 **	0/054 **
کمپوست (B)	2	0/455 **	0/290 **	0/111 **
رقم (C)	1	0/113	0/045 *	0/014
A × B	4	0/013	0/016	0/013
A × C	2	0/020	0/009	0/005
B × C	2	0/040	0/001	0/00009
A × B × C	4	0/028	0/007	0/002
خطا	34	0/047	0/006	0/008
ضریب تغییرات		14/17	6/18	10/39

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-22- مقایسه میانگین صفات کلروفیل کل برگ بالا، کلروفیل کل برگ بالا و کلروفیل کل برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	کلروفیل کل برگ بالا (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کلروفیل کل برگ وسط (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کلروفیل کل برگ پایین (میلی گرم در هر گرم وزن تر)
کود نیتروژنه			
صفر	1/34 b	1/23 b	0/82 b
50	1/57 a	1/36 a	0/90 a
100	1/66 a	1/38 a	0/92 a
LSD 5%	0/146	0/055	0/062
کمپوست			
صفر	1/36 b	1/17 b	0/79 b
1125	1/54 a	1/39 a	0/92 a
2250	1/68 a	1/40 a	0/93 a
LSD 5%	0/146	0/055	0/062
رقم			
فرامان	1/48	1/29 b	0/86
گلدشت	1/57	1/35 a	0/90
LSD 5%	0/119	0/045	0/050

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-23- میانگین مربعات صفات کاروتنوئید در برگ بالا، کاروتنوئید در برگ وسط و کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	کاروتنوئید در برگ بالا	کاروتنوئید در برگ وسط	کاروتنوئید در برگ پایین
تکرار	2	0/012	0/002	0/0006
کود نیتروژنه (A)	2	0/0035	0/0003	0/002
کمپوست (B)	2	0/0063 *	0/0015	0/0011
رقم (C)	1	0/0028	0/00007	0/00005
A × B	4	0/0052	0/0014	0/0034
A × C	2	0/0057	0/00026	0/007
B × C	2	0/0074	0/00021	0/0018
A × B × C	4	0/0027	0/00008	0/004
خطا	34	0/0025	0/0006	0/0036
ضریب تغییرات		19/69	9/61	25/77

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-24- مقایسه میانگین صفات کاروتنوئید در برگ بالا، کاروتنوئید در برگ وسط و کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	کاروتنوئید در برگ بالا (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کاروتنوئید در برگ وسط (میلی گرم در هر گرم وزن تر)	کاروتنوئید در برگ پایین (میلی گرم در هر گرم وزن تر)
کود نیتروژنه			
صفر	0/24	0/26	0/23
50	0/26	0/28	0/24
100	0/27	0/27	0/22
LSD 5%	0/034	0/017	0/041
کمپوست			
صفر	0/27 a	0/26	0/23
1125	0/23 b	0/25	0/24
2250	0/26 ab	0/27	0/22
LSD 5%	0/034	0/017	0/041
رقم			
فرامان	0/24	0/26	0/23
گلدشت	0/26	0/27	0/24
LSD 5%	0/027	0/014	0/033

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-25- میانگین مربعات صفات نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ بالا، نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ وسط و نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ بالا	نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ وسط	نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ پایین
تکرار	2	4/18	1/04	7/40
کود نیتروژنه (A)	2	3/98	0/95 *	7/93
کمپوست (B)	2	18/45 **	6/66 **	3/96
رقم (C)	1	0/13	0/47	5/35
A × B	4	5/34	0/37	7/94
A × C	2	5/37	0/09	8/84
B × C	2	2/37	0/07	7/32
A × B × C	4	1/33	0/13	7/18
خطا	34	3/40	0/22	7/11
ضریب تغییرات		29/28	9/54	16/82

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-26- مقایسه میانگین صفات نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ بالا، نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ وسط و نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ پایین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ بالا	نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ وسط	نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئید در برگ پایین
کود نیتروژنه			
صفر	5/90	4/71 b	3/75
50	6/16	5/02 ab	3/84
100	6/82	5/16 a	7/43
LSD 5%	1/24	0/321	5/712
کمپوست			
صفر	5/19 b	4/28 b	6/71
1125	7/17 a	5/45 a	3/96
2250	6/52 a	5/15 a	4/35
LSD 5%	1/24	0/321	5/712
رقم			
فرامان	6/24	4/87	6/00
گلدشت	6/34	5/06	4/01
LSD 5%	1/019	0/262	4/664

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول 4-27- میانگین مربعات صفات درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
تکرار	2	4/139	*4062429318	0/836	2279019552
کود نیتروژنه (A)	2	18/009*	1120651870	9/533*	440162944
کمپوست (B)	2	56/769**	10026707061**	35/648**	6987460072**
رقم (C)	1	1/742	1622880536	23/505*	15152886
A × B	4	21/709*	2440404299	13/609**	1742825265
A × C	2	3/501	639441510	7/142	746047785
B × C	2	21/412*	227881548	10/194	596153210
A × B × C	4	8/750	792041324	4/463	440669177
خطا	34	6/625	1233367223	3/421	1041218949
ضریب تغییرات		8/397	21/981	6/952	23/229

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-28- مقایسه میانگین صفات درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	درصد روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتئین (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
کود نیتروژنه				
صفر	30/62 ab	153751	26/74 ab	135922
50	29/66 b	156843	25/81 b	136183
100	31/66 a	168699	27/24 a	144615
LSD 5%	1/743	23790	1/253	21859
کمپوست				
صفر	28/67 b	133663 b	25 b	116312 b
1125	31/16 a	166026 a	27/62 a	147900 a
2250	32/11 a	179604 a	27/18 a	152507 a
LSD 5%	1/743	23790	1/253	21859
رقم				
فرامان	30/83	165246	25/94 b	139436
گلدشت	30/47	154282	27/26 a	138377
LSD 5%	1/423	19425	1/023	17848

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.



جدول 4-29- میانگین مربعات صفات غلظت فسفر، نیتروژن، کلسیم و آهن در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	فسفر	نیتروژن	کلسیم	آهن
تکرار	2	0/0010	0/232	0/0018	101/701
کود نیتروژنه (A)	2	0/043**	0/544*	0/220**	3263/417**
کمپوست (B)	2	0/003**	0/382*	0/153**	1510/927**
رقم (C)	1	20/001	0/494*	0/155**	2115/629**
A × B	4	0/016**	0/417*	0/138**	3241/268**
A × C	2	0/065**	0/101	0/137**	5045/390**
B × C	2	0/002**	0/106	0/120**	71/659
A × B × C	4	0/020**	0/193	0/144**	3710/065**
خطا	34	0/0003	0/118	0/0011	64/337
ضریب تغییرات		2/667	8/256	15/09	3/307

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می باشد.

جدول 4-30- مقایسه میانگین صفات غلظت فسفر، نیتروژن، کلسیم و آهن در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه (بر اساس آزمون LSD).

تیمار	فسفر (درصد)	نیتروژن (درصد)	کلسیم (درصد)	آهن (ppm)
کود نیتروژنه				
صفر	0/71 b	4/23 a	0/16 b	227/93 c
50	0/70 b	3/97 b	0/15 b	245/16 b
100	0/79 a	4/30 a	0/34 a	254/47 a
LSD 5%	0/013	0/233	0/022	5/433
کمپوست				
صفر	0/75 a	4/22 ab	0/32 a	240/42 b
1125	0/72 c	4/29 a	0/17 b	254/55 a
2250	0/73 b	4/01 b	0/16 b	234/58 c
LSD 5%	0/013	0/233	0/022	5/433
رقم				
فرامان	0/73	4/07 b	0/27 a	248/78 a
گلدشت	0/74	4/26 a	0/16 b	236/26 b
LSD 5%	0/010	0/190	0/018	4/436

وجود حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

## منابع

- آرزمجو، ا.، حیدری، م.، قنبری، ا.، سیاه سر، ب. و احمدیان، ا. 1389. تأثیر سه نوع کود بر درصد اسانس، رنگدانه های فتوسنتزی و تنظیم کننده های اسمزی در بابونه تحت تنش خشکی. مجله تنش های محیطی در علوم زراعی. جلد سوم. شماره اول. صفحات: 23-33.
- آلیاری، ه.، شکاری، ف. و شکاری، ف. 1379. دانه های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی. 182 صفحه.
- احترامیان، ک. 1380. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز در منطقه کوشک استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد. مدیریت مناطق بیابانی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- احمدی، م. ر. 1378. کیفیت و کاربرد دانه های روغنی. نشر آموزش کشاورزی. 113 صفحه.
- احمدی، م. ر. 1371. اصلاح گلرنگ. پژوهش و سازندگی. فصلنامه علمی، تحقیقاتی و آموزشی جهاد سازندگی. سال پنجم. شماره 16. صفحات: 36-39.
- احمدی، م. ر. و امید، ا. ح. 1375. بررسی عملکرد دانه و تأثیر زمان برداشت بر میزان روغن ارقام بهاره و پائیزه گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران. 27: 29-34.
- اصغرزاده، ا.، ملکوتی، م. ج.، بهرامی، ح. ع. و ابراهیمی، س. 1384. ماده آلی و نقش آن در خاک های کشور. مجموعه مقالات (ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور). انتشارات سنا. چاپ اول. 444 صفحه.

اکبری نیا، ا.، دانشیان، ج. و محمد بیگی، ف. 1385. اثر کود نیتروژن و تراکم بر عملکرد بذر، اسانس و روغن گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). مجله علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد 22. شماره 4. 410 صفحه.

امام، ی. و نیک نژاد، م. 1372. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. (تالیف رابرت هی و اندرو واکر). انتشارات دانشگاه شیراز. 570 صفحه.

امید بیگی، ا. 1379. رهیافت‌های تولید و فناوری گیاهان دارویی. جلد اول. انتشارات طراحان نشر. 438 صفحه.

امیدی تبریزی، ا. ح. و احمدی، م. ر. 1379. مروری بر تحقیقات به نژادی و به زراعی گلرنگ در جهان و ایران. مجله زیتون. شماره 142. صفحات: 21-28.

اکبری نیا، ا.، دانشیان، ج. و محمد بیگی، ف. 1385. اثر کود نیتروژن و تراکم بر عملکرد بذر، اسانس و روغن گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). مجله علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد 22. شماره 4. 410 صفحه.

بی نام. 1387. گلدشت رقم جدید گلرنگ با سازگاری وسیع. <http://www.spii.ir>

بی نام. 1389. معرفی واریته جدید گلرنگ با نام فرامان. <http://www.areo.ir>

پاسبان اسلام، م. ر. 1380. خبرنامه فنی گلرنگ. مجله جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی. 78 صفحه.

پرورش، ع. و شاهمنصوری، م. ر. 1373. تهیه کود آلی کمپوست (دفع بهداشتی و بازیابی مواد زائد آلی). نشر پرسش. چاپ اول. 312 صفحه.

تهامی زرنندی، م.ک.، رضوانی مقدم، پ. و جهان، م. 1389. تأثیر کودهای آلی بر شاخص های رشد، عملکرد و درصد اسانس بخش رویشی گیاه دارویی ریحان. چکیده مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی. 2 تا 4 مرداد. صفحه 17.

حاجی زاده، ا. 1369. خاکشناسی کشاورزی. انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی. چاپ اول. تهران. 178 صفحه.

حجتی، س.، نوربخش، ف. و خاوازی، ک. 1385. تأثیر لجن فاضلاب بر شاخص بایومس میکروبی خاک، فعالیت آنزیمی و عملکرد گیاه ذرت. مجله علوم خاک و آب. شماره 20. جلد 1. صفحات: 84-93.

حق پرست تنها، م. ر. 1371. تغذیه و متابولیسم گیاهان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. چاپ اول. رشت. 527 صفحه.

خاوری نژاد، ر. ع. 1369. فتوسنتز. مرکز نشر دانشگاهی تهران. چاپ اول. 192 صفحه.

خواجه پور، م. ر. 1370. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. 251 صفحه.

خواجه پور، م. ر. 1386. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. 564 صفحه.

خواجه پور، م. ر. 1388. اصول و مبانی زراعت. نگارش سوم. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. 654 صفحه.

داوری نژاد، غ.، حق نیا، غ. و لکزیان، غ. 1383. تأثیر کودهای دامی و کمپوست غنی شده بر عملکرد گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد 18. شماره 1. صفحه 44.

درزی، م. ت. 1386. بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه به منظور دستیابی به یک سیستم زراعی پایدار. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.

درزی، م. ت.، قلاوند، ا.، رجالی، ف. و سفیدکن، ف. 1385. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. سال بیست و دوم. شماره 4 (پیاپی 34).

رحیمی، ق. 1371. مطالعه اثر کمپوست بر شوری و آلودگی خاک و مقدار جذب عناصر سنگین توسط گیاه ذرت در خاک‌های حاوی کمپوست. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

رستگار، م. ع. 1384. زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات برهمند. چاپ اول. 479 صفحه.

رضوی طوسی، الف. و کریمیان، ن. 1380. تأثیر استفاده از شیرابه کمپوست بر رشد و خصوصیات شیمیایی برنج و اسفناج. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه 26.

رفاهی، ح. ع. 1380. فرسایش بادی و کنترل آن. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. چاپ دوم. 320 صفحه.

روستایی، خ.، خادم، ع.، روستا، م. ج. و روستا، ح. 1388. بررسی کاربرد نسبت‌های مختلف کاربرد کودهای شیمیایی و آلی و مخلوط آن‌ها بر ویژگی‌های خاک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. همایش کاربرد کودهای آلی در باغبانی و کشاورزی پایدار. شیراز. صفحه 14.

روشن ضمیر، ف.، گلوی، م. و کمرکی، ح. 1385. اثر مواد آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان. صفحه 101.

زائری، ع. 1380. بررسی اثرات تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب بر حرکت املاح، رطوبت خاک و برخی خواص فیزیکی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد. خاک شناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

زمانی بابگهری، ج.، افیونی، م.، خوشگفتارمنش، ا. ح. و عشقی زاده، ح. ر. 1389. اثر لجن فاضلاب کارخانه پلی اکریل، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهارم. صفحات: 153-165.

زند، ا. 1379. مبانی مرفولوژیک و فیزیولوژیک اختلاف عملکرد در گلرنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

زینلی، ا. 1378. گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. 144 صفحه.

سالاردینی، ع. ا. 1366. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ سوم. تهران. 442 صفحه.

سالاردینی، ع. و مجتهدی، م. 1376. اصول تغذیه گیاه. (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی. جلد دوم. تهران. 318 صفحه.

- سجادی نیک، ر.، یدوی، ع.، بلوچی، ح. و فرجی، ه. 1390. مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد 21. شماره 2.
- سروستانی، ز.، مصطفوی راد، م.، مدرس ثانوی، س. ع. م. و قلاوند، ا. 1389. اثرات مدیریت تلفیقی منابع نیتروژن بر برخی صفات مورفولوژیک کلزا (*Brassica napus* L.). یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی. صفحه 17.
- سلیمی، ق.، حامدی، ف. و رضایی زنگنه، ر. 1388. تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و منیزیم بر خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ پاییزه. اولین همایش ملی دانه های روغنی. دانشگاه صنعتی اصفهان. 432 صفحه.
- شریعتی نیا، ف.، صفاری، م.، مقصودی مود، ع. ا. و شمس الدین سعید، م. 1385. بررسی اثرات سه عنصر نیتروژن، بور و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه گلرنگ (رقم محلی اصفهان). چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان. صفحه 119.
- صادقی، ح. و بحرانی، م. ج. 1380. تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. مجله علوم زراعی ایران. جلد 3. شماره 2. 75 صفحه.
- صالحی، گ. 1380. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در باجگاه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.
- عباسعلی، م. و مظفری، ج. 1380. کلکسیون دانه های روغنی (بانک ژنی گیاهی ایران). انتشارات دفتر انتقال یافته ها. وزارت کشاورزی.

عبدلی، م. ع.، رساپور، م. و کمالی، م. 1387. کمپوست، اصول مهندسی و مباحث طراحی. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. 206 صفحه.

عزیزی، م.، رضوانی، ف.، حسن زاده، م.، لکزیان، ا. و نعمتی، ح. 1387. تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. مجله علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد 24. 82 صفحه.

عشقی صنعتی، ب.، دانشیان، ج.، امیری، ا. و آذرپور، ا. 1388. بررسی جایگزینی کودهای آلی در کشاورزی پایدار برنج. همایش کاربرد کودهای آلی در باغبانی و کشاورزی پایدار. شیراز. صفحه 11.

فتوت، ا. 1371. اثر عناصر غذایی اصلی ازت، فسفر و پتاسیم بر عملکرد زیره سبز. انتشارات سازمان پژوهش های علمی صنعتی ایران.

فرح دهر، ف.، دانشیان، ج.، رضوی پور، ت.، امیری، ا. و ولدآبادی، ع. 1389. اثر کمپوست آزولا و میزان مصرف آب بر رشد و عملکرد برنج. چکیده مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی. صفحه 405.

فرزانه، ه. 1374. آگروشیمی. انتشارات آوای نور. چاپ اول. تهران. 318 صفحه.

فروزان، ک. 1378. گلرنگ. انتشارات شرکت دانه های روغنی. 151 صفحه.

فلاح، س.، قلاوند، ا. و خواجه پور، م. ر. 1386. تأثیر نحوه اختلاط کود دامی با خاک و تلفیق آن با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays L.*) در خرم آباد لرستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره 40. صفحات 233-243.



- قاسم پور، ح. ر. 1384. فتوسنتز و تنفس. انتشارات مرز دانش. چاپ اول. 374 صفحه.
- قرنجیک، ا. 1386. اثر محلول پاشی کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی گنبد.
- قنواتی، ن. ع. و نهاوندی، ا. 1352. گلرنگ روزت طولانی یا زمستانه. هشتمین سمینار تحقیقات علمی دانه های روغنی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- کافی، م.، لاهوتی، م.، زند، ا.، شریفی، م. ر. و گلدانی، م. 1384. فیزیولوژی گیاهی. جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ پنجم. 456 صفحه.
- کامکار، ب. و مهدوی دامغانی، ع. 1387. مبانی کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. 316 صفحه.
- کرمی، ع. 1376. رابطه سازه های اجتماعی-اقتصادی با دانش فنی و کشاورزی پایدار بین گندمکاران. چاپ اول. معاونت برنامه ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، تهران.
- کرمی، م.، رضایی نژاد، ی.، افیونی، م. و شریعتمداری، ح. 1386. اثرات تجمعی و باقی مانده لجن فاضلاب شهری بر غلظت عناصر سرب و کادمیم در خاک و گیاه گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره 1. صفحات: 79-94.
- کریمی، ه. 1368. گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران. 387 صفحه.
- کریمی، ه.، مظاهری، د.، پیغمبری، ع. و میرآب زاده اردکانی، م. 1389. بررسی اثر کمپوست، کمپوست زباله شهری و کودهای شیمیایی NPK بر عملکرد گیاه ذرت (*Zea mays*). چکیده مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی. صفحه 10.

کلخوران، س.، قلاوند، ا. و مدرس ثانوی، س. ع. م. 1389. تأثیر سیستم‌های مختلف حاصلخیزی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه آفتابگردان. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی. صفحه 184.

کوچکی، ع. 1369. زراعت در منطقه خشک (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 202 صفحه.

کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. م. 1384. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 400 صفحه.

کوچکی، ع.، نخ فروش، ع. ر. و ظریف کتابی، ح. 1376. کشاورزی ارگانیک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ اول. 331 صفحه.

گندمکار، ا. 1375. اثر شیرابه زباله و شیرابه کمپوست بر برخی خصوصیات خاک و رشد و عملکرد گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

گودرزی، ک. 1384. اثر گوگرد و کمپوست بر افزایش جذب عناصر غذایی توسط گندم در خاک آهکی. نهمین کنگره علوم خاک ایران. جلد اول. نشر آبخیز. تهران.

گودرزی، ک. 1389. بررسی اثر گوگرد و کمپوست بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد گندم. مقالات همایش منطقه ای دستاوردهای نوین در زراعت و نانو تکنولوژی. شهر قدس. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس.

مجاب قصرالدشتی، ع.، بلوچی، ح. و یدوی، ع. 1389. تأثیر کمپوست زباله شهری و کود نیتروژنه بر عملکرد علوفه و برخی صفات مورفولوژیک ذرت شیرین. چکیده مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی. صفحه 4.

محمدزاده نوری، ج. معزاردلان، م. و نظامی، م. ط. 1389. بررسی تأثیر کودهای آلی (کمپوست آمل، ورمی کمپوست و کود دامی) و منگنز بر میزان کلروفیل و برخی از غلظت‌های عناصر غذایی گیاه سویا (*Glycine max L.*). همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی.

محمدیان، م. و ملکوتی، م. ج. 1381. ارزیابی تأثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. مجله علوم خاک و آب. جلد 16. شماره 2. صفحات: 144-151.

محمدی نیا، غ. 1374. ترکیب شیمیایی شیرابه زباله و کمپوست و اثر آن بر خاک و گیاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

محمدی نیک پور، ع. 1374. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در منطقه مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

مرادی، ر. رضوانی‌مقدم، پ. نصیری‌محللاتی، م. و لکزیان، ا. 1388. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد 7. شماره 2.

مسگرباشی، م.، بخشنده، ع.، نبی پور، م. و کاشانی، ع. 1385. اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در اهواز. مجله علمی کشاورزی. شماره 1. صفحه 5-62.

مصیبی، ع. 1387. بررسی الگوی کاشت، تراکم و منابع نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. پایان‌نامه ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی شاهرود.

معزاردلان، م. و ثواقبی فیروزآبادی، غ. ر. 1388. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار. چاپ دوم. تهران. 387 صفحه.

ملکوتی، م. 1378. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران. 154 صفحه.

ملکوتی، ج. و ریاضی همدانی، س. ع. 1370. کودها و حاصلخیزی خاک. (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی تهران. چاپ اول. تهران. 801 صفحه.

ملکوتی، ج. و نفیسی، م. 1376. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم. (ترجمه). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران. 342 صفحه.

مؤدب شبستری، م. و مجتهدی، م. 1369. فیزیولوژی گیاهان زراعی. مرکز نشر دانشگاهی. 432 صفحه.

ناصری پوریزدی، م. ت. 1370. بررسی اثر NPK بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس تهران.

ناصری، ف. 1370. دانه های روغنی (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی. 823 صفحه.

نژادشاملو، ع. ر. 1375. بررسی خصوصیات مرفولوژی، فیزیولوژیکی و عملکرد ارقام گلرنگ بهاره در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

ولدآبادی، س. ع.، فرح دهر، ف.، امیری، ا. و رضوی پور، ت. 1390. اثر کمپوست آزولا بر عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برنج. فصلنامه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره 3. شماره 4. صفحات 378 تا 387.

هاشمی دزفولی، ا.، کوچکی، ع. و بنائیان، م. 1374. افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 287 صفحه.

یزدی صمدی، ب. و عبدمیشانی، ز. 1370. اصلاح نباتات زراعی. مرکز نشر دانشگاهی. 284 صفحه.

یزدی صمدی، ب.، مظاهری، د.، ولی زاده، م.، رضایی، ع. م.، وجدانی، پ.، کوچکی، ع. و عبدمیشانی، س. 1381. فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی (جلد اول زراعت و اصلاح نباتات). فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. 343 صفحه.

یقطین، ش.، معزاردلان، م.، شرفا، م. و علی خانی، ح. ع. 1388. اثرات کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاه ذرت. گروه مهندسی علوم خاک. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه تهران. مجله دانش آب و خاک (دانش کشاورزی). شماره 19/1(2). صفحات: 43-35.

**Abdelaziz, M., Pokluda, R. and Abdelwahab, M. 2007.** Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 35: 51-59.

**Abdel Gawad, A., El-Tabbakh, A. and Shetaia, A. 1990.** Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the yield and yield components rape plant. Annuals of agriculture Sci. 35 (1): 279-293.

**Abdel Rahman, A. 2008.** Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. Journal of Applied Biosciences. 8(2): 304-308.

**Abdel-Sabour, M. F., and Abo El-Seoud, M. A. 1996.** Effect of organic waste compost addition on sesame growth, yield and chemical composition. Agric. Eco. Environ. 60: 157-164.

**Abdurahman, M. D., Seeling, B., Rego, T. J. and Reddy, B. B. 1999.** The root system and N uptake of a safflower crop (*Carthamus tinctorius* L.). Crop Research Itisar. 17: 22-27.

**Able, G. H. 1976.** Growth and yield of safflower in three temperature regims. Agron. J. 67: 639-642.

**Agassi, M., Levy, G. J., Hadas, A., Benyamini, Y., Zhevelev, H., Fizik, E., Gotessman, M. and Sasson, N. 2004.** Mulching with composted municipal solid wastes in Central Negev, Israel: I. Effects on minimizing rainwater losses and on hazards to the environment. Soil and Tillage Res. 78:103-113.

**Aggelides, S. M. and Londra, P. A. 2000.** Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource Tech. 71:253-259.

**Ahmad, R., Arshad, M., Zahir, Z. A., Naveed, M., Khalid, M., Asghar, H. N. 2008.** Integrating nitrogen enriched compost with biologically active. Substances for improving growth and yield of cereals. Pak. J. Bot., 40 (1): 283-293.

**Ajammorouzi, H. and H. Mirzai. 1998.** Effects of planting dates and different amount on nitrogen and phosphorus fertilizers quality and quantity kolza talaie variety in gorgan. Review Article Sixth Science Congress of Agronomy And Plant Breeding. University of Mazandaran. 303-304.

**Akamine, H., Hossain, M. A., Jshimine, Y., Yogi, K., Hokama, K., Iraha, Y. and Aniya, Y. 2007.** Effects of application of N, P and K alone or in combination on growth, yield and curcumin content of Turmeric. Plant Science. 10 (1): 151-154.

**Alidoost, R. 2001.** studies the effect of different amount of municipal compost, nitrogen and Phosphor on growth and mineral nutrition of forage corn. Msc thesis of Agronomy. Abooreyhan campus of University of Tehran. pp: 125.

**Alves, W. L., Melo, W. J. and Ferreira, M. E. 1999.** Urban wastw compost effects on sandy soil and sorghum plants. *Revista Brasileira.* 23(3): 729-736.

**Anderson, E. L., Kamprath, E. J. and Moll, R. H. 1984.** Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization, and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. *J. of Agron.* 76: 397–404.

**Anderson, P. and W. G. Wilnet. 1993.** The effect of irrigation and nitrogen fertilization on yied and oil content on brassica napus l. *Indian. J. Sci:* 34 (11): 117-122.

**Ann Rollins, C. and Koenig, J. 2010.** Bioassay of Microbial Diversity in Compost.

**Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. and Khanuja, S. P. S. 2005.** Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 36(13-14): 1737-1746.

**Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J. D. 2004a.** Influence of ompost on field strawberries. *Bioresource Technology.* 93: 145-153.

**Arancon, N.Q., Edwards, C. A., Atieyh, R. M. and Metzger, J. D. 2004b.** Effect of composts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*. 93: 139-143.

**Arnon, I. 1972.** Crop Production in Dry Regions. Vol 2. Leonard Hill, London. pp: 683.

**Ashri, A., Zimmer, D. E., Urie, A. L., Cahaner, A. and Marani, A. 1974.** Evaluation of the word collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) IV. Yield and yield componets and their relationship. *Crop Sci*. 14: 799-802.

**Atieyh, R. M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J. D. 2000.** Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*. 8(3): 215-223.

**Atieyh, R. M., Arancon, N., Edwards, C. A. and Metzger, J. D. 2002.** The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*. 84(1): 7- 14.

**Azam, F. and Yosef, M. 1991.** Response of sesbani a aculeta Lpers to compost application and its long-term effecte for improvement of soil fertility, Sarhad. *Journal of Agriculture*. 7: 153-160.

**Balogh, A., Pepo, P. and Hornok, M. 2006.** Interactions of crop year, fertilization and variety in winter wheat management. *Cereal Research Communications*. 34(1): 389-392.

**Banerji, R., Vibha, P., Dixit, B. and Pandey, V. 1999.** Wild safflower: an alternative source of safflower oil. *Journal of the oil Technologiists association of india*. 31: 59-60.



**Barker, A. V., and Bryson, G. M. 2006.** Comparisons of compost with low or high nutrient status for growth of plants in containers. *Communic. Soil. Sci. plant Anal.* 37: 1303-1319.

**Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V. and Fine, P. 2004.** Nitrogen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. *J Environ Qual.* 33: 1855-1865.

**Beffa, T., Blanc, M., Marilley, L., Lott Fisher, J., Lyon, P. F. and Aragno, M. 1995.** Taxonomic and metabolic microbial diversity during composting. In: De Bertoldi, M., Sequi, P., Lemmes, B. and Papi, T. (Eds.). *The Science of Composting.* pp: 149-161.

**Below, F. E. and Gentry, L. E. 1992.** Maize productivity as influenced by mixed nitrogen supplied before or after anthesis. *J. of Crop. Sci.* 32: 163-168.

**Bermudez, M. and Mallarino, A. P. 2004.** Corn response to starter fertilizer and tillage across and within fields having no-till management histories. *Agron. J.* 96: 776-785.

**Bresso, L. M., Koch, C., Le Bissonnais, Y., Barriuso, E. and Lecomte, V. 2001.** Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application. *Soil Scie. Soci. of America J.* 65: 1804-1811.

**Cassman, K. G., Kropff, M. J. and Yan, Z. D. 1994.** A conceptual framework for nitrogen management of irrigated rice in high-yield environments. *New developments and future projects.* IRRI, Los Banos, Philippines. pp: 81-96.

**Chapaman, S. R. and Carter, L. P. 1976.** Crop production; Principles and practices. W. H. freeman and company. Sanfrancisco. pp: 442-461.

**Chen, L., Warren, A. and Streeter, 2000.** Production of Aerobactin by microoraganisms from a compost enrichment culture and soybean utilization. Plant Nutrition. 23: 2047-2060.

**Cheng, H., Xu, W., Liu, J., Zhao, G., He, Y. and Chen, G. 2007.** Application of compost sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turfgrass growth. Journal of Ecological Engineering. 29; 96-104.

**Cherif, H., Fathia, A., Hadda, Q., Massimo, M., Lorenzo, B., Naceur, J., Abdennaceur, H. and Daniele, D. 2009.** Effects of 177ertilize solid waste compost, farmyard manure and chemical 177ertilizer on wheat growth, soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate. Europ. J. of Soil Biol. 45: 138-145.

**Chitdeshwari, T., Savithri, P. and Mahimairaja, S. 2002.** Effect of sewage biosolid composts on the yield of crops. Ind. J. Environ. Protect. 21(10): 911-912.

**Cobley, L. S., revised by Steel, W. M. 1986.** An introduction to the botany of tropical 177erti. 2 nd dition. Longman. pp: 289-294.

**Copetta, A., Bardi, L., Bertolone, E. and Berta, G. 2011.** Fruit production and quality of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) are affected by green compost and arbuscular mycorrhizal fungi. Plant Biosystems–An International J. Dealing with all Aspects of Plant Biol. Official J. of the Societa Botanica Italiana. 145: 106-115.

**Cook, A. G. A., Kceling, A. A. and Bloxham, P. F. 1998.** Effect of green waste compost on yield parameters in spring Barley (*Hordeum vulgare*). *Acta Hort.* 467: 283-286.

**Courtney, R. G., and Mullen, G. J. 2008.** Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technol.* 99: 2913-2918.

**Crowly, D. E., Romheld, V., Marschner, H. and Szaniszli, P. j. 1992.** Root microbial effects on plant iron uptake from siderophores and phytosiderophores. *Plant and Soil.* 142: 1-7.

**Dadi, I., Akbari, Gh., Memari, A. and Ebrahimi, A., 2002.** Effect of different levels of Municipal Solid Waste Compost on growth and yield of some main plant and soil characteristics in Varamin 2. region. M.Sc Thesis of Abureyhan University.

**Dajue, L. 1989.** Study of germplasm collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Screening for long days. *Sesam and safflower News letter.* 4: 213-218.

**Das, A. K., Sadhu, M. K. and Som, M. G. 1991.** Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). *J. of Hort.* 4. pp: 41.

**Delgado, M., Porcel, M., Miralles, R., Imperial, D., Beltran, M., Beringola, L. and Martin Sanchez, J. 2002.** Sewage sludge compost fertilizer effect on maize yield and soil heavy metal concentration. *Rev. Intl. Contam. Ambient.* 18(3): 147-150.

**Dennis, R. E. and Rubis, D. D. 1966.** Safflower production in Arizona. *Agricultural fertilizer station.* The university of Arizona. pp: 1-23.

**Drew, J. Y., David, D., Baltensperger, R. and Kerr, E. 1991.** Growing safflower in Nebraska. File NF 36 under Field crops. F-1 miscellaneous crops.

**Eastin, J. D, Haskins, F. A., Sullivan, C. Y. and Van Bavel, C. H. M. 1969.** Physiological aspects of crop yield. Amer. Sco. Agronomy, Madison.

**Edwards, S., Araya, H. and Egziabher, T. B. G. 2007.** Impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia. Natural Resources Management and Environment, Department Of Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy, December 2007.

**Elfadl, E., Reinbrecht, C., Frick, C. Claupein, W. 2009.** Optimization of nitrogen rate and seed density for safflower (*Carthamus tinctorius* L.) production under low-input farming conditions in temperate climate. Field Crops Res. 114: 2–13.

**El Gendy S. A., Hosni A. M., Omer E. A., and Reham M. S. 2001.** Variation in herbage yield, essential oil yield and oil composition on sweet basil (*Ocimum bacilicum*) grown organically in a newly reclaimed land in Egypt. Arab Universities Journal of Agricultural Science. 9:915-933.

**El- Ghadban, E. A. E., Ghallab, A. M. and Abdelwahab, A. F. 2002.** Effect of organic fertilizer (Biogreen) and biofertilization on growth, yield and composition of Marjoram plants growth under newly reclaimed soil conditions. 2<sup>nd</sup> Congress of Recent Technologies in Agriculture. 2: 334-361.

**Epstein, E. 1972.** Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. Wiley, New York. John Wiley and Sons, Inc., pp:412.

**Erhart, E., Hartl, W., and Putz, B. 2005.** Biowaste compost affects yield, nitroge supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. *Europ J. Agron.* 23: 305-314.

**Eriksen, G. N. and Coale, F. J. 1999.** Soil nitrogen dynamics and maize production in municipal solid waste amended soil. *Agronomy journal.* 91: 1009-1016.

**Estilai, A. and Knowles, P. F. 1980.** Aneuploids in safflower. *Crop Sci.* 20: 516-518.

**Fageria, N. K. 1984.** Fertilization and Mineral Nutrition of Rice. EMBRAPA-CNPAP/Editora Campus, Rio de Janeiro. pp: 341.

**Fathi, G. H. A., Nabisaidi, E. K., Siadat, S. E. A. and Ebrahimpour nourabadi, F. 2002.** Effect of different levels of nitrogen and plant density on grain yield varieties kolza PF7045 climatic conditions in Khuzestan. *Journal of Agricultural.* Vol. 25. No1: 43-57.

**Feibert, E. G. B., Shock, C. C., Barnum, J. M. and Saunders, L. D. 1995.** Effect of Penn soil and compost on onion production. OSU .Malheur Experiment Station Special Report. 947: 79-81.

**Ferguson, J. L. 2001.** Evaluation the on farm composting of waste. Fur Breeders. Agricultural Co- Op summer school. August11-Park city. Utah, USA.

**Gallo, C. and Roberts, K. 2010.** Soil Infiltration Study: Measuring the Difference in Leachate Quality Between Surface Compost Application and Incorporated Compost Application. Earth and Soil Sciences Department California Polytechnic State Universitr, San Luis Obispo In Partial

Fulfillment of the Requirements for the Degree Soil Sci. Bachelor of Sci. 1-33.

**Garcia-gil, J. C., Plaza, C., Soler- Roviva, P. and Polo, A. 2000.** Long-term effect of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 32: 1907-1913.

**Garg, B. K., Kathju, S. and Vyas, S. P. 2005.** Salinity-fertility interaction on growth. Photosynthesis and nitrate reductase activity in sesame. *Indian Journal of Plant Physiology.* 10: 162-167.

**Gerieto, A., Alba, E., Polignano, G., Vonghia, G. 1997.** A multipurpose species with unexploited potential and word adaptability. 7<sup>th</sup> international safflower conf. Italy. BARI.

**Ghorbani, R., Wilcockson, S. and Leifert, C. 2006.** Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against *Phytophthora infestans*. *Potato Research.* 48:171-179.

**Gooding, M. J. and Davies, W. P. 1992.** Foliar urea fertilization of cereals. *Fertilizer Research.* 32: 202-222 .

**Goswami, A. K. and Willcox, J. S. 1969.** Effect of applying increasing level of nitrogen to ryegrass, I. Composition of various nitrogenous fractions and free amino acid. *J. of Sci. Food Agric.* 20: 592.

**Goswami, N. N., Prasad, R., Sarkar M. C. and Singh, S. 1988.** Studies on The effect of green manuring in nitrogen economy in a rice-wheat rotation using 15N technique. *J. of Agric. Sci. Camb.* 11: 413-417.

**Grafius, J. E. 1975.** Components of yield in oats: a geometric interception. *Agron. J.* 49: 419-423.

**Greenwood, E. A. N., Goodal, D. W. and Titmainis, Z. V. 1965.** The measurement of nitrogen deficiency in grass swards. *J. of Plant Soil.* 23: 97.

**Gupta, V. K., Potalia, B. S., 1990.** Zinc- cadmium interaction in wheat. *J. Indian Soil Sci.* 48: 452-457.

**Hadjichristopoulou, A. 1985.** Variety, sowing date and seeding rate trials of safflower in Cyprus. *Agric. Res. Inst. Ministry of Agricultural and Natural Resources.* Nicosia, Cyprus.

**Hegde, D. M. 1998.** Integrated nutrient management for production sustainability of oilseeds-a Rev. *J. Oilseeds.* 15: 1–17.

**Haghighati, A. 2010.** Study on the Effects of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on the Yield and Oil Content of Safflower Lines in Drylands. *Res. J. Agron.* 4: 57-62.

**Hammoda, S. S. 2001.** Effect of some agricultural treatments on growth and productivity of Moghat plant under Siani conditions .M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Cario Univ., Egypt.

**Hans-Henming, M., Morisson, R. J., Blackshaw, R. E. and Roth, B. 1992.** Safflower production on the Canadian prairies, Graph Comp-printers Lt., Letherbridge, Alberta.

**Hargrove, W. L. and Kissel, D. E. 1979.** Ammonia volatilization from surface applications of urea in the field and laboratory. *J. of Soil. Sci. Soc. Am.* 43: 359-363.

**Hartl, W., Putz, B., and Erhart, E. 2003.** Influence of rates and timing of biowaste compost application on rye yield and soil nitrate levels. *Europ J. Soil.* 39: 129-139.

**Heaton, T. C., Knowles, P. F. 1980.** Registration of uc-18 and uc-149 malesteril safflower germplasm. *Crop Sci.* 20: 554.

**Heaton, T. C., Knowles, P. F., Mikkelsen, D. S., and Ruckman, J. E. 1978.** Production of free fatty acids in safflower seeds by fungi. *J. A. O. chem. Soc* 55(5): 465-468.

**Hnson, R. C., Bergman, J. W. and Flynn, C. R. 1999.** Oil and meal characteristics of core and non-core safflower accessions from the USDA collection. *Genetic Resources and crop Evolution.* 46: 611-618.

**Hornok, L. 1992.** *Cultivation and Processing of Medicinal Plants.* Academic Kiado, Budapest. 45: 26-47.

**Hulihalli, V. K., Kubasad, V. S., Mallapur, C. P. and Gulagonji, G. G. 1997.** Responses of safflower to fertilizer levels in sole and sequence cropping systems. *Karnataka Journal of Agricultural Science.* 10: 1174-1176.

**Jucker, B. M., Cline, G. W., Barucci, N. and Shulman, G. 1999.** Differential effects of safflower oil versus fish oil feeding on in suline stimulated glycogen synthesis. Glycolysis and pyruvate dehydrogenas flux in skeletal musele. *Diabetes.* New York. 48: 134-140.

**Kafee, M., Zand, E., Kamkar, B., Shareefee, H. R. and Goldnee, M. 2000.** *Plant Physiology.* 2th volum. Jihad University of Mashhad. P: 99.

**Kaplan, M. and Erman, S., 1998.** Effect of elemental sulfur and sulfur contning waste in a calcareous soil in turkey. *Journal plant nutrition.* 21.(8): 1655-1665.

**Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2004.** Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill. On mycorrhizal



inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*. 93: 307-311.

**Karasu, A., Oz, M., Bayram, G. and Turgut, I. 2009.** The effect nitrogen levels on forage yield and some attributes in some hybrid corn (*Zea mays indentata* Sturt). cultivars sown as second crop for silage corn. 4(3): 166-170.

**Kawthar, A. E., Rabie, H. H., Hasnaa, A. H. and Shahat, I. M. 2010.** Influence of Compost and Rock Amendments on Growth and Active Ingredients of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Aust. J. of Basic and Applied Sci.* 4: 1626-1631.

**Kazemini, A., Ghadiri, H., Karimian, N. A., Kamgar-hagheghe, A. A. and Kheradanam, M. 2008.** Interaction of nitrogen and organic matter on growth and yield of dryland wheat. *Sci. Tech. Agric. Natur. Resor.* 45: 461-472.

**Keeling, A. A., McCallum, K. R. and Beckwith, C. P. 2003.** Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) through the action of water-extractable factors. *Bioresource Technol.* 90: 127-132.

**Kladivko, E. J. and Nelson, D. W. 1979.** Changes in soil properties from application on anaerobic sludge. *J. Water Pollut. Control Fed.* 51: 325-332.

**Klaij, M. C. and Hoogmoed, W. B. 1993.** Soil management for crop production in the West African Sahel. II. Emergence, establishment and yield of pearl millet. *J. of Soil. Till. Res.* 25: 301.

**Knowles, P. F. 1985.** Safflower. *Advances in Agronomy*. Volx: pp: 289-323.

**Knowles, P. F. and Miller, M. D. 1960.** Safflower in California. California Agric. EXP.Sth. EXT. serv.Manucl. 27: 1-25.

**Krishnappa, M., Srinivasan, C. N. and Sastry, I. A. 1994.** Effect of macro and micronutrients on oil content groundnut. Agri. Sci. 23: 7-9.

**Lalande, R., Gagnon, B. Simard, R. R. and Cote, D., 2000.** Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Canadian Journal of Soil Sciences. 80: 263-269.

**Langer, R. H. M. and Hill, G. D. 1991.** Agricultural plants. 2 nd edition Cambridge [England], New York: Cambridge University Press. pp: 387.

**Leinweber, P. and Reuter, G. 1992.** The influence of different fertilization practices on concentrations of organic carbon and total nitrogen in particle-size fractions during 34 years of a soil formation experiment in loamy marl. Biol. And Fertility of Soils. 13: 119-124.

**Lenardis, A., Fuente, E. D. L., Gill, A. and Tubia, A. 1999.** Response of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) to nitrogen availability. J. of .Herb. Spi. Medi. plan. 7(4): pp: 47.

**Lima, J. C. , de Queiroz, J. E. G. and Freitas, H. B. 2004.** Effect of selected and non-selected urban waste compost on the initial growth of corn. Resour. Conserv. Recycl. 42: 309-315.

**Lotfollahi, M. 1996.** The effect of subsoil mineral nitrogen on grain protein concentration of wheat. Ph. D. Thesis, Univer, Adelaide. Dept. of Soil Science. pp: 189.

**Luo, L. and Aihua, L. 2000.** Effects of nitrogen fertilizers on leaves of early-season indica rice. Journal of human agricultural university. 26(4): 250-252.

**Mahmoodi, S. H. and Hakimian, M. 1998.** Pedology principle. University of Tehran Press.

**Majidi, A. 1997.** Study on effects of zinc levels and sources on yield and nutrition balance in autumn wheat. Agriculture faculty of Tarbiat modares univercity. Tehran. Iran.

**Makavana, D. R., Sadaria, S. G., Khanapara, V. D., Kaneria, B. B. and Mathukia, R. K. 1997.** Growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as in fluenced by irrigation, nitrogen and phosphorus. Gujarat Agricultural university Research Journal. 22 (2): 110-112.

**Malakuti, M. J. 1996.** Sustainable Agriculture and Yield Increase by using Optimum fertilizer in Iran. 1<sup>st</sup> Ed. Agriculture education press.

**Malakuti, M. J. 2003.** The role of zinc in plant growth and enhancing animal and human health. Regional expert consultation in plant, animal and human nutrition: Interaction and impact. Damascus, Syria.

**Mamo, M., Rosen, C. J. and Halbach, T. R. 1999.** Nitrogen availability and leaching from soil amended with municipal solid waste compost. Journal of Environmental Quality. 28: 1074-1082.

**Marcote, I., Hernandez, T. and Garsia, C. 2001.** Influence of one or two successive annual application of organic fertilizers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. Bioresource Tech. 79: 147-154.

**Marjavi, A. and Jahad-Akbar, M. 2002.** Effects of municipal compost on the soil chemical properties, quality and quantity of sugarbeet. Beta Vulgaris J. 18: 1-21.

**Mazinani, H. and Said, G. H. 2004.** short review on transitions on compost production in Tehran. Recycle Organization press.

**Mengel, K. and Kirkby, E. A. 1978.** Principles of plant nutrition. International Potash Institute. 4th ed. IPI, Bern. pp: 687.

**Mohammadi, K., Kalamian, S. and Nouri, F. 2007.** Use of agricultural wastage as compost and its effect on grain yield of wheat cultivars. National Con. on Agri. Wastage. Tarbiat Modares University, Tehran, Pp: 219-224.

**Mohammadi Torkashvand, A. 2010.** Improvement of compost quality by addition of some amendments. AJCS 4(4): 252-257.

**Moorthy, B. T., Das, T. K. and Nanda, B. B. 1998.** Studies on varieties evaluation, nitrogen and spacing requirement of sesame in rice fallow in summer season. Field Crop Abstract. 51: 173-179.

**Mordy, A. A., 2001.** Fennel swollen base yield and quality as affected by variety and source of fertilizer. 88: 191-202.

**Mukhopadhyay, D. and Sen, S. P. 1997.** Augmentation of growth variables and yield components of plant yielding spices by foliar application diazotrophic bacteria. J. of Indian J. Agric. Res. 31: 1-9.

**Mundel, H. H. 1992.** Safflower production on the 187ertiliz parairies. Research station Agriculture Canada. 29: 4.

**Oberle, S. L. and Bundy, L. G. 1978.** Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to corn (*Zea mays*) and grass pasture (*Dactylis glomerata*). J. of Biol. Fert. Soils. 14: 185.

**Oktem, A. 2005.** Response of sweet corn to nitrogen and intra row space in semiarid region. J. Bio. Sci. 160: 160-163.

**Oktem, A., Oktem, A. G., and Emeklierc, H. Y. 2010.** Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet corn. *J. Soil Sci. Plant Anal*, 41: 832-847.

**Okut, N. and Yidirim, B. 2005.** Effects of different row spacing and nitrogen doses on certain agronomic characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *J. of Pakistan. J. Bio.* 8(6): 901.

**Oertli, J. J. 1979.** Plant nutrients. pp: 382-385. In R. W. Fairbridge and C. W. Finkl, Jr. (eds). In the encyclopedia of soil science, Part 1. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania.

**Omidi, A. H., Ahmadi, M. R., Shasavari, M. R. and Karimi, S. 2000.** Study of seed and oil yields stability in some winter safflower cultivar and lines. *Seed and plant.* 16: 130-145.

**Padasht Dehkaee, M. N., Khalighi, A., Kashi, A. and Naderi, R. A. 2003.** Effect of Azolla in composting of bark, tea wastes and rice hull. *Seed and Plant.* 2: 209-225.

**Paino, V., Peillex, J. P., Montlahue, O., Cambon, A. and bianchini, J. P. 1996.** Municipal tropical composts effects on crops and soil properties. *Compost sci and utilization.* 4: 62-69

**Pawar, P. R., Patil, R. A., Khanvilkar, S. A., Mahadkar, U. V. and Bhagat, S. B. 1993.** Effects of different levels of nitrogen and phosphorus on yield and quality of sesame. *Journal of Maharashtra Agriculture University.* 18: 310-314.

**Pazhanivelan, S., Mohamed Amanulla, M., Vaiyapuri, K., SharmilaRahale, C., Sathyamoorthi, K., and Alagesan, A. 2006.** Effect of rock phosphate incubated with FYM on nutrient uptake and yield of

lowland rice. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2(6): 365-368.

**Pedra, F., Polo, A., Ribero, A. and Domingues, H., 2006.** Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. Journal of Soil Biology and Biochemistry, 29: 1375-1382.

**Penkin, C. F. 1977.** Invention, relating to mixing phosphate and sulfur. U.S. Patent. No. 193. pp: 896.

**Pere-Murcia, M. D., Moral, R., Moreno-Caselles, J. and Perez-Espinosa, A. 2006.** Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. Bio, Techno. 97: 123-130.

**Pessarakli, M. 1995.** Hand book of Plant and Crop Physiology. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. Hongkong.

**Peterson, C. M. 1973.** Nutritional requirements for ovule formation in excised pistils of *Nigella*. J. of Amer. J. Bot. 60: 381.

**Peterson, D. H. and S. C. Danso. 1993.** The effects of gobhi sarson to nitrogen and plant population Can. J. Plant Sic. 34: 320-330.

**Pinto, F. and Vanghia, G. 1992.** Safflower utilization in animal feeding. Informatore Grario (Italy). 48: 33-36.

**Prochazka, S., Machaackova, I., Kreekule, J. and Sebanek, J. 1998.** Plant Physiology. Academia. Praha. pp: 484.

**Revender, S., Bharhava, G. P. and Singh, R. 1995.** Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and dill (*Anethum graveolens*) to soil salinity. Indian Journal of Agricultural Sciences. 4: 442-444.

**Rizwan, A., Shahzad, S. M., Khalid, A., Arshad, M., and Mahmood, M. H. 2007.** Growth and yield response of wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) to nitrogen and L-Tryptophan enriched compost. Pak. J. Bot., 39(2):541-549.

**Rosa, M. C., Muchovej, J., Muchovejand, J. and Alvarez, V. H. 1999.** Temporal relations of phosphorus fraction in an oxisol amended with rock phosphate and *Thiobacillus thiooxidans*. Soil Science Journal. 53:1096-1100.

**Saha, S., Appireddy, G. K., Kundu, S. and Gupta, H. S. 2007.** Comparative efficiency of three organic manures at varying rates of its application to baby corn. Agronomy and Soil Science. 53: 507-517.

**Sainju, U. M., and Good, R. E. 1993.** Vertical rot distribution in relation to soil properties in New Jersey Pinelands forests. Plant Soil. 150: 87-97.

**Sainju, U. M., Singh, B. P. and Whitehead, W. F. 2001.** Comparison of the effects of cover crops and nitrogen fertilization on tomato yield, root growth, and soil properties. Scientia Horticulturae. 91: 201-214.

**Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. 2001.** Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.): Variation in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotype. J. Agronomy and Crop Science. 186: 63-70.

**Sarandon, S. J. and Gianibelli, M. C. 1990.** Effect of foliar urea spraying and nitrogen application at sowing upon drymatter and nitrogen distribution in wheat (*Triticum aestivum* ). Argentina. Agronomie. 10: 183-189.

**Sarwar, G., Hussain, N., Schmeisky, H., Muhammad, S., Ibrahim, M., and Safdar, E. 2008.** Use of compost an environment friendly technology for enhancing rice wheat production in Pakistan. Pak. J. Bot. 40(1):1553-1558.

**Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., Muhammad, S., Tahir, M. A., and Saleem, U. 2009.** Variations in nutrient concentrations of wheat and paddy as affected by different levels of compostand chemical fertilizer in normal soil. Pak. Bot. 41(5):2403-2410.

**Shaalán, M. N. 2005a.** Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). Egyptian Journal of Agricultural Research, 83(1): 271-284.

**Shaalán, M. N. 2005b.** Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83(2): 811-828.

**Shah, K. H. and Saeed, M. 1989.** Effect of combination of soil and foliar application of urea on three wheat genotypes. Pakistan Journal of scientific and Industrial Research. 32: 813-815

**Shaharooná, B., Arshad, M., Zahir, Z. A. and Khalid, A. 2006.** Performance of *Pseudomonas* spp. Containing ACC deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry. 38(9): 2971-2975.

**Shahdi Komole, A. 2003.** management and suppliement of putasium in paddy. J. Water. Soil. Mach. 42: 36-47.



**Shapiro, C. A., and Wortmann, C. S. 2006.** Corn response to nitrogen rates, row spacing and plant density in Eastern Nebraska. *Agron. J.* 98: 529-535.

**Sharifi ashurabadi, A., Lebaschi, M. H. and Ghalavand, A. 2002.** Study on the growth physiologic index in using of different amount of organic and chemical fertilizers. National congeress of medicinal plants of Iran.

**Sharma, A. K. 2002a.** Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. pp: 407.

**Sharma, A. K. 2002b.** A Handbook of Organic Farming. Agrobios. India. pp: 627.

**Sherbeeny, E. L. and Sagare, A. A. 1993.** Productivity of safflower as affected by row and hill-spacing and NP fertilization. *Minia Journal of Agricultural Research and Development (Egypt).* 13(4): 1295-1319.

**Shindo, H. and Nguyen, T. H. 2011.** Quantitative and qualitative changes of humus in whole soils and their particle size fractions as influenced by different levels of compost application. *Agri. Sci.* 2: 1-8.

**Silva, J. A., Woods, E. L., Coleman, W. C., Carpenter, J. R. and Ross, E. 1996.** The Use of Composted Poultry Manure as a Fertilizer. Dept. of Agronomy and Soil Sci. and Dept. of Animal Sci. University of Hawai`I at Manoa.

**Singer, J. W., Kohler, K. A., Liebman, M., Richard, T. L., Cambardella, C. A. and Buhler, D. D. 2004.** Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agron J.* 96: 531-537.

**Singh, R. P. and Agrawal, M. 2008.** Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Manag.* 28: 347-358.

**Singh, V., Ram, D., Sharma, S. K., Verma, B. L., Slingh, V. and Deo, E. 1995.** Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to irrigation and phosphorus. Indian Journal of Agronomy. 40(3): 459-464.

**Soumare, M., Demeyer, A. and Tack, F. M. G. 2002.** Chemical characteristics of Malian and Belgian solid waste composts. Bioresource Tech 81:97-101.

**Soumare, M., Tack, G. and Verloo, M. G. 2003.** Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresource technology. Bioresource tech. 86:15-20.

**Stevenson, F. J. 1986.** The Micronutrient Cycle. In Cycles of Soil. Wiley, New York. pp: 321-367.

**Suleyman K. 2004.** “The effect of different row spacing on yield component and essential oil content of Coriander”. Master. Thesis. Ankara University, Faculty of Agriculture. Turkey.

**Sullivan, D. M., Bary, A. I., Thomas, D. R., Fransen, S. C. and Cogger, C. G. 2002.** Food waste compost effect on fertilizer nitrogen effectively, available nitrogen and and tall fescue yield. Soil Sci. Soci of America J. 66: 154-161.

**Szczech, M., Rondonanski, W., Brzeski, M. W., Smolinska, U. and Kotowski, J. 1993.** Suppressive effect of commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage and tomato. J. of .Bio. Agri & Hort. 10(1): 47–52.

**Terman, G. L. 1979.** Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments and crop residues. *J. of Adv. Agron.* 31: 189-223.

**Tester, F. 1990.** Organic amendment effects on physical and chemical properties of sandy soil. *Journal of soil science.* 45: 827-831.

**Ting, I. P. 1982.** Plant mineral nutrition and ion uptake. In *Plant Physiology.* Addison-Wesley, Reading, Massachusetts. pp: 331-363.

**Tomar, J. S., Mackenzie, A. F., Mehuys, G. R. and Alli, I. 1998.** Corn growth whit foliar nitrogen, soil-applid nitrogen and legume intercrops. *Agron. J.* 80: 802-807

**Tombacz, E., and Rise, J. A. 1999.** Changes of colloidal State in aqueous systems of humic acids. In: Ghabbour, E.A. and davies, (eds), *Undestanding Humic Substances: Advanced Methods, Properties and applications.* Society of chemistry, cambridge, UK. 69-77.

**Tamoutsidis, E., Papadopoulos, I., Tokatlidis, S. and Mavropoulos, T. 2003.** Wet sewage aloe application effect on soil properties and element content of leaf and root vaggetables. *Plant Nutr. J.* 25: 1941-1955.

**Urie, A. L. 1986.** Inheritance of partial hull in safflower. *Crop Sci.* 26: 493-498.

**Vance, C. P. 2001.** Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. *Plant nutrition in world of declining renewable resources.* *J. of .Plant Physiol.* 127: 390-397.

**Vishwanath, H., Pujari, B. T., Prakash, S. S., Babu, R. and Deshmanya, J. B. 2006.** Growth Attributes, Dry Matter Production and its Partitioning and Nutrient Uptake Studies in Spineless Safflower

(*Carthamus tinctorius* L.) var, NARI-6 as Influenced by Nitrogen and Sulphur Levels. Karnataka J. Agri. Sci. 19: 913-917.

**Wajid, A., Ghffar, A., Maqsood, M., Hussain, K., and Wajid, N. 2007.** Yield response of maize hybrids to varying nitrogen rates. Pak. J. Agri. Sci. 42: 217-220.

**Wakil, E. L. and Madkour, M. A. 1992.** Effect of Irrigation regim on safflower. Egyption Journal of Agronomy. 12: 95-110.

**Yadav, R. L., Dwivedi, B. S. and Pandey, P.S. 2000.** Rice–wheat cropping system: assessment of sustainability under green manuring and chemical fertilizer inputs. Field Crops Res. 65: 15–30.

**Yadvinder, S., Ladha, B. S., Khind, J. K., Gupta, C. S., Meelu, R. K. and Pasuquin, O. P. 2004.** Long-term effects of organic inputs on yield and soil fertility in rice–wheat rotation. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 845– 853.

**Yelali, A. H. and Bahrani, M. 1998.** Planting Patterns of Three Safflower cultivars in southern Iran. Shiraz univ.

**Yongjie, W. and Yangsheng, L. 2005.** Effect of sewage sludge compost application on crops and cropland in a 3-year fields study. Chemosphere 59: 1257-1265.

**Zebarth, B. J., Shcard, R. W. and Howblin, J. 1992.** Influence of rate and timing of nitrogen fertilization application on yield and quality of hard red Winter Wheatin Ontario. Can. J. Plant Sci. 72: 13-19.

**Zeleny, V. and Horejs, P. 1994.** Fruit anatomy of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Agronomicka rada Rostlinna vyroba. 56: 17-23.

**Zhigulev, A. K. 1992.** Effect of foliar application of nitrogen fertilizers on yield and quality of winter grain. Agro Khimiya. Volgead, Russia. 3: 3-9.

## Comparison of agricultural waste compost and N fertilizer on some qualitative and quantitative characteristic of two safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars

### Abstract

Using ecological methods is necessary for a sustainable agricultural system to reduce environmental risks. The study was in order to compare agricultural waste compost and urea fertilizer in some traits of safflower in a field trial. The experiment was a factorial based on complete randomized block design with 3 replications. The first factor was compost at three levels (0, 1125 and 2250 kg/ha), the second factor was urea fertilizer at three levels (0, 50 and 100 kg/ha) and the third factor was two safflower cultivars (Goldasht and Faraman). The ANOVA results showed that compost increased leaf, head, root and total dry weight, also increased the height of the first branch, LAI, yield and yield component, biological yield, chlorophyll and carotenoid concentration, seed oil, protein and iron. The highest level of 1000 kernel weight (62.905 g) was obtained with using 1125 kg/ha compost. Application of 2250 kg/ha compost increased LAI, which is important in plant growth and yield. The effects of N application was significantly increased TDW, LAI, head number, biological yield, a and b chlorophyll and seed protein. The highest level of seed protein was found with application of 100 kg/ha of N fertilizer. Between the cultivars, Faraman produced higher head diameter, seed nitrogen and protein, b chlorophyll and lateral branches, which the late may be important in yield. Faraman had higher heads (26.05 per plant), fertile head and 1000 kernel weight compared with Goldasht. The highest level of seed protein (29.36%) was found with application of 2250 kg/ha compost and 100 kg/ha N fertilizer. It seems that using organic compound such as compost is necessary in safflower production regarding to sustainable agriculture. It is speculated that using organic fertilizer will increase yield of safflower and decrease the risk of chemical fertilizer, also is important in development of physis-chemical properties of soils.

Key words: safflower, compost, fertilizer urea, 1000 kernel weight, Leaf Area Index



**Shahrood University of Technology**

**Faculty of Agriculture**

**Department of Agronomy**

**M.Sc. Thesis**

**Comparison of agricultural waste compost and N fertilizer on some  
qualitative and quantitative characteristic of two safflower (*Carthamus  
tinctorius* L.) cultivars**

**Sedigheh Safaee**

**Supervisors:**

**Dr. H. R. Asghari**

**Dr. M. Baradaran Firozabadi**

**Advisors:**

**Dr. A. Gholami**

**Dr. H. Abbasdokht**

**2013**