



دانشگاه صنعتی شاهرود  
دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

# بررسی الگوی کاشت، تراکم و منابع نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

دانشجو: عباس مصیبی

اساتید راهنما:

دکتر حمید عباسدخت      دکتر منوچهر قلی پور

اساتید مشاور:

دکتر هادی قربانی      مهندس فتح ا.. نادعلی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ماه ۱۳۸۷



مدیریت تحصیلات تکمیلی  
فرم شماره (۶)

شماره: ۹۷۸۲  
تاریخ: ۱۳۸۷/۱۷/۲۳  
ویرایش:

بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای عباس مصیبی دانشجوی رشته زراعت تحت عنوان "بررسی الگوی کاشت، تراکم و منابع نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت"

که در تاریخ ۸۷/۱۰/۳۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است:

قبول (با درجه: ..... امتیاز: .....):  مردود  دفاع مجدد

۲- بسیار خوب (۱۶ - ۱۷/۹۹)

۱- عالی (۱۸ - ۲۰)

۴- قابل قبول (۱۲ - ۱۳/۹۹)

۳- خوب (۱۴ - ۱۵/۹۹)

امضاء	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران (a)
		محمد عباسی زینت	۱- استاد راهنمای اول
		مهدی غوبادی پور	۲- استاد راهنمای دوم
	استاد	امیرحسین غوبادی پور	۳- استاد مشاور
	استاد	محمد رفعت امیرزاد	۴- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی
		احمد عذرا	۵- استاد ممتحن
	استاد	محمد علی لاریجانی	۶- استاد ممتحن

تأیید رئیس دانشکده:

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که

از نگاهشان محبت

از صدایشان امید

و از دعایشان سعادت را ره توشه دارم

آرزومند سلامت و طول عمرشان هستم

## تشکر و قدردانی

قادر متعال را سپاسگذارم که لطفش را بیکران در حق من ارزانی داشت. او را می ستایم و این ستایش برای سپاسگذاری در برابر نعمت های اوست. همیشه او را شاکرم و از او می خواهم که مرا یاری کند تا همیشه در راه او و برای رضای او گام بردارم. بینایی چشمانم از نور او، زبانم سناگوی او و سعیم برای لقای او باشد.

اکنون که با یاری خداوند متعال از تحریر این رساله فراغت می یابم، بر خود لازم می دانم که از تمامی استادان، دوستان و عزیزانی که در مراحل پژوهش و نگارش این پایان نامه مرا مورد لطف خویش قرار داده اند تشکر و قدردانی نمایم. از استادان ارجمند و گرامی جناب آقایان دکتر حمید عباسدخت و دکتر منوچهر قلی پور که صبورانه راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفته و با متانت، راهگشای مسائل و مشکلات آن بوده اند، صمیمانه قدردانی می نمایم. از استادان معظم آقایان دکتر هادی قربانی و آقای مهندس فتح ا... نادعلی که مشاورت این پژوهش را بعهده داشته اند و از همکاری و مساعدت دریغ ننموده اند سپاسگذارم. مراتب امتنان خود را از آقایان دکتر احمد غلامی و دکتر مهدی برداران که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نموده و با نظرات سازنده خود در بهبود کار یاریم کردند، ابراز می دارم. از زحمات کلیه اعضای هیئت علمی و کارشناسان محترم مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود بویژه آقایان مهندس علیرضا محمدی به خاطر بذل توجه و همکاریهای ارزنده شان تشکر می نمایم.

همچنین از تمامی دوستان عزیزی که در طول این دوره تحصیلی مدیون آنان بوده ام و خانواده عزیزم که در تمام لحظات همراه و یاور من بودند صمیمانه قدردانی می نمایم.

عباس مصیبی

زمستان ۸۷

دانشجو تأیید می نماید که مطالب مندرج در این پایان نامه ( رساله ) نتیجه تحقیقات خودش می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده است.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات ، آزمایشات و نو آوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه ( رساله ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد .

دیماه ۱۳۸۷

## چکیده

به منظور بررسی تاثیر تراکم گیاهی، منبع نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۳۰۱ (طلوع)، آزمایشی طی سال ۱۳۸۵ در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود اجرا گردید. در این تحقیق از کشتهای دو بارخرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. پلات اصلی شامل سه تراکم بوته (۷۰، ۸۰، ۹۰ هزار بوته در هکتار) و پلات فرعی شامل دو منبع کود (اوره و سولفات آمونیوم) و پلات فرعی شامل دو الگوی کاشت (یک ردیفه و دو ردیفه) بود. در راستای بررسی شاخص های فیزیولوژیکی رشد هر ۱۵ روز یکبار نمونه برداری لازم صورت گرفت و شاخص رشد بر اساس معادلات ریاضی محاسبه شد. در پایان فصل رشد، برداشت نهایی انجام و تجزیه و تحلیل های لازم صورت گرفت. نتایج حاصل نشان داد که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین بلال، قطر و طول بلال و قطر ساقه تحت تاثیر تراکم گیاهی قرار گرفت اما صفات تعداد ردیف دانه، دانه در ردیف و شاخص برداشت در تراکمهای مختلف اختلاف معنی داری نداشتند. عملکرد دانه در تراکم های ۸۰ و ۹۰ هزار بوته در یک سطح آماری قرار گرفتند و نسبت به تراکم ۷۰ هزار بوته برتری نشان دادند که میزان برتری تراکم ۸۰ هزار در مقایسه با تراکم ۷۰ هزار بوته ۱۳٪ بود. در این تحقیق دو منبع کودی نتوانستند هیچ یک از صفات فوق را تحت تاثیر خود قرار دهند. الگوی کاشت نیز تاثیر معنی داری را بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین بلال، قطر و طول بلال و قطر ساقه نشان داد. عملکرد دانه در الگوی دو ردیفه نسبت به الگوی تک ردیفه ۸ درصد برتری نشان داد. اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت نیز عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و ارتفاع بلال را تحت تاثیر خود قرار داد. شاخص های رشد محصول نیز تحت تاثیر برخی از سطوح تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند. شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول تحت تاثیر تراکم گیاهی و آرایش کاشت قرار گرفتند. بالاترین میزان سرعت جذب خالص در پایین ترین تراکم و همچنین در گیاهان با آرایش دو ردیفه حاصل گردید. آهنگ سرعت رشد نسبی

در تراکم ۷۰ هزار بوته کندتر بود اما الگوی دو ردیفه از نظر سرعت رشد نسبی نسبت به الگوی تک ردیفه برتری نشان داد. منابع کود نیتروژن هیچ یک از شاخص های مذکور را تحت تاثیر قرار نداد. هیچ یک از تیمارهای مورد بررسی نتوانستند شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار دهند.

**واژگان کلیدی:** تراکم، منبع نیتروژن، الگوی کاشت، ذرت دانه ای



## فهرست مطالب

ز	چکیده	.....
ط	فهرست مطالب	.....
ک	فهرست اشکال	.....
م	فهرست جداول	.....

## فصل اول: کلیات

۱	مقدمه	.....
۲	ذرت	.....
۲-۱	۱- تکامل و مبدا ذرت	.....
۲-۲	۱- تاریخچه	.....
۳-۱	۱- تاریخچه ورود به ایران	.....
۴-۱	۱- اهمیت غذایی و اقتصادی	.....
۵-۱	۱- خصوصیات گیاهشناسی	.....
۶-۱	۱- خصوصیات مورفولوژیکی	.....
۶-۱-۱	۱- ساقه	.....
۶-۲	۱- برگ	.....
۶-۳	۱- ریشه	.....
۶-۴	۱- دانه	.....
۶-۵	۱- گل	.....
۷-۱	۱- رشد و نمو	.....
۸-۱	۱- طبقه بندی ذرت	.....
۸-۱-۱	۱- ذرت دندان اسبی	.....
۸-۲	۱- ذرت سخت	.....
۸-۳	۱- ذرت نرم یا آردی	.....
۸-۴	۱- ذرت بو داده	.....
۸-۵	۱- ذرت شیرین	.....

۱۳	..... ذرت مومی ۱-۸-۶
۱۳	..... زنوتیپ های ذرت ۱-۹
۱۴	..... اکولوژی ذرت ۱-۱۰
۱۴	..... حرارات ۱-۱۰-۱
۱۵	..... نور ۱-۱۰-۲
۱۵	..... آب ۱-۱۰-۳
۱۶	..... خاک ۱-۱۰-۴
۱۶	..... تناوب زراعی ۱-۱۱
۱۷	..... کود شیمیایی ۱-۱۲
۱۸	..... تاریخ کاشت ۱-۱۳
۱۹	..... روش کاشت ۱-۱۴
۱۹	..... آبیاری ۱-۱۵
۲۰	..... گرد افشانی ۱-۱۶
۲۰	..... برداشت محصول ۱-۱۷

#### فصل دوم: بررسی منابع

۲۱	..... اهمیت تراکم ۲-۱
۲۱	..... تراکم در ذرت ۲-۲
۲۲	..... انتخاب تراکم بوته ۲-۳
۲۴	..... جمعیت گیاهی نامطلوب در ذرت ۲-۴
۲۵	..... اهمیت الگوی کاشت در ذرت ۲-۵
۲۸	..... نیتروژن و گیاهان زراعی ۲-۶
۳۱	..... نیتروژن آلی خاک ۲-۷
۳۱	..... معدنی شدن نیتروژن آلی خاک ۲-۸
۳۱	..... آمینیزاسیون ۲-۹
۳۲	..... آمونیاک سازی ۲-۱۰
۳۳	..... نیترات سازی ۲-۱۱

۳۴	..... ۲-۱۲ آلی شدن نیتروژن
۳۴	..... ۲-۱۳ اسیمیلاسیون نیتروژن
۳۵	..... ۲-۱۴ تثبیت زیستی نیتروژن
۳۵	..... ۲-۱۵ تثبیت غیر همزیستی نیتروژن
۳۶	..... ۲-۱۶ روش های افزایش بازده نیتروژن
۳۶	..... ۲-۱۷ دلایل ازدست رفتن نیتروژن در کودهای نیتروژنه
۳۸	..... ۲-۱۸ اهمیت نیتروژن در ذرت
۴۰	..... ۲-۱۹ روش مصرف نیتروژن و گیاهان
۴۲	..... ۲-۲۰ منابع نیتروژن
۴۷	..... ۲-۲۱ منابع طبیعی نیتروژن
۴۸	..... ۲-۲۲ کود
۴۸	..... ۲-۲۳ کود های آلی نیتروژنی
۴۸	..... ۲-۲۴ کودهای معدنی
۴۹	..... ۲-۲۵ کودهای شیمیایی نیتروژنی
۴۹	..... ۲-۲۵-۱ اوره
۵۰	..... ۲-۲۵-۲ سولفات آمونیوم
۵۰	..... ۲-۲۵-۳ نترات آمونیوم
۵۱	..... ۲-۲۵-۴ نترات پتاسیم
۵۱	..... ۲-۲۵-۵ کود اوره با پوشش گوگردی (SCU)
۵۲	..... ۲-۲۵-۶ دی و منو آمونیوم فسفات
۵۲	..... ۲-۲۶ خصوصیات انتخاب کود
۵۲	..... ۲-۲۶-۱ حلالیت
۵۳	..... ۲-۲۶-۲ تاثیر بر اسیدیته
۵۳	..... ۲-۲۶-۳ فرم نیتروژن
۵۴	..... ۲-۲۶-۴ شاخص نمک
۵۵	..... ۲-۲۷ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر گسترش سطح برگ (LAI)

۵۷	..... ۲-۲۸ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت رشد (CGR)
۵۸	..... ۲-۲۹ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص (NAR)
۵۹	..... ۲-۳۰ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی (RGR)
۶۰	..... ۲-۳۱ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد کل ماده خشک گیاه (TDM)
۶۱	..... ۲-۳۲ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد دانه
۶۱	..... ۲-۳۳ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در بلال
۶۵	.....
۶۷	..... ۲-۳۴ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر تعداد بلال
۶۸	..... ۲-۳۵ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر وزن هزار دانه
۷۰	..... ۲-۳۶ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر طول و قطر بلال
۷۱	..... ۲-۳۷ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر ارتفاع بوته، ارتفاع اولین بلال از سطح زمین
۷۳	..... ۲-۳۸ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر قطر ساقه
۷۴	..... ۲-۳۹ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن، الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک
۷۵	..... ۲-۴۰ اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر شاخص برداشت

#### فصل سوم: مواد و روش ها

۷۷	..... ۳-۱ زمان و موقعیت جغرافیایی محل اجرای آزمایش
۷۷	..... ۳-۲ موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی
۷۷	..... ۳-۳ وضعیت اقلیمی محل اجرای آزمایش
۷۸	..... ۳-۴ مشخصات خاک مورد آزمایش
۷۹	..... ۳-۵ تناوب زراعی
۸۰	..... ۳-۶ مشخصات طرح آزمایشی
۸۰	..... ۳-۷ عملیاتهای زراعی
۸۱	..... ۳-۷-۱ آماده سازی زمین
۸۲	..... ۳-۷-۲ کاشت بذر
۸۲	..... ۳-۷-۳ آبیاری

۸۲	..... ۳-۷-۴- تنک کردن
۸۳	..... ۳-۷-۵- وجین علف های هرز
۸۳	..... ۳-۷-۶- کودهای سرک
۸۳	..... ۳-۸- مشخصات رقم مورد بررسی
۸۴	..... ۳-۹- نمونه برداری و اندازه گیری صفات
۸۴	..... ۳-۹-۱- سطح برگ
۸۵	..... ۳-۹-۲- وزن خشک گیاه
۸۵	..... ۳-۱۰- برآورد شاخص های رشد
۸۶	..... ۳-۱۰-۱- شاخص سطح برگ (LAI)
۸۶	..... ۳-۱۰-۲- سرعت رشد گیاه (CGR)
۸۶	..... ۳-۱۰-۳- کل ماده خشک (TDM)
۸۶	..... ۳-۱۰-۴- سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR)
۸۷	..... ۳-۱۱- برداشت نهایی
۸۸	..... ۳-۱۲- محاسبات آماری

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

۸۹	..... ۴-۱- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر گسترش سطح برگ (LAI)
۹۱	..... ۴-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول (CGR)
۹۳	..... ۴-۳- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص (NAR)
۹۵	..... ۴-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص (RGR)
۹۷	..... ۴-۵- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد ماده خشک (TDM)
۹۹	..... ۴-۶- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد دانه
۱۰۱	..... ۴-۷- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف
۱۰۳	..... ۴-۸- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر وزن هزار دانه
۱۰۳	..... ۴-۹- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر طول و قطر بلال

۱۰۶	.....	۴-۱۰- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر ارتفاع بوته، ارتفاع اولین بلال از سطح زمین و قطر ساقه
۱۱۱	.....	۴-۱۱- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن، الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیکی
۱۱۴	.....	۴-۱۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر شاخص برداشت
		ضمائم
۱۱۵	.....	جدول تجزیه واریانس
۱۱۷	.....	منابع و مآخذ

## فهرست اشکال

- شکل ۳-۱- نقشه کشت و سیستم زه آب ..... ۸۲
- شکل ۴-۱- اثر تراکم گیاهی بر شاخص سطح برگ (LAI) ..... ۹۱
- شکل ۴-۲- اثر منبع کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ (LAI) ..... ۹۱
- شکل ۴-۳- اثر الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ (LAI) ..... ۹۲
- شکل ۴-۴- اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد محصول (CGR) ..... ۹۳
- شکل ۴-۵- اثر منبع کود نیتروژن بر سرعت رشد محصول (CGR) ..... ۹۳
- شکل ۴-۶- اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول (CGR) ..... ۹۴
- شکل ۴-۷- اثر تراکم گیاهی بر سرعت جذب خالص (NAR) ..... ۹۵
- شکل ۴-۸- اثر منبع کود نیتروژن بر سرعت جذب خالص (NAR) ..... ۹۵
- شکل ۴-۹- اثر الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص (NAR) ..... ۹۶
- شکل ۴-۱۰- اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد نسبی (RGR) ..... ۹۷
- شکل ۴-۱۱- اثر منبع کود نیتروژن بر سرعت رشد نسبی (RGR) ..... ۹۷
- شکل ۴-۱۲- اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی (RGR) ..... ۹۸
- شکل ۴-۱۳- اثر تراکم گیاهی بر عملکرد کل ماده خشک گیاه ..... ۹۹
- شکل ۴-۱۴- اثر منبع کود نیتروژن بر عملکرد کل ماده خشک گیاه ..... ۹۹
- شکل ۴-۱۵- اثر الگوی کاشت بر عملکرد کل ماده خشک گیاه ..... ۱۰۰
- شکل ۴-۱۶- اثر تراکم گیاهی بر عملکرد دانه ..... ۱۰۱
- شکل ۴-۱۷- اثر الگوی کاشت بر عملکرد دانه ..... ۱۰۱
- شکل ۴-۱۸- اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر عملکرد دانه ..... ۱۰۲
- شکل ۴-۱۹- اثر الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف ..... ۱۰۳
- شکل ۴-۲۰- اثر تراکم گیاهی بر طول بلال ..... ۱۰۶
- شکل ۴-۲۱- اثر الگوی کاشت بر طول بلال ..... ۱۰۶
- شکل ۴-۲۲- اثر تراکم گیاهی بر قطر بلال ..... ۱۰۶
- شکل ۴-۲۳- اثر الگوی کاشت بر قطر بلال ..... ۱۰۷
- شکل ۴-۲۴- اثر تراکم گیاهی بر ارتفاع بوته ..... ۱۰۹

- شکل ۲۵-۴- اثر الگوی کاشت بر ارتفاع بوته ..... ۱۰۹
- شکل ۲۶-۴- اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر ارتفاع بوته ..... ۱۱۰
- شکل ۲۷-۴- اثر تراکم گیاهی بر ارتفاع اولین بلال ..... ۱۱۰
- شکل ۲۸-۴- اثر الگوی کاشت بر ارتفاع اولین بلال ..... ۱۱۱
- شکل ۲۹-۴- اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر ارتفاع اولین بلال ..... ۱۱۱
- شکل ۳۰-۴- اثر تراکم گیاهی بر قطر ساقه ..... ۱۱۱
- شکل ۳۱-۴- اثر الگوی کاشت بر قطر ساقه ..... ۱۱۲
- شکل ۳۲-۴- اثر تراکم گیاهی بر عملکرد بیولوژیک ..... ۱۱۳
- شکل ۳۳-۴- اثر الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک ..... ۱۱۳
- شکل ۳۴-۴- اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک ..... ۱۱۴



## فهرست جداول

۵	جدول ۱-۱- مواد اصلی تشکیل دهنده ذرت و گندم .....
۱۰	جدول ۱-۲- مراحل رشد .....
۵۲	جدول ۲-۱- مقایسه حلالیت کودها .....
۵۴	جدول ۲-۲- شاخص نمک در کودهای مختلف .....
۷۸	جدول ۳-۱- مختصات جغرافیایی محل مورد آزمایش .....
۷۹	جدول ۳-۲- میزان بارندگی در ماه های سال ۱۳۸۵ بر حسب میلیمتر .....
۷۹	جدول ۳-۳- متوسط درجه حرارت در ماه های سال ۱۳۸۵ بر حسب درجه سانتی گراد .....
۸۰	جدول ۳-۴- جدول تجزیه خاک مورد آزمایش .....
۸۰	جدول ۳-۵- تناوب زراعی محل انجام طرح .....
۸۳	جدول ۳-۶- کودهای مصرفی در هنگام آماده سازی زمین .....
۸۴	جدول ۳-۷- میزان مصرف کود های سرک بر حسب کیلوگرم در هکتار .....
۸۵	جدول ۳-۸- مشخصات رقم مورد بررسی .....
۱۲۴	جدول ۴-۱- خلاصه جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه .....

فصل اول

کلیات

## مقدمه

افزایش عملکرد گیاهان زراعی یکی از ضروریات جامعه امروزی برای هماهنگی با افزایش جمعیت جهان است. کمبود منابع تولید سبب شده است که روشهای تخصیص بهینه منابع کمیاب بین فعالیتهای مختلف، روز به روز گسترش یابد. با توجه به نقش حیاتی بخش کشاورزی در اقتصاد ملی و اشتغالزایی و تأمین غذای جامعه، لازم است که از منابع و ابزارهای تولید در این بخش به بهترین نحو ممکن استفاده گردد تا ضمن کاهش در مصرف این منابع، سودآوری و رفاه کشاورزان نیز افزایش یابد. در این میان با بهره گیری از حداکثر استفاده از تجربیات پیشینیان و حداکثر استفاده از منابع محیطی نظیر نور، آب و مواد غذایی می تواند روشی اتخاذ نمود که میزان تولیدات را افزایش داد. در خصوص تأمین دانه ذرت مورد نیاز کشور یافتن راهکار مناسب زراعی در کنار سایر برنامه های به نژادی امری اجتناب ناپذیر است. افزایش بهره وری از منابع آب، خاک و اقلیم و توسعه سطح زیر کشت ذرت بدون کاستن از سطح زیر کشت سایر محصولات زراعی می تواند بسیار مفید و موثر واقع شود. در این راستا با توسعه و ترویج کشت دوم ذرت بعد از برداشت غلات دانه ریز می توان به این مهم دست یافت. در این زمینه لازم است ابزارها و اطلاعات مورد نیاز بویژه در مورد تراکم، آرایش کاشت مناسب بوته، مقادیر و منابع مطلوب مواد مغذی و هیبریدهای مطلوب، خصوصاً با طول دوره رسیدگی کوتاھتر که مناسب کشت دوم در منطقه هستند را شناسایی و تعیین و به ذرت کاران معرفی و اعلام نمود. قابل به ذکر است با توجه به افزایش سطح کشت و تولید ذرت با بررسی پیرامون مسائل بنیادی و کاربردی این محصول از جمله شناسایی ارقام و تعیین شرایط کشت به خصوص تراکم بوته (با توجه به حساسیت گیاه) و مصرف کودهای نیتروژنی (با توجه به نیاز بالا و مساله آبشویی و آلودگی آبهای زیر زمینی) و الگوهای صحیح و مناسب کاشت و اثرات بر همکنش آنها، اساس یک سیستم موفق تولید زراعی را فراهم خواهیم نمود.

## ذرت

### ۱-۱- تکامل و مبدا ذرت

امروزه اجداد وحشی ذرت پیدا نمی شوند ولی نشانه های تکامل این گیاه از مطالعات باستان شناسی گیاهی پیدا شده است. درباره مبدا و تکامل ذرت نظریات مختلفی وجود دارد اما در هر گونه بحثی باید رابطه نزدیکی بین ذرت (Zea)، (Gama grass) Tripsacum و Euchlaena (Teosine) در نظر گرفته شود (میرهادی، ۱۳۸۰). امروزه با کوشش متخصصان اصلاح نبات تولید واریته های مناسب و سازگار صورت می گیرد.

### ۱-۲- تاریخچه

در مورد موطن اولیه ذرت عقاید مختلفی وجود دارد. تاریخچه دقیق پیدایش ذرت حتی در کشورهای مبدا نیز مشخص نیست. احتمالاً مهم ترین کشف فسیل دانه های گرده ذرت با قدمت ۶۰ هزار ساله در مکزیک بوده است و لذا مدارک و اسناد مکزیک را مرکز و موطن اولیه ذرت می داند (میرهادی، ۱۳۸۰). طبق دیگر بررسی های باستانشناسی مشخص گردیده که حدود ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد در برخی از مقبره های کشور پرو آثار باقی مانده از ذرت کشف گردیده است. در سال ۱۹۶۶ ولدن سه مبدا اولیه برای ذرت ذکر نمود که این سه مبدا با سه تمدن بزرگ در آمریکا جنوبی و مرکزی منطبق بوده است، اینکا در پرو، آزتک در مکزیک و مایا در گواتمالا.

به هر حال مبدا ذرت ابهام انگیز است اولاً بدلیل عدم یافتن گیاه وحشی که ذرت بتواند از آن بوجود آید و ثانياً اینکه هیچ رقمی از ذرت نمی تواند بدون زراعت انسانی بیش از دو یا سه نسل دوام بیاورد زیرا که چسبیدگی دانه های بلال و پوشش غلافی و فقدان هرگونه وسیله پراکندگی و در نتیجه

انبوهی از بوته ها را در یک نقطه ایجاد مینمایند. ذرت یکی از زراعت های رایج سرخ پوستان قاره امریکا بود که در سفر دوم کریستف کلمب در سال ۱۴۹۳ میلادی به اروپا و از آنجا به آسیا و آفریقا برده شد. کریستف کلمب با توجه به نام بومی ماهیزا ماریسی، آن را maiz نامگذاری کرد که لینه نیز این نام را تایید کرده و گونه ذرت را maiz نامید (خدابنده، ۱۳۷۴). به موازات ورود به دنیای قدیم نامهایی از قبیل گندم ترکی و ذرت ولزی بدست آورد. ذرت مسلما جهت استفاده از قسمتهای مختلف و بخصوص از دانه آن در تغذیه انسان و حیوانات و پرندگان طی سالیان بسیار دور و در حال حاضر در اکثر کشورهای جهان کشت می گردد.

### ۳-۱- تاریخچه ورود به ایران

درباره چگونگی ورود به ایران دو احتمال وجود دارد:

الف- با حمله پرتغالی ها به نوار جنوبی ایران در قرن دهم هجری شمسی در زمان شاه اسماعیل صفوی که بیشتر با جنبه تجارتي صورت گرفت.

ب-رهاورد سفر زائران خانه خدا در بازگشت از مکه، که اطلاق کلمه (گندم مکه) به این گیاه در آذربایجان و بسیاری از نواحی دیگر ایران احتمالا دلیلی بر آن است (میرهادی، ۱۳۸۰).

با وجود ورود این گیاه در حدود چهار قرن پیش تا ۵۰ سال پیش به عنوان گیاه فرعی کشت می گردید و از زمان همکاری کارشناسان آمریکایی با وزارت کشاورزی ایران تا حدودی به ارزش آن پی برده شد و امروزه بدلیل توجه بیشتر به پرورش دام و طیور و از طرفی نیاز کارخانجات صنعتی و داروسازی به فراورده های این گیاه و با توجه به شرایط آب و هوایی بسیار مناسبی که کشور ایران برای تولید ذرت دارا می باشد در بسیاری از مناطق کشت آن رواج پیدا نموده است به نحوی که در حال حاضر سطح کشت انواع ذرت دانه ای و سیلوئی به حدود ۸۰ هزار هکتار رسیده است. مساعدترین

مناطق برای کاشت ذرت در کشور عبارتند از: استان های تهران، مازندران، گیلان زنجان، کرمان، سمنان، جنوب خراسان، فارس، اصفهان، خوزستان، کرمانشاه، لرستان، چهار محال و بختیاری که البته در بسیاری از مناطق دیگر کشورمان نیز ذرت رشد خوبی داشته و کشت صورت می گیرد. در چند سال اخیر مراکز اصلاح و تهیه نهال و بذر کشور در صدد تهیه و تولید ارقام هیبرید ذرت در داخل کشور برآمده که از هر نظر محصول آنها قابل توجه بوده و برای کاشت در مناطق مختلف مناسب و قابل توصیه می باشند.

#### ۴-۱- اهمیت غذایی و اقتصادی

به دلیل آن که ذرت دارای مواد قندی و نشاسته ای زیادی بوده و مقدار محصول آن در واحد سطح نسبتا زیاد و قابل توجه می باشد، در سالهای اخیر مصرف و سطح کشت آن در اغلب کشورهای جهان به سرعت افزایش یافته و این نسبت از سال ۱۹۸۴ به بعد به علت اهمیت زیاد فرآورده های مختلف آن در دنیای امروزه در حال حاضر زیر کشت آن به حدود ۱۴۰ میلیون هکتار و مقدار محصول آن به حدود ۴۶۸ میلیون تن بالغ گردیده و بعد از گندم و برنج در بین غلات مقام سوم را احراز نموده است. متوسط تولید دانه آن در جهان از هر هکتار حدود ۳۵۰۰ کیلوگرم و علوفه سیلوئی آن به حدود ۳۶۰۰۰ کیلوگرم بالغ گردیده است (خدابنده، ۱۳۷۴). مهمترین کشورهای تولید کننده ذرت در جهان در چند سال اخیر شامل، آمریکا، آرژانتین، برزیل، کلمبیا، مکزیک، رومانی، فرانسه، مجارستان، یوگوسلاوی، اندونزی، ترکیه، چین، فیلیپین، هندوستان، تانزانیا، آفریقای جنوبی، کنیا، زامبیا و مالاوی بوده اند. در جهان امروز، ذرت اهمیت فوق العاده زیادی در تامین غذای دام ها و پرندگان، مصارف داروئی و صنعتی دارد. در جدول ۱-۱ مواد اصلی تشکیل دهنده ذرت بیان شده اند.

جدول ۱-۱- مواد اصلی تشکیل دهنده ذرت و گندم (خدابنده، ۱۳۷۴).

درصد مواد تشکیل دهنده	ذرت	گندم
مواد نیتروژنه	۸/۵	۱۳/۵
لیزین	۰/۲۱	۰/۴۲
متیونین	۰/۲۲	۰/۲۳
سیستین	۰/۱۱	۰/۲۶
تریپتوفان	۰/۷	۰/۱۷
مواد چربی	۸	۱/۹
سلولز	۲/۵	۳
کلسیم (گرم در کیلوگرم)	۰/۲	۰/۴
فسفر (گرم در کیلوگرم)	۲/۷	۳/۹
ریبوفلاوین (Mg /Kg)	۰/۶-۱/۸	۰/۷-۱/۷
کلین (Mg /Kg)	۳۰-۴۰۰	۸۰۰-۹۰۰
ویتامین B <sub>12</sub> (Mg /Kg)	۰/۲	۱/۱

## ۵-۱- خصوصیات گیاهشناسی

در رده بندی گیاهی از شاخه گیاهان گلدار، رده نهاندانگان، زیر رده تک لپه ای ها، از راسته تک لپه های بی جام و از تیره گندمیان و از زیر تیره پانیکوئیده است. ذرت دگرگشن بوده و با نام علمی Zea mays برجسته ترین جنس متعلق به قبیله میده (Maydeae) یا تریپساسة است و بدلیل جدایی گل های نر و ماده از سایر طایفه تمیز داده می شود. زیر قبیله تریپساسینه شامل دو جنس تریپساکوم یا

(گاماگراس) که بیشتر ارزش علوفه ای دارند و *Zea* با اهمیت زراعی است. البته جنس *Soma* نیز به نام ائوکلاننا یا تتوسینت وجود دارد که گل آذین ماده آن از نظر ظاهری با بلال جنس *Zea* متفاوت است. گونه *mays* دارای  $2n = 20$  کروموزوم می باشد. تمام تتوسینت ها بجز پرنیس تتراپلوئید هستند و به آسانی می توان آنها را با ذرت دو رگ گیری نمود (میرهادی، ۱۳۸۰).

## ۶-۱- خصوصیات مورفولوژیکی

### ۶-۱-۱- ساقه

ساقه یکساله ذرت، راست و مستقیم، ضخیم، بندبند، توپر، سخت و محکم است. از نظر تشریح، ساقه از بصره سخت، پوسته درونی با بافت پارانشیمی و مغز تشکیل یافته و ۱۲ تا ۱۸ گره و میانگره متناوب دارد. طول نسبی میانگره ها تفاوت داشته و در طبقه بندی ارقام صفتی با ارزش تلقی می شود. میانگره های مجاور سطح زمین کوتاه و ضخیم و میانگره های انتهایی بلندتر و باریک ترند. روی میانگره ها به تناوب شیاری وجود دارد. اکثر ارقام ذرت پنجه تولید نمی کنند. نزدیک به هشت میانگره در پایه ساقه و زیر خاک مخروط وارونه ای به نام تاج را ایجاد می نمایند. تعداد گره ها و میان گره ها در ذرت، طول میان گره ها و در نتیجه طول ساقه و نیز قطر میان گره ها و قطر ساقه در ارقام مختلف و برحسب محیط و شرایط تولید و سطح مدیریت مزرعه تفاوت می کند. ارقام زودرس ارتفاع کمتری دارند (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

### ۶-۱-۲- برگ

بعد از ظهور کلئوپتیل، برگ های لوله شده ای شروع به باز شدن می نمایند. در محل هر گره ساقه بطور متناوب یک برگ تولید می شود. برگ شامل پهنک، غلاف و زبانک می شود. پهنک برگ کشیده،



صاف و نازک با لبه نرم است. بالاترین برگ ذرت برگ پرچم نامیده می شود که غلاف آن دم سنبله نر را در بر می گیرد. در ارقام مختلف برگ از نظر طول، عرض، ضخامت، کرک، رنگدانه، زاویه با ساقه و ترتیب قرار گرفتن با هم تفاوت دارند. ارقام زودرس تعداد برگ کمتری دارند. از نظر تشریح، برگ شامل بصره (اپیدرم) فوقانی و تحتانی و پارانشیم برگ (مزوفیل) است. سطح فوقانی برگ دارای کرک و روزنه های بزرگ است ولی سطح تحتانی کرک ندارد و روزنه های آن کوچکترند. ساختمان سلولی برگ امکان لوله شدن برگ را جهت حفظ رطوبت در تنش ها فراهم می نماید (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

### ۳-۶-۱- ریشه

ذرت مانند سایر غلات دارای سیستم ریشه افشان و عمیق است. سه دسته ریشه در ذرت مشاهده می شود. دسته اول ریشه های نخستین که منشاء جنینی دارند و از ریشه چه جنین می رویند و شامل ریشه نخستین اصلی و ریشه های نخستین جانبی می شود. دسته دوم ریشه های ثانویه که از محل طوقه بیرون می آیند. دسته سوم ریشه های نگهدارنده که ریشه های نابجایی هستند که از دو یا چند گره بالاتر از سطح خاک خارج می شوند و به سمت خاک بر می گردند. گسترش ریشه و عمق توسعه ریشه بر حسب ارقام، حاصلخیزی و رطوبت خاک تفاوت می کند. رشد ریشه های ذرت در عمل تا مرحله گرده افشانی متوقف می شود (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

### ۴-۶-۱- دانه

دانه ذرت میوه ای است خشک و ناشکوفای که بطور معمول فندقه یا اکن نامیده می شود. یک دانه رسیده از قسمتهای که عبارتند از پریکارپ، لایه تستا، لایه آلرون، آندوسپرم و جنین تشکیل شده است.

در ضمن در قسمت تاج دانه باقیمانده خامه و در قسمت پایین کلاهک نوک دانه مشاهده می شود. در ارقام مختلف درصد وزنی و ترکیب شیمیایی هر یک فرق می نماید (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

#### ۵-۶-۱- گل

ذرت گیاهی یک پایه است. ساقه اصلی ذرت در انتها به گل آذین (سنبله نر) ختم می شود. گل آذین نر از سنبلچه های نر جفت جفت که یکی بدون پایه است تشکیل شده است. سنبلچه ها با دو گلوم پوشیده شده و حاوی دو گلچه هستند. گلچه ها دارای لما، پالئا، سه پرچم، لودیکول و یک مادگی ناقص هستند. گل آذین ماده به صورت سنبله ماده در کنار برگ سنبله ماده و از جوانه جانبی روی ساقه تولید می شود. اکثر ارقام تجاری فقط یک یا دو سنبله در هر بوته دارند. سنبله ماده پس از تلقیح و تشکیل دانه بلال نیز نامیده می شود. گل آذین ماده دارای یک محور ضخیم چوبی (چوب بلال) و غلافهای برگ تغییر شکل یافته (پوست بلال) بوده و با یک شاخه فرعی کوتاه (دم بلال) به ساقه اصلی متصل می شود. سنبلچه های ماده جفت جفت در ردیف های طولی روی چوب بلال قرار دارند. سنبلچه ها دارای دو گلچه هستند که همیشه یکی عقیم است. لودیکول وجود ندارد. هر گلچه دارای یک خامه باریک است که در بالای پوست بلال به صورت ابریشم ظاهر می شود و در تمام طول خود پذیرای دانه گرده می باشد. در ذرت پیش رسی گرده معمول است و دگرگرده افشانی با نیروی ثقل یا بر اثر باد صورت می گیرد. ریزش دانه های گرده ۳ تا ۶ روز ادامه می یابد و خامه نیز ۳ تا ۸ روز دانه های گرده را می پذیرد (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶؛ تاجبخش، ۱۳۷۵).

## ۷-۱- رشد و نمو

ذرت گیاهی هیپوجیل بوده ابتدا ریشه جنینی یا ریشه چه رشد می نماید سپس ساقه جنینی یا ساقه چه و ریشه های نخستین شروع به رشد می نمایند. سپس اولین میانگره رشد کرده تا به ارتفاع سه سانتیمتری از سطح خاک می رسد و کلئوپتیل در روی گیاه و بالای سطح خاک شروع به رشد می کند. ریشه های نخستین خیلی زود شروع به منشعب شدن کرده و چند ریشه تاجی از اولین گره زیر خاک شروع به رشد می کنند. دو برگ ذرت به رشد کامل و نهایی خود می رسند. در هر هفته معمولا دو برگ جدید می روید اما رشد و ذخیره ماده خشک در چهار هفته اول کمی آهسته و کند است. هنگامی که ارتفاع گیاه در حد زانو بوده و هشت برگ به رشد نهایی خود رسیده اند و نقطه رشد در سطح خاک است تشکیل سنبله نر آغاز می شود. سپس یک دوره سریع رشد شروع می گردد و گیاه به سرعت ماده خشک و مواد غذایی گیاهی ذخیره می نماید. مقدار زیادی از این مواد در سیستم ریشه جای می گیرد و ریشه به سرعت رشد کرده و سطح کامل خاک از سیستم ریشه پر می شود. در طول یک هفته از آغاز تشکیل سنبله نر، رشد سنبله ماده شروع می گردد. ظرفیت و تعداد تخمک ها بر روی سنبله در هفته ششم پس از سبز شدن معین می گردد. ریزش دانه های گرده شش هفته پس از آغاز تشکیل سنبله نر انجام می شود در این زمان برگ ها و سنبله نر کاملا رشد کرده اند و رشد میانگره ها متوقف می شود. تعداد زیادی دانه گرده در یک دوره سه تا شش روزه ریزش می نمایند که این کار نخست از محور مرکزی سنبله نر شروع می شود. کاکل ذرت در طول سه تا پنج روز به طور کامل ظاهر شده و آماده تلقیح می شود. بعد از عمل گرده افشانی و باروری تخمک، کاکل ها قهوه ای می شوند و در طول دو هفته بعد دانه ها خیلی سریع رشد می کنند. سه هفته بعد گرده افشانی، دانه ها شیری شده و دارای قند زیادی هستند. سپس قندها کاملا ناپدید شده و دکسترین و نشاسته در دانه ها ذخیره می شوند. جنین در دانه ها شروع به رشد می کند. برگ های اولیه بوجود آمده و ریشه های

اولیه نیز تشکیل می گردد و بزودی جنین تکامل می یابد و ذخیره مواد خشک متوقف می شود. زمانی که دانه ها به حداکثر وزن خشک خود می رسند گیاه از نظر فیزیولوژیکی به حد بلوغ رسیده که رطوبت دانه در این دوره حدود ۳۵ درصد است که گیاه آماده برداشت است. در جدول (۱-۲) مراحل رشد رویشی و زایشی ذرت به تفکیک بیان گردیده است (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶؛ تاجبخش، ۱۳۷۵).

جدول ۱-۲- مراحل رشد

Vegetative Stages (رویشی)	Reproductive Stages (زایشی)
VE emergence (سبز شدن)	R1 silking (تشکیل ابریشم)
V1 first leaf (اولین برگ)	R2 blister (مرحله آبکی)
V2 second leaf (دومین برگ)	R3 milk (مرحله شیری)
V3 third leaf (سومین برگ)	R4 dough (مرحله دوغی)
V(n) nth leaf (برگ n ام)	R5 dent (مرحله دندانه ای)
VT tasseling (تشکیل کاکل)	R6 physiological maturity (رسیدگی فیزیولوژیکی)

#### ۸-۱- طبقه بندی ذرت

ارقام مختلف ذرت متعلق به جنس Zea و گونه mays می باشند، لکن تعداد ارقام با توجه به تطابق گیاه در برابر شرایط محیطی های مختلف، متعدد بوده و ارقامی نیز وجود دارند که طول بوته آنها از حدود ۷۰ سانتیمتر تجاوز نکرده و غالباً در حدود ۵۰ روز پس از کاشت و تولید جوانه، رشد آنها کامل

شده و تولید بذر می نمایند، همچنین ارقام دیگری نیز وجود دارد که طول بوته آنها به ۷ تا ۸ متر نیز رسیده و دوره رشد آنها نیز در حدود ۱۳۰ روز می باشد. ذرت از نظر طول دوره رشد به سه گروه زودرس، متوسط رس و دیررس تقسیم می گردد. از طرفی از نظر رنگ دانه نیز تقسیم بندی شده اند. مهمترین تقسیم بندی انجام شده از نظر شکل ظاهری و ترکیبات دانه، کیفیت دانه و موارد مصرف آن می باشد که عبارتند از:

#### ۱-۸-۱- ذرت دندان اسبی

این گروه از ذرت ها از دو قسمت تشکیل شده است قسمت شاخی و خیلی سخت که در اطراف دانه قرار گرفته و قسمت وسط که نشاسته نرم را تشکیل می دهد. آن قسمت آندوسپرم که دارای نشاسته سخت است، پروتئین بیشتری دارد. این نوع ذرت معمولاً در نواحی ذرت خیز ایالات متحده آمریکا به عمل می آید. بلال ذرت دندان اسبی نسبتاً بزرگ بوده و ۱۶ تا ۳۰ ردیف دانه دارد. از خصوصیات ظاهری دانه آن، می توان به وجود نقطه ای فرو رفته در طرف تاج دانه اشاره نمود که به دلیل خشک شدن آندوسپرم نشاسته ای بوجود می آید. در حال حاضر بیشترین سطح کشت را دارد و غالباً برای تهیه سیلو و علوفه کشت می گردد (خدابنده، ۱۳۷۴).

#### ۱-۸-۲- ذرت سخت

در این ذرت بافت شاخی بیشترین قسمت آندوسپرم را تشکیل می دهد و آندوسپرم نشاسته ای به مقدار خیلی کم فقط در اطراف جنین قرار دارد. این ذرت به نام ذرت شیشه ای نامیده می شود. دانه های رسیده این نوع ذرت، گرد، صاف و کهربایی هستند. دوره رشد آنها هم ۸۰ تا ۱۰۰ روز است. بلال های به دست آمده باریک بوده و تقریباً ۸ ردیف دانه دارند (خدابنده، ۱۳۷۴؛ پور صالح، ۱۳۷۳).

### ۳-۸-۱- ذرت نرم یا آردی

بخش عمده آندوسپرم این نوع ذرت، نشاسته است. تنها لایه نازکی از آندوسپرم سخت این نشاسته را در بر می گیرد. دانه های آن بر خلاف نوع دندان اسبی فرو رفتگی ندارد. این ذرت تنها به دلیل اینکه به رنگ های مختلف یافت می شود، برای تزئین غذاها استفاده می شود. همچنین چون آندوسپرم آن نرم است، می توان به همان شکل و بدون خرد و له کردن آن، در تغذیه دام به کار برده شود (خدابنده، ۱۳۷۴؛ پور صالح، ۱۳۷۳).

### ۴-۸-۱- ذرت بو داده

نوعی ذرت است که احتمالاً بر اثر موتاسیون به وجود آمده است پریکارپ آن نازک است که این صفت برای تولید ذرت شیرین با پوست لطیف مناسب است. در این نوع ذرت، لایه ضخیمی از آندوسپرم سخت، آندوسپرم نشاسته ای را در بر گرفته است. دانه های نشاسته آندوسپرم این نوع ذرت نسبت به انواع دیگر، رطوبت بیشتری دارند که در موقع حرارت دادن، منبسط شده و تبدیل به بخار می شوند. بخار آب حاصل شده درون دانه نمی تواند به راحتی از لایه بیرونی سخت آندوسپرم خارج شود. به ناچار فشار زیادی به این لایه وارد می آورد و دانه را منفجر نموده و دانه پف می کند. (خدابنده، ۱۳۷۴؛ میر هادی، ۱۳۸۰).

#### ۵-۸-۱- ذرت شیرین

آندوسپرم در این نوع ذرت، شیرین، قندی و براق بوده و بر خلاف آندوسپرم ذرت های دیگر، حالت نشاسته ای ندارد. پریکارپ آن نازک بوده که در زمان رسیدن دانه، مواد قندی آن به نشاسته و سپس به دکسترین تبدیل می شود. ذرت شیرین انواع مختلفی دارد که به صورت تازه، کنسرو شده و منجمد مورد مصرف قرار می گیرد. این ذرت معمولاً برای تهیه پاپ کورن یا ذرت بو داده مورد استفاده قرار می گیرد. بهترین میزان رطوبت دانه برای حداکثر پف کردن، ۱۴ درصد می باشد (خدابنده، ۱۳۷۴؛ میر هادی، ۱۳۸۰).

#### ۶-۸-۱- ذرت مومی

آندوسپرم ذرت مومی ظاهراً به شکل موم می باشد. بر خلاف ذرت های دیگر که نشاسته آندوسپرم آنها ۷۱ تا ۷۲ درصد و آمیلوپکتین ۲۸ تا ۲۹ درصد آمیلوز دارد، آندوسپرم ذرت مومی تماماً از آمیلوپکتین تشکیل شده که حالت چسبنده ای دارد و نرم هم هست. ذرت مومی جدا از مصرف خوراکی، در صنایع چسب سازی هم استفاده می شود (خدابنده، ۱۳۷۴؛ میر هادی، ۱۳۸۰).

#### ۹-۱- ژنوتیپ های ذرت

در حال حاضر، در ایران چند سینگل کراس با طول دوره های رسیدگی مختلف از گروه ذرت دندانانی مورد استفاده قرار می گیرند. این سینگل کراس ها به ترتیب افزایش طول دوره رسیدگی عبارتند از SC108، SC301، SC704، SC711 و کمپوزیت KO6. طول دوره نمو این هیبرید ها بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ روز و درجه روز مورد نیاز آنها از ۱۴۰۰ تا ۲۰۰۰ با حرارت پایه ۱۰ و حداکثر حرارت ۳۰ درجه

سانتیگراد می باشند. ژنوتیپ های دیررس SC704، SC711 و کمپوزیت KO6 بیشتر برای تولید علوفه جهت سیلو، SC301 جهت تولید دانه در نواحی سرد مانند شهرکرد یا کشت دوم در ناحیه ای مانند شیراز و SC108 جهت کشت دوم در ناحیه ای مانند اصفهان مناسب هستند (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

#### ۱۰-۱- اکولوژی ذرت

ذرت گیاه بومی مناطق گرمسیری است اما وسعت تطابق آن باعث شده است که در نواحی معتدل و سرد نیز کشت آن میسر گردد. به طور کلی درجه سازگاری ذرت از عرض ۵۸ درجه شمالی تا ۳۸ درجه جنوبی، از پایین تر از سطح دریا در دشت های خزر تا سه هزار متر ارتفاع کوه آند انجام می گیرد.

##### ۱-۱۰-۱- حرارت

ذرت نیاز به گرما دارد و واکنش آن نسبت به دما در مراحل مختلف تفاوت دارد. دمای مناسب جوانه زنی بذر ذرت ۱۸ درجه سانتیگراد بوده و در دمای پایین تر از ۱۲/۸ درجه سانتیگراد جوانه زنی به کندی صورت می گیرد. حداقل درجه حرارت برای جوانه زنی بذر بین ۹ تا ۱۰ درجه سانتیگراد می باشد. مناسبترین محیط برای زراعت ذرت از نظر حرارت، ناحیه ای است که حداقل درجه حرارت آن در یک مدت معینی از سال بین ۲۱ تا ۳۲ درجه سانتیگراد تغییر نماید. چنانچه میانگین درجه حرارت ماه های تابستان آن کمتر از ۱۳ درجه سانتیگراد نزول نماید، میزان رشد گیاه کاهش می یابد (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).



## ۲-۱۰-۱- نور

ذرت یک گیاه روز کوتاه است. گل دهی آن در شرایط روز گل دهی آن در شرایط روز کوتاه تسریع می شود. در مناطق روز بلند تعداد برگ های آن افزایش می یابد، اندازه بوته ها بزرگ می شود و گل دهی آن تا فرا رسیدن روزهای کوتاه به تاخیر می افتد. میزان رشد ذرت نه تنها به طول روز بلکه به شدت و کیفیت نور نیز بستگی دارد. در روزهای کوتاه و شدت روشنایی زیاد ارتفاع بوته و تعداد برگ ذرت کاهش می یابد و بلال ها در گره های پایین تر تشکیل می شوند. به طور کلی پتانسیل ذرت در استفاده از تشعشعات به دلیل وضعیت خاص آرایش برگ ها بالاست (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

## ۳-۱۰-۱- آب

اگر نیاز آبی ذرت در تمام مراحل رشد برآورده شود قادر به تولید یک کیلو گرم ماده خشک به ازای استفاده از ۳۷۰-۴۰۰ کیلو گرم آب می باشد. به علت زیاد بودن سطح برگ مقدار فتوسنتز و همچنین تبخیر و تعرق افزایش یافته، در نتیجه آب مصرفی آن افزایش می یابد ولی کارایی مصرف آب آن نسبت به سایر غلات بیشتر است. نیازمندی ذرت نسبت به آب در پاره ای از مراحل رشد مثلا در مراحل گسترش سریع برگ ها در دوره گرده افشانی و پر شدن دانه که معمولا با ماه های گرم تابستان مصادف است شدت می یابد. ذرت در نواحی مختلف از نظر بارندگی دارای سازگاری وسیعی است در واقع در مناطقی با میزان بارندگی سالانه کمتر از ۲۰۰ میلی متر تا بیش از ۶۰۰۰ میلی متر و در شرایط خشک و نیمه خشک و مناطق گرم و مرطوب رشد می نماید (میرهادی، ۱۳۸۰). ذرت به رطوبت اضافی خاک بسیار حساس می باشد.

#### ۴-۱۰-۱- خاک

میزان عملکرد ذرت عمدتاً در خاک های عمیق و حاصلخیز زهکش دار و با بافت متوسط، بویژه خاک هایی که ظرفیت آب گیری بالایی دارند بیشتر است. البته ممکن است ارقام مختلف واکنش های مختلفی به خاک نشان دهند به طوری که برای ارقام زودرس خاک های سبک به علت زود گرم شدن در بهار مناسب ترند. ذرت به کمی اکسیژن (تهویه) در محیط رشد، که احياناً از وجود رطوبت با وجود قشرهای فشرده تحت الارضی ناشی شده باشد بسیار حساس است. حداقل درجه حرارت خاک برای جوانه زنی حدود ۱۳ درجه سانتیگراد اما درجه حرارت مناسب خاک ۲۱-۲۷ درجه می باشد. ذرت به هنگام جوانه زنی مقاوم به شوری است و با افزایش شوری جوانه زدن آن ممکن است به تاخیر بیافتد ولی بر درصد جوانه زنی تاثیر سوئی نخواهد گذاشت (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

#### ۱۱-۱- تناوب زراعی

الف) ذرت به عنوان اولین محصول وجینی (پس از محصولات علوفه ای چند ساله، کود سبز و یا مصرف کود حیوانی زیاد) یا دومین محصول وجینی در سیکل تناوب قرار می گیرد. با این حال به دلیل تحمل آن به ساختمان نامطلوب خاک می تواند به عنوان کشت دوم بعد از بسیاری از گیاهان وجینی پاییزه و حتی بعد از گندم و جو کاشته شود.

ب) برداشت دیر هنگام ذرت در پاییز می تواند موجب حذف برای کاشت غلات پاییزه دانه ریز شود. مقدار زیاد بقایای تازه ذرت که پوسیده شدن آنها به زمان نیاز دارد، بر مشکل کاشت پاییزه محصولات می افزاید. بهمین جهت کاشت یک محصول بهاره با بقایای ظریف مثل گلرنگ، سویا و یا حبوبات بعد از ذرت مناسب است (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

## ۱۲-۱- کود شیمیایی

با توجه به اینکه پتانسیل گیاه ذرت در ابتدای دوره رشد تعیین می شود توصیه می گردد تمام کودهای مورد نظر از جمله نیتروژنی قبل از اینکه بوته ها به ارتفاع ۴۵-۴۰ برسند مصرف گردد. توصیه کودی را ممکن است بر اساس میزان کود مورد نیاز برای تولید یک تن دانه ارائه نمود. تولید یک تن دانه موجب خروج ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم نیتروژن، ۹ تا ۱۰ کیلوگرم اکسید فسفر، ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم و ۲ تا ۲/۵ کیلوگرم گوگرد از خاک می شود. میزان کود مورد نیاز محصول را با توجه به موجودی خاک، تغییرات عنصر در خاک و عملکرد مورد انتظار محاسبه کرد. در صورتی که از موجودی نیتروژن خاک اطلاعی در دست نباشد می توان ۱۳۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن را تحت کشت آبی برای حصول عملکرد های ۸ تا ۱۰ تن دانه در هکتار مصرف نمود. حدود یک سوم نیتروژن در زمان کاشت و بقیه را در مرحله شروع رشد طولی ساقه (مرحله ۵ تا ۸ برگی بسته به دیررسی هیبرید یا مشاهده گل آذین نر به طول ۲ تا ۳ میلیمتر و قبل از ارتفاع گرفتن محصول) به صورت سرک به خاک اضافه نمود. آخرین وجین مکانیزه نیز معمولا در همین زمان انجام می گیرد. میزان فسفر مصرفی نیز ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است که قبل از کاشت به خاک اضافه می گردد. میزان پتاسیم مورد نیاز نیز ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. کود پتاسیم را بهتر است همراه با کود فسفر در خاک قرار داد. کود شیمیایی، به ویژه کودهایی که دارای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد و همچنین، منگنز، آهن، روی و مولیبدن باشند برای بالا بردن سطح تولید ذرت بسیار ضروری هستند.

استفاده از کودهای نیتروژن دار در افزایش میزان پروتئین دانه ذرت، تأثیر دارد. البته مصرف بیش از حد این نوع کود میتواند سبب دیررسی، نازک و دراز شدن فوق العاده ساقه گیاه و همچنین مصرف زیاد آب توسط گیاه شود. اوره، آمونیوم نترات، آمونیوم سولفات و آمونیوم فسفات، از منابع مختلف کود های نیتروژن دار هستند. از مجموع کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه، ۵۰ درصد آن در دانه ذخیره می

شود. کمبود نیتروژن با کوچکی و ضعیف بودن بوته ها و زردی برگ ها همراه مناسب ترین زمان برای استفاده از کود، در بهار و قبل از بذرکاری یا هم زمان با آن است. بهترین روش برای ریختن کود، با فاصله جانبی ۵ سانتیمتر و عمقی ۳ تا ۵ سانتی متری از بذر می باشد. در کشت ذرت، بر خلاف دیگر غلات از کود دامی هم استفاده می کنند. البته ذرت تمام عناصر غذایی موجود در کودهای دامی را مصرف نمی کند (میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶؛ خدابنده، ۱۳۶۹).

### ۱۳-۱- تاریخ کاشت

اولین زمان ممکن برای کاشت ذرت زمانی است که میانگین دمای شبانه روزی هوا به حدود ۱۵ درجه سانتیگراد رسیده باشد. در نواحی سرد مانند شهرکرد که محدودیت گرمایی تابستان وجود ندارد و فصل رشد کوتاه است می توان با رسیدن میانگین دمای شبانه روزی طی چند روز گذشته به حدود ۱۵ درجه سانتیگراد اقدام به کاشت نمود. چنین دمایی ممکن است در اواسط تا دهه سوم اردیبهشت حاصل شود. عامل محدود کننده در چنین نواحی وقوع سرمای زودرس پاییزه است که می بایستی با انتخاب ژنوتیپ های زودرس مانند SC108 و یا SC301 با آن تطبیق نمود و یا از ارقام میان رس برای تولید سیلو استفاده کرد. در نواحی گرم تر مانند اصفهان و شیراز، عدم برخورد دوران گرده افشانی با گرمای شدید و وقوع گرده افشانی پس از پایان دوران وقوع دماهای ماکزیمم ۳۵ تا ۳۶ درجه سانتیگراد و تکمیل سیکل حیاتی گیاه قبل از سرمای پاییزه تعیین کننده تاریخ کاشت می باشد. در چنین شرایطی تاریخ کاشت برای هیبریدهای میان رس تا دیررس آخر اردیبهشت تا اواسط خرداد (بسته به سال) و برای هیبریدهای زودرس اواخر خرداد ماه تا اوایل تیر می باشد. در نواحی با زمستان ملایم مانند دزفول کاشت در نیمه دوم بهمن و با رسیدن میانگین دمای شبانه روزی هوا به ۱۵ درجه سانتی گراد انجام می گیرد (خدابنده، ۱۳۶۹؛ میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

#### ۱۴-۱- روش کاشت

کاشت ذرت در شرایط آبیاری سطحی غالباً به صورت جوی و پشته (آبیاری نشتی) انجام می‌گیرد. اما در خاک‌های دارای بافت متوسط و کیفیت ساختمان مطلوب ممکن است به صورت مسطح باشد. واضح است که کاشت تحت شرایط آبیاری بارانی در هر شرایطی از خاک به صورت مسطح خواهد بود. فاصله ردیف‌های کاشت ۶۰ تا ۷۵ سانتیمتر مناسب می‌باشد. تراکم نهایی بوته برای هیبریدهای میان‌رس و دیررس جهت تولید دانه در فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانتیمتر حدود ۸ تا ۹ بوته در متر مربع و در ردیف ۶۰ سانتیمتری حدود ۱۱ بوته در متر مربع می‌باشد. برای تولید سیلو تراکم نهایی حدود ۸ تا ۹ بوته در متر مربع در فاصله ردیف ۶۰ سانتیمتری برای هیبریدهای زودرس مطلوب می‌باشد. عمق کاشت ذرت در شرایط کشت آبی ۴ تا ۶ سانتیمتر (بسته به بافت خاک و روش کاشت) می‌باشد (خدابنده، ۱۳۶۹؛ میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

#### ۱۵-۱- آبیاری

اولین آبیاری ذرت ترجیحاً قبل از کاشت و یا بعد از کاشت صورت می‌گیرد. تا زمان سبز ذرت ممکن است به آبیاری دیگری نیاز باشد، که می‌بایستی به صورت سبک انجام شود. غالباً انجام یک آبیاری سبک طی ۵ تا ۷ روز بعد از آبیاری دوم ضرورت دارد. ذرت در مراحل به ساقه رفتن تا خمیری شدن دانه به کمبود رطوبت خاک حساس است. از مرحله خمیری به بعد به تدریج بر مقاومت گیاه به خشکی افزوده می‌شود (خدابنده، ۱۳۶۹؛ میرهادی، ۱۳۸۰).

## ۱-۱۶- گرده افشانی

ذرت بوسیله باد بارور می شود. بنابراین لقاح بوسیله گرده سایر انواع ذرت می تواند کیفیت دانه را کاهش دهد.

## ۱-۱۷- برداشت محصول

برای برداشت محصول، رطوبت دانه باید بین ۲۰ تا ۲۵ درصد باشد. اگر قرار باشد که محصول برداشت شده را مورد مصرف دام قرار دهند، ذرت را می توان با رطوبت ۲۵ تا ۲۸ درصد هم برداشت کرد. امروزه برداشت بلال را با دستگاه های بلال چین و همچنین جدا نمودن دانه های ذرت را از بلال، با دستگاه دانه کن انجام می دهند. دستگاه بلال چین، بلال ها را از بوته می چیند و غلاف های آن را جدا می کند. دستگاه دانه کن هم دانه های ذرت را از بلال جدا می نماید. برای انبار کردن دانه های بلال، باید رطوبت آنها را به ۱۷ درصد رساند. دمای انبار نباید بیش از ۱۰ درجه سانتی گراد باشد. البته دانه های با رطوبت بیش از ۱۷ درصد را می توان در دماهای بالاتر هم نگهداری نمود (خدابنده، ۱۳۶۹؛ میرهادی، ۱۳۸۰؛ امام، ۱۳۸۶).

# فصل دوم

## بررسی منابع

## بررسی منابع

### ۱-۲- اهمیت تراکم

یکی از عوامل مهم برای بدست آوردن حداکثر عملکرد در زراعت ذرت تعیین تراکم مناسب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام کشت شده می باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). در طول چند دهه گذشته تراکم گیاهی در راستای تولید عملکرد همواره مورد توجه بوده است (کاردول، ۱۹۸۴). هرسیستم تولید گیاهی برای کسب عملکرد بالا نیازمند جمعیت خاص است (اولسن و ساندر، ۱۹۸۸). در واقع در مراحل ابتدایی رشد گیاه زراعی برای دستیابی به محصول خوب هر کوششی باید صورت پذیرد تا تعداد کافی بوته استقرار یابد. تعیین تراکم مطلوب در گیاهان زراعی از مهمترین و کم هزینه ترین فاکتورهای تعیین کننده عملکرد دانه است. یک تراکم گیاهی مناسب را می توان با تغییر در فواصل ردیف ها و فاصله بوته ها روی ردیف فراهم آورد. برای یافتن ظرفیت تبدیل انرژی خورشیدی به تولید دانه درک چگونگی اثرات متقابل مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه در یک اجتماع و عملیات مدیریتی که به گیاه اجازه استفاده حداکثر از منابع رشدی را می دهند ضروری است.

### ۲-۲- تراکم در ذرت

ذرت گونه زراعی علفی است که غالبا به تغییرات تراکم گیاهی حساس است و در زمینه تغییرات تراکم گیاهی از سایر اعضاء خانواده حساس تر است. ارائه تعریف واحد برای بیان تراکم بوته ساده نیست. در گیاهان زراعی نظیر ذرت و چغندر واحد یک بوته است (صادقی، ۱۳۸۲). در غلات به علت پنجه زنی واحد بوته مطلوب نیست و می بایست اجزای عملکرد را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (آنونیموس، ۱۹۸۶).

ارقام تجاری و هیبرید ذرت در مقایسه با سایر غلات معمولا پنجه موثر و مفیدی تولید نمی کنند و استعداد کمتری در مزرعه برای جبران و کسری تعداد بوته سرپا از خود نشان می دهد لذا در زراعت ذرت تعیین میزان مصرف بذر در هکتار از اهمیت خاصی برخوردار است (گاردنر و همکاران، ۱۹۸۵).



واکنش گیاه به تراکم شکل مجانب دارد یعنی با افزایش تراکم در محدوده های پایین تر محصول در واحد سطح به صورت خطی افزایش می یابد اما بتدریج سرعت افزایش افت نموده و به حداکثر تولید می رسد سپس با افزایش تراکم محصول افزایش نمی یابد. بدلیل تغییر تراکم مطلوب با توجه به فاکتور های محیطی و فاکتورهای قابل کنترل تنها یک توصیه خاص برای تراکم وجود ندارد. دوویک و گاسمن (۱۹۹۹) و مول و کامپارت (۱۹۷۷) نشان دادند که هیبریدهای جدید تنش حاصل از تراکم های بالاتر را بهتر از هیبریدهای قدیمی تحمل می نمایند. با افزایش تراکم در حالی که عملکرد هر گیاه کاهش می یابد، مجموع جذب نور توسط کانوپی در حداکثر مقدار بوده و عملکرد کل افزایش می یابد (زهتابیان، ۱۳۷۵). در مورد شرایط محیطی خوب و مدیریت صحیح و ارقام زودرس تراکم های بوته بهینه در کشور ما از ۷۰ تا ۱۰۰ هزار گزارش شده است (دستفال و امام، ۱۳۷۵؛ عجم نوروزی و بحرانی، ۱۳۷۷؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۷۹؛ صادقی و بحرانی، ۱۳۷۹). گریسون (۲۰۰۲) گزارش کرد که بهترین تراکم بوته بر روی ردیف فاصله ۲/۳ تا ۳/۵ سانتیمتر می باشد این در حالی است که فاصله بین ردیف ها ۲/۷۶ سانتیمتر می باشد. پیت (۲۰۰۴) تراکم ۳۰۰-۵۴۳۰۰ بوته در هکتار را با فاصله ردیف های بین ۲/۷۶ تا ۶/۱۰۶ سانتیمتر و فاصله بوته های روی ردیف ۴/۳۰-۲/۱۵ سانتیمتر برای مناطق جنوبی آمریکا توصیه می کند. هاشمی دزفولی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند که تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار در شرایط آب و هوایی خوزستان با توجه به کامل نشدن پوشش کانوپی مزرعه کم بوده و به نظر می رسد تراکم بیش از ۷۵۰۰۰ بوته عملکرد بیشتری در خوزستان تولید می نماید. بنابراین برای یافتن بهترین تراکم گیاهی باید بررسی های لازم در مناطق مختلف صورت پذیرد.

### ۳-۲- انتخاب تراکم بوته

انتخاب تراکم بوته باید بر پایه عوامل گیاهی و محیطی زیر استوار باشد:

- اندازه بوته: که بطور عمده نمایانگر سطح برگ در هر گیاه می باشد.
- پنجه دهی یا منشعب شدن: که یک راه موثر افزایش سطح برگ در هر گیاه می باشد.

- خوابیدگی یا ورس: افزایش تراکم موجب ضعیف شدن و کاهش قطر ساقه ها و افزایش ارتفاع گیاه می گردد که در نتیجه باعث خوابیدگی بوته ها و در نتیجه کاهش عملکرد قابل برداشت می شود.
- درجه رسیدگی رقم و طول فصل رشد: برای کسب حداکثر عملکرد هیبریدهای زودرس بدلیل کوچکتر بودن اندازه، تولید برگ کمتر و داشتن سطح برگ کوچکتر در هر گیاه و وجود مشکلات سایه اندازی کمتر نسبت به دیررس ها به تراکم گیاهی بالاتری نیاز دارند. در زودرس ها داشتن تعداد بیشتری گیاه در واحد سطح برای تولید شاخص سطح برگ که قادر به حداکثر جذب تشعشع خورشید باشد یک ضرورت است. اولسن و سندر (۱۹۸۸) بیان نمودند طول فصل در هر موقعیت جغرافیایی فاکتوری است که با رسیدگی رقم برای کسب حداکثر عملکرد اثر متقابل دارد. در عرض های جغرافیایی بالاتر بدلیل کاهش انرژی نورانی قابل دسترس و کوتاهتر بودن طول فصل رشد، وارپته های زودرس با تراکم گیاهی مطلوب بالاتر می توانند نقش بهتری ایفا نمایند، یخبندان دیررس بهاره و زودرس پاییزه فصل رشد این مناطق را کاهش می دهد. دمای معتدل بهار و تابستان رشد رویشی ذرت را محدود می نماید. دو فاکتور فوق در افزایش عملکرد دانه ذرت در پاسخ به جمعیت گیاهی بالاتر مشارکت می نمایند.
- زمان کاشت: بر روی رشد گیاه تاثیر مشخصی می گذارد و به تبع آن تراکم نیز ممکن است تحت تاثیر قرار گیرد.
- آب قابل دسترس: در شرایط رطوبت کافی در مقایسه با محدودیت رطوبتی می تواند تعداد بوته را افزایش داد.
- فاصله ردیف: تغییر در فواصل ردیف، فاصله بین بوته ها در روی ردیف را تغییر می دهد.
- حاصلخیزی خاک: وجود یک اثر متقابل با افزایش حاصلخیزی تعداد بوته در هکتار نیز می تواند افزایش یابد و همچنین با افزایش تراکم مصرف کود نیز افزایش خواهد یافت در تراکم مناسب میزان تعادل اجزاء عملکرد باعث افزایش عملکرد دانه می شود.

- هدف کاشت: تراکم در ارقام علوفه ای و دانه ای متفاوت بوده به نحوی که برای تولید علوفه تعداد گیاه در واحد سطح افزایش می یابد.
- نوع هیبرید: ارقام هیبرید ممکن است از نظر میزان واکنش نسبت به تراکم اختلاف فاحشی نشان دهند که این اختلاف ممکن است ناشی از ارتفاع بوته و تعداد و سطح برگ بیشتر زمان رسیدگی و فعالیت آنزیم های کاهش دهنده نیترا ت باشد که علاوه بر ژنتیک، عوامل خارجی مانند همزمانی دوره بحرانی رشد گیاه با میزان رطوبت یا گرما موجب تفاوت واکنش به تراکم می گردد (میر هادی ۱۳۸۰).

#### ۲-۴- جمعیت گیاهی نامطلوب در ذرت

به نظر می رسد بسیاری از ویژگی های فیزیولوژیک و مرفولوژیک گیاه ذرت با عملکرد دانه ارتباط داشته باشد (زعفریان و همکاران، ۱۳۸۳). رقابت درون جامعه گیاهی متاثر از تراکم بوته می باشد و تراکم بر رشد رویشی و زایشی گیاه تاثیر دارد. چنانچه تعداد کافی بوته در واحد سطح وجود نداشته باشد منابع محیطی موجود به طور کامل مورد بهره برداری قرار نمی گیرند و برعکس کاشت با تراکم های خیلی زیاد بدلیل افزایش رقابت درون و برون بوته ای در مراحل مختلف رشد موجب کاهش قابل ملاحظه عملکرد می شود (خواجه پور، ۱۳۶۶). در تراکم های کم هیبریدهای مدرن ذرت نمی توانند بطور موثر پنجه بزنند و تولید تنها یک خوشه در گیاه، نمی تواند جبران سطح برگ کم و تعداد کم واحدهای تولید مثل را بنماید و هنگامی که تراکم افزایش می یابد:

- ممکن است الگوی رشد و نمو را تغییر دهد و تغییراتی در تولید کربوهیدرات و تخصیص مواد پرورده بین قسمت های مختلف گیاهی بوقوع بپیوندد و در نتیجه ممکن است تعداد زیادی از بوته ها عقیم شوند بدین لحاظ تولید دانه کاهش یافته در حالی که تولید ماده خشک کل ثابت باقی بماند (هارپر، ۱۹۶۱).
- رقابت بین گیاهان برای نور، آب و مواد غذایی افزایش می یابد که این امر ممکن است به دلیل تحریک غالبیت انتهایی، تحریک عقیمی و نهایتاً کاهش تعداد خوشه، طول خوشه، ابعاد

خوشه، وزن هزار دانه و دانه در خوشه برای عملکرد نهایی محدودیت ایجاد نماید (سنگل و سالوادور، ۱۹۸۸).

- از جمله نتایج رقابت در تراکم بالا کاهش در قطر ساقه و افزایش ارتفاع گیاه و ارتفاع بلال از سطح زمین است. افزایش ارتفاع در گیاه برای جذب بیشتر نور است.
- فتوسنتز بدلیل کاهش تشعشعات فعال فتوسنتزی و سایه اندازی و کاهش غلظت کلروفیل ها کاهش می یابد.
- هنگامی که تراکم بیش از حد مطلوب افزایش می یابد بدلیل کاهش شاخص برداشت و افزایش وزن ساقه عملکرد دانه ذرت کاهش می یابد.
- تاخیر در ظهور گل تاجی رخ داده، فاصله زمانی مرحله ظهور گل آذین نر و ماده و عدم پیر شدن دانه ها افزایش می یابد و نمو ابریشم نیز کاهش می یابد (اولگونلا و همکاران، ۱۹۸۸).
- درصد ورس ساقه افزایش می یابد.
- تغییر ماشین های کاشت و افزایش هزینه بهمره خواهد داشت.
- مجموع نیتروژن محتوی دانه کاهش می یابد.
- با کاهش مقدار نور در کانوپی مقدار پروتئین و روغن در ذرت به حد قابل ملاحظه ای تقلیل می یابد.
- مقدار برخی شاخص های فیزیولوژیکی از جمله LAI، CGR و LAD افزایش و بالعکس NAR و RGR کاهش می یابند.
- تجمع ماده خشک کل افزایش می یابد.

## ۵-۲- اهمیت الگوی کاشت در ذرت

عملکرد دانه همواره متأثر از رقابت درون و برون گیاهی برای دستیابی به عوامل تولید است. لذا برای به حداقل رساندن این دو رقابت و حصول حداکثر محصول، انتخاب حد مطلوب تراکم گیاهی و نحوه توزیع بوته در واحد سطح از اهمیت زیادی برخوردار است. تحقیقات اخیر بهبود فضای درون

ردیف را مفید ارزیابی می نمایند و آن را یک راه افزایش عملکرد با هزینه حداقل می دانند. در یک مزرعه یکنواختی بوته سرپا یک جزء مهم افزایش عملکرد می باشد و به نظر می رسد که توجه به این امر در نزدیک شدن به پتانسیل تولید نقش موثری داشته باشد. گیاهان باید در فاصله معینی از خود قرار بگیرند به طوری که حداقل رقابت و حداکثر عملکرد در یک آرایش مناسب تولید گردد. تعیین الگوی مناسب کاشت برای استفاده مطلوب از نهاده ها، مانند زمین آب، نور و مواد غذایی نقش مفید و موثری دارد و موجب افزایش کمی و کیفی محصول می شود (شورگستی، ۱۳۷۷).

جذب نور توسط گیاهان زراعی از عوامل زراعی موثر در تولید بشمار می رود. آرایش کاشت باید به نحوی باشد که گیاه بتواند از تابش نور خورشید حداکثر استفاده را بنماید. زیرا در سطح یک مزرعه کارایی جذب انرژی تابشی به سطح برگ کافی و با توزیع یکنواخت بستگی دارد. یکنواخت سازی گیاهان به دلیل مساوی کردن فواصل و افزایش کارایی کاربرد منابع در جهت دستیابی به عملکردهای بالا مفید خواهد بود. اثر توزیع یکنواخت بوته در واحد سطح بر توزیع مناسب نور دریافتی در درون پوشش گیاهی نمایان می شود. بنابراین اثر الگوی کاشت و تراکم گیاهی بر محصول، عمدتاً به علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی خورشید است و افزایش جذب تشعشع نیز به افزایش عملکرد منجر می گردد. بوته های کوتاه برای آنکه به طور موثری نور دریافت نمایند باید در فواصل ردیف نزدیک تری کشت شوند. احتمالاً الگوی دو ردیفه بدلیل استفاده بهتر از کانوپی و آب نقش بهتری در تنش های آبی ایفا می نماید. در این الگو جابجایی بهتر هوا و خشک شدن بهتر برگ ها محیط نامناسبی را برای بیماریها فراهم می گردد. در زمینه آرایش کاشت ذرت روی عملکرد دانه و سایر اجزاء آن در کشور ما پژوهش چندانی صورت نگرفته است. بنابراین با بررسی های دقیق در هر منطقه می توان آرایش کاشت مناسب گیاهان ردیفی را مشخص نمود. زهتابیان (۱۳۷۵) بیان کرد از عواملی که می توان تابش نور به داخل پوشش گیاهی را توسط آن کم و زیاد کرد، ساختار ژنتیکی گیاه و آرایش کاشت است که بدین نحو می تواند سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شود. دانکن (۱۹۸۴) و کلود (۱۹۹۷) نشان دادند حجم ریشه ها نیز به دلیل دارا بودن فضای وسیعتر، نسبت به روش کشت تک ردیفه بیشتر می باشد و در مجموع ریشه ها در سطح و عمق بیشتری توسعه یافته و از مواد غذایی

بهتر می توانند استفاده کنند. برخی مطالعات انجام شده در کشور حاکی از برتری آرایش کاشت دو ردیفه نسبت به یک ردیفه می باشد (بذر افشان و همکاران، ۱۳۸۳؛ طهماسبی و یغموری، ۱۳۸۳). شورگشتی (۱۳۷۷) و کلود (۱۹۹۷) نتیجه گرفتند در کشت دو ردیفه، بوته های ذرت به دلیل برخورداری از نور و تغذیه بهتر نسبت به کشت یک ردیفه، دارای ارتفاع، قطر ساقه و محل استقرار بلال بهتری می شوند. همچنین به دلیل رشد سریعتر و توزیع مناسب تر بوته ها، در کشت دو ردیفه پوشش سبز مزرعه زودتر صورت می گیرد و از تبخیر سریع و شدید مزرعه جلوگیری می شود و بوته ها با سایه اندازی بیشتر مانع رشد علف های هرز و هدر رفتن رطوبت و سایر نهاده ها می شوند و کارایی انرژی خورشید از طریق جذب بیشتر توسط برگ ها افزایش خواهد یافت (سیده وند و همکاران، ۱۳۷۸). نتایج برخی از تحقیقات نشان می دهد، الگوی کاشت دو ردیفه ذرت در طرفین پشته به فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر بجای کشت نواری تک ردیفه بر روی وسط پشته ها (شیوه رایج) صورت می گیرد. در این شیوه کشت، توزیع بوته ها بر روی هر پشته به صورت متوازی الاضلاع خواهد بود. این آرایش فاصله، فضای مناسب تری را برای هر بوته جهت بهره گیری از نور و جذب رطوبت و کود و سایر عناصر فراهم می نماید (دانکن، ۱۹۸۴؛ پروتر و همکاران، ۱۹۹۷؛ اسپراگ و دودلی، ۱۹۸۸؛ کوچکی، ۱۳۶۷ و مودب شبستری، ۱۳۶۹). الگوی کاشت دو ردیفه به دلیل ایجاد یک پوشش متراکم و افزایش شاخص سطح برگ مشروط بر اینکه فواصل و نحوه کاشت متوازی الاضلاع در آن به لحاظ توزیع مناسب بوته ها در روی پشته و به حداقل رساندن سایه اندازی به درستی رعایت شده باشد، باعث افزایش راندمان استفاده از نور و حداکثر جذب تشعشع شده که به سهم خود نقش مهمی در افزایش عملکرد بیولوژیکی زیست توده بر جای خواهد گذاشت. مطالعات در زمینه یکنواختی فواصل گیاهی نتایج متناقضی را ارائه نمودند (مظاهری، ۱۳۷۷). نجفی نژاد و همکاران (۱۳۸۳) تفاوت معنی داری بین آرایش کاشت دو ردیفه و یک ردیفه ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ پیدا نکردند که دلیل آن را شدت بالای تشعشع خورشید و عدم محدودیت نوری و رقابت بین بوته ها در دو الگو گزارش نمودند. گلن و داینارد (۱۹۹۳) طی آزمایشی با بررسی اثرات ژنوتیپ، آرایش کاشت و تراکم گیاهی معتقد بودند که در صورت گرایش به سمت مربع عملکرد افزایش می یابد. نلسون و

همکاران (۱۹۹۸) آنالیزهای رشد ذرت را در آرایش کاشت مربع و مستطیل مورد بررسی قرار دادند و دریافتند علاوه بر اینکه در آرایش کاشت مربع از سرعت رشد و شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند روند کاهشی سرعت رشد نسبی نیز نسبت به آرایش کاشت مستطیل کمتر بود. لذا آنها بیوماس بیشتر در آرایش کاشت مربعی را ناشی از روند کاهش کمتر سرعت رشد نسبی در این آرایش می دانند در همچنین میزان اسمیلاسیون خالص در آرایش کاشت مربع و مستطیل تفاوتی نداشت.

## ۶-۲- نیتروژن و گیاهان زراعی

نیتروژن از فراوان ترین عناصر موجود در کره زمین است، کمبود نیتروژن از مشکلات اصلی مواد کشت در گستره جهان می باشد. اتمسفر محیط گیاه حاوی ملکول های نیتروژن است. نیتروژن مهمترین عنصر غذایی و مهمترین ماده غذایی مصرفی در کشت گیاهان غیر لگوم است (کارانکا و همکاران، ۱۹۹۹؛ دی توماسو، ۱۹۹۵؛ پترسون و همکاران، ۱۹۹۵). گیاهان سالم غالباً شامل ۳ تا ۴٪ نیتروژن در اندام هوایی هستند. که به استثنای کربن، هیدروژن و اکسیژن غلظت آن نسبت به دیگر مواد غذایی بالاتر است. منبع اصلی نیتروژن که بوسیله گیاهان استفاده می شود گاز  $N_2$  است که ۷۸ درصد هوا را تشکیل می دهد. بدلیل سیکل های پیچیده نیتروژن در محیط گیاه مدیریت نیتروژن کار مشکلی است. نیتروژن عنصری است که عرضه آن بوسیله انسان قابل تنظیم است. این عنصر نقش اساسی در باروری گیاهان ایفا می کند زیرا یک ترکیب اصلی در اسید های آمینه، پروتئین ها، اسید های نوکلئیک و کلروفیل می باشد. به علاوه نیتروژن نقش ویژه ای در استقرار گیاه و کسب توانایی های فتوسنتزی و فیزیولوژیکی متعدد دارد که در نهایت تاثیر مستقیمی بر روی عملکرد خواهد داشت (اندرسون، ۱۹۸۴؛ بلوو و جنتری، ۱۹۹۲). کبود نیتروژن قابل دسترس برای گیاه در نهایت منجر به کاهش توانایی گیاه در جذب نور و آب هم می شود. از این رو نیتروژن در رشد، نمو و فرآیندهای فیزیولوژیک و مرفولوژیک گیاهان نقش اساسی دارد (کروپف و وان لار، ۱۹۹۳؛ بالار و کاسال، ۲۰۰۰؛ بومن و همکاران، ۲۰۰۱). با افزایش میزان نیتروژن در برگ، فتوسنتز به شکل خطی افزایش می یابد (مک کلوف و همکاران، ۱۹۹۴؛ ونگ و همکاران، ۱۹۸۵؛ سینکلیر و هورری، ۱۹۸۹). سینکلیر و هورری (۱۹۸۹) دریافتند که کارایی مصرف نور (RUE) در ذرت هنگامی که محتوای نیتروژن برگ از

۰/۶ گرم نیتروژن در مترمربع برگ کاهش یافت به شکل معنی داری کاهش پیدا کرد. در مطالعه ای دیگر ولف و همکارانش (۱۹۸۸) دریافتند که طول عمر برگها در تیمارهایی که کود نیتروژن دریافت نکرده بودند نسبت به گیاهانی که کود دریافت کرده بودند در حدود ۱۰ تا ۳۰ روز کاهش یافت. علاوه بر این، کاهش در میزان نیتروژن مورد نیاز باعث کاهش در بیوماس و محتوای نیتروژن برگ و در نهایت کاهش فتوسنتز گیاه می گردد (مک کلوف و همکارانش، ۱۹۹۴؛ مک کوو و دیویس، ۱۹۸۸). مک کلوف و همکارانش (۱۹۹۴) اذعان داشتند که کاهش در میزان ذخیره نیتروژن خاک از ۱۵ میکرو مول نیتروژن به ۵ میکرومول باعث افزایش تعداد روزها از مراحل ۴ تا ۸ برگی از ۲ تا ۸ روز و ۸ تا ۱۲ برگی از ۴ تا ۵ روز در ذرت می گردد. کمبود نیتروژن باعث تاثیرات منفی در سرعت و میزان جوانه زنی، میزان ظهور برگها، شاخص سطح برگ، تاخیر در فرآیندهای توسعه ای و فیزیولوژیکی می شود. همچنین این کمبود باعث تسریع در فرآیند پیری برگها، کاهش در بیوماس کل گیاه و در نهایت کاهش در عملکرد می شود (لمکوف و لومیس، ۱۹۸۶؛ مک کلوف و همکاران، ۱۹۹۴؛ مک کوو، ۱۹۸۸؛ تولنار و داینارد، ۱۹۸۲؛ سوانتون و کاسکارت، ۲۰۰۴). به علاوه کمبود نیتروژن در مراحل مختلف رشد، علاوه بر تاثیر منفی روی کمیت عملکرد، بر کیفیت آن نیز به دلیل نقشی که نیتروژن در ترکیبات بیوشیمیایی نظیر آمینو اسیدها و پروتئین ها دارد، تاثیرات سوء می گذارد (لکوئور و سینکلیر، ۲۰۰۱؛ نوا و لومیس، ۱۹۸۱). در کودهای آلی و معدنی آمونیوم ( $NH_4^+$ ) و نترات ( $NO_3^-$ ) تنها یون های اصلی فرم نیتروژن می باشند، که بصورت فعال توسط گیاهان جذب می شوند. نیتروژن عمدتاً به صورت نترات و در شرایط احیایی مقداری نیز به شکل آمونیوم جذب گیاه می گردد. نترات ورودی به درون گیاه با دخالت آنزیم های احیاء کننده، به نیتروژن آمونیاکی تبدیل می گردد. نیتروژن آمونیاکی با کربن ترکیب و اسید گلوتامیک را می سازد، این اسید نیز به نوبه خود به بیش از ۱۰۰ نوع اسید آمینه تبدیل می شود. اسیدهای آمینه مختلف با یکدیگر پیوند حاصل کرده و پروتئین ها را می سازند. پروتئین هایی که در ساختار گیاهی بوجود می آیند اکثراً جزء ساختار آنها نبوده، بلکه به عنوان آنزیم در امر سوخت و ساز گیاه، از جمله احیاء نترات و ساخته شدن پروتئین دخالت می نمایند. نیتروژن علاوه بر ساختن پروتئین ها، قسمتی از کلروفیل را نیز تشکیل می دهد، لذا کمبود نیتروژن سبب زرد



شدن برگهای پیر و در نهایت توقف رشد گیاه می گردد. از سوی دیگر پیامد زیادی مصرف نیتروژن، رویش بیش از حد گیاه و به رنگ سبز تیره در آمدن برگها است. ممکن است افزایش نیتروژن خاک، در صورتی که سایر عناصر غذایی کم باشد، دوره رشد گیاه را طولانی تر کرده، و رسیدن محصولات را به تاخیر اندازد. عرضه نیتروژن با مصرف کربوهیدرات ها رابطه معکوس دارد. هنگامی که نیتروژن به مقدار کافی در اختیار گیاه نباشد، انباشتگی کربوهیدراتها در سلول های رویشی سبب افزایش ضخامت آنها می گردد. چنانچه نیتروژن اضافی به گیاه رسیده و شرایط رشد مناسب نباشد، کربوهیدرات ها صرف ساختن پروتئین شده و به همین خاطر، اب بیشتر جذب پروتوپلاسم گیاه گشته و در نتیجه گیاه ترد و شکننده می شود. زیادی نیتروژن سبب ورس و کاهش درصد قند در چغندر قند گشته و همچنین به علت آبدار کردن پروتوپلاسم، گیاه را در برابر بیماری ها و حملات حشرات حساستر می نماید. مقدار نیتروژن در اندامهای گیاهی بعد از کربن، اکسیژن و هیدروژن، حداکثر بوده و نخستین عنصر غذایی است که کمبود آن در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک مطرح می شود. در این مناطق مقدار مواد آلی که عمدتاً منبع ذخیره نیتروژن محسوب می گردند به دلایلی پر شمار، از جمله بارندگی اندک، نبود تناوب زراعی مناسب، دمای زیاد، رطوبت نسبی پایین، پوشش گیاهی ناچیز و میانگین مصرف کودهای حیوانی و کود سبز اندک است. میزان نیتروژن در اندام های گیاهی بسیار متفاوت بوده ولی میانگین آنها در ماده خشک حدود ۲ درصد است. میزان نیتروژن که بوسیله گیاهان مختلف با عنایت به عملکرد آنها برداشت می شود متفاوت می باشد. غلظت نیتروژن در گیاه بستگی به مقدار نیتروژن در خاک، نوع گیاه، اندام گیاهی و مرحله رشد دارد. پویایی بسیار نیتروژن در گیاه سبب می گردد که در زمان کمبود آن، برگهای جوان سبز، ولی برگهای پیر زرد شوند. هنگامی که ریشه ها از عهده جذب نیتروژن به میزانی که رشد گیاه را تامین کنند بر نمی آید، ترکیبات نیتروژنی (پروتئین ها) در اندامهای پیر تجزیه و به برگهای جوان منتقل و در پروتوپلاسم جدید مورد استفاده قرار می گیرند. بدیهی است که برای پیشگیری از بروز علائم زردی می بایستی مقدار نیتروژن خاک در حد مطلوب باشد. میزان جذب نیتروژن تحت شرایط اکوسیستم تعیین می گردد. معمولاً گیاهان با باروری پایین تقاضای نیتروژن پایین تری نیز دارند. میزان کل نیتروژن جذب شده بوسیله گیاهان در واحد

سطح زمین در اقلیم هایی مختلف نیز متفاوت است. در اغلب گیاهان زراعی جذب بالای نیتروژن اهمیت دارد، اما میزان کل نیتروژن جذب شده در گونه های گیاهی مختلف ممکن است یکسان یا متفاوت باشد. برای مثال در گندم ۷۵٪ از نیتروژن در دانه ها تجمع می یابد و پنبه تنها در حدود ۵۰٪ از نیتروژن را از خاک جذب می کند.

#### ۲-۷- نیتروژن آلی خاک

نیتروژن آلی خاک شامل پروتئین ها (۲۰ تا ۴۰ درصد)، قندهای آمینه شامل هگزا آمین ها (۵ تا ۱۰ درصد) مشتقات پورین و پریمیدین (۱ درصد یا کمتر) و ترکیبات پیچیده ناشناخته که بوسیله واکنش آمین ها تشکیل شده اند می باشد. بخشی از نیتروژن آلی نیز به صورت ترکیبات رس هوموس است که در برابر تجزیه مقاومند. این امر نشان می دهد که چرا فقط جزء کوچکی از نیتروژن غیر قابل استفاده برای رشد گیاهان زراعی قابل دسترس می شود (معز اردلان و تواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱).

#### ۲-۸- معدنی شدن نیتروژن آلی خاک

معدنی شدن نیتروژن آلی خاک یک فرایند میکربی است که طی آن فرم آلی نیتروژن به فرم های معدنی تبدیل می گردد (آمونیم، نیتريت و نترات). معدنی شدن در سه مرحله متوالی به نام های آمینیزاسیون، آمونیاک سازی و نترات سازی صورت می پذیرد. دو واکنش اول به وسیله میکروارگانیسم های هتروتروف انجام می پذیرد در حالی که سومی به وسیله باکتری های اتوتروف صورت می گیرد. نیتروژن آلی خاک از تجزیه مواد گیاهی ناشی گردیده است، و سرانجام به خاک باز می گردد. این نیتروژن آلی ممکن است به دو شکل، نسبتا در دسترس (بقایای گیاهی و زی توده ی میکربی) و ترکیبات آلی مقاوم تر به تجزیه وجود داشته باشند. (معز اردلان و تواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱)

#### ۲-۹- آمینیزاسیون

باکتری ها، قارچ ها و اکتینومیست ها ملکول های آلی پیچیده را تجزیه کرده آمین ها و آمینو اسید ها را آزاد می کنند. این فرایند به آمینیزاسیون مشهور است. باکتری ها و اکتینومیست ها غالبا در شرایط خنثی و قلیایی غالب هستند در حالی که قارچ ها تحت شرایط اسیدی فعالیت بیشتری

دارند. بیشترین نیتروژنی که در طول یک فصل رشد تحت تاثیر فرایند آمینیزاسیون قرار می گیرد، از تجزیه پروتئین ها و اسید های آمینه که از تجزیه بقایای گیاهی و سلول های میکروبی ناشی شده اند، منشا می گیرد و به مقدار کمتری از تجزیه منابع مقاوم تر به تجزیه نظیر لیگنوپروتئین و هوماتها منشاء می گیرند. (معز اردلان و تواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱)

## ۱۰-۲- آمونیاک سازی

آمونیاک سازی که بوسیله آن فرم های آلی نیتروژن خاک به آمونیاک یا یون آمونیوم تبدیل می گردد یک فرایند زیستی است. واکنش های نهایی این فرایند هیدرولیز گروه های آمینه است. نیتروژن در اسیدهای آمینه آزاد شده و در فرایند آمینیزاسیون تحت تاثیر انواع باکتری های هتروتروف به فرم معدنی آمونیوم تبدیل می گردد. هر دو نوع ارگانسیم هوازی و غیر هوازی قادرند این واکنش را انجام دهند. همچنین انواع مختلفی از باکتری ها، قارچ ها و اکتینومیست ها قادرند آمونیاک را آزاد نمایند، آمونیوم آزاد شده ممکن است:

۱- بوسیله تصعید آمونیاک تلف گردد.

۲- از طریق گیاه مصرف گردد.

۳- جذب سطحی کانی های رسی شود.

۴- در شبکه کریستال های رسی ۲:۱ انبساط پذیر، تثبیت گردد.

۵- بوسیله میکرو ارگانسیم های خاک غیر قابل تحرک گردد.

۶- به نیترات تبدیل شود.

آمونیاک سازی می تواند در هر دو شرایط هوازی و بی هوازی انجام گیرد هرچند سرعت آن در

شرایط هوازی بیشتر می باشد. (معز اردلان و تواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱)

## ۱۱-۲- نیترات سازی

نیترات سازی فرایندی دو مرحله ای است: در مرحله اول آمونیوم به نیتريت ( $\text{NO}_2$ ) و در مرحله دوم نیتريت به نیترات ( $\text{NO}_3$ ) تبدیل می شود. گروهی از باکتری های اتوتروف اجباری به نام نیتروزوموناس مسئول مرحله اول یعنی تبدیل آمونیوم به نیتريت می باشند. تبدیل نیتريت به نیترات به وسیله گروه دیگری از باکتری های اتوتروف اجباری به نام نیترو باکتر انجام می پذیرد. لازم به ذکر است که، اگرچه نیتروزوموناس و نیتروباکتر مهمترین ارگانيسم های مسئول برای واکنش فوق الذکر می باشند اما بعضی از هتروتروف ها نیز می توانند این واکنش ها را با سرعت خیلی کمتری انجام دهند. نیترات تولید شده ممکن است:

۱. بوسیله گیاهان جذب شود.
۲. بوسیله آبشویی، با افزایش غلظت نیترات در آب های زیر زمینی سلامتی را به خطر اندازد.
۳. تحت شرایط غیر هوازی، به وسیله نیترات زدایی تلف گردد که آلودگی هوا را پیش می آورد.
۴. بوسیله میکروارگانيسم ها غیر متحرک گردند.

تبدیل آمونیوم به نیتريت و سپس نیترات با عنوان نیتريفیکاسیون تعریف می شود. در شرایط هوازی خاک و در دماهای بالاتر از یخ زدگی همه فرم های نیتروژن به استثنای گاز نیتروژن، از طریق میکروارگانيسم ها به فرم نیترات تبدیل می شوند. نیتريت به عنوان یک تولید واسطه بین آمونیوم و نیترات برای گیاه و حیوان یک ماده سمی محسوب می شود. خوشبختانه تحت اغلب شرایط خاک، تبدیل نیتريت به نیترات بسیار سریعتر رخ می دهد. نیترات شامل یک بار منفی است که مشابه با بار الکتریکی قطعات رس است و برخلاف یون آمونیوم یون های نیترات جذب قطعات رس نخواهد شد بنابراین ملکول های نیترات برای جابجایی درون آب خاک آزاد هستند. این یون ها بوسیله بخارات رطوبتی به سطح خاک و بوسیله بارندگی یا آبیاری به قسمتهای پایینی خاک حمل می شوند. بدین ترتیب فرم آمونیوم بوسیله خاک نگهداری می شود و تلفات نیتروژن نیتراتی به صورت های مختلف از ناحیه ریشه صورت می گیرد. (معز اردلان و تواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱).

## ۱۲-۲- آلی شدن نیتروژن

غیر متحرک شدن نیتروژن وقتی است که نیتروژن معدنی خاک از طریق فعالیت زیستی به فرم های آلی تبدیل گردد. غیر متحرک شدن نیتروژن یا کود وقتی اتفاق می افتد که مقادیر زیادی مواد غنی از کربن ( برای مثال، بقایای گیاهی با نیتروژن کم مثل کاه غلات، قند ها، الکل) به خاک اضافه گردد. نتیجه یک بررسی مزرعه ای که در آن اوره نشاندار  $^{15}\text{N}$  نشان داد که در حدود ۱۶۷ و ۲۵/۶ درصد از نیتروژن بکار برده شده بعد از برداشت به فرم های آلی در خاک به صورت غیر متحرک باقی می ماند (گاسوان و همکاران، ۱۹۸۸). یافته های آزمایش مزرعه ای با  $^{15}\text{N}$  نشان داد که مصرف کودهای آمونیومی نسبت به کودهای نیتراتی، مقدار نیتروژن بیشتری را غیر متحرک می کنند (پولسون و همکاران، ۱۹۸۶). بنابراین مقادیر قابل توجه غیر متحرک شدن نیترات وقتی اتفاق می افتد که مقادیر فراوانی کربن در دسترس باشد (تیسدال و همکاران، ۱۹۸۵).

## ۱۳-۲- اسیمیلاسیون نیتروژن

مرحله ابتدایی اسیمیلاسیون احیاء نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) می باشد که در اغلب گیاهان صورت می گیرد و آنزیم کاتالیز کننده آن نیترات ردوکتاز می باشد. این آنزیم نیترات را به نیتريت احیاء می کند. نیترات ردوکتاز در سلول های ریشه و ساقه موجود می باشد. ظرفیت بافتهای ریشه برای اسیمیلات نیترات در ارتباط با محتوای کربوهیدرات ها می باشد (مینوتی و همکاران، ۱۹۶۹). اسیمیلاسیون آمونیوم نقش مرکزی را در متابولیسم نیتروژن گیاهان به عهده دارد. از راه های اصلی اسیمیلاسیون آمونیوم در بیشتر گیاهان سیکل گلوتامات سنتتاز می باشد. پروتئین ها از واحدهای ساختاری سیتوپلاسم و غشاها به عنوان حامل های انتقال می باشند، کاتالیست ها که الگو و سرعت فعالیت های شیمیایی را در سلول های گیاهی تعیین می کنند.

## ۱۴-۲- تثبیت زیستی نیتروژن

به طور کلی ارگانسیم های تثبیت کننده نیتروژن را می توان به دو گروه آزادزی و همزیست تقسیم بندی کرد. کل تثبیت بیولوژیکی در جهان تقریباً ۱۷۵ میلیون مگا گرم در سال برآورد شده است که نصف این مقدار توسط گیاهان لگومینوز ( $10^6 \times 80$  مگا گرم) انجام می شود. این گیاهان با باکتریهای خاک وارد همزیستی می شوند. این باکتری ها نیتروژن مورد نیاز گیاه را تثبیت می کنند و کربوهیدراتهای مورد نیازشان را از گیاهان تامین می کنند. تثبیت همزیستی نیتروژن در حد مطلوب در ارتباط با بالا بودن pH خاک (۷ یا بیشتر)، مناسب بودن رطوبت خاک، کافی بودن کلسیم قابل دسترس، هوای گرم و پایین بودن نیتروژن آلی در خاک می باشد. مشخص شده که میکروارگانسیم های خاک به اشکال مختلف نیتروژن موجود در خاک از قبیل آمونیوم ( $\text{NH}_4^+$ ) و نترات ( $\text{NO}_3^-$ ) حساسیت دارند. بیشترین تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اتمسفری بوسیله میکروارگانسیم های پروکاریوتی همزیست با گروهی از گیاهان انجام می گیرد. موجودات تثبیت کننده نیتروژن اتمسفری به پنج گروه بزرگ تقسیم می شوند و این ها خود به باکتری های غیر همزیست و همزیست مانند سیانو باکترها، ریزوکتونین ها، اکتینومیست ها و ریزوبیوم طبقه بندی می گردند. آنزیم نیتروژناز کمپلکسی است که مسئول احیاء نیتروژن به آمونیوم و تمام گروه های اصلی می باشد. نیتروژناز از دو یون پروتئین گوگردی که نیازمند منبع احیاء کننده و انرژی می باشد، تشکیل گردیده است. (معز اردلان و تواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱).

## ۱۵-۲- تثبیت غیر همزیستی نیتروژن

علاوه بر تثبیت نیتروژن به صورت همزیست در خاک، نیتروژن به وسیله باکتری های غیر همزیست ازتوباکتر (هوازی) و کلوستریدیوم (غیر هوازی) نیز تثبیت می گردد. برآورد ها، ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار در سال تثبیت نیتروژن را بوسیله باکتری های غیر همزیست را بیان می کنند. کشت خالص چنین ارگانسیم هایی با موفقیت در کشاورزی شوروی سابق انجام گرفت اما در ایالت

متحدہ تجربہ چندان موفقی نبود. ولی تمایل به استفاده از از تو باکتر در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. (معز اردلان و تواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱).

## ۱۶-۲- روش های افزایش بازده نیتروژن

برای حفظ تعادل نیتروژن در خاک می بایست از راه های مختلف، از جمله مصرف کودهای حیوانی و شیمیایی، در تامین نیتروژن کوشید. به دلیل کمبود مواد آلی خاک، معمولا میزان نیتروژنی که به صورت طبیعی از منابع مختلف به خاک های مناطق خشک و نیمه خشک اضافه می شود کمتر از مقدار نیتروژنی است که از راه های گوناگون از دسترس خارج می گردد مثلا میانگین جذب روزانه نیتروژن بوسیله جو (گیاه کم توقع) در فصل رشد بین یک تا دو کیلوگرم در هکتار است. ذرت با ۱۲ تن در هکتار عملکرد، حدود ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن را در هکتار از زمین خارج می کند. نزدیک به ۳۰-۷۰ درصد نیتروژن به صورت فراورده ها، ۱۰-۵ درصد از راه آبشویی نیترات، ۱۰ تا ۳۰ درصد از طریق تلفات گازی و فرسایش و ۲۰-۱ درصد به صورت مواد آلی از خاک خارج می شود. به بیانی دیگر، بطور میانگین ۵۰ درصد کودهای نیتروژنی جذب گیاه می گردد، ۳۵ درصد از طریق نیترات زدایی، فرسایش و آبشویی تلف می شود و ۱۵ درصد بقیه به صورت معدنی در خاک می ماند. پیامد افزایش پس مانده های گیاهی، کودهای حیوانی و کود سبز به زمین، حفظ تعادل نیتروژن خاک و بهبود خواص فیزیکی آن است. و زمان استفاده از کودهای نیتروژنه می بایستی با عنایت به نوع گیاه و نحوه گسترش ریشه آن پیش از گل رفتن به دفعات تنظیم شود، چون بیشترین نیاز گیاه به نیتروژن در این مرحله از رشد می باشد. کاربرد کودهای کند رها، نظیر اوره با پوشش گوگردی نیز همانند افزایش تدریجی نیتروژن می باشد. هنگامی که رطوبت خاک ناچیز و هوا گرم است باید از پخش کود نیتروژنه در سطح زمین پرهیز کرد.

## ۱۷-۲- دلایل ازدست رفتن نیتروژن در کودهای نیتروژنه

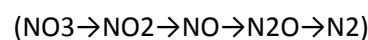
کاهش کارایی مصرف نیتروژن به دلیل خروج نیتروژن از دسترس گیاهان زراعی اثرات سوئی روی عملکرد گیاهان زراعی دارد. بطور کلی کودهای نیتروژنه پس از مصرف در خاک، ماندگاری خوبی نداشته و به سادگی از بین می روند. عواملی که باعث هدر روی این ماده مغذی می شوند، عبارتند از:

### ۱- شستشوی نیتروژن توسط آب ( Leaching )

در این حالت نیترات آماده جذب توسط آب به نقاط غیر قابل دسترس ریشه منتقل می شود. هنگامی که خاک بیش از ظرفیت نگهداری آب دارد صورت می گیرد. چنانچه آب در نیم رخ خاک جابجا شود نیترات را جذب خود کرده و آن را جابجا می نماید و این درحالی است که آبشویی در فرم آمونیومی حداقل است.

### ۲- پدیده دنیتریفیکاسیون ( Denitrification )

تحت شرایط غیر هوازی (اشباع) خاک، ارگانسیم های نیترات زدا، نیترات را از طریق یک رشته مراحل واسط به گاز نیتروژن تبدیل می نمایند.



دو فرم انتهایی برای گیاه قابل استفاده نیستند. گاز نیتروژن خاک اشباع را ترک کرده و به اتمسفر بر می گردد. برخی تحقیقات میزان این تبدیل را تا زمانی که خاک اشباع است ۴ تا ۵٪ نیترات خاک بیان کرده اند (دورن، ۲۰۰۱). دنیتریفیکاسیون هنگامی رخ می دهد که منبع نیتروژن به فرم گازهای آمونیاکی شکسته شود و رطوبت کمی برای جذب آنها موجود باشد.

### ۳- تصعید (Surface Volatilization)

از مهمترین دلایل کاهش کارایی مصرف نیتروژن، خروج نیتروژن در اثر پدیده تصعید می باشد که در اثر آن آمونیوم به گاز آمونیاک تبدیل می شود (اوبرلی و باندی، ۱۹۷۸). پدیده تصعید غالباً در اثر کاربرد سطحی کودهای آمونیومی مشاهده می گردد (ترمان، ۱۹۷۹). که در خاکهایی با pH بالا و آب و هوای گرم، آمونیوم به آمونیاک گازی تبدیل و از محیط خارج می شود. هارگرو (۱۹۸۸) گزارش داد که تصعید در اوره می تواند باعث خروج ۲ تا ۷۲ 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 دست خواهد



رفت. در خاک خشک تلفات اوره حداقل است. دمای بالای ۱۰ درجه سانتیگراد و اسیدیته بیشتر از ۶/۵ میزان تبدیل اوره به گاز امونیاک را بطور معنی دار افزایش می دهد. برای توقف تصعید اوره به امونیاک باید آن را با خاک تماس داد. کاربرد کودهای از نوع اوره هنگامی که هوا سردتر است تلفات نیتروژنی کمتری به همراه دارند. امونیاک بدون آب آهسته تر از هر فرم دیگری از کودهای نیتروژن 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.

#### ۴- اکسیداسیون و احیاء

تحت شرایط مناسب یونهای آماده جذب گیاه در اثر اکسیداسیون و احیاء از محیط خارج می شوند. همچنین اشکال ترکیبی نیتروژن مثل اوره، توسط آنزیم اوره آز (Urease)، باکتری های موجود در خاک و همینطور توسط آب هیدرولیز شده و به نیتروژن امونیاکی تبدیل می شوند. نیتروژن امونیاکی توسط نوع دیگری باکتری بنام نیتروزاموناس (Nitrosomonas) و نیتروباکتر (Nitrobacter) به شکل یونیزه تبدیل می گردد که آنها تحت فرآیند دنیتریفیکاسیون تلف می شود.

#### ۱۸-۲- اهمیت نیتروژن در ذرت

ذرت گیاه شکفت انگیزی است که در مدت کوتاه ۴ تا ۵ ماه مقدار زیادی ماده خشک و دانه تولید می نماید. در حالیکه ۹۵ درصد وزن خشک گیاه را کربن، هیدوژن و اکسیژن مربوط به هوا و آب تشکیل می دهند عرضه مقدار کافی از مواد معدنی نیز برای تولید موفقیت آمیز آن نیاز است که در بین این مواد نیتروژن از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

نیتروژن نقش چشمگیری در رشد، تولید و ویژگی های مرفولوژیک ذرت دارد. در اکثر خاک ها کمبود نیتروژن مشاهده می شود از این رو مصرف کودهای حیوانی و شیمیایی تقریباً همیشه ضروری است. گزینش درست نوع و مقدار کود برای رسیدن به عملکرد بهینه الزامی است. استفاده صحیح از نیتروژن موجب افزایش درآمد و مانع تجمع نیترات زیاد در نیمرخ خاک و تلفات آبشویی می گردد.

ذرت دانه ای دارای ریشه افشان بوده و نیتروژن مورد نیاز خود را به طور مداوم از مرحله سبز شدن تا رسیدن کامل از خاک جذب می کند و بایستی بطور مداوم در اختیار آن قرار گیرد. کودهای شیمیایی نیتروژنه چنانچه در دو یا سه نوبت مصرف شوند به علت بهبود بخشیدن اثر مصرف، محصول دانه را به طور قابل ملاحظه ای افزایش می دهند. در سال های اخیر افزایش قیمت کودهای شیمیایی، بهینه سازی مصرف کود توسط کشاورزان را می طلبد. ذرت از هر دو شکل نیتراتی و آمونیومی استفاده می نماید. نیتروژن آمونیومی سریعتر از نیتروژن نیتراتی مورد استفاده قرار می گیرد. ذرت در اوایل رشد تا مرحله ۴ برگی نیتروژن کمی را جذب می نماید در خلال ۶ هفته تا تاسل دهی ۶۰ تا ۷۰٪ کل نیتروژن مورد نیاز جذب می شود اما در مرحله ظهور گل تاجی این مقدار به سرعت افزایش می یابد و بیشترین میزان جذب در مراحل پیدایش اندامهای نر و ماده صورت می گیرد. کاهش جذب بین ابریشم دهی و برجستگی دانه مشاهده می شود ولی دوباره تا مرحله دندانه ای افزایش می یابد. ماکزیمم تجمع نیتروژن در گیاه زمان بلوغ فیزیولوژیکی است که تقریبا نصف یا بیشتر از نصف آن متعلق به دانه خواهد بود. گیاه بیش از ۴۰٪ از کل نیاز نیتروژن خود را در زمان سنبله رفتن ذخیره می نماید. قسمت عمده نیتروژن موجود در برگها در مرحله تکامل دانه منتقل می گردد. حتی در این مرحله افزایش نیتروژن به منظور حصول اطمینان از وجود نیتروژن به مقدار کافی در برگها برای دست یافتن به بازدهی فراوان از سوخت و ساز نوری حائز اهمیت است. درصدی از نیتروژنی که بوسیله گیاه پس از گل دهی مورد استفاده قرار می گیرد بسته به تراکم گیاهی، قابل استفاده بودن نیتروژن و ژنوتیپ گیاه متفاوت است. رشد رویشی گیاه پس از گلدهی اهمیت چندانی ندارد بنابراین نیتروژنی که از اندام رویشی خارج می گردد منحصر در رشد و نمو دانه استفاده می گردد (اولگونلا و همکاران، ۱۹۸۸). دادن مقداری نیتروژن در مراحل پایانی رشد به مزرعه، علاوه بر افزایش عملکرد، سبب بالا رفتن پروتئین دانه نیز می گردد.

اضافه نمودن مقدار نیتروژن در مراحل انتهایی رشد به مزرعه علاوه بر افزایش عملکرد، سبب بالا رفتن پروتئین دانه نیز می گردد. بررسی های انجام گرفته در مصر نشان داده اند که بیشترین بازده نیتروژن در صورتی تحقق می یابد که کود نیتروژنه در زمان کاشت و زمانی که ارتفاع گیاه به ۲۰

سانتی متر می رسد، به مزرعه داده شود. در صورت افزایش مقدار کود نیتروژن به خاک ریز بافت، عکس العمل گیاه به پخش پیش از کاشت بهاره و یا مصرف چند باره ردیفی در آن فصل یکسان بوده است، ولی به هر حال در مصرف چند باره کود نیتروژنه بازده کودی بیشتر خواهد شد. در صورت مصرف آمونیوم به دلیل حفظ توازن بین نسبت کاتیون ها و آنیون ها گیاه کاتیون هایی نظیر کلسیم، منیزیم و پتاسیم را نیز جذب می کند. در چنین شرایطی، مصرف مقداری زیاد کود پتاسیمی، جهت اطمینان از جذب کافی آنها بوسیله گیاه الزامی است. با وجود اینکه پرورش دهندگان ذرت پذیرفته اند که نیتروژن از اجزای کلیدی در تولید ذرت است، اما هر ساله با این مساله روبرو هستند که چه مقدار و چه نوع کود نیتروژن بکار ببرند. به طور کلی منابع مختلف نیتروژن در صورتی که درست و صحیح مصرف شوند به تقریب اثرات یکسان و مشابهی نشان می دهند (میر هادی، ۱۳۸۰). کمبود نیتروژن هم رشد رویشی و هم رشد زایشی را به تاخیر می اندازد. تنها ۳۷ درصد نیتروژن بکار رفته توسط ذرت دریافت می شود (کاسمن و همکاران، ۲۰۰۲). استفاده از کودهای که نیتروژن آنها به کندهای آزاد می شود به استفاده بهینه کمک می نماید. بدلیل اینکه کمبود نیتروژن می تواند بطور جدی عملکرد ذرت را کاهش دهد یک انگیزه قوی برای استفاده از کودهای با عرضه مقدار کافی و فرم مناسب نیتروژن وجود دارد زیرا که کاربرد نامناسب کود از نظر اقتصادی بی فایده و هزینه آور برای محیط مخاطره انگیز می باشد.

## ۱۹-۲- روش مصرف نیتروژن و گیاهان

امروزه به منظور افزایش بهره وری نیتروژن کاربردی و در نتیجه افزایش عملکرد، مدیریت روشهای مصرف کود نیتروژنه مورد توجه می باشد. نتایج برخی از مطالعات حاکی از این است که در اثر کاربرد سطحی و یا سرتاسری<sup>۱</sup> کود اوره تصعید آمونیاک افزایش یافته و در نهایت کاهش در عملکرد در گیاهان زراعی نظیر ذرت دیده می شود (میر و همکاران، ۱۹۶۱؛ بندل و همکاران، ۱۹۸۰؛ فوکس و هاف من، ۱۹۸۱؛ منگل و همکاران، ۱۹۸۲). پترسن (۱۹۸۸) اذعان داشت که کاربرد کود حیوانی مایع

---

<sup>۱</sup> Broadcasting

به شکل نواری<sup>۲</sup> و یا تزریق کود در زیر ردیفهای کاشت در خاک<sup>۳</sup> باعث افزایش جذب نیتروژن توسط ذرت گردید. مطالعات متعددی (کارتز و رنیه، ۱۹۸۴؛ تومار و سوپر، ۱۹۸۷، ۱۹۸۱؛ مالهی و همکاران، ۱۹۹۵). نیز در این خصوص، نتایجی مشابه این محقق را گزارش دادند. لاموند و میر (۱۹۸۳) بیان کردند که کاربرد نواری کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد ماده خشک ذرت در حدود ۱۰ تا ۱۶ درصد در مقایسه با کاربرد سرتاسری کود شد. همچنین ایشان اظهار داشتند که در شرایط محیطی گرم و خشک، کاربرد کود به روش نواری مزیت بیشتری نسبت به کاربرد سرتاسری آن دارد چرا که در کاربرد نواری از تصعید نیتروژن و تبدیل آن به گاز آمونیاک جلوگیری می شود. کاربرد اوره در سطح خاک باعث هیدرولیز سریع آن، افزایش pH و در نهایت تصعید آمونیاک می شود و در نهایت باعث کاهش در جذب نیتروژن و کاهش در عملکرد گیاهان می گردد (فرگوسن و همکاران، ۱۹۸۴؛ کاتیل و همکاران، ۱۹۸۷). در مطالعات مختلف افزایش عملکرد دانه و جذب نیتروژن توسط ذرت هنگام کاربرد کود به شکل جایگذاری در خاک مشاهده گردید (رازکوویسکی و کیسل، ۱۹۸۹؛ بورش و همکاران، ۱۹۹۰؛ مالهی، ۱۹۹۵). کاربرد کود اوره به روش جای گذاری در داخل نوارهایی در خاک می تواند باعث کند شدن نیتریفیکاسیون و افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه زراعی گردد. (نیبورگ و همکاران، ۱۹۷۹) تجمع نترات در خاک بیش از نیاز گیاه می تواند منجر به آبشویی، دنیتریفیکاسیون و در نهایت خروج نیتروژن از خاک گردد. برای کاهش خروج نیتروژن از خاک روشهای مدیریتی از جمله انتخاب منبعی از نیتروژن با قابلیت تجزیه کند، اضافه کردن بازدانه های نیتریفیکاسیون و کاربرد کود به روش نواری در زیر خاک، می تواند به کار گرفته شود (یادویندر و همکاران، ۱۹۹۴). مورایاما (۱۹۷۹) بیان کرد که هنگام استفاده از کود نیتروژن به روش سرتاسری جذب نیتروژن توسط گیاه مورد مطالعه در حدود ۲۳ درصد بود اما با کاربرد نواری کود در فواصل عمیق تر زیر خاک، جذب نیتروژن توسط گیاه به ۶۳ درصد افزایش یافت. در آزمایش مشابه دیگری نیز کیند و داتا (۱۹۷۵) اظهار کرده بودند که کاربرد نواری کود باعث افزایش در جذب نیتروژن در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد بیشتر نسبت به کاربرد سرتاسری

---

<sup>۲</sup> Banding

<sup>۳</sup> Point Injection

کود گردید. هوک و هونس (۱۹۸۸) تجمع نیتروژن را در سورگوم در دو سیستم شخم، بدون شخم و شخم مرسوم و در دو روش مصرف کود نواری و سرتاسری بررسی کردند. آنان مشاهده کردند که الگوی تجمع و کارایی مصرف کود در سورگوم در تیمارهای نوع شخم تقریباً مشابه بود اما کاربرد نواری کود باعث افزایش تجمع نیتروژن در سورگوم به دلیل بالا بردن کارایی مصرف نیتروژن شده بود. در مطالعه ای که توسط لک و همکاران (۱۹۸۸) انجام گردید، کاربرد نواری کود نیتروژن عملکرد دانه، عملکرد علوفه تر و جذب نیتروژن توسط ذرت را به ترتیب ۲۱،۲۶،۱۱ درصد در مقایسه با کاربرد سرتاسری آن افزایش داد. کاربرد نواری تاثیر زیادی در آبشویی نترات دارد. این روش باعث کاهش در میزان آبشویی نترات و در نهایت جلوگیری از آلودگی آب های زیر زمینی می گردد (تاچتون و همکاران، ۱۹۸۲). به دلیل نزدیک و در دسترس بودن نیتروژن در ابتدای فصل، با کاربرد نواری کود می توان باعث افزایش در کارایی مصرف نیتروژن و افزایش رشد گیاهان زراعی شد (ولس، ۱۹۹۲). همچنین نزدیکی منبع نیتروژن به ریشه و در نهایت استفاده از نیتروژن موجود می تواند سبب کاهش آبشویی نترات شود (فوکس و همکاران، ۱۹۸۹). در صورتی که با کاربرد نواری کود، نیتروژن بسیار نزدیک ریشه چه قرار گیرد، می تواند برای ریشه چه مضر باشد. چرا که با تجزیه کود و افزایش میزان آمونیاک در نزدیک ریشه چه حالت سمی برای آن به وجود می آید (کینرسل و همکاران، ۱۹۹۴). در اثر تخریب ریشه به علت تجمع آمونیاک در اثر کاربرد نواری نیتروژن، رشد ریشه محدود شده و در نهایت اثرات سوئی نظیر استرس خشکی و مواد غذایی بروز کرده و از رشد و عملکرد گیاه کاسته می شود. عمق جاگذاری کود در فاصله ۱۰ تا ۱۵ سانتی متری از بذر می تواند ریشه چه را از اثرات مخرب تجمع آمونیاک مصون دارد (بوندی، ۱۹۹۲).

## ۲۰-۲- منابع نیتروژن

با وجودی که در حدود ۱۳۳۵۵ تن نیتروژن در هوای بالای هر هکتار وجود دارد بدلیل اینکه گاز نیتروژن یک ترکیب شیمیایی پایدار است، گیاه نمی تواند آن را بعنوان ماده غذایی استفاده نماید. گیاهان دو فرم نیتروژن خاک شامل آمونیوم ( $NH_4$ ) و نترات ( $NO_3$ ) را به آسانی کسب و مصرف

می نمایند. بنابراین دیگر فرم های نیتروژن چه از طریق طبیعی یا مصنوعی باید تبدیل به دو ترکیب ذکر شده شوند. ملکول های آمونیوم حامل یک بار الکتریکی مثبت هستند و در خاک بوسیله رس و مواد آلی جذب می شوند و به عنوان کاتیون های از طریق تبادل یون هیدروژن و دریافت یک ملکول با بار مثبت در خاک جذب گیاه می گردد در واقع می توان بیان نمود فرم آمونیومی نیتروژن کاتیون بوده که در خاک غیر متحرک است اما فرم نیتروژن نیتراتی به شکل آنیون بوده و در خاک قابلیت تحرک دارد. این دو فرم جذبی یونهای مختلفی در ترکیبات خود دارند که می توانند روی pH خاک اثر بگذارند. به عنوان مثال سولفات آمونیوم و یا نترات سدیم که به ترتیب باعث اسیدی و قلیایی شدن خاک می شوند. یون آمونیوم باعث اسیدی شدن محیط اطراف ریشه می شود در حالیکه نترات باعث قلیایی شدن محیط اطراف ریشه شده لذا در جذب عناصر دیگر توسط ریشه تاثیر می گذارند. فرمهای نیتروژن مصرفی در کودهای نیتروژن دار نقش مهمی در فعالیتهای متابولیکی گیاهان دارند. نیتروژن آمونیومی سریعتر از نیتروژن نیتراتی مورد استفاده قرار می گیرد. می و همکارانش (۱۹۷۵) بیان نمودند که گیاهان جوان فرم نیتروژن آمونیاکی را بیشتر و سریعتر از فرم نیتراتی آن جذب می کنند. ایشان اظهار داشتند، ممکن است گیاهان در مراحل مختلف رشد از فرمهای متفاوت نیتروژن استفاده نمایند. در مطالعه ای که توسط تیکر و هوبس (۱۹۹۲) صورت گرفت بیان شد که کاربرد نترات در مراحل ابتدایی رشد باعث افزایش ۵۴ درصدی رشد ریشه های ابتدایی شده، در حالیکه کاربرد نیتروژن آمونیاکی به دلیل ایجاد pH اسیدی در ابتدای فصل رشد مانع از رشد و طویل شدن ریشه ها می شود. هانگ من (۱۹۸۴) بیان کرد که ذرت توانایی ذخیره نترات را در ساقه های خود دارد. در ارتباط با جذب و انتقال نترات، نترات جذب شده وارد سلولهای مزوفیل برگ می شود، بخشی از آن ذخیره شده و بخشی مصرف می شود. بخش مصرفی وارد سیتوپلاسم شده و بخش ذخیره ای وارد واکوئل می گردد. نترات ذخیره شده در ذرت (ساقه، ریشه و برگ) به هنگام نیاز و در مرحله پر شدن دانه دوباره به اندامهای مورد نیاز می رود. این در صورتی است که میزان نیتروژن در دسترس گیاه کافی نباشد. وجود علفهای هرز و ناکافی بودن ذخایر نیتروژن در این مرحله از عوامل کاهش عملکرد در ذرت می باشد (هانگ من، ۱۹۸۴). ولز و همکارانش (۱۹۹۲) اظهار داشتند که عملکرد دانه (وزن دانه

و تعداد دانه) در هنگام مصرف آمونیوم نسبت به نیترات بیشتر بود. آنها دریافتند که افزایش مصرف کاتیون آمونیوم در ابتدای فصل و در طول مراحل ابتدایی توسعه گیاه باعث افزایش ۸/۲ درصدی تعداد دانه و ۴/۴ درصدی وزن دانه های ذرت در مقایسه با کاربرد فرم نیتراتی کود نیتروژن گردید. توچتون و همکارانش (۱۹۸۲) اذعان داشتند که در اثر کاربرد فرم آمونیومی نیتروژن در حدود ۱۵ درصد محتوای نیتروژن در برگ بلال نسبت به کاربرد نیترات افزایش یافت. در مطالعه ای تیکر و هوبوس (۱۹۹۲) بیان کردند که در اثر کاربرد کود نیتروژن آمونیاکی وزن خشک ذرت در حدود ۲/۳ برابر نسبت به کاربرد کود نیتروژن نیتراتی، بیشتر بود. همچنین ایشان بیان کردند که محتوای نیتروژن در ساقه (۱۸.۵ درصد) و برگ (۲۷.۵ درصد) ذرت نیز در کاربرد فرم آمونیومی کود در مقایسه با فرم نیتراتی بیشتر بود. به علاوه بروز ریشه های ضخیم تر و قوی تر در اثر کاربرد نیتروژن آمونیاکی به نیتراتی نیز در حدود ۱۵ درصد بیشتر بود. آلیسون و همکارانش (۱۹۶۱) با کاربرد کود آنیدرو آمونیاک دریافتند که عملکرد دانه در ذرت از ۸۷۴ تا ۲۶۸۸ کیلوگرم در هکتار، به دلیل افزایش در دسترس بودن آمونیوم، افزایش یافت. هافمن (۱۹۸۹) و جنتری و بیلو (۱۹۹۲) نیز در مطالعات خود، نتایجی شبیه به نتایج مطالعه آلیسون و همکارانش را گزارش کردند. گوبال و هافاکر (۱۹۸۴) اثرات منفی ناشی از کاربرد آمونیوم را گزارش کردند. ایشان بیان کردند که کاربرد آمونیوم به دلیل اثر بازدارندگی روی فسفوریلاسیون نوری در کلروپلاست، باعث کاهش معنی دار فتوسنتز گردید. همچنین ایشان ابراز داشتند که غلظت آمونیوم در حدود ۰/۰۶ میلی مول باعث کاهش در حدود ۵۰ درصدی میزان ATP تولیدی گردید. در مطالعات ایشان همچنین بیان شد تنفس نیز تحت تاثیر کاربرد آمونیوم قرار می گیرد. افزودن  $NH_4$  باعث افزایش در میزان تنفس می شود که خود باعث کاهش در میزان فتوسنتز کل می گردد (اسچمیت و همکاران، ۱۹۸۹؛ بی لو و همکاران، ۱۹۸۱؛ تیسدال و همکاران، ۱۹۹۳؛ بی لو، ۱۹۹۵). افزایش مقدار آمونیم در خاک میزان کارایی گیاهان را از طریق افزایش جذب نیتروژن و رشد سریعتر بهبود می بخشد (باربر، ۱۹۹۲؛ اسمیکلاس و بلو، ۱۹۹۲). عموماً منابع کودی محتوی سطوح بالاتر نیتروژن به فرم نیترات سطوح بالاتری از نیتروژن خاک را نشان می دهند (نیترات آمونیوم- نیترات کلسیم در مقابل اوره). منبع کودی بر فرم غالب نیتروژن در خاک موثر است. بطور مثال منبع

نیتروژن در نیترات کلسیم عمدتاً  $\text{NO}_3$ ، در اوره و سولفات آمونیوم عمدتاً  $\text{NH}_4$  و در نیترات آمونیوم و UAN مخلوط معادلی از  $\text{NO}_3$  و  $\text{NH}_4$  می باشد. از لحاظ تئوری، آمونیوم باید فرم ترجیحی نیتروژن باشد زیرا لازم نیست قبل از اینکه جزئی از ترکیب آلی گردد، احیا شود. جذب نیترات در ابتدا بصورت نمایی می باشد. جذب نیترات بوسیله گیاهان فرایندی انرژی خواه می باشد و این امر بوسیله بازدارنده های سنتز RNA و پروتئین ها محدود می گردد (جکسون، ۲۰۰۰). به هر حال در بیشتر خاک ها با زهکش خوب و مناسب برای تولید محصول، اکسایش آمونیوم به نیترات نسبتاً سریع می باشد بنابراین بیشتر گیاهانی که در شرایطی با زهکش خوب رشد می کنند، با نیترات رشد و توسعه بهتری دارند. در سالهای اخیر توجه به تغذیه گیاهان با آمونیوم در مقایسه با نیترات افزایش یافته است و نتایج برخی تحقیقات نشان دهنده رشد بهتر گیاهان و عملکرد بیشتر آنها با مخلوطی از آمونیوم و نیترات را جهت حصول عملکرد مطلوب نسبت به حالتی که فقط یکی از آنها استفاده گردد، می باشد. تیسدال و همکاران (۱۹۹۳) دریافتند هنگامی که کود مصرفی به شکل ترکیبی از نیترات و آمونیوم استفاده شد، بافت برگ دارای مقادیر بیشتری کلروفیل نسبت به کاربرد کود نیتروژن نیتراتی داشت.

بی لوو و همکارانش (۱۹۸۱) در آزمایشات خود روی ذرت با استفاده از سیستم ئیدروپونیک جهت تغذیه این گیاه بیان داشتند که مخلوطی از دو فرم نیترات و آمونیوم می تواند توسط ذرت جذب گردند. ایشان دریافتند، هنگامی که از هر دو فرم نیتروژن یعنی نیترات و آمونیوم در مقادیر مساوی و هر کدام ۵۰ درصد استفاده شد، عملکرد دانه ذرت در حدود ۱۲ درصد بیشتر از استفاده نیترات به تنهایی بود. مسلم است که افزایش محتوای کلروفیل باعث افزایش در فتوسنتز کانوپی می شود. ایشان همچنین بیان کرد که محتوای چربی دانه، وزن دانه و بیوماس ذرت هنگامی که از دو فرم جذبی نیتروژن (نیترات و آمونیوم) به شکل مخلوط در مقایسه با کاربرد هر کدام به تنهایی استفاده شد، به شکل معنی داری افزایش یافت. فری و همکارانش (۱۹۸۰) با کاربرد مخلوطی از اوره و نیترات آمونیوم بیان کردند که عملکرد دانه در این روش کاربرد در حدود ۵۲ درصد بیشتر از کاربرد کودها به تنهایی بود. کریستنسن و همکاران (۱۹۹۵) گزارش دادند که افزایش عملکرد دانه گندم در اثر کاربرد مقادیر مخلوطی از نیترات و آمونیوم به خصوص هنگام کاربرد آنها با بازدارنده نیتراپیرین مشاهده شد این



افزایش عملکرد به دلیل افزایش تعداد خوشه در متر مربع و وزن خوشه ها بود. مادوکس و باربر (۱۹۹۱) دریافتند که کاربرد کود نیتروژنه به شکل مخلوطی از نیترات و آمونیوم در مرحله ای که ششمین برگ ذرت ظاهر گردیده (V6) باعث حصول بیشترین عملکرد در ذرت می گردد. آنها بیان کردند با کاربرد کود مایع UAN (اوره- آمونیوم- نیترات)، که دارای هر دو فرم نیترات و آمونیوم می باشد در مرحله (V6) ذرت میتوان عملکرد مناسبی را به دست آورد. یک پیشنهاد برای اجتناب از کاربرد کود های غیر آلی کاربرد مخلوط کود های آلی و غیر آلی می باشد که در کسب عملکرد بهینه در ارقام ذرت می تواند موفقیت آمیز باشد (اسریدهار و آداوی، ۲۰۰۳). خاک های با میزان آمونیوم زیادتر ممکن است برای رشد ذرت مفید باشد بنابراین برای رشد محصولات بر روی خاک هایی با زهکشی خوب، دسترسی به مخلوطی از آمونیوم و نیترات به عنوان منبع نیتروژنی، مطلوب به نظر می رسد. آمونیاک در خاک از طریق نیتریفیکاسیون به سرعت به نیترات تبدیل می شود. این فرایند می تواند بوسیله بازدارندهای نیتریفیکاسیون بازداشته شود و تلفات نیتروژن را کاهش و غالبیت فرم های نیتروژن را تغییر دهد (هافمن، ۱۹۸۹).

فرم نیتروژن مورد استفاده در منابع کودی نیتروژن می تواند روی رقابت گیاهان زراعی و علفهای هرز تاثیر به سزایی داشته باشد. منبع نیتروژن به عنوان یکی از عوامل موثر در جوانه زنی، رشد و تراکم علفهای هرز می باشد. (فریمن و همکاران، ۱۹۸۹). در مطالعه ای که توسط والن زوئلا (۱۹۹۸) انجام گرفت، وی بیان داشت که وزن خشک علف هرز ارزنی (*Setaria faberi*) هنگامی که از منبع کودی اوره در مقایسه با آنیئیدراز آمونیوم (AA) و اوره- آمونیوم- نیترات (UNA) استفاده شده بود به مراتب بیشتر بود اما وزن خشک این علف هرز به هنگام استفاده از دو کود آنیئیدراز آمونیوم و اوره آمونیوم نیترات، اختلاف معنی داری نداشت. همچنین در آزمایش وی مشاهده شد که وزن خشک، ارتفاع و محتوای نیتروژن ذرت در مرحله گلدهی در استفاده از منبع کودی اوره نسبت به دو منبع کودی دیگر (آنئیدراز آمونیوم و اوره- آمونیوم و نیترات) بیشتر بود. بذر بسیاری از گونه های علفهای هرز موجود در بانک بذر خاک، در واکنش به شرایط محیط خاک نظیر درجه حرارت های بالا و پایین، میزان نور رسیده به خاک، کاهش اکسیژن، افزایش دی اکسید کربن، غلظت نیترات و اتیلن، دستخوش

تغییراتی در دورمانسی می شوند (باسکین و باسکین، ۱۹۹۸). به علاوه اجلی و ویلیام (۱۹۹۱) اظهار کردند که یونهای غیر آلی نیتريت، نیترات و یون هیدروژن تاثیر بسیار زیاد در شکستن خواب بذر دارند. بذر علفهای هرز تیمار شده با کود نیتروژن نیتراتی، از قابلیت بالایی برای جوانه زنی در آزمایشگاه برخوردار می باشند (روبرت، ۱۹۶۳؛ فاوست و اسلیف، ۱۹۷۸؛ بوومیستر و کارسن، ۱۹۹۳؛ بوومیستر و همکاران، ۱۹۹۴). روبرت (۱۹۶۳) دریافت که بذره‌های دورمانت برنج به وسیله کاربرد نیتريت و یا نیترات تحریک گشته و جوانه زنی در آنها تسریع می شود وی در آزمایش خود از نیترات پتاسیم استفاده کرد و در نتیجه شکسته شدن خواب بذر را به وجود نیترات و نه پتاسیم مرتبط دانست. گونه هایی از علف های هرز مثل ارزنی (*Setaria faberi*) هر دو فرم نیتروژن یعنی نیتروژن نیتراتی ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) و نیتروژن آمونیاکی ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) را جذب می کنند (تیکر و همکاران، ۱۹۹۱؛ سالاس و همکاران، ۱۹۹۷). بر این اساس فریمن و همکاران (۱۹۸۹) بیان نمودند که تراکم علف هرز افتانی (*Spergula arvensis L.*) و کیسه کشیش (*Capsella bursa-pastoris L.*)، سه هفته پس از مصرف کود نیتروژن نیتراتی در مقایسه فرم آمونیومی به شکل معنی داری افزایش یافت. تیکر و همکارانش (۱۹۹۱) گزارش دادند که به هنگام استفاده از منبع نیتروژن نیتراتی (نیترات کلسیم  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )، رشد، بیوماس و محتوای نیتروژن موجود در علف هرز تاج خروس پالمری (*Amaranthus retroflexus L.*) نسبت به کاربرد منبع نیتروژن آمونیاکی سولفات آمونیوم  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  در مزرعه ذرت به شکل معنی داری بیشتر بود.

## ۲۱-۲- منابع طبیعی نیتروژن

تعدادی از گیاهان خود تامین کننده نیتروژن مصرفی خودشان هستند. اگر گیاه لگوم بوسیله باکتریهای رایزوبیوم کلونیزه گردد بر روی ریشه ها گره هایی شکل می گیرد. درون این گره ها روابط همزیستی بین باکتری و گیاه میزبان توسعه می یابد. باکتری، قند تولیدی گیاه را بعنوان منبع انرژی در تثبیت نیتروژن استفاده می نماید و در مقابل نیتروژن گازی را به فرم قابل استفاده گیاه تبدیل کرده و گیاه از آن استفاده می نماید. دیگر گیاهان شامل گراسهای زراعی از جمله ذرت، سورگوم و محصولات زراعی پهن برگ غیر لگوم امکان کلونیزه شدن بوسیله باکتری های 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 تامین نیتروژن مشارکت می نمایند. فضولات حیوانی از منابع طبیعی خوب نیتروژن هستند که در دوران طولانی گذشته به عنوان منابع تامین نیتروژن بکار رفته اند. بقایای گیاهی کمپوست شده، کود سبز گیاهان لگوم و فضولات حیوانی امروزه نیز خصوصا در تولید محصولات ارگانیک کارایی دارد. بخش کوچکی از منابع نیتروژن نیز بوسیله بارندگی و تشکیل اسید نیتریک ( $\text{HNO}_3$ ) وارد چرخه تولید می شود که در خاک مرطوب به هیدروژن و یون نیترات تبدیل می شود. در حالیکه همه این منابع بطور معنی داری در سطح نیتروژن خاک مشارکت می نمایند ولی معمولا در سیستم های کشاورزی متعارف نمی توانند نیتروژن کافی را در برای نیازهای عملکرد بالا در محصولات غیر لگوم تامین نمایند و برای کسب عملکرد مطلوب بکارگیری نیتروژن مازاد و از طریق مصرف کودهای صنعتی امری ضروری است.

#### ۲-۲۲- کود

ماده طبیعی یا مصنوعی، که محتوی حداقل ۵٪ از یکی یا بیش از یکی از سه ماده اولیه ( $\text{N}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) باشد کود نامیده می شود (فائو، ۲۰۰۰).

#### ۲-۲۳- کودهای آلی نیتروژنی

کودهای حیوانی پوسیده برای خاک و رشد گیاه سودمند می باشند. تفاوت در توزیع نیتروژن، کلسیم و پتاسیم، بین کودهای جامد و مایع زیاد می باشد. کودهای پرندگان محتوای نیتروژن بالاتری هستند اما تخمین زده شده که مقدار نیتروژن اضافه شده به وسیله کودهای گاوی به خاک بیشتر می باشد. تحقیقات اخیر نشان داد که در کودهای با پایه مواد آلی شستشوی کمتر نسبت به دیگر ترکیبات شیمیایی صورت می گیرد (اسریدهار و آداوی، ۲۰۰۳).

#### ۲-۲۴- کودهای معدنی

کودهای تولید شده صنعتی *mineral fertilizers* کودهای معدنی نامیده می شوند (فائو، ۲۰۰۰).

## ۲۵-۲- کودهای شیمیایی نیتروژنی

نخستین گام در ساختن کودهای نیتروژنی، تولید آمونیاک با استفاده از گاز متان ( $\text{CH}_4$ ) و نیتروژن هوا طبق فرایند شیمیایی هابر-بوش بود. آمونیاک گازی شکل دارای ۸۲٪ نیتروژن بوده و رعایت احتیاطهای اولیه هنگام تزریق آن در خاک الزامی است. آمونیاک میل ترکیبی شدیدی با آب دارد؛ از این رو برای موجودات زنده، خاک سمی بوده و سبب خشک شدن بافتهایی که با آن تماس حاصل کنند می گردد. معمولا تلفات ناشی از تصعید آمونیاک از سطح کشتزارها با افزایش دما و تبخیر آب از خاک قابل توجه می گردد. 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 ای حساس برای تهیه انواع کودهای نیتروژنی بوده و کودهای مختلف از ترکیب آن با موادی نظیر کربن دی اکسید، اسید سولفوریک و اسید نیتریک بدست می آید. کودهای نیتروژنی به سه گروه آمونیاکی، نیتراتی و کند جذب تقسیم می شوند. که مهمترین آنها برای خاک های مناطق خشک و نیمه خشک اوره، سولفات آمونیوم، نیترات آمونیوم می باشد. شایان ذکر است که استفاده از اوره با پوشش گوگردی در برنج زارها و مزارع نیشکر بازده کودهای نیتروژنی را افزایش می دهد.

### ۱-۲۵-۲- اوره

اوره [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ] دارای حدود ۴۶٪ نیتروژن بوده و بیشترین غلظت را در میان کودهای نیتروژنی به خود اختصاص داده است. گرچه اوره با توجه به درصد بالای نیتروژن و بهای کم آن در مقایسه با سایر کودهای نیتروژنی از نظر واحد نیتروژن مناسب ترین کود به شمار می رود، لکن خاصیت اسید زایی چندانی ندارد. بیش از ۹۰٪ نیتروژنی که در مزارع ایران مصرف می شود به صورت اوره می باشد. اوره به صورت دانه های کوچک و سفید رنگ عرضه می شود که بدان کود شکر نیز می گویند. اوره بر خلاف نیترات آمونیوم خورنده و جاذب الرطوبه نبوده و به راحتی با فسفات و پتاسیم مخصوصا در شکل دانه ای قابل اختلاط است. اوره 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 C:N خاک را برهم زده و عملیات کشاورزی را در آنها با مشکل مواجه می سازد (کلیچ و همکاران، ۱۹۹۳).

### ۲-۲۵-۲- سولفات آمونیوم

سولفات آمونیوم  $[(NH_4)_2SO_4]$  کودی است اسید زا که ۲۱ تا ۲۰ درصد نیتروژن و ۲۴ درصد گوگرد دارد. این کود از ترکیب آمونیاک و اسید سولفوریک بدست می آید. سولفات آمونیوم یکی از محصولات فرعی صنایع کک سازی نیز می باشد. مصرف این کود برای خاک های آهکی و قلیایی در مناطق خشک و نیمه خشک بسیار مفید است و گوگرد مورد نیاز محصولات کشاورزی را نیز تامین می کند. از آنجا که نیتروژن این کود به شکل آمونیوم است، بنابراین به صورت تبادلی به رس ها متصل گردیده و کمتر از دیگر کودهای نیتروژنه از خاک شسته می شود. پتانسیل فراریت در سولفات آمونیوم ماده ای کم است و در نتیجه آسیبهای محیطی کمتری به همراه دارد. این برتری بدلیل خطر کمتر تلفات تبخیری در مقایسه با دیگر کودهای نیتروژن مثل اوره می باشد و شستشو یا تلفات دنیتریفیکاسون کمتر آن در مقایسه با کودهای محتوی نترات است (ملکوتی، ۱۳۷۳).

### ۲-۲۵-۳- نترات آمونیوم

نترات آمونیوم  $(NH_4NO_3)$  به عنوان یک منبع کودی، در سطح وسیعتر از سولفات آمونیوم استفاده می شود. این کود از طریق خنثی سازی اسید نیتریک بوسیله آمونیاک به دست می آید. نترات آمونیوم دانه ای شکل و محتوی ۳۳ درصد نیتروژن می باشد معمولا نصف این مقدار به شکل آمونیوم و نیمی دیگر به صورت نترات است. این نمک در آب بسیار محلول بوده و شکل خالص آن شدیداً آب دوست می باشد. هنگامی که در آب حل می شود به آمونیوم و نترات تفکیک می گردد. نترات حل شده در آب باقی می ماند و آمونیوم با بار منفی با ذرات خاک باند می گردد. قابلیت مصرف بصورت سطحی را دارا می باشد. تلفات تصعید در مصرف سطحی در مقایسه با اوره کمتر است (ملکوتی، ۲۰۰۳).

#### ۴-۲۵-۲- نیترات پتاسیم

نیترات پتاسیم ( $KNO_3$ ) به عنوان یک کود با دو منبع غذایی (عمدتاً پتاسیم) استفاده می شود. این کود محتوی ۱۴٪ نیتروژن و ۳۹٪ پتاسیم می باشد و در گلکاری و سبزیکاری کاربرد آن توصیه می گردد.

#### ۵-۲۵-۲- کود اوره با پوشش گوگردی (SCU)

در کشور ما سالانه بیش از یک میلیون و ششصد هزار تن اوره جهت تامین نیاز نیتروژن گیاهان در صنایع کشاورزی استفاده می شود. متأسفانه با توجه به راندمان کم آن (اتلاف بیش از پنجاه درصد نیتروژن)، کشاورزان مجبورند مقادیر بیشتری کود جهت تامین نیاز گیاهان استفاده نمایند. مصرف بیشتر کود نه تنها باعث اتلاف هزینه ها بلکه بخاطر وجود بیوره و همچنین تشکیل نمکها و کمپلکسهای دیگر در خاک، کاهش راندمان خاک و آلودگی شدید آن (سفت شدن خاکها) و آلودگی منابع زیرزمینی آب را نیز بدنبال دارد. از طرفی با توجه به نقش ارزشمند گوگرد در کشاورزی خصوصاً در کشور ما که بیش از نود درصد از زمینهای کشاورزی آهکی و قلیایی هستند و کاهش راندمان جذب عناصر ریز مغذی در آنها مشهود است، استفاده از کودهای حاوی گوگردی باعث افزایش راندمان کشاورزی خواهد شد.

کود اوره با پوشش گوگردی به عنوان یک نوع کود کند رها که دارای راندمان بالا و مزایای بسیار زیادی برای خاک و گیاهان است، در صنایع کشاورزی کاربرد زیادی دارد. اخیراً در کشور ما نیز با توجه به راندمان کم کود شیمیایی اوره، استفاده از این نوع کود نه تنها برای مزارع شالیزار که بطور کامل در آب غوطه ورنند بلکه برای تمام اراضی کشاورزی توصیه شده است. صرف نظر از مزایای فوق گوگرد به عنوان یک ماده حیاتی در ساختمان پروتئین ها، کاهنده pH خاکها و در نتیجه ایجاد شرایط مناسب جذب عناصر ریز مغذی خصوصاً آهن و روی را فراهم می کند. استفاده از اوره با پوشش گوگردی با حداقل کیفیت (حداکثر سرعت انحلال هفت روزه) به مراتب مفیدتر و کاراتر از اوره (با سرعت انحلال پنجاه ثانیه ای) می باشد.

## ۶-۲۵-۲- دی و منو آمونیوم فسفات

برخی کودها که در درجه اول بعنوان منبع فسفر بکار گرفته می شوند محتوی سطوح معنی داری از نیتروژن هستند. دی آمونیوم فسفات محتوی ۱۸٪ نیتروژن و منوآمونیوم فسفات شامل ۱۱٪ نیتروژن از جمله چنین کود های هستند.

## ۲۶-۲- خصوصیات انتخاب کود

### ۱-۲۶-۲- حلالیت

اجزای کودی از نظر حلالیت در آب بسیار متفاوت هستند. این اختلافات معمولاً هنگامی که فرم جامد بکار می رود اهمیت چندانی ندارد. به هر حال حلالیت بالا یکی از موارد قابل اهمیت عمده برای تولید کنندگان محصولات است.

جدول ۱-۲ - مقایسه حلالیت کودها (دورن، ۲۰۰۱)

اجزاء	میزان قابل حل در آب (پوند در گالن)
نیترات آمونیوم	۱۶۱۷
اوره	۹۰۲
سولفات آمونیوم	۶۲۳
دی آمونیوم فسفات	۵۷۴
منوآمونیوم فسفات	۳۱۲
کلرید پتاس	۲۸۳
نیترات پتاس	۲۶۳
سولفات پتاس	۹۲

اخیرا کودهای با حلالیت اولیه کم و رها سازی تدریجی و کند مواد غذایی در خاک تولید می شود. کودهای کند رها یا با رها شدن کنترل شده، محتوی فرمی از مواد غذایی گیاهی (معمولا نیتروژن) هستند که بعد کاربردشان قابلیت دسترسی گیاه را برای جذب به تاخیر می اندازند و نسبت به فرم های معمول جذب طولانی تر دارند. که این اثر از طریق پوشش یک کود معمول با گوگرد، با ماده پلیمری (نیمه تراوا) و یا بوسیله فورمولاسیون ترکیبات نیتروژنی خاص بدست می آید. رهایی نیتروژن از این فرم کودها وابسته به دما و رطوبت خاک است (دورن، ۲۰۰۱).

### ۲-۲۶-۲- تاثیر بر اسیدیته

مواد غذایی کودی از نظر تاثیر بر اسیدیته خاک ممکن است در ۳ کلاس مجزا قرار گیرند

(۱) pH اسیدی (پایین تر از ۷) (۲) pH خنثی (۷) (۳) pH قلیایی (بالتر از ۷)

### ۲-۲۶-۳- فرم نیتروژن

فرم نیتروژن کاربردی مستقیما بر تغذیه و رشد گیاه موثر است. به نظر می رسد اغلب گیاهان فرم نیتراتی را ترجیح می دهند. گیاه نیترات و آمونیوم به راحتی جذب و در ریشه استفاده می نماید. در شرایط مناسب فرم آمونیاکی به فرم نیتراتی تبدیل می شود و تحت شرایط عکس (دمای پایین، رطوبت یا خشکی زیاد، غلظت بالای نمک ها و...) نیترات تبدیل به آمونیوم گردیده و سطوح بالای آن می تواند برای گیاه سمی باشد. نیتروژن نیتراتی دچار آبشویی می شود و نیتروژن آمونیومی اگر به فرم نیتراتی تبدیل نشود تصعید می شود. کودهای آمونیومی پایدار شده به کندی تبدیل به فرم نیتراتی گردیده و بدین علت در طول مدت بیشتری به فرم قابل دسترس گیاه در آیند. اوره کاملا قابل حل است و سریعا به فرم قابل استفاده نیتروژن شکسته می شود. (دورن، ۲۰۰۱).



#### ۴-۲۶-۲- شاخص نمک

آسیب گیاهچه یا سوختگی کود هنگامی رخ می دهد که محلول خاک محتوی غلظت بالایی از نمک در تماس با دانه یا ریشه باشد. گیاهچه ها به دلیل غلظت بالای نمک قادر به جذب رطوبت از محلول خاک نیستند.

جدول ۲-۲- شاخص نمک در کودهای مختلف (دورن، ۲۰۰۱)

ماده	شاخص نمک
سولفات آمونیوم (21%N)	۵۳.۷
نیترات آمونیوم (35%N)	۴۹.۳
اوره (46%N)	۲۶.۷
آمونیاک بدون آب (82%N)	۹.۴
دی آمونیوم فسفات (21%N)	۷.۵
منوآمونیم فسفات (12%N)	۶.۷

آسیب ممکن است نتیجه میزان زیادی از نمک های شکل گرفته از کودها، جایگذاری نامناسب کودها، آبیاری با آب شور و یا کشاورزی در خاک های شور باشد. شاخص نمک یک کود از طریق میانگین میزان استعداد گیاهچه به آسیب (سوختگی) تعیین می گردد. بطور عموم کودهای که نیتروژن در آنها بعنوان عمده ترین ماده غذایی مطرح است شاخص نمک در آنها بالاست و کودها با مقادیر بالای از پتاس دارای شاخص نمک متوسط و مواد فسفات دار کمترین شاخص نمک را دارند (دورن، ۲۰۰۱).

## ۲۷-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ (LAI)<sup>۴</sup>

مفهوم شاخص برگ نخستین بار بوسیله واتسون (۱۹۴۷) تعریف شد و بعنوان نسبت سطح برگ به یک واحد معین از سطح زمین تعریف گردید. اندازه گیری LAI جهت درک برخی جنبه های رشد و نمو و مدیریت محصول مهم است. شاخص سطح برگ بیان کننده نسبت سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). روش های زراعی معمولاً نوعی طراحی شده اند تا دریافت نور را از طریق پوشش کامل سطح زمین با تغییر تراکم گیاهی و فواصل گیاهان بالا بردن سرعت گسترش برگ حداکثر نمایند. شاخص سطح برگ، برابر قانون ربح مرکب افزایش می یابد، کمی قبل از گلدهی به بیشترین میزان خود می رسد، و بعد از آن به علت پژمرده شدن برگهای پایین تر رو به کاهش می گذارد. شاخص سطح برگ از مولفه های آنالیز رشد محصول است که برآوردی برای توانایی محصول در تسخیر انرژی نوری و شاخصی برای درک نقش تعدادی از عملیات های مدیریتی محصول می باشد. با افزایش این شاخص که نتیجه آن زیاد بودن اندامهای دریافت کننده نور است میزان جذب تشعشع و فتوسنتز بیشتر می شود و تولید ماده خشک افزایش می یابد. شاخص سطح برگ همبستگی مثبتی با عملکرد دارد و عواملی مانند رقم، کاشت، تراکم بوته، کود نیتروژن، تنشهای محیطی و غیره در آن موثر می باشند.

سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) در یک بررسی مشاهده کردند شاخص سطح برگ با افزایش تراکم افزایش یافته به طوری که در ابتدای دوره رشد این افزایش کند بوده و در ادامه سرعت افزایش یافته است. حداکثر شاخص سطح برگ قبل از گلدهی بدست آمده و سپس به علت زرد شدن و ریزش برگ های پایین تر در دوره پر شدن میزان آن کاهش یافته است. پوشش کاملتر و تولید LAI بیشتر در میزان جذب نور یک برتری محسوب شده که زمینه لازم را برای به حداکثر رساندن سرعت رشد گیاهی فراهم می کند. هانتر و همکاران (۱۹۸۲) پنج هیبرید زودرس ذرت را در تراکم های ۴۸ هزار و ۶۲ هزار و ۷۲ هزار مورد آزمایش قرار داده دریافتند که با افزایش تراکم

---

Leaf area index <sup>۴</sup>

شاخص سطح برگ افزایش یافته است. دیویو و همکاران (۱۹۹۲) اظهار نمودند شاخص سطح برگ و توزیع آن درون سایه انداز گیاهی، فاکتورهای اصلی تعیین کننده نفوذ نهایی نور در ذرت هستند که بر فتوسنتز، تعرق و تجمع ماده خشک اثر دارند و خود تحت تاثیر تراکم و آرایش کاشت گیاه در مزرعه قرار می گیرند. در مطالعه ای کاشت دو ردیفه لوزی در مقایسه با سایر الگوهای بررسی شده از فضای رشد بیشتری استفاده نموده، برگ ها توسعه بیشتری یافته و سطح برگ افزایش یافت. از آنجاییکه شاخص سطح برگ از تقسیم سطح برگ بوته های موجود در یک متر مربع زمین بر سطح اشغالی بدست می آید کاملاً قابل انتظار است که هر چه تعداد بوته در هکتار افزایش یابد شاخص سطح برگ نیز افزایش می یابد، اگر چه در تراکم های بالاتر رقابت تا حدی کاهش در افزایش سطح برگ را موجب می گردد. البته سطح برگ تک بوته در تراکم های پایین بیش از تراکم های بالا می باشد ولی تعداد بوته بیشتر در واحد سطح زمین این کمبود را جبران می نماید. مطالعات مختلف نشان دادند که با افزایش تراکم تا حدی حداکثر شاخص سطح برگ نیز افزایش می یابد و این موضوع منجر به جذب تشعشع بیشتر برای بهبود فرایند فتوسنتز جامعه گیاهی می شود (عجم نوروژی و بحرانی، ۱۳۷۴؛ پرستار و همکاران، ۱۳۷۵؛ درینی و مظاهری، ۱۳۷۸؛ مظاهری و همکاران، ۱۳۷۹؛ هاشمی دزفولی، ۱۳۸۰؛ تدیو و گاردنر، ۱۹۸۸؛ ویلیامز و همکاران، ۱۹۸۸؛ اولسن و همکاران، ۱۹۹۳؛ راجا، ۲۰۰۱). فتحی (۱۳۸۰) نشان داد که الگوی کاشت تاثیر معنی داری بر شاخص سطح برگ نداشت، هرچند الگوی لوزی شکل و مربعی شکل با مقایسه با الگوی مستطیلی شاخص سطح برگ بیشتری داشتند. در هر دو الگوی کاشت وقتی تراکم افزایش یافت شاخص سطح برگ نیز زیاد شد. نیلسون و همکاران (۱۹۸۸) دو آرایش کاشت مربع و مستطیل را بررسی کردند و دریافتند که ارقام ذرت در آرایش کشت مربع از شاخص برگ بیشتری برخوردار بودند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که با افزایش تراکم تا یک حد مشخص (۹۰ هزار بوته در هکتار) شاخص سطح برگ (LAI) افزایش و در تراکم های بیشتر میزان این شاخص کاهش یافت. صابری و همکاران (۱۳۸۱) آرایش کاشت دو ردیفه را نسبت به یک ردیفه به لحاظ ایجاد پوشش کاملتر و تولید LAI بیشتر میزان جذب نور، برتر بوده است. بولاک و

همکاران (۱۹۹۳) با آنالیز رشد ذرت در آرایش کاشت های مربع و مستطیل برتری شاخص سطح برگ را در آرایش مربعی مشاهده نمودند.

## ۲۸-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول (CGR)<sup>۵</sup>

سرعت رشد محصول، افزایش وزن یک اجتماع گیاهی در واحد سطح در واحد زمان می باشد. با افزایش تعداد بوته، سرعت رشد گیاه نیز افزایش یافته که این امر می تواند به علت افزایش شاخص سطح برگ و جذب بیشتر نور توسط کانوپی باشد. حداکثر سرعت رشد زمانی حاصل می شود که گیاه از تراکم بالا و توزیع مناسب در واحد سطح برخوردار باشد و قادر به استفاده از حداکثر نور و عوامل محیطی باشد. فرایند رشد ذرت از الگوی خاصی تبعیت می نماید و معمولاً نمودار آن سیگموئیدی است (سیده وند و همکاران، ۱۳۷۸). شاخص سطح برگ قبل از بسته شدن سایه انداز، تاثیر زیادی بر سرعت رشد گیاه زراعی دارد (کورنی و همکاران، ۱۹۹۲). افزایش شاخص سطح برگ در افزایش تراکم باعث افزایش سرعت رشد گیاه می گردد این موضوع به علت ارتباط مستقیم بین شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه می باشد. در مطالعه سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) افزایش تراکم بدلیل جذب بیشتر نور و افزایش میزان فتوسنتز، سرعت رشد محصول را افزایش داد بطوری که در تراکم ۹۰ هزار بوته بالاترین مقدار CGR مشاهده گردید. هانتر و همکاران (۱۹۸۲) اظهار داشتند که با افزایش تراکم تا یک حد مشخص (۹۰ هزار بوته در هکتار) سرعت رشد محصول افزایش و در تراکم های بیشتر میزان این شاخص کاهش یافت. درینی و مظاهری (۱۳۷۸) و مظاهری و همکاران (۱۳۷۹) به تاثیر مثبت تراکم بر سرعت رشد محصول پی بردند. پندلتون (۱۹۶۶) نیلسون و همکاران (۱۹۹۸) آنالیزهای رشد ذرت را در آرایش کاشت مربع و مستطیل مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که آرایش کاشت مربع از سرعت رشد و شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند. شاخص سطح برگ در سطوح مختلف آرایش کاشت نشان می دهد که آرایش کاشت دو ردیفه به لحاظ ایجاد پوشش کاملتر و تولید LAI بیشتر در میزان

---

<sup>۵</sup> Crop growth rate

جذب نور از یک برتری برخوردار بوده که این وضعیت، زمینه لازم را برای به حداکثر رساندن سرعت رشد گیاهی فراهم خواهد نمود. شاخص سطح برگ قبل از بسته شدن سایه انداز، تاثیر زیادی بر سرعت رشد گیاه زراعی دارد. بولاک و همکاران (۱۹۹۳) با آنالیز رشد ذرت در آرایش های کاشت مربع و مستطیل برتری سرعت رشد گیاه را در آرایش مربعی مشاهده نمودند. عجم نوروزی و بحرانی (۱۳۷۴) نیز در تحقیقات خود به برتری شاخص سطح برگ در الگوی زیگزآگ پی بردند.

## ۲۹-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص

(NAR)<sup>۶</sup>

سرعت جذب خالص معیاری از مدل کارایی فتوسنتزی برگها در یک جامعه گیاهی می باشد. سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان معین را سرعت جذب خالص می نامند. از آنجایی که برگ عمده ترین اندام فتوسنتز کننده گیاه می باشد لذا گاهی اوقات بیان رشد براساس سطح برگ، مطلوب تر می باشد. زمانی که گیاهان کوچک باشند و اغلب برگها در معرض نور مستقیم خورشید قرار می گیرند سرعت جذب خالص در بالاترین سطح خود قرار می گیرد. همزمان با رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ، برگهای بیشتری در سایه قرار می گیرند و این امر باعث کاهش سرعت جذب خالص در طول فصل رویش می گردد. در تراکم زیاد به علت سایه اندازی زیاد برگ ها روی یکدیگر مقدار سرعت جذب خالص کاهش می یابد. در آزمایش هانتر و همکاران (۱۹۸۲) نشان داده شد که با افزایش تراکم تا یک حد مشخص (۹۰ هزار بوته در هکتار) سرعت جذب خالص افزایش یافت و در تراکم های بیشتر میزان شاخص کاهش یافت. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) و بولاک و همکاران (۱۹۹۳) چنین استنباط کردند که با کاهش سایه اندازی برگ ها روی یکدیگر و نفوذ و توزیع یکنواخت تر نور در سطوح مختلف تاج پوشش گیاهی در آرایش کاشت دو ردیفه، سرعت جذب خالص در سطوح مختلف تراکم نسبت به الگوی تک ردیفه

---

Net assimilation rate <sup>1</sup>

بیشتر است. باوک (۲۰۰۲) عدم تاثیر معنی دار روش کاشت را بر سرعت جذب خالص گزارش نمود.

### ۳۰-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی (RGR)<sup>۷</sup>

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است. میزان رشد نسبی را می توان بر حسب گرم تغییرات وزن خشک گیاه در روز بیان کرد. مظاهری و همکاران (۱۳۷۹)، بولاک (۱۹۹۳)، کوکس (۱۹۹۶) و سولسکا (۱۹۹۰) در تحقیقات خود به کاهش شاخص سرعت رشد نسبی با افزایش سطوح تراکم پی بردند. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) نشان دادند کاهش سرعت رشد نسبی در سطوح مختلف تراکم و آرایش کاشت وجود دارد، البته آهنگ این تنزل برای تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار (پایین ترین سطح) کندتر می باشد. نیلسون و همکاران (۱۹۸۸) دو آرایش کاشت مربع و مستطیل بررسی کردند و دریافتند که روند کاهش سرعت رشد نسبی در آرایش کاشت مربع نسبت به گیاهان کاشته شده در آرایش کاشت مستطیل کمتر است. میزان سرعت رشد نسبی تحت تاثیر کود نیتروژن به دلیل تغییر در میزان نور دریافتی و کارایی مصرف نور، تحت تاثیر قرار می گیرد (سینکلیر و هوری، ۱۹۸۹). سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) بیان کردند به نظر می رسد که سرعت رشد نسبی در آرایش کاشت دو ردیفه با توجه به فضای موجود بیشتر برای هر بوته و امکان دستیابی افزون تر به منابع نور، آب و مواد غذایی بیشتر است و این شاخص در آرایش تک ردیفه که رقابت درون گونه ای در آن زودتر و بیشتر ظهور می نماید کمتر می باشد. بولاک و همکاران (۱۹۹۳) با آنالیز رشد ذرت در آرایش کاشت های مربع و مستطیل کاهش سرعت رشد محصول را در آرایش مربعی مشاهده نمودند. صابری و همکاران (۱۳۸۱) دریافتند که در آرایش کاشت دو ردیفه فضای بیشتر موجود برای هر بوته و امکان دستیابی افزون تر به منابع نور، آب و مواد غذایی بخصوص در اواخر فصل، سرعت رشد نسبی را افزایش داده است.

---

Relative growth rate <sup>۷</sup>

## ۳۱-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد کل ماده خشک گیاه (TDM)<sup>^</sup>

به طور کلی عملکرد کل ماده خشک گیاهان زراعی در نتیجه شدت کربن گیری خالص در طول دوره رشد آنها می باشد. تولید ماده خشک گیاهی به عنوان تابعی از نور جذب شده در طول دوره رشد و راندمان استفاده از نور تحت تاثیر ساختار کانوپی است. یکی از پیش شرط های لازم برای دستیابی به عملکرد بالا تامین شرایط مطلوب جهت استفاده از تشعشع به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارایی آن است (موچو، ۱۹۹۰). در مطالعه ای که توسط تدیو و گاردنر (۱۹۸۸) انجام شد مشخص گردید که تولید ماده خشک در طی فصل رشد ذرت در طی ۴۲ تا ۹۲ روز پس از کاشت با افزایش تراکم، در تمامی سطوح تراکم افزایش می یابد و پس از آن ثابت می ماند. هاشمی دزفولی و هربرت (۱۹۹۲a) در تحقیق در مورد تاثیر سطوح مختلف تراکم بر تجمع کل ماده خشک ذرت به این نتیجه رسیدند که روند افزایش تولید ماده خشک در ۳۵ و ۶۰ روز بعد از رویش بذر در تراکم های مختلف به طور جداگانه به صورت خطی است در حالی که روند تولید ماده خشک در منحنی در ۸۰ روز پس از رویش دانه ها به صورت معادله درجه دوم درمی آید و با شروع رشد دانه یک جریان دائمی انتقال از بافت های ذخیره به دانه ها حدود ۲ تا ۳ هفته بعد از مرحله ابریشم دهی است که البته این مراحل مصادف با شروع نمو اصلی دانه است. صابری و همکاران (۱۳۸۵) نشان دادند که وزن خشک کل گیاه (در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک) در تراکم ها و آرایش های مختلف کاشت و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. پندلتون و پرتس (۱۹۶۶) گزارش کردند که عملکرد ماده خشک بوته و وزن ساقه در زمان برداشت نهایی با افزایش تراکم تا حدود ۱۲/۵ بوته در متر مربع افزایش یافت. زاهدی و رزمجو (۱۳۸۱) و مظاهری و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقات خود به اختلاف تجمع ماده خشک در الگو های کاشت مختلف پی بردند. موچو (۱۹۸۸) در آزمایشات خود تاثیرپذیری تولید ماده خشک و کارایی فتوسنتز از کودهای نیتروژن را مشاهده نمود.

---

Total dry mattre <sup>^</sup>

## ۳۲-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد دانه

عملکرد دانه تابعی از میزان کل ماده خشک تجمع یافته تا مرحله گرده افشانی است و به میزان انتقال مواد حاصل از فتوسنتز بعد از این مرحله بستگی دارد. عملکرد دانه در واحد سطح حاصل ضرب چند جزء می باشد که اجزای عملکرد نامیده می شوند. این اجزاء در ذرت شامل تعداد بلال در هر بوته، تعداد دانه در هر بلال و متوسط وزن هزار دانه می باشد. این اجزاء تحت تاثیر ژنوتیپ و محیط تغییر یافته و باعث کاهش یا افزایش عملکرد می گردد. در ذرت های تک بلالی عملکرد دانه حاصل تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه می باشد. بعضی از محققین عملکرد دانه در ذرت را ناشی از تعداد و وزن دانه های موجود در بلال عنوان کرده و بین عوامل موثر در عملکرد، طول بلال، تعداد دانه در ردیف و نهایتاً تعداد دانه در بلال را از عوامل اصلی افزایش عملکرد دانه ذرت با استفاده از سطوح مختلف تراکم گزارش کرده اند. تراکم مناسب در زراعت ذرت با توجه به شرایط هر منطقه و مشخصات ارقام مورد نظر متفاوت است. تحقیقات نشان داده است که با افزایش تراکم، عملکرد دانه ذرت تا حدی افزایش یافته و پس از آن ثابت می ماند و تراکم های خیلی بالا به علت رقابت شدید بین گیاهان و در نتیجه محدود شدن منابع محیطی از قبیل آب نور و مواد غذایی عملکرد کاهش می یابد (یائو و شاو، ۱۹۶۴؛ پانلیت و اگلی، ۱۹۷۹). با افزایش تراکم، عملکرد دانه در واحد سطح تا حد مشخصی به دلیل افزایش تعداد بلال در واحد سطح افزایش می یابد و این در حالی است که محدودیت از لحاظ سایر عوامل بویژه عنصر غذایی نیتروژن وجود نداشته باشد. با افزایش تراکم در حالی که عملکرد هر گیاه کاهش می یابد، مجموع جذب نور توسط کانوبی در حداکثر مقدار بوده و عملکرد کل افزایش می یابد (اولسن و ساندر، ۱۹۸۸؛ دستفال و امام، ۱۳۷۵). عملکرد دانه معمولاً در محدودهای از تراکم بوته به حداکثر می رسد و سپس کاهش می یابد. در تراکم مناسب میزان تعادل اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد دانه می شود. دانکن (۱۹۸۴) بیان نمود که با افزایش تراکم عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می یابد، اما این رابطه به صورت سهمی (پارابولیک) می باشد. محدودیت عملکرد در تراکم های کم به علت کمبود بوته و تراکم های زیاد به دلیل بوته های عقیم می باشد.



به گزارش تدیو و گاردنر (۱۹۸۸) رابطه بین منحنی عملکرد دانه و تراکم ذرت به صورت یک منحنی سهمی است که حداکثر عملکرد دانه در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بدست می آید. علیمحمدی و صالحی (۱۳۷۹) و درینی و مظاهری (۱۳۷۸) تاثیر معنی دار مثبت تراکم بر عملکرد دانه را مشاهده نمودند. نور محمدی (۱۳۷۹) در بررسی ذرت دانه ای رقم KSC301 بیشترین عملکرد دانه را از تراکم ۹۰ هزار بدست آورد. گلن و داینارد (۱۹۷۴) بیان کردند هنگامی که تراکم بیش از حد مطلوب افزایش می یابد بدلیل کاهش شاخص برداشت و افزایش میزان ساقه عملکرد دانه ذرت کاهش می یابد، در عین حال افزایش فاصله زمانی مرحله ظهور گل آذین نر و ماده و عدم پر شدن دانه ها عامل محدود کننده تری در رسیدن به عملکرد های بالا می باشد.

بنا بر گزارش امام و رنجبر (۱۳۷۹) در استان فارس با افزایش تراکم از ۶/۶ به ۱۳/۳۴ بوته در متر مربع میانگین عملکرد دانه ذرت از ۱۰/۶ به ۱۵/۷ تن در هکتار رسید. هاشمی دزفولی و هربرت (۱۹۹۲b) بیان نمودند اصولاً کاهش عملکرد در تراکم زیاد ممکن است مربوط به افزایش درصد بلال های عقیم (بدلیل طولانی شدن فاصله تولید گرده و ظهور کاکل)، کاهش تعداد دانه در بلال، کاهش وزن دانه و ترکیبی از این اجزاء باشد. ایشان اظهار داشتند با افزایش تراکم در حالی که عملکرد هر گیاه کاهش می یابد، ولی مجموع جذب نور توسط کانوپی در حداکثر مقدار بوده و عملکرد کل افزایش می یابد. از سوی دیگر استفاده از جمعیت های بالا، رقابت بین گیاهان برای نور، آب و مواد غذایی را افزایش می دهد که این امر ممکن است به دلیل تحریک غالبیت انتهایی، افزایش عقیمی و نهایتاً کاهش تعداد خوشه در گیاه و دانه در خوشه برای عملکرد نهایی محدودیت ایجاد نماید. دستفال (۱۳۷۵) و السن (۱۹۸۸) دریافتند عملکرد دانه معمولاً در محدوده ای از تراکم بوته به حداکثر می رسد و سپس کاهش می یابد. داینارد و مولدون (۱۹۸۳) اظهار نمودند کاهش عملکرد دانه در تراکم های بالای بوته ممکن است به علت افزایش درصد بلال های عقیم، کاهش تعداد دانه در بلال، کاهش وزن دانه و یا ترکیبی از آنها باشد که در اثر سایه اندازی حاصل می شود. زند (۱۳۷۸) نشان داد که در تراکم گیاهی ۹۰ هزار در مقایسه با تراکم های پایین تر عملکرد دانه در سطح ۱٪ تحت تاثیر مثبت این صفت قرار گرفت. اکبری و همکاران (۱۳۷۹) اثر

معنی دار تراکم متوسط ( ۷۵ هزار بوته) را بر عملکرد دانه مشاهده نمودند. مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) نشان دادند که عملکرد دانه در الگوی کاشت معمول و تراکم های بالاتر ( ۱۰۰ هزار بوته در هکتار) برتری نشان داد. برون و همکاران (۱۹۷۰) و لوتز و همکاران (۱۹۷۱) اظهار داشتند که عملکرد در تراکم پایین به علت پایین بودن تعداد بوته محدود می شود. نحوه پراکندگی یا نفوذ پذیری نور به درون سایه انداز گیاهی و بنابراین الگوی کاشت می تواند روی رشد و نمو و در نتیجه عملکرد گیاه تاثیر گذارد. ایجاد یکنواختی بین گیاهان بدلیل تساوی رقابت بین گیاهان و افزایش کارایی استفاده از مواد غذایی، آب و اشعه خورشیدی بر عملکرد دانه تاثیر می گذارد. تغییر فواصل کاشت با سایر عوامل مدیریتی مانند کود و آب قابل استفاده نیز همراه است.

در آزمایش بگنا و همیلتون (۱۹۹۷) اگرچه انتظار می رفت که عملکرد دانه در سطوح بالای تراکم بکار رفته دچار کاهش شود اما احتمالاً به دلیل جبران کاهش وزن دانه در تک بوته با افزایش تعداد بلال های استحصالی در واحد سطح در تراکم های بالا و همچنین ایجاد الگوی کاشت دو ردیفه با آرایش خاص متوازی الاضلاع کشت روی پشته، از شدت سایه اندازی و رقابت میان بوته های همجوار کاسته شده و بدین ترتیب مانع از کاهش معنی دار عملکرد دانه گردید. تعداد بوته در واحد سطح از طریق تاثیری که بر شاخص سطح برگ، جذب تشعشع، توزیع نور، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و می گذارد نهایتاً عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت را تحت تاثیر قرار میدهد.

هوف و مدرسکی (۱۹۷۲) با آزمایش آرایش کاشت مربع در ذرت، دریافتند که میانگین عملکرد نسبت به آرایش کاشت مستطیل افزایش می یابد. نامبردگان اظهار داشتند که تفاوت بین عملکرد در این دو سیستم کاشت در تراکم های بالا بیشتر است. برخی مطالعات انجام شده در کشور حاکی از برتری آرایش کاشت دو ردیفه نسبت به یک ردیفه می باشد. در مطالعه ای دو ساله توسط هاشمی دزفولی و همکاران (۱۳۷۵) معلوم شد رقم سینگل کراس ۷۰۴ در آرایش کاشت دو ردیفه با فاصله دو ردیفه ۲۰ سانتیمتر روی پشته با تراکم هشتاد هزار بوته در هکتار نسبت به تراکم های کمتر و بیشتر و آرایش کاشت یک ردیفه برتری معنی داری داشت. مقنی نصری (۱۳۸۰) در آزمایشی بیشترین عملکرد دانه را از الگوی کاشت دو ردیفه زیگزاگ و تراکم های

متوسط بدست آورد. پوریوسف و همکاران (۱۳۷۹) اظهار داشتند تراکم گیاهی تا ۹۰ هزار بوته در هکتار تاثیر مثبت و معنی دار بر عملکرد دانه دارد و الگوی کاشت معمول نیز این صفت را بشدت تحت تاثیر قرار داد. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) دریافتند که آرایش کاشت در سطح ۵٪ و تراکم در سطح ۱٪ عملکرد دانه ذرت را تحت تاثیر قرار می دهند. بذر افشان و همکاران (۱۳۸۱) نیز تاثیر معنی دار الگوی دو ردیفه و تراکم ۹۰ هزار را در آزمایشات خود نشان دادند. رفیعی (۱۳۸۶) اظهار داشت که آرایش کاشت دو ردیفه با برتری ۳۰٪ و تراکم های بالا عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می دهد و با توجه به اثر متقابل دوگانه، الگوی کاشت دو ردیفه در تراکم ۹۵ هزار بوته در هکتار از نظر عملکرد برتر بود. طهماسبی و یغموری (۱۳۸۳) در بررسی عملکرد دانه ذرت به تاثیر مثبت و معنی دار تراکم و برتری الگوی زیگزاگ بر عملکرد دانه پی بردند. هوف و مدرسکی (۱۹۷۲) بالاترین عملکرد دانه ذرت را در آرایش کاشت مربعی و تراکم زیاد بوته بدست آوردند. نجفی نژاد و همکاران (۱۳۸۳) تفاوت معنی داری بین آرایش کاشت دو ردیفه و یک ردیفه ذرت ۷۰۴ پیدا نکردند اما اثر مثبت و معنی دار تراکم را مشاهده نمودند. جواهری (۱۳۸۰) به برتری مصرف مخلوط اوره با اوره با پوشش گوگردی نسبت به سایر منابع مورد بررسی پی برد. بنا به گزارش زعفریان و همکاران (۱۳۸۳) عملکرد دانه در آرایش دو ردیفه نسبت به آرایش کاشت رایج (تک ردیفه) و تراکم صد هزار نسبت به هفتاد هزار بوته در هکتار به ترتیب ۲۰/۷۷ و ۱۹/۹۴ درصد افزایش یافت. زعفریان (۱۳۸۱) نشان داد که الگوی کاشت دو ردیفه با برتری ۲۰/۷٪ عملکرد را تحت تاثیر قرار داد و این صفت همچنین تحت تاثیر مثبت تراکم قرار گرفت. آزمایشات نشان داد ایجاد یکنواختی بین گیاهان، بدلیل تساوی رقابت بین گیاهان و افزایش کارایی استفاده از مواد غذایی، آب و اشعه خورشیدی عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می دهد (هودجز و اونز، ۱۹۹۰؛ نفذیگر، ۱۹۹۶؛ کرال و همکاران، ۱۹۹۷). در بررسی عملکرد ذرت در مورد منبع کود نیتروژن هووارد و اسینگتون (۱۹۹۸) برتری مصرف نترات آمونیوم نسبت به کودهای محتوی اوره را به دلیل تلفات تصعید در کودهای نوع دوم مشاهده نمودند. هووارد (۱۹۸۶) در بررسی عملکرد گندم گزارش نمود که منابع کودی محتوی اوره نسبت به نترات آمونیوم تاثیر کمتری را به

نمایش می گذارند. برخی مطالعات افزایش ۶ تا ۱۱٪ عملکرد در عرضه مخلوطی از نیترات و آمونیم را نشان دادند (باربر و همکاران، ۱۹۹۲؛ اسمیکلاس و بلو، ۱۹۹۲). دربرخی آزمایشات هیدروپونیک تغذیه مخلوط مواد غذایی نیتروژنی افزایش ۱۲٪ عملکرد مشاهده شد (بلوو و جنتری، ۱۹۸۷؛ جنتری و بلوو، ۱۹۹۲).

### ۳۳-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر تعداد ردیف دانه در بلال

#### و تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال

آزمایشات حساسیت این جز از عملکرد را بیش از سایر اجزای عملکرد نشان می دهد. تعداد دانه در طی دوره کاکل دهی و کمی پس از آن (لقاح) تعیین می گردد. تامین نیازهای گیاهی در این مراحل بر تعداد دانه تاثیر بسزایی دارد که در این بین می توان به عواملی مانند کود نیتروژن، تراکم بوته و الگوی کاشت اشاره نمود. تعداد دانه در بلال از اجزای مهم عملکرد دانه در ذرت است که بشدت تحت تاثیر تراکم بوته قرار می گیرد. با افزایش بیش از حد تراکم نه تنها شرایط برای فتوسنتز نامناسب می شود بلکه سطح برگ و تعداد تخمک های تلقیح شده (دانه) در هر بوته کاهش می یابد. (بنایی و همکاران، ۱۳۸۳). در ذرت، دانه در بلال با افزایش تراکم به طور ناگهانی شروع به کاهش می نماید دلیل این کاهش را کاهش میزان فتوسنتز در واحد گیاه، کاهش در آهنگ رشد گیاه و یا کاهش در نفوذ نور فعال در فتوسنتز می دانند. تعداد دانه در هر بلال با افزایش تراکم کاهش نشان می دهد و حساسیت این جز از عملکرد را بیش از سایر اجزاء عملکرد نشان می دهد (تدیو و گاردنر، ۱۹۸۸).

بر اساس گزارش علیمحمدی و صالحی (۱۳۷۹) تراکم گیاهی تعداد دانه در بلال را تحت تاثیر قرار نمی دهد. با افزایش تراکم رقابت در میان گیاهان افزایش یافته و در مرحله گلدهی که در این مرحله تاج پوشش گیاه به طور کامل تشکیل گردیده است سایه اندازی موجب گرده افشانی ضعیف و ظهور گلپای عقیم می شود که در نتیجه اولین نقطه اثر حاصل این فرایند روی عملکرد اقتصادی، کاهش تعداد دانه در ردیف خواهد بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۹؛ مظاهری، ۱۳۷۷؛ کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷). پژوهشگران زیادی گزارش کرده اند که در تراکم های بالا به علت

افزایش رقابت و ... به علت ناباروری تعداد دانه در ردیف کاهش می یابد. اتمن و ولج (۱۹۸۹) دریافتند که با کاهش تراکم و نفوذ بیشتر تشعشع تعداد دانه بلال ۱۴٪ افزایش می یابد. کوچکی و بنایان (۱۳۷۳) تعداد ردیف در بلال را یک صفت ژنتیکی با ثبات بالا گزارش نمودند که به میزان کمی تحت شرایط محیطی و مدیریتی در سطح مزرعه قرار می گیرد. تعداد ردیف دانه در آزمایش مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) تحت تاثیر تراکم بوته قرار نگرفت ولی بشدت تحت تاثیر الگوی کاشت واقع شد که تفاوت موجود مربوط به الگوی تک با دو ردیفه بود. بر اساس گزارش سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) تراکم گیاهی، آرایش کاشت و اثرات متقابل این دو تعداد ردیف دانه در گیاه را تحت تاثیر قرار ندادند. هاشمی و هربرت (۱۹۹۲b) بیان کردند اثرات تراکم بالا ضمن افزایش رقابت برای جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، زمان کاکل دهی را بطور معنی داری به تاخیر انداخته و این در حالی بود که ظهور گل تاجی به مقدار کمی به تاخیر افتاد و بنابراین زمان گرده افشانی گل های تاجی با رشد کامل کاکل ها هماهنگ نیستند. همچنین همپوشانی بیشتر برگ ها مانع رسیدن گرده به کاکل شد و میزان تلقیح و در نتیجه تعداد دانه در هر ردیف بلال کاهش یافت. مقنی نصری (۱۳۸۰) نشان داد بر اساس نتایج ساده و مرکب اثرات آرایش کاشت بر تعداد ردیف در بلال کاملا معنی دار بود و تیمار شاهد یک خط کاشت با ردیف منفرد نسبت به الگو های دو ردیفه بالاتر بود، همچنین این صفت تحت تاثیر تراکم گیاهی قرار گرفت. وی اظهار داشت که تعداد دانه در ردیف در الگوی کاشت دو ردیفه بیش از الگوی تک ردیفه بود و تراکم بالا تاثیر کاهشی بر این صفت اعمال نمود. تحقیقات زیادی حاکی از تاثیر منفی تراکم بر صفت تعداد دانه در ردیف می باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۱؛ پرستار و همکاران، ۱۳۷۵؛ شریفی تهرانی و همکاران، ۱۳۷۷؛ بهمنی و طهماسبی سروسستانی، ۱۳۷۸؛ درینی و مظاهری، ۱۳۷۸؛ رنجبر و امام، ۱۳۷۸؛ زعفریان و همکاران، ۱۳۸۰؛ نجفی نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). سعید نورمحمدی (۱۳۷۹) در بررسی های تراکم در ذرت دانه ای KSC301، نشان داد تعداد دانه در ردیف از این صفت متاثر نگردد. رنجبر و امام (۱۳۷۸) و محسنی و همکاران (۱۳۸۲) اظهار داشتند تراکم گیاهی بر تعداد دانه در ردیف بی تاثیر است. دماوندی و لطیفی (۱۳۷۷) برتری تراکم ۹۰ هزار بوته

را در تعداد دانه در بوته نسبت به تراکم های پایین تر و بالاتر را به نمایش گذاشتند. بذر افشان و همکاران (۱۳۸۱) و طهماسبی و یغموری (۱۳۸۲) بیان کردند که آرایش کاشت و تراکم گیاهی تعداد دانه در ردیف را تحت تاثیر قرار نمی دهد. مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) نشان دادند که از بین ۳ تراکم ۷۰، ۸۰، ۹۰ هزار بوته در هکتار بیشترین تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف در تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار بدست آمد. مطالعات مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) نشان داد که تعداد ردیف در بلال و دانه در ردیف به طور کاملا معنی دار تحت تاثیر تیمار الگوی کاشت قرار گرفت که این اختلاف معنی دار مربوط به تفاوت میانگین های تیماری سطح الگوی کاشت تک ردیفه با دو ردیفه بوده است. تعداد بلال ها، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف تحت تاثیر نیتروژن در مراحل متوالی رشد می باشد (گانگوار و همکاران، ۱۹۸۸). در بررسی پوریوسف و همکاران (۱۳۷۹) تراکم گیاهی تعداد دانه در ردیف را تحت تاثیر منفی خود قرار داد و این صفت در الگوی کاشت معمول برتری نشان داد. نجفی نژاد و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی های خود به عدم تاثیر آرایش کاشت و اثر کاهشی تراکم بوته بر تعداد دانه در بلال پی بردند. تیمونز و همکاران (۱۹۶۶) و پونلیت و اگلی (۱۹۷۹) کاهش تعداد دانه در هر بلال را به دلیل کاهش تعداد گل های تلقیح شده در اوایل مرحله تشکیل گل ها، گرده افشانی ضعیف، همزمان نبودن زمان ظهور گل تاجی و ابریشم و عقیم ماندن گل ها بعد از گرده افشانی می باشد.

اکبری و همکاران (۱۳۷۹) و صادقی و بحرانی (۱۳۷۹) نشان دادند که نیتروژن مصرفی و تراکم گیاهی بر تعداد دانه در بلال تاثیر معنی داری بجا می گذارند. قاسمی پیر بلوطی (۱۳۷۹) تاثیر نیتروژن مصرفی بر تعداد دانه در بلال را گزارش نمود.

#### ۳۴-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر تعداد بلال

تعداد بلال در هر بوته بسته به رقم کشت شده و تراکم گیاهی و شرایط محیط می تواند تغییر نماید. با افزایش تراکم، تعداد بلال در واحد سطح افزایش می یابد. در ارقام غیر پرولیفیک (در هر بوته تولید یک بلال می کنند) تعداد بلال در هر بوته تحت تاثیر کود نیتروژن، تراکم و الگوی

کاشت قرار نمی گیرد (کوکس، ۱۹۹۶). می توان نتیجه گرفت که تعداد بلال در هر بوته جزء پایدار عملکرد می باشد. تراکم بوته تاثیر معنی داری بر تعداد بوته در واحد سطح دارد و تعداد بوته در واحد سطح با افزایش تراکم افزایش می یابد. و این در حالی است که محدودیت از لحاظ سایر عوامل بویژه عنصر غذایی نیتروژن وجود نداشته باشد.

میلر و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایشات خود نشان دادند که اثر تراکم بوته تاثیر معنی داری بر تعداد بوته در واحد سطح دارد و تعداد بوته در واحد سطح با افزایش تراکم افزایش می یابد. در برخی از ارقام پرولیفیک ذرت در تراکم های پایین و شرایط مناسب تولید، چند بلال در بوته تولید می نمایند (دوریوکس و همکاران، ۱۹۹۳). با افزایش تراکم در ارقام پرولیفیک تعداد بلال در گیاه کاهش می یابد.

### ۳۵-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر وزن هزار دانه

وزن بذر در ارقام مختلف ذرت متفاوت است. بنا به گزارش رید و همکاران (۱۹۹۹) وزن دانه ذرت در اوایل دوره بعد از کاکل دهی یعنی هنگام تعیین تعداد سلولهای آندوسپرم و نیز در دوره پر شدن دانه معین شده و تامین مواد فتوسنتزی کافی برای بلال در این دوران عامل مهم و تعیین کننده ای برای تعداد و وزن دانه بوده است. سرعت و طول پر شدن دانه تعیین کننده وزن هزار دانه می باشد. شرایط نامساعد مقدار آن را بویژه در دانه های نزدیک راس بلال کاهش می دهد. تحقیقات نشان داد که وزن دانه در تنظیم عملکرد جزء فعال می باشد. اما نسبت به دیگر اجزای عملکرد از حساسیت کمتری برخوردار است. کاهش تعداد دانه در هر بلال معمولا باعث افزایش مقدار این پارامتر خواهد شد به عبارتی گیاه سعی می کند تا حدی خلا ناشی از تعداد دانه را با سنگین تر نمودن وزن آنها جبران نماید (مظاهری و همکاران، ۱۳۷۸). اثر نهایی تراکم گیاهی بالا بر اجزای عملکرد از طریق کاهش در وزن نهایی هر دانه بروز می نماید. افزایش تراکم افزایش رقابت و محدودیت و در نتیجه کاهش وزن دانه را به همراه خواهد داشت. در اثر رقابت شدیدتر

بین بوته ها، مواد فتوسنتزی کمتر بطرف اجزای زایشی انتقال داده شده و وزن دانه کاهش یافته است.

تدیو وگاردنر (۱۹۸۸) بیان کردند به نظر می رسد وزن هزار دانه نسبت به افزایش تراکم تغییرات کمی نشان می دهد و به نظر می رسد این جزء عملکرد از ثبات بیشتری برخوردار باشد و نقش چندان فعالی در تنظیم عملکرد دانه ندارد. در این ارتباط عزیزی و همکاران (۱۳۷۱)، پرستار و همکاران (۱۳۷۵)، درینی و مظاهری (۱۳۷۸)، رنجبر و امام (۱۳۷۸) و زعفریان و همکاران (۱۳۸۰) تاثیر منفی تراکم را بر وزن دانه گزارش نمودند. همچنین کلونینگر و همکاران (۱۹۷۵) اظهار داشتند وقتی تراکم از ۶۰ هزار به ۸۰ هزار در هکتار افزایش یافت وزن هزار دانه ۴ گرم کاهش نشان داد ولی با افزایش تراکم از ۴۰ هزار به ۶۰ هزار گیاه در هکتار وزن هزار دانه به ازای افزایش ۱۰ هزار گیاه در هکتار ۹ گرم کاهش نشان می دهد. از طرفی برخی پژوهشگران اظهار می دارند که وزن هزار دانه تحت تاثیر تراکم قرار نمی گیرد. طهماسبی و یغموری (۱۳۸۲) گزارش نمودند که وزن هزار دانه تحت تاثیر تراکم قرار نگرفت اما الگوی کاشت دو ردیفه زیگزاگ برتری ۱۲٪ را به روش کشت معمول نشان داد.

دماوندی و لطیفی (۱۳۷۷) برتری تراکم ۹۰ هزار نسبت به تراکم پایین تر و بالاتر وزن هزار دانه را در ذرت نشان داد. نتایج حاصل از آزمایش مقنی نصری (۱۳۸۰) نشان داد که در الگوی کاشت معمول تک ردیفه وزن هزار دانه ذرت بیشتر از الگوهای دو ردیفه است. بذرافشان و همکاران (۱۳۸۱) در آزمایش خود عدم تاثیر آرایش کاشت و تاثیر کاهشی تراکم را بر وزن هزار دانه ذرت مشاهده نمودند. مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) در بررسی ذرت دانه ای گزارش نمودند که وزن هزار دانه تحت تاثیر الگوی کاشت قرار گرفت. آنها نشان دادند که از بین ۳ تراکم ۸۰،۷۰ و ۹۰ هزار بوته در هکتار، بیشترین وزن هزار دانه در تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار بدست آمده. پوریوسف و همکاران (۱۳۷۹) بیان نمودند که افزایش تراکم، تاثیر کاهشی بر وزن هزار دانه دارد و الگوی کاشت تک ردیف نیز از نظر وزن هزار دانه برتری معنی داری نشان می دهد.



عجم نوروزی و بحرانی (۱۳۷۴) نتیجه گرفتند که مقادیر وزن هزار دانه در الگوی زیگزاک و تراکم های پایین بیشتر است. مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) نشان دادند وزن هزار دانه نیز به شدت متاثر از عامل الگوی کاشت است. وزن هزار دانه در الگوی کاشت دو ردیفه نسبت به تک ردیفه کاهش محسوسی داشت اما عامل تراکم و اثر متقابل آن دو نتوانسته اثر معنی داری ایجاد نماید.

### ۳۶-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر طول و قطر بلال

در تراکم های بالا به دلیل افزایش رقابت بین بوته ها و محدودیت منابع، سهم مواد پروده ای که به هر بلال می رسد کمتر شده و در نتیجه طول و قطر بلال کاهش می یابد (اولگر و همکاران، ۱۹۹۷) آزمایشات نشان دادند که طول بلال تحت تاثیر کاهشی تراکم گیاهی قرار می گیرد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۱؛ شریفی تهرانی و همکاران، ۱۳۷۷؛ بهمنی و طهماسبی سروسستانی، ۱۳۷۸؛ رنجبر و امام، ۱۳۷۸؛ نجفی نژاد، ۱۳۷۸؛ محسنی و همکاران، ۱۳۸۲). در آزمایشی که هاشمی و هربرت (۱۹۹۲ا) انجام دادند ملاحظه گردید که در تراکم های پایین اندازه بلال بزرگتر شده اما بزرگی بلال نتوانست تعداد بلال در تراکم های بالا را در جهت افزایش عملکرد دانه جبران نماید.

صادقی و بحرانی (۱۳۷۸) اظهار داشتند نیتروژن مصرفی طول بلال را تحت تاثیر قرار داد و کمترین طول مربوط به کمتری میزان مصرف نیتروژن بود و چنین تراکم گیاهی تاثیر منفی خود را بر این صفت نشان می دهد. در بررسی بذرافشان و همکاران (۱۳۸۱) و سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) با افزایش تراکم طول بلال کاهش یافت و الگوی کاشت دو ردیفه نسبت به سایر الگوها برتری نشان داد. اسکندری (۱۳۷۹) بیان نمود که نیتروژن مصرفی طول بلال را تحت تاثیر قرار می دهد. ایرلی (۲۰۰۱) دریافت با کاهش نور طول و قطر بلال کم شد. الگر و همکاران (۱۹۹۷) و اکتینتوی و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند تراکم قطر بلال را تحت تاثیر کاهشی خود قرار می دهد. تحقیقات نشان می دهد که تراکم قطر بلال را تحت تاثیر منفی خود قرار داد (سیده وند و همکاران، ۱۳۷۸؛ اسماعیلی و همکاران، ۱۳۷۸؛ رنجبر و امام، ۱۳۷۸؛ بذرافشان و همکاران،

۱۳۸۱؛ محسنی و همکاران، ۱۳۸۲). صادقی و بحرانی (۱۳۷۸) بیان کردند که نیتروژن مصرفی و تراکم قطر ساقه را در ذرت تحت تاثیر خود قرار می دهند.

## ۳۷-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر ارتفاع بوته، ارتفاع

### اولین بلال از سطح زمین

افزایش ارتفاع معمولا بارزترین تغییر ناشی از رشد در اغلب گیاهان است افزایش ارتفاع می تواند از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیت محسوب شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). به نظر می رسد بسیاری از ویژگی های مرفولوژیک گیاه ذرت با عملکرد دانه ارتباط داشته باشد (گلن و داینارد، ۱۹۷۴). ارتفاع بوته از پارامتر های مهم مرفولوژیکی محصول می باشد که تحت تاثیر مدیریت زراعی قرار می گیرد. معمولا ارتفاع بوته ذرت همراه با افزایش تراکم زیاد شده و پس از آن کاهش می یابد (ایرلی و همکاران، ۱۹۶۶؛ مول و کمپارت، ۱۹۷۷). با افزایش تراکم بوته در واحد سطح به دلیل رقابت در جهت رسیدن نور و جذب مواد غذایی، گیاه انرژی و توان بیشتری صرف افزایش ارتفاع از طریق افزایش طول میانگره ها می نماید. عدم افزایش ارتفاع گیاه در تراکم های بسیار زیاد، احتمالا بدلیل محدودیت مواد فتوسنتزی، آب و یا عناصر معدنی جهت رشد است (ایرلی و همکاران، ۱۹۶۶). در تراکم های بالا در حد مناسب بدلیل وجود سایه، عدم تخریب نوری اکسین یا کم صورت گرفتن این واکنش، باعث طولیل شدن میانگره ها می شود در حالی که در تراکم های پایین در اثر تشعشعات زیادتر در جامعه گیاهی این امر محقق نمی شود (ایرلی و همکاران، ۱۹۶۶؛ مول و کمپارت، ۱۹۷۷).

آفالو و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند با افزایش تراکم کیفیت نور دریافتی تغییر می نماید به طوری که نور قرمز توسط برگ های بالایی کنوپی جذب می شود و نور قرمز دور در پایین سایه انداز افزایش می یابد. افزایش نسبت نور دور به قرمز موجب کاهش تنفس گیاهی و اختصاص آسمیلات های بیشتری به بخش های فوقانی سایه انداز و ساقه اصلی می شود و فاصله میان گره ها و در نتیجه ارتفاع افزایش می یابد. دلیل دیگر بالاتر بودن ارتفاع بوته در تراکم های کاشت

بیشتر مربوط به شرایط مساعد و مناسب تراکم های کاشت بالاتر برای رشد رویشی و افزایش فاصله میانگه ها بود. از جمله این شرایط مساعد، رطوبت نسبی بالاتر داخل تاج پوشش کشت متراکم تر، عدم تابش نور مستقیم می باشد. رطوبت نسبی بالاتر تعدیل درجه حرارت محیط را به همراه دارد و در حرارت های متوسط (۳۰-۲۵) شرایط رشد رویشی بخصوص میان گره های ذرت فراهم تر است.

گلن و داینارد (۱۹۹۳) همبستگی مثبتی را بین ارتفاع نهایی گیاه و عملکرد یافتند. تحقیقات زیادی نشان دادند که تراکم، ارتفاع بوته را تحت تاثیر مثبت خود قرار داد (پرستار و همکاران، ۱۳۷۵؛ شریفی تهرانی، ۱۳۷۷؛ اسماعیلی و همکاران، ۱۳۷۸؛ علیمحمدی و صالحی، ۱۳۷۹؛ اسپچی، ۱۹۹۲). رنجبر و امام (۱۳۷۸) و محسنی و همکاران (۱۳۸۲) اظهار داشتند که تعداد بوته در واحد سطح ارتفاع بوته و ارتفاع بلال را تحت تاثیر قرار نمی دهد. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) بیان داشتند که تراکم، الگوی کاشت و اثر متقابل این دو تاثیری بر ارتفاع بوته نداشت. مقنی نصری (۱۳۸۰) گزارش کرد که الگوی کاشت در ارتفاع بوته ذرت موثر می باشد و گیاه در آرایش یک خط کاشت با ردیف منفرد نسبت به روش کشت دو خط موازی روبرو یا زیگزاگ از ارتفاع بلندتری برخوردار بودند. بر اساس نتایج بدست آمده توسط زاهدی و رزمجو (۱۳۸۱) الگوی کاشت و تراکم گیاهی تاثیر معنی داری بر ارتفاع بوته داشتند ولی اثر متقابل این دو بر این صفت تاثیری نداشت. نورمحمدی (۱۳۷۹) بر اساس آزمایش صورت گرفته بر ذرت رقم KSC301 اظهار داشت که ارتفاع بوته و ارتفاع بلال تحت تاثیر تراکم بوته قرار نگرفت. اولگر و همکاران (۱۹۷۷) در مطالعه ای با افزایش تراکم بوته از ۵۷۱۴۰ به ۱۴۲۸۶۰ بوته در هکتار، ارتفاع بوته از سطح زمین افزایش یافت. اولگونلا و همکاران (۱۹۸۸) نشان داد با افزایش تراکم از ۵۰۰۰۰ به ۷۵۰۰۰۰ بوته در هکتار، ارتفاع بوته افزایش یافت و ظهور گل تاجی به تاخیر افتاد. محل قرار گرفتن بلال از نظر نحوه استفاده گیاه از نور و اختصاص آن به بلال مهم است. به طوری که با نزدیک شدن به ریشه رقابت این دو ارگان افزایش خواهد یافت و در حالت عکس بلال های بالایی از نور بیشتری بهرمنند خواهند شد. تاثیر تراکم در ارتفاع بوته بیش از تاثیر آن بر ارتفاع بلال از سطح زمین است.

اسیچی (۱۹۹۲) گزارش کرد که با افزایش تراکم از ۲۴ تا ۷۴ هزار بوته در هکتار ارتفاع بلال از سطح زمین افزایش یافت. شریفی تهرانی و همکاران (۱۳۷۷) و پرستار و همکاران (۱۳۷۵) طی آزمایشات صورت گرفته، تاثیر مثبت تراکم بر ارتفاع بوته را ناشی از افزایش طول میانگرها بیان نمودند. هاگمن و بلو (۱۹۸۴) اظهار داشتند یکی از نهاده های مهم زراعی که بر ویژگی های مورفولوژیک گیاه تاثیر عمده ای دارد کود نیتروژنه است. براساس بررسی های زند و ملاحسنی (۱۳۷۴) نیتروژن مصرفی در سطح ۵٪ تاثیر مثبت و معنی داری بر ارتفاع بوته داشت اما اثر تیمار تراکم معنی دار نگردید. صادقی و بحرانی (۱۳۷۸) بیان کردند نیتروژن مصرفی تاثیر مثبت معنی داری بر ارتفاع بلال داشته اما تراکم این صفت را تحت تاثیر قرار نمی دهد.

### ۳۸-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر قطر ساقه

با افزایش تراکم در صورتی که افزایش ارتفاع بوته با تجمع بیشتر ماده خشک همراه نباشد قطر ساقه کم شده و قدرت آن کاهش می یابد. استینسون و همکاران (۱۹۸۰) اثر سایه اندازی را بر روی دو گروه هیبریدهای تراکم پذیر و تراکم ناپذیر ذرت بررسی نمودند و گیاهانی که در معرض سایه بودند قطر ساقه کمتری داشتند. پژوهشگران نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم بوته قطر ساقه کاهش پیدا می کند و این امر ناشی از رقابت برای دریافت نور می باشد که منجر به افزایش طول میانگره و کاهش قطر ساقه می گردد (تاناکا و همکاران، ۱۹۶۹؛ استاپلتون و همکاران، ۱۹۸۳؛ دانکن و همکاران، ۱۹۹۳؛ اولگر و همکاران، ۱۹۹۷؛ اسماعیلی و همکاران، ۱۳۷۸؛ نجفی نژاد، ۱۳۷۸؛ رنجبر و امام، ۱۳۷۸؛ علیمحمدی و صالحی، ۱۳۷۹). سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) تاثیر الگوی کاشت و تراکم گیاهی را بر قطر ساقه مشاهده نمودند و برتری الگوی کاشت دو ردیفه را در این صفت بدست آوردند. صادقی و بحرانی (۱۳۷۸) بیان نمودند که نیتروژن مصرفی قطر ساقه را تحت تاثیر مثبت خود قرار می دهد و تراکم گیاهی اثر منفی بر این صفت اعمال می نماید. زاهدی و رزمجو (۱۳۸۱) اظهار نمودند که تراکم و آرایش کاشت قطر ساقه را تحت تاثیر قرار می دهند ولی اثر متقابل این دو تاثیری بر قطر ساقه ندارد. در بررسی زند و ملاحسنی (۱۳۷۴)

نیترژن مصرفی قطر ساقه را در سطح ۵٪ تحت تاثیر قرار داد. در مطالعه ای اولگر و همکاران (۱۹۹۷) مشاهده نمودند که با افزایش تراکم بوته از ۵۷۱۴۰ به ۱۴۲۸۶۰ بوته در هکتار، قطر ساقه به صورت کاملاً معنی دار کاهش نشان داد. محسنی و همکاران (۱۳۸۲) اظهار داشتند تراکم گیاهی تاثیری بر قطر ساقه ندارد. همتی (۱۳۷۸) در بررسی آرایش کاشت در ذرت دانه ای حداکثر قطر دانه را در الگوی ۷۵ × ۲۵ بدست آورد.

### ۳۹-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیترژن، الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک به کل ماده خشک اطلاق می گردد. عملکرد بیولوژیک واقعی شامل وزن ریشه ها نیز می شود اما از آنجایی که معمولاً ریشه ها قابل برداشت نیستند این واژه برای اندام های هوایی به کار برده می شود. پژوهشگران زیادی گزارش کرده اند که با افزایش تراکم از میزان ماده خشک هر گیاه کاسته شده ولی در واحد سطح به دلیل افزایش تعداد گیاه مقدار ماده خشک افزایش می یابد. عملکرد کل ماده خشک و سبز گیاه در عکس العمل به افزایش تراکم، رابطه غیر خطی دارند. با ازدیاد تراکم به دلیل استفاده بهتر از منابع، مقدار زیست توده افزایش می یابد. احتمالاً وزن خشک کل اندام هوایی تراکم کاشت بالاتر را می توان به موجود بودن تعداد بوته و ماده خشک بیشتر در واحد سطح تراکم های بالاتر مرتبط نمود. آزمایشات نشان می دهد که الگوی دو ردیفه به دلیل داشتن شاخص برگ بالاتر نسبت به الگوی تک ردیف از نور فعال فتوسنتزی بهره بیشتری برده و در نهایت میزان عملکرد بیولوژیک افزایش خواهد یافت. با افزایش میزان جذب نور، میزان فتوسنتز نیز افزایش یافته و از طرفی با افزایش جذب مواد غذایی مانند نیترژن و در پی آن افزایش رشد ریشه و جذب آب، اندام های زیر زمینی رشد بیشتری خواهند داشت و رشد ساقه و برگ زیاد می گردد که در نتیجه میزان جذب نور، فرایند فتوسنتز و تولید ماده خشک کل افزایش می یابد. الگوی کاشت دو ردیفه به دلیل برتری در رقابت ها سهم عمده ای در افزایش عملکرد بیولوژیک بجا خواهد گذاشت. الگوی کاشت دو ردیفه به دلیل ایجاد یک پوشش متراکم و افزایش شاخص سطح برگ مشروط به توزیع مناسب بوته ها در روی پشته ها

موجب افزایش عملکرد بیولوژیک شود (صابری و همکاران، ۱۳۸۵). در بررسی دهینگرا و همکاران (۱۹۷۴) نتایج حاصله پس از برداشت نهایی نشان داد که افزایش تراکم تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در الگوی کاشت تک ردیفه و دوبر باعث افزایش وزن خشک کل زیست توده شد. نیلسون و همکاران (۱۹۸۸) در آرایش کاشت مربع و مستطیل بررسی کردند و دریافتند که روند کاهش سرعت رشد نسبی کمتر گیاهان کاشته شده در آرایش کاشت مربع را دلیلی برای تولید بیومس بیشتر مطرح نمودند. مظاهری و همکاران (۱۳۷۹) نشان دادند که از بین ۳ تراکم ۸۰، ۷۰، ۹۰ هزار بوته در هکتار بیشترین عملکرد کل و بیولوژیک از تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار بدست آمد. بولاک و همکاران (۱۹۹۳) بیان نمودند که الگوی کاشت دو ردیفه به دلیل ایجاد یک پوشش متراکم و افزایش شاخص سطح برگ مشروط به اینکه فواصل و نحوه کشت متوازی الاضلاع در آن به لحاظ توزیع مناسب بوته ها در روی پشته ها به درستی رعایت شده باشد موجب افزایش عملکرد بیولوژیک خواهد شد. نامبردگان تولید بیوماس بیشتر را در آرایش کاشت مربع ناشی از روند کاهشی کمتر سرعت رشد نسبی دانسته اند. در آزمایشات دستفاله (۱۳۷۶) حداکثر عملکرد بیولوژیکی در زیادترین سطح تراکم (۱۱/۱۱ بوته در مترمربع) بدست آمد. در یک مطالعه وزن خشک اجزا گیاه در مرحله ۵۰ درصد گرده افشانی کمتر تحت تاثیر فاکتورهای فوق واقع شد اما مقدار آنها در مرحله بلوغ فیزیولوژیک در آرایش کاشت مربع و تراکم ۷۱۴۰۰ گیاه در هکتار بیشتر بود (زمانی، ۱۳۷۲). در بررسی صابری و همکاران (۱۳۸۵) اثر متقابل تراکم و آرایش کاشت، عملکرد علوفه در سطح ۱ درصد معنی دار شد و بیشترین عملکرد زیست توده (۲۳۳۳۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار دو ردیفه ۱۵ سانتی متر حاصل گردید.

#### ۴۰-۲- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر شاخص برداشت

در ذرت دانه ای عملکرد دانه تنها بخشی از عملکرد بیولوژیک را شامل می شود. نسبت عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی) به عملکرد بیولوژیک را به عنوان شاخص برداشت تعریف کرده اند. شاخص برداشت نسبی و بدون واحد است. افزایش شاخص برداشت نشان دهنده توانایی بیشتر گیاه در انتقال و اختصاص بیشتر مواد پرورده به اندام هوایی است و یکی از شاخص های مورد استفاده

جهت ارزیابی کارایی تقسیم ماده خشک گیاه زراعی معرفی می گردد. با افزایش تراکم به علت تجمع بیومس رویشی بزرگتر شاخص برداشت کاهش خواهد یافت. در تراکم بوته ثابت افزایش میزان نیتروژن موجب کاهش شاخص برداشت می شود. دلیل این امر را چنین می توان بیان نمود که افزایش نیتروژن رشد رویشی را تحریک کرده و در نتیجه سهم بخش رویشی گیاه نسبت به بخش های زایشی افزایش می یابد. نسبت ماده خشک بلال به کل ماده خشک گیاهی در ارتباط بسیار نزدیکی با تعداد و فعالیت مقصد های زایشی قرار دارد و از آنجایی که این مقصدهای زایشی در ارتباط مستقیمی با آهنگ رشد گیاه هستند بنابراین در نتیجه کمبود نیتروژن آهنگ رشد گیاه با تاثیر بر روی مقصد های زایشی باعث کاهش نسبت ماده خشک بلال به کل ماده خشک گیاهی می شود (یوهارت و آندراد، ۱۹۹۵). تدیو کائو و گاردنر (۱۹۸۸) اظهار داشتند که در دامنه وسیعی از تراکم های کاشت شاخص برداشت کاهش بسیار کمی داشته بنحوی که این کاهش معنی دار نبود. آن ها معتقدند که در هیبریدهای پر محصول ذرت ثابت بودن شاخص برداشت حاکی از وجود میزان زیاد آلومتری بین دانه و سایر اندام گیاهی است. در تحقیقات صادقی و سیدی (۱۳۷۷)، صادقی و بحرانی (۱۳۷۸)، رنجبر و امام (۱۳۷۸) و کوکس (۱۹۹۶) نیز شاخص برداشت تحت تاثیر تراکم قرار نگرفت. صفت شاخص برداشت در بررسی همتی (۱۳۷۸) تحت تاثیر الگوی کاشت و تراکم قرار نگرفت. زمانی (۱۳۷۲) نیز با تغییر در آرایش و تراکم کاشت تغییری در شاخص برداشت مشاهده نکرد. طهماسبی و یغموری (۱۳۸۲) در بررسی تاثیر تراکم و آرایش کاشت در دو هیبرید ذرت، عدم تاثیر تراکم بر شاخص برداشت و تاثیر پذیری این صفت را از الگوی کاشت و برتری الگوی زیگزاک به روش کاشت معمول را مشاهده نمودند. استیکلر و لود (۱۹۹۵) گزارش کردند که در هیبرید های پر محصول ذرت شاخص برداشت ثابت است و دلیل آن حاکی از میزان زیاد آلومتری بین دانه و سایر اندام گیاهی است. نتایج حاصل از بررسی تاثیر تراکم و آرایش کاشت ذرت تری وی کراس ۴۶۷ توسط صابری و همکاران (۱۳۸۵) حاکی از کاهش شاخص برداشت با افزایش تراکم بوده ولی این پارامتر در دو آرایش کاشت تک و دو ردیفه تغییری نیافته است.

# فصل سوم

## مواد و روش ها



## مواد و روش ها

### ۱-۳- زمان و موقعیت جغرافیایی محل اجرای آزمایش

این آزمایش به منظور بررسی اثر تراکم گیاهی، الگوی کاشت و منابع کودی نیتروژن بر عملکرد ذرت دانه ای در سال ۱۳۸۵ در محل مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود واقع در ۲ کیلومتری شمال شهرستان شاهرود انجام شد .

### ۲-۳- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی

شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف انهار گرینویچ واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا حدودا ۱۳۴۹ متر است و در شمال استان سمنان قرار دارد.

جدول ۱-۳- مختصات جغرافیایی محل مورد آزمایش

موقعیت جغرافیایی		مختصات مملکتی		
طول ( $\phi$ )	عرض ( $\lambda$ )	Z	Y	X
۵۴ درجه، ۵۷ دقیقه شمالی	۳۶ درجه، ۲۵ دقیقه شرقی	۱۳۴۹.۱	۱۳۲۵	۵۲۶.۸

### ۳-۳- وضعیت اقلیمی محل اجرای آزمایش

بر اساس تقسیم بندی های اقلیمی این منطقه دارای اقلیم سرد و خشک است. متوسط بارندگی سالانه تقریبا بین ۱۶۰-۱۵۰ میلی متر بوده و بارندگی ها عمدتا در فصل بهار و پاییز رخ

می دهد. میانگین دمای سالانه توسط ایستگاه هواشناسی شاهرود ۱۴/۵ درجه سانتیگراد گزارش شده است. میانگین درجه حرارت در سال آزمایش ۱۵/۲ درجه سانتیگراد و میزان بارندگی ۱۳۰-۱۲۸ میلی متر گزارش شد. متوسط بارندگی و میانگین درجه حرارت در سال اجرای طرح در جداول زیر نشان داده شده است.

جدول ۲-۳- میزان بارندگی در ماه های سال ۱۳۸۵ بر حسب میلیمتر.

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
۳/۸	۲۴/۴	۲۴/۱	۳۴	۱۳	۱۵/۸	۶۳	۸/۴	۱

جدول ۳-۳- متوسط درجه حرارت در ماه های سال ۱۳۸۵ بر حسب درجه سانتیگراد.

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
۱۳/۵	۸/۴	۰/۲	۱/۸	۴/۴	۸/۸	۱۱/۲	۱۸/۴	۲۲/۴

#### ۳-۴- مشخصات خاک مورد آزمایش:

به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله N-P-K از عمق ۰-۳۰ سانتی متر از خاک مزرعه چندین نمونه یک کیلوگرمی گرفته شد و نهایتاً پس از اختلاط نمونه ها یک نمونه یک کیلوگرمی که در برگیرنده کل نمونه ها بود به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج تجزیه مکانیکی و شیمیایی خاک در جدول (۳-۴) نشان داده شده است.

جدول ۳-۴- تجزیه خاک مورد آزمایش

نیترژن کل (N%)	پتاسیم قابل جذب K (PPM)	فسفر قابل جذب (PPM)	درصد کربن آلی %O.C	درصد مواد آلی	اسیدیته گل اشباع PH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس)	درصد اشباع S.P	بافت خاک Texture	عمق Depth
۰/۰۵	۲۳۰	۱۱	۰/۵	۱/۳۶	۷/۹	۱/۲	۳۰	لوم	۰-۳۰

### ۳-۵- تناوب زراعی

با توجه به اهمیت آگاهی از نوع کشت در سال های گذشته در جدول (۳-۴) زیر تناوب زراعی رعایت شده در محل آزمایش نشان داده شده است.

جدول ۳-۵- تناوب زراعی محل اجرای آزمایش

تناوب زراعی	سال جاری	سال قبل	۲ سال قبل
کشت پاییزه	نکاشت	نکاشت	نکاشت
کشت بهاره	ذرت	نکاشت	سیب زمینی

## ۶-۳- مشخصات طرح آزمایشی

این آزمایش به صورت کرت های دو بار خرد شده و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید.

عوامل مورد بررسی شامل:

پلات های اصلی

تیمار تراکم بوته

۱- ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار (D1)

۲- ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار (D2)

۳- ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار (D3)

پلات های فرعی

تیمار منبع کود نیتروژن

۱- اوره (N1)

۲- سولفات آمونیوم (N2)

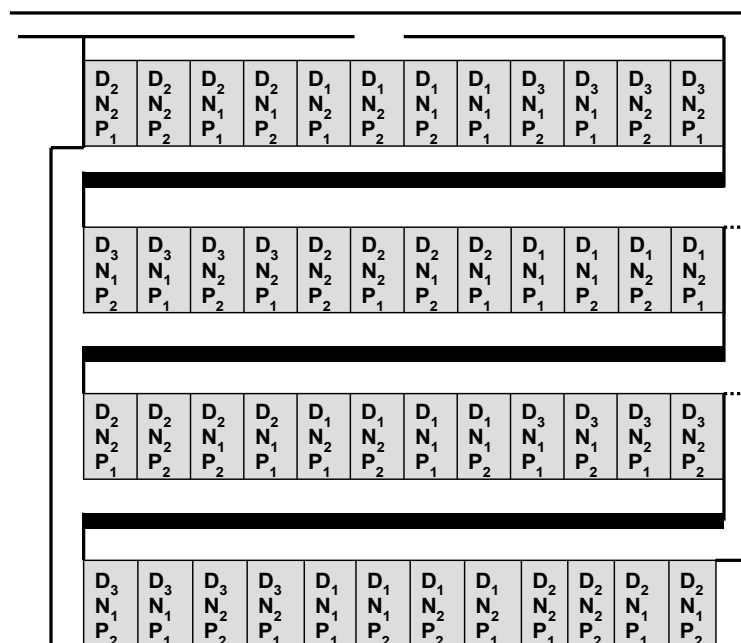
پلات های فرعی فرعی

تیمار الگوی کاشت

۱- یک ردیفه (P1)

۲- دو ردیفه (P2)

هر بلوک شامل ۱۲ پلات و هر پلات شامل ۴ ردیف کاشت با فواصل بین ردیف ۷۵ سانتیمتر و طول ۸ متر بود. بین پلات های تیمار کودی، به اندازه ۲ ردیف فاصله منظور گردید. با توجه به اینکه دو منبع کود نیتروژن در این طرح مورد استفاده قرار گرفت، در انتهای هر تکرار و حد فاصل تکرار بعدی زه آب هر تکرار مجزا به خارج از مزرعه هدایت می شد (تصویر ۳-۱).



شکل ۱-۳- نقشه کشت و سیستم زه آب

### ۳-۷- عملیاتهای زراعی

#### ۳-۷-۱- آماده سازی زمین

قطعه زمین محل آزمایش در پاییز سال قبل شخم گردیده بود و در اواخر فروردین مجدداً شخم گردیده و سپس دیسک زده شد و توسط لولر تسطیح گردید. کود پایه با توجه به نتیجه آزمایش خاک محل آزمایش و با نظر کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی به زمین اضافه گردید که مقادیر

آن در جدول ۳-۶ آورده شده است. پس از آن به کمک شیار ساز شیارهایی به عرض ۷۵ سانتیمتر ایجاد گردید.

جدول ۳-۶ کودهای مصرفی در هنگام آماده سازی زمین

انواع کود	سوپر فسفات تریپل	پتاس	اوره	سولفات مس	سولفات منیزیم	سولفات روی
مقدار مصرف (کیلوگرم در هکتار)	۱۵۰	۱۵۰	۱۰۰	۱۵	۵۰	۲۵

### ۳-۷-۲- کاشت بذر

در تاریخ ۸۵/۳/۲۶ اقدام به ضدعفونی و کشت بذر ذرت رقم KSC 301 گردید. بذور جهت ایجاد تراکم های ۷۰، ۸۰ و ۹۰ هزار بوته در هکتار بترتیب به فواصل روی ردیف ۱۴/۸، ۱۶/۷ و ۱۹ سانتیمتر و با دو الگوی کاشت یک ردیفه (معمول) و دو ردیفه زیگزاگ به روش دستی در عمق ۵ تا ۷ سانتیمتر با توجه به نقشه کشت گردید.

### ۳-۷-۳- آبیاری

اولین آبیاری در تاریخ ۸۷/۳/۳۰ به صورت نشتی انجام شد بنحوی که پشته ها کاملاً نم کشیده و تیره شد. آبیاری دوم به فاصله ۴ روز بعد و آبیاری ها بعدی با فاصله ۷ روز تا نزدیک برداشت صورت گرفت.

### ۳-۷-۴- تنک کردن

با توجه به کشت دو بذر در هر نقطه در مرحله ۴ برگی اقدام به حذف بوته های اضافی نمودیم.

### ۵-۷-۳- وجین علف های هرز

با توجه به حضور علفهای هرز سلمه تره، تاج خروس، تاج ریزی، پوا، پیچک صحرائی و خارشتر قبل از کود سرک اول در مرحله ۷ برگی اقدام به وجین دستی علف های هرز در کلیه سطح مزرعه (بین و روی ردیف و داخل جوی های آبیاری) نمودیم.

### ۶-۷-۳- کود های سرک

کودهای سرک شامل کود های اوره و سولفات آمونیوم بود. کود های مورد تیمار در دو مرحله ۷ برگی و قبل از ظهور گل تاجی مصرف گردید که مقادیر آن در جدول ۳-۷ آورده شده است.

جدول ۳-۷ میزان مصرف کود های سرک بر حسب کیلوگرم در هکتار

انواع کود	سولفات امونیوم	اوره
مرحله ۷ برگی	۲۵۰	۱۱۵
قبل از گلدهی	۲۵۰	۱۱۵

### ۸-۳- مشخصات رقم مورد بررسی

مشخصات هیبرید ذرت مورد بررسی در جدول ۳-۸ نشان داده شده است.

نام رقم	سینگل کراس ۳۰۱ (طلوع)	نوع ذرت	دانه ای
شجره	S 61 x K 722	سال انتخاب	۱۳۶۲
مبدا	لاین پدری داخلی و لاین مادری از کشور یوگسلاوی	سال معرفی	۱۳۶۸
طول دوره رشد	۱۰۵-۱۱۰ روز (زودرس)	رنگ چوب بلال	قرمز
واکنش به تنش های غیرزنده	نسبت به بیماری های رایج ذرت مقاومت نسبی دارد	تاریخ کاشت	نیمه دوم بهار
واکنش به تنش های غیرزنده	نسبت به شوری، خشکی و سرما مقاومت ندارد	فرم دانه	دندان اسبی
		رنگ دانه	زرد

### ۹-۳- نمونه برداری و اندازه گیری صفات :

در طول فصل رشد یادداشت برداری های لازم انجام شد و به منظور بررسی روند تجمع ماده خشک و شاخص رشد به فواصل ۱۵ روز یکبار نمونه برداری با در نظر گرفتن حاشیه ۰/۵ متر بر اساس ۳ بوته از هر کرت انجام شد. قطع بوته ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت. نمونه ها در پاکت های کاغذی شماره گذاری شده قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه ها به قسمتهای برگ، ساقه و... تفکیک شده و صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

#### ۹-۳-۱- سطح برگ

برای اندازه گیری سطح برگ به علت عدم دسترسی به دستگاه اندازه گیری سطح برگ (Leaf area meter) در مراحل اولیه طول و عرض همه برگها و در مراحل بعدی طول و عرض



۲۰٪ وزنی برگها اندازه گیری شد و با استفاده از فرمول مخصوص سطح برگ ذرت ((بیشترین عرض برگ × بیشترین طول برگ) × ۰/۷۵) سطح برگ آن اندازه گیری شد.

### ۲-۹-۳- وزن خشک گیاه

نمونه ها در آون الکتریکی در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. جهت تعادل دمایی با محیط نمونه ها به مدت ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند و سپس با ترازوی حساس به دقت  $\pm 0/01$  گرم توزین شدند

### ۱۰-۳- بر آورد شاخص های رشد

جهت ارزیابی شاخص های رشد، معادلات زیر با استفاده از مقدار ماده خشک اندام های هوایی به دست آمده از واحد سطح (متر مربع) برای هر کرت در هر بار نمونه برداری، بکار گرفته شدند:

$$CGR = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$$

$$LAI = LA / GA$$

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / t_2 - t_1$$

$$NAR = CGR / LAI$$

$W_1$ : وزن خشک در نمونه برداری اول  
 $W_2$ : وزن خشک گیاه در نمونه برداری دوم  
 $t_2 - t_1$ : فاصله زمانی بین دو نمونه برداری  
 GA: سطح زمین  
 LA: سطح برگ گیاه  
 RGR: سرعت رشد نسبی  
 CGR: سرعت رشد محصول  
 LAI: شاخص سطح برگ  
 NAR: سرعت جذب خالص

### ۳-۱۰-۱- شاخص سطح برگ (LAI)

اندازه گیری شاخص سطح برگ در طول رشد گیاه به صورت تقریبی انجام شد و سطح برگ ۳ بوته از هر کرت آزمایش در دو ردیف وسط در پنج مرحله از رشد گیاه اندازه گیری شد.

### ۳-۱۰-۲- سرعت رشد گیاه (CGR)

سرعت رشد محصول، افزایش وزن یک اجتماع گیاهی در واحد سطح در واحد زمان می باشد. در هر ۱۵ روز یکبار نمونه برداری، ۳ بوته ذرت به صورت تصادفی و با حذف حاشیه ها، از خطوط میانی واحدهای آزمایشی برداشت شد. بوته های مذکور در آون قرار داده شدند و پس از ۴۸ ساعت وزن خشک آنها از رابطه ذکر شده محاسبه گردید.

### ۳-۱۰-۳- کل ماده خشک (TDM)

بوته های ذرت در آون قرار داده شدند. پس از ۴۸ ساعت نمونه ها از آون بیرون آورده شد و وزن خشک آنها اندازه گیری شد.

### ۳-۱۰-۴- سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR)

سرعت اسیمیلاسیون خالص بیانگر فتوسنتز خالص گیاه در واحد زمان می باشد که از تقسیم سرعت رشد گیاه بر شاخص سطح برگ در هر بار نمونه برداری محاسبه گردید.

### ۱۱-۳- برداشت نهایی

عمل برداشت به صورت دستی و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی در حالی صورت گرفت که رطوبت دانه ها در حدود ۲۰ درصد بود، سپس اجزای عملکرد تعیین گردید. از هر کرت بوته های موجود در سه متر مربع ( پس از حذف دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه) برداشت شده و به مدت چند روز در معرض آفتاب قرار گرفتند تا خشک شوند، بوته های برداشت شده جهت تعیین اجزای عملکرد شامل موارد زیر به آزمایشگاه منتقل شد:

(۱) طول بلال (برحسب سانتیمتر و با دقت ۰/۱ ± سانتی متر اندازه گیری شد).

(۲) قطر بلال (برحسب میلیمتر).

(۳) تعداد ردیف در بلال (میانگین ۶ نمونه).

(۴) تعداد دانه در ردیف (میانگین ۶ نمونه)

(۵) ارتفاع بوته (برحسب سانتیمتر).

(۶) ارتفاع اولین بلال از سطح زمین (برحسب سانتیمتر).

(۷) قطر ساقه (برحسب میلیمتر).

(۷) وزن هزار دانه: این معیار پس از جدا کردن ۴ تکرار ۱۰۰ تایی از هر تیمار، به کمک ترازوی حساس و با دقت یکصدم گرم اندازه گیری شد.

(۸) عملکرد بیولوژیک

(۹) عملکرد دانه

## ۱۲-۳- محاسبات آماری :

در پایان فصل رشد کلیه داده‌های به دست آمده از آزمایش توسط نرم افزار های کامپیوتری در EXCEL، MSTATC و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نمودارهای لازم رسم شدند.

فصل چہارم

نتایج و بحث

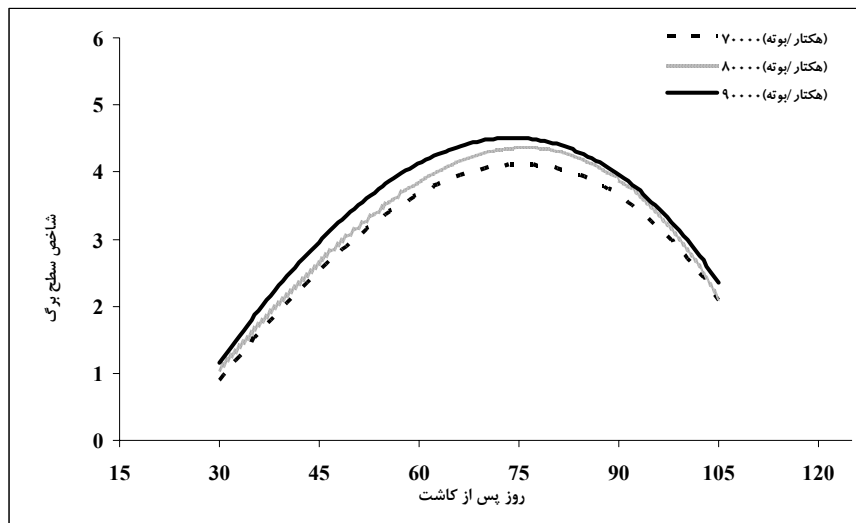
## نتایج و بحث

### ۴-۱- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ (LAI)

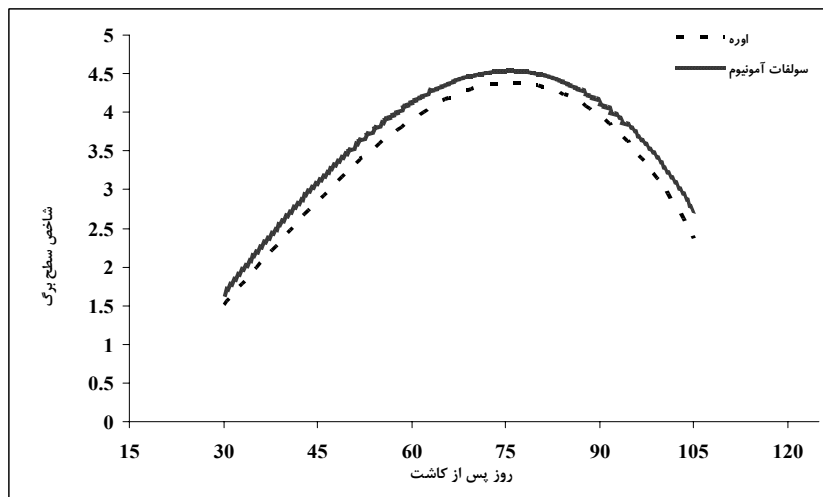
نتایج آزمایش نشان داد که سطح برگ تحت تاثیر تراکمهای مختلف گیاهی قرار گرفت و تراکم های بیشتر دارای شاخص سطح برگ بالاتری بودند (شکل ۱-۴). نتیجه بدست آمده در این آزمایش با نتایج حاصل از آزمایشات تعداد زیادی از محققین مطابقت دارد (زمانی، ۱۳۷۲؛ فتحی، ۱۳۸۰؛ هاشمی دزفولی، ۱۳۸۰؛ هانتر و همکاران، ۱۹۸۲؛ دیویر و همکاران، ۱۹۹۲؛ اولسن و همکاران، ۱۹۹۳؛ راجا، ۲۰۰۱). در این مطالعه شاخص سطح برگ، کمی قبل از گلدهی به بیشترین میزان خود رسید و بعد از آن به علت پژمرده شدن برگهای پایین تر رو به کاهش گذاشت (شکل ۱-۴). در مطالعات سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) نیز اینگونه روند تغییرات در شاخص سطح برگ مشاهده گردید. مهمترین دلیل برتری این شاخص در تراکم های بیشتر افزایش تعداد بوته در واحد سطح بود. پوشش کاملتر و تولید LAI بیشتر در میزان جذب نور یک برتری محسوب شده که زمینه لازم را برای به حداکثر رساندن سرعت رشد گیاهی فراهم می کند.

نمودار شاخص سطح برگ در تیمار مصرف کود سولفات آمونیوم برتری ناچیزی نشان داد (شکل ۲-۴). علت احتمالی این برتری میتواند تلفات کندتر و کمتر نیتروژن، اسیدیته نوع کود و یا گوگرد موجود در آن باشد. نتایج نشان داد، آرایش کاشت نیز سطح برگ را تحت تاثیر خود قرار داد. آرایش کاشت در مطالعات نیلسون و همکاران (۱۹۸۸)، بولاک و همکاران (۱۹۹۳) و باویس (۲۰۰۲) نیز شاخص سطح برگ را تحت تاثیر خود قرار داد. شکل (۳-۴) نشان می دهد که گیاهان با آرایش کاشت دو ردیفه در مقابل آرایش معمول کاشت دارای شاخص سطح برگ بیشتری بودند. صابری و همکاران (۱۳۸۱) نیز برتری آرایش کاشت دو ردیفه نسبت به روش معمول کاشت را از نظر صفت شاخص برگ مشاهده نمودند. عجم نوروزی و بحرانی (۱۳۷۴) نیز به برتری شاخص سطح برگ در آرایش متوازی الاضلاع پی بردند. نتیجه بدست آمده از تیمار الگوی کاشت با نتایج فتحی (۱۳۸۰) مطابقت نداشت. گیاهان در آرایش دو ردیفه از فضای رشد بیشتری استفاده نمودند، برگ ها توسعه بیشتری یافتند و سطح برگ افزایش یافت. در این الگو همچنین امکان دستیابی بیشتر به منابع، افزایش شاخص سطح برگ را به همراه داشته که در تراکم بیشتر و الگوی

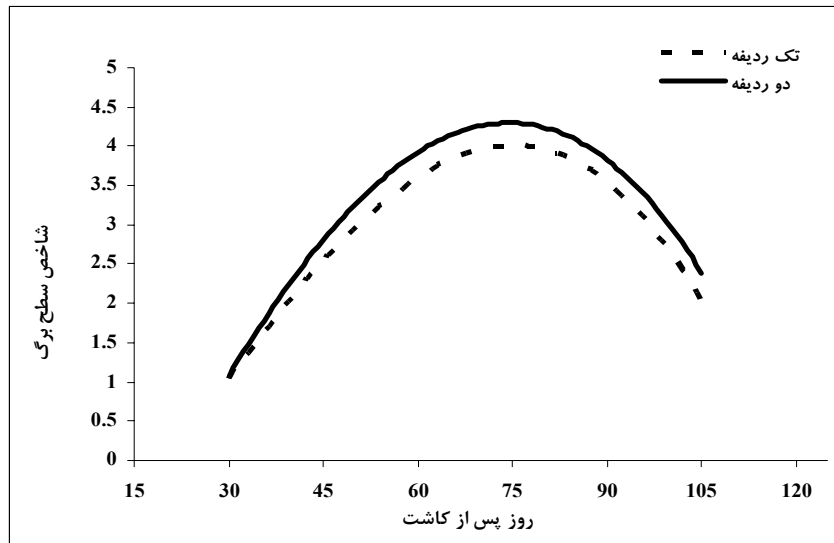
دو ردیفه باعث افزایش جذب نور در مراحل رشد گیاه می شود که در نتیجه این امر باعث افزایش فتوسنتز و تجمع ماده خشک و حصول عملکرد مناسب می گردد که در این پژوهش به وضوح مشاهده شد.



شکل ۱-۴: اثر تراکم گیاهی بر شاخص سطح برگ



شکل ۲-۴: اثر منبع کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ



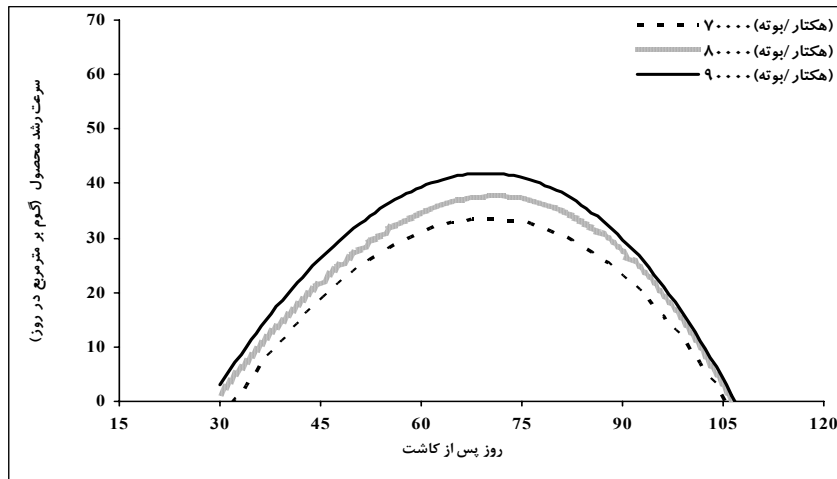
شکل ۳-۴: اثر الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ

#### ۲-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول (CGR)

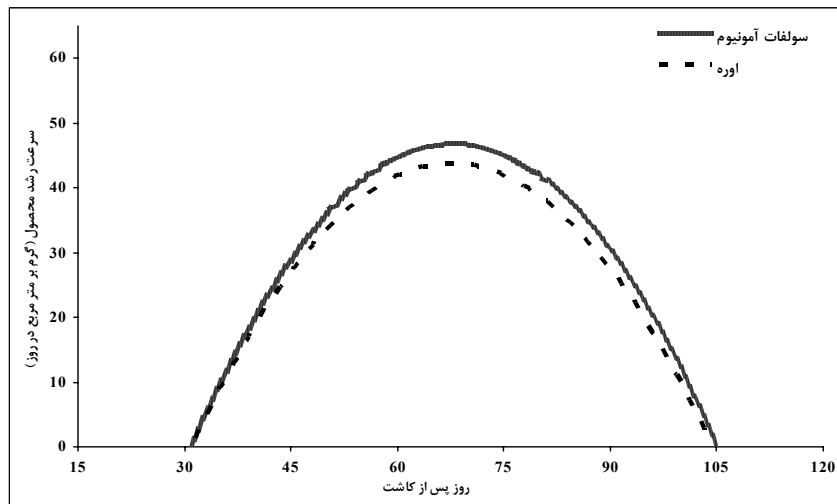
همانگونه که در شکل ۴-۴ مشاهده می شود افزایش شاخص سطح برگ در تراکم بالاتر موجب افزایش سرعت رشد محصول در طول فصل گردید و در تراکم ۹۰ هزار بوته بالاترین مقدار CGR مشاهده گردید. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) و هانتز و همکاران (۱۹۸۲) نیز در مطالعات خود مشاهده نمودند که افزایش تراکم سرعت رشد محصول را افزایش داد. با افزایش تعداد بوته سرعت رشد محصول افزایش یافته که این امر می تواند به علت افزایش شاخص سطح برگ و جذب بیشتر نور توسط کانوپی باشد. همانگونه که در شکل ۴-۵ مشاهده می شود مصرف کود سولفات آمونیوم برتری ناچیزی از نظر سرعت رشد محصول نسبت به کود اوره داشت. دلیل این برتری می تواند گوگرد موجود در سولفات آمونیوم و یا خاصیت اسیدی و یا تلفات نیتروژنی کمتر در این نوع کود باشد. شکل ۴-۶ نشان می دهد که سرعت رشد محصول در آرایش- های کاشت مختلف تفاوت نشان داد. پندلتون (۱۹۶۶)، بولاک و همکاران (۱۹۹۳) و نیلسون و همکاران (۱۹۹۸) نیز تفاوت سرعت رشد محصول را در آرایش های کاشت مختلف مشاهده نمودند. در این آزمایش الگوی کاشت دو ردیفه نسبت به الگوی کاشت یک ردیفه برتری داشت (شکل ۴-۶). در الگوی دو ردیفه



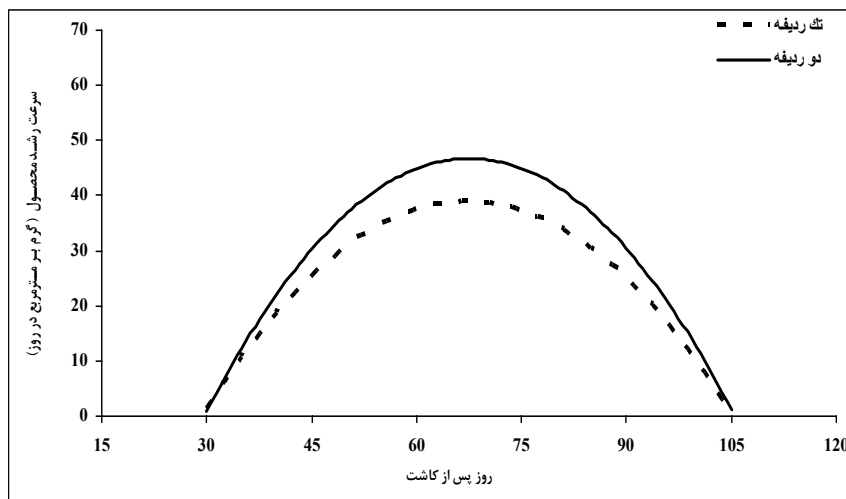
احتمالا ایجاد پوشش کاملتر و تولید LAI بیشتر و نهایتا میزان جذب نور بیشتر، سرعت رشد گیاهی را افزایش داد.



شکل ۴-۴: اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد محصول



شکل ۴-۵: اثر منبع کود نیتروژن بر سرعت رشد محصول

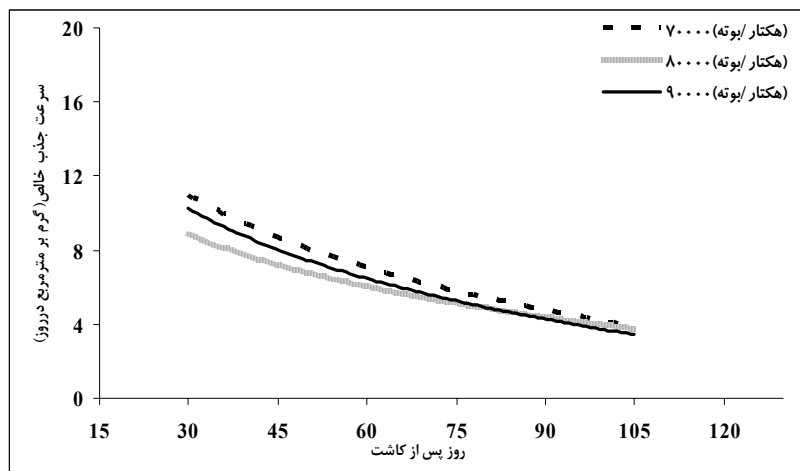


شکل ۴-۶: اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول

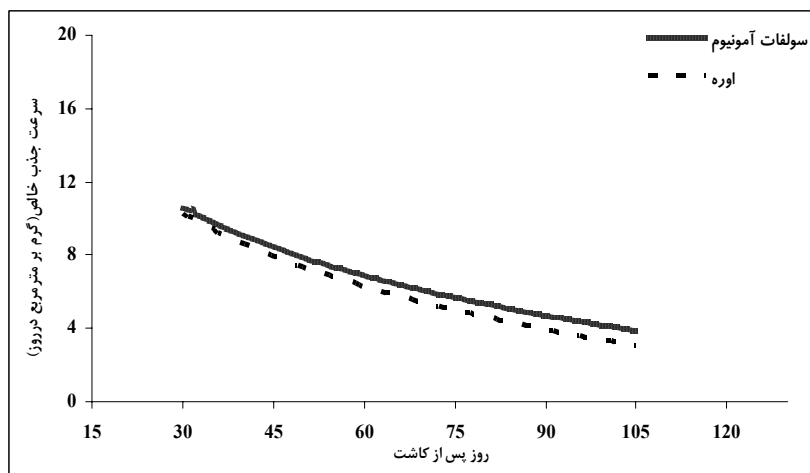
### ۴-۳- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص (NAR)

در این پژوهش همانگونه که در شکل ۴-۷ مشاهده می گردد سرعت جذب خالص در اوایل فصل رشد بیشترین مقدار را داشت اما با افزایش شاخص سطح برگ NAR کاهش یافت. در آزمایش هانتر و همکاران (۱۹۸۲) در تمام مراحل رشد سرعت جذب خالص در تراکم های کمتر بالاتر بود. فضای بیشتر و رقابت کمتر باعث افزایش میزان اسیمیلاسیون خالص در گیاهان می گردد. در تراکم زیاد به علت سایه اندازی زیاد برگ ها روی یکدیگر مقدار سرعت جذب خالص کاهش یافت. البته آهنگ تنزل سرعت جذب خالص برای تراکم کمتر یعنی ۷۰ هزار بوته در هکتار کندتر می باشد. سرعت جذب خالص در کاربرد منابع مختلف کود نیتروژن کمتر تغییر یافت و در واقع برتری محسوسی در این زمینه بین مصرف اوره و سولفات آمونیوم مشاهده نگردید (شکل ۴-۸). همانگونه که در شکل ۴-۹ مشاهده می گردد که بیشترین میزان اسیمیلاسیون خالص در گیاهان با آرایش دو ردیفه حاصل گردید. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) و بولاک و همکاران (۱۹۹۳) نیز در تحقیقات خود برتری سرعت جذب خالص را در الگوی دو ردیفه مشاهده نمودند و دلیل آن را نفوذ و توزیع یکنواخت نور در تاج پوشش گیاه ذکر نمودند. در آرایش کاشت دو ردیفه به نظر می رسد

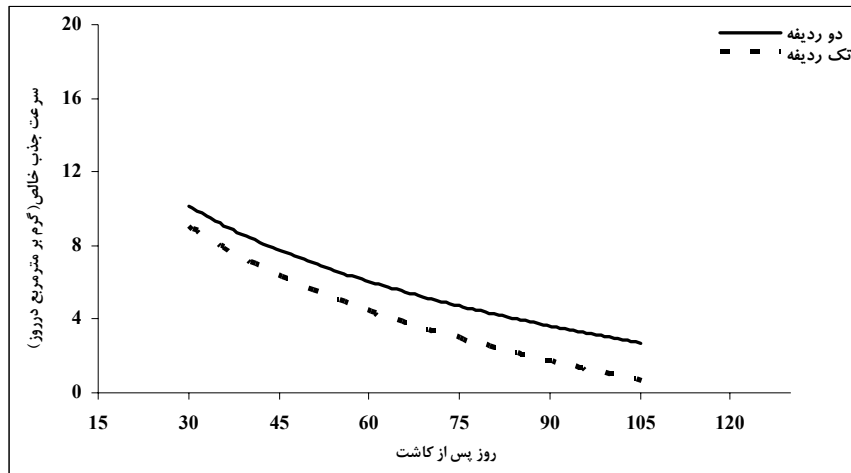
فضای موجود بیشتر برای هر بوته و امکان دستیابی افزون تر به منابع نور، آب و مواد غذایی عامل این برتری بود. در آرایش تک ردیفه با ظهور رقابت درون گونه ای زودتر و بیشتر، سرعت جذب خالص کاهش بیشتری نشان داد.



شکل ۴-۷: اثر تراکم گیاهی بر سرعت جذب خالص



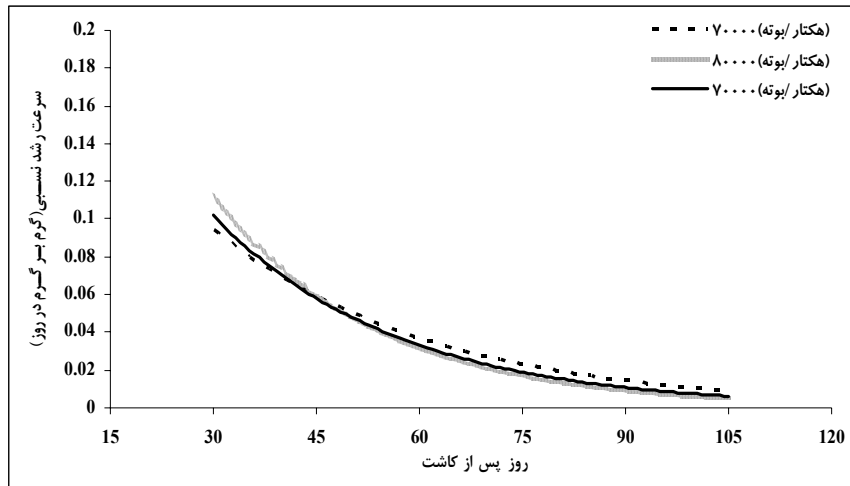
شکل ۴-۸: اثر منبع کود نیتروژن بر سرعت جذب خالص



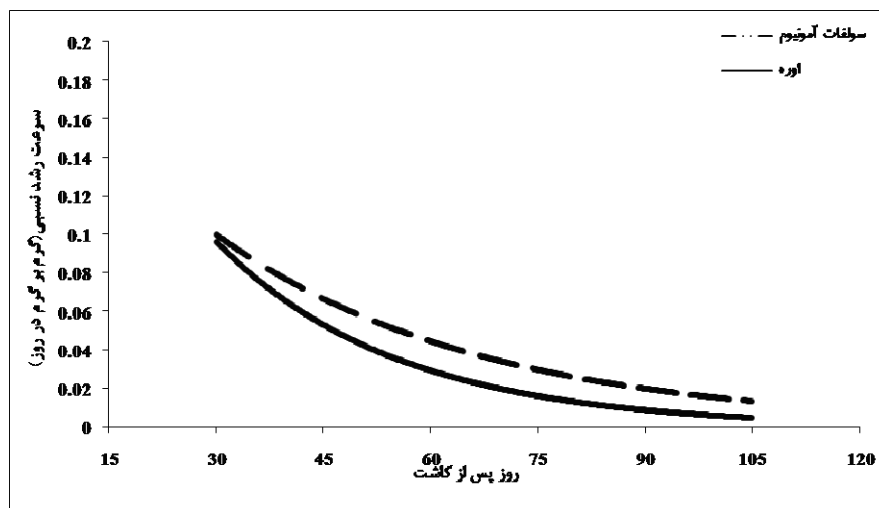
شکل ۹-۴: اثر الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص

#### ۵-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی (RGR)

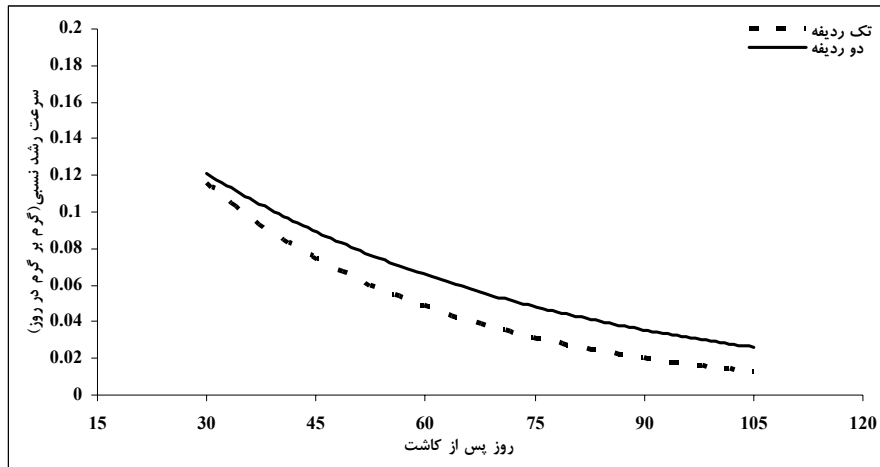
شکل ۱۰-۴ نشان می‌دهد که سرعت رشد نسبی در تراکم‌های مختلف گیاهی با گذشت زمان کاهش یافت. مظاهری و همکاران (۱۳۷۹)، بولاک (۱۹۹۳)، کوکس (۱۹۹۶) و سولسکا (۱۹۹۰) در تحقیقات خود به کاهش شاخص سرعت رشد نسبی با افزایش سطوح تراکم پی بردند. با توجه به شکل ۱۰-۴ آهنگ کاهش سرعت رشد نسبی در تراکم ۷۰ هزار بوته نسبت به دیگر سطوح کندتر است. سیده وند و همکاران (۱۳۸۷) نیز در آزمایشات خود به این موضوع پی بردند. در این تحقیق سرعت رشد نسبی در مصرف دو منبع کود نیتروژن اختلاف فاحشی را نشان نداد (شکل ۱۱-۴). همانگونه که در شکل ۱۲-۴ مشاهده می‌شود آرایش کاشت سرعت رشد نسبی را تحت تاثیر خود قرار داد. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸)، نیلسون و همکاران (۱۹۸۸) و بولاک و همکاران (۱۹۹۳). نیز در مطالعات خود تاثیر پذیری سرعت رشد نسبی از الگوی های مختلف کاشت را مشاهده نمودند. در این آزمایش آرایش کاشت دو ردیفه از نظر سرعت رشد نسبی نسبت به آرایش تک ردیفه برتری نشان داد (شکل ۱۲-۴). صابری و همکاران (۱۳۸۱) دریافتند که در آرایش کاشت دو ردیفه دستیابی فضای بیشتر به منابع موجود منجمله نور، آب و مواد غذایی بخصوص در اواخر فصل، سرعت رشد نسبی را افزایش داد.



شکل ۱۰-۴: اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد نسبی



شکل ۱۱-۴: اثر منبع کود نیتروژن بر سرعت رشد نسبی

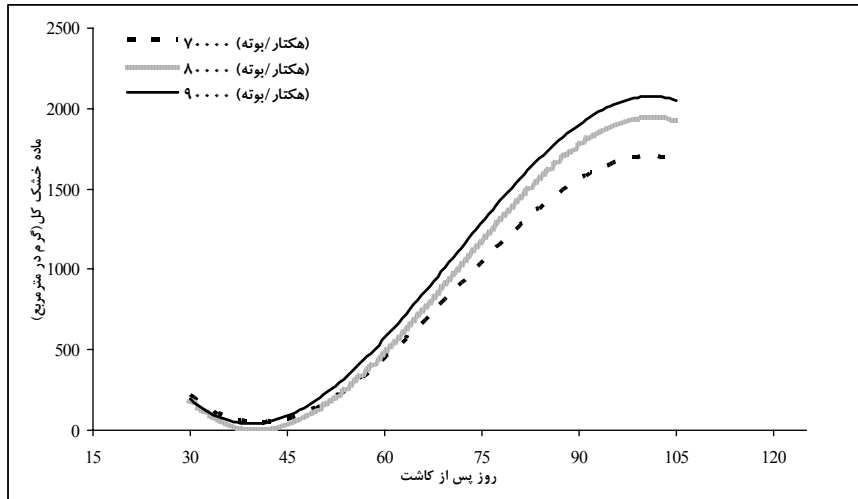


شکل ۱۲-۴: اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی

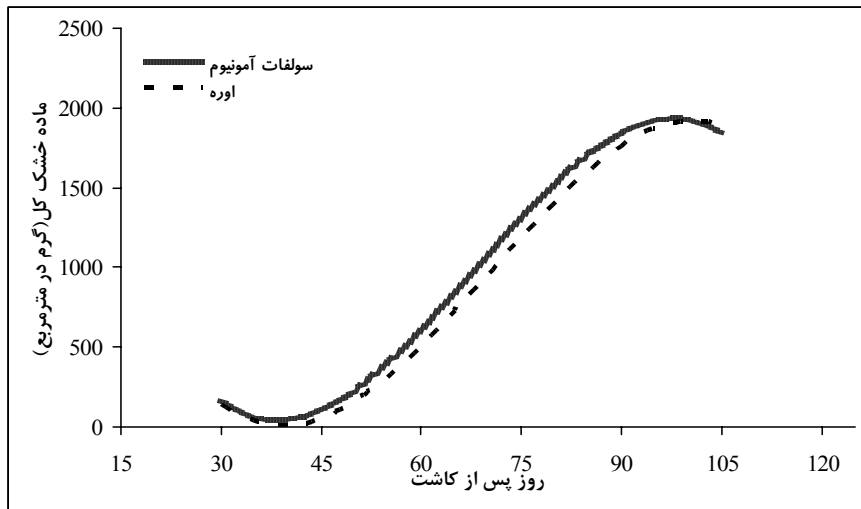
#### ۴-۵- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد کل ماده خشک گیاه (TDM)

همانگونه که در شکل ۱۳-۴ مشاهده می شود تولید ماده خشک در طی فصل رشد در تمامی سطوح تراکم افزایش یافته و در انتها ثابت گردید. در این تحقیق سطوح بالاتر تراکم، عملکرد کل ماده خشک بیشتری را در طول فصل رشد نشان دادند و این اختلاف در پایان فصل به بیشترین مقدار خود رسید. مظاهری و همکاران (۱۳۷۸)، بذرافشان و همکاران (۱۳۸۱)، صابری و همکاران (۱۳۸۵)، یائو (۱۹۶۴)، پندلتون و پرتس (۱۹۶۶) و کوکس (۱۹۹۶) نیز در تحقیقات خود نشان دادند که عملکرد کل ماده خشک در سطوح تراکم بالاتر افزایش می یابد. با توجه به شکل ۱۴-۴ اختلاف ناچیزی در عملکرد کل ماده خشک بین منابع مختلف کودی مشاهده گردید.

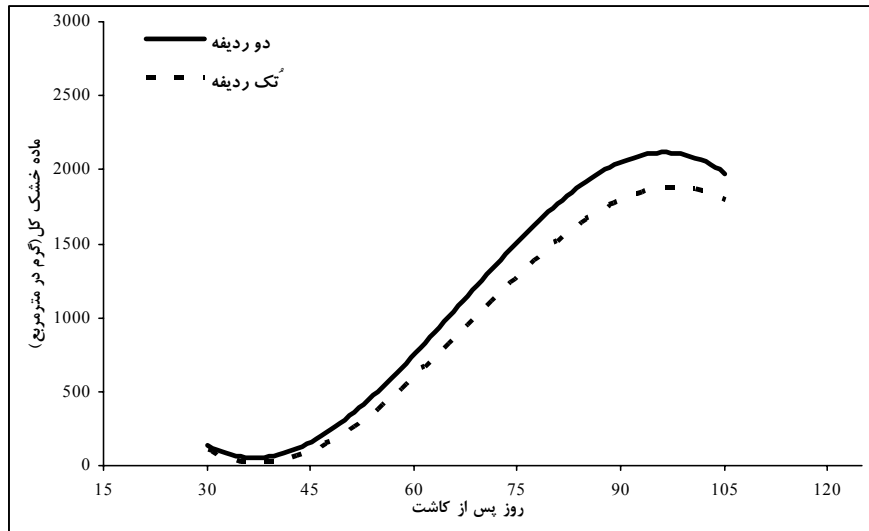
الگوهای مختلف کشت در این آزمایش عملکرد ماده خشک را تحت تاثیر خود قرار دادند (شکل ۱۵-۴). در تحقیقات زاهدی و رزمجو (۱۳۸۱)، صابری و همکاران (۱۳۸۵) و مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) نیز عملکرد کل ماده خشک تحت تاثیر الگوی کاشت قرار گرفت. با توجه به شکل ۱۵-۴ عملکرد کل ماده خشک در الگوی کاشت دو ردیفه برتری نشان می دهد. همانطور که در شکل دیده می شود الگوی دو ردیفه نسبت به الگوی یک ردیفه در بیشتر فصل رشد برتری نشان داد.



شکل ۱۳-۴: اثر تراکم گیاهی بر عملکرد کل ماده خشک گیاه



شکل ۱۴-۴: اثر منبع کود نیتروژن بر عملکرد کل ماده خشک گیاه



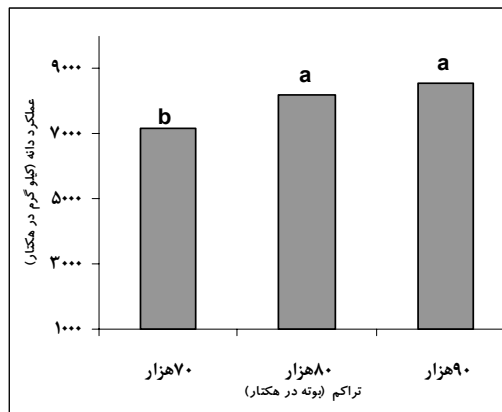
شکل ۱۵-۴: اثر الگوی کاشت بر عملکرد کل ماده خشک گیاه

#### ۴-۶- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد دانه

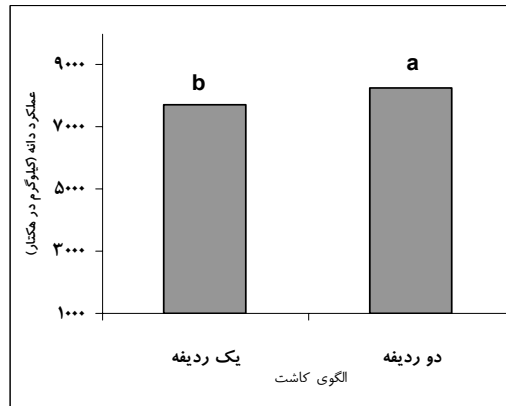
نتایج تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین اثر سطوح تراکم گیاهی بر عملکرد دانه در سطح ۵٪ می باشد. تاثیر معنی دار تراکم بر عملکرد دانه در آزمایشات زیادی مورد تایید قرار گرفت (زند، ۱۳۷۸؛ علیمحمدی و صالحی، ۱۳۷۹؛ درینی و مظاهری، ۱۳۷۸؛ نور محمدی، ۱۳۷۹؛ امام و رنجبر، ۱۳۷۹؛ برزگری، ۱۳۸۰؛ سیده وند و همکاران، ۱۳۷۸). با افزایش تراکم، عملکرد دانه افزایش می یابد بطوریکه بالاترین عملکرد بمیزان ۸۵۷۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تراکم ۹۰ هزار بوته و کمترین عملکرد به میزان ۷۱۷۱ کیلوگرم در هکتار متعلق به تراکم ۷۰ هزار بوته می باشد (شکل ۱۶-۴). عملکرد در تراکم های پایین به علت کمتر بودن تعداد بوته، محدود می شود. اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه معنی دار نبود (جدول ضمیمه ۱). در جدول تجزیه واریانس عملکرد دانه در سطح ۵٪ تفاوت آماری معنی داری بین آرایش کاشت یک ردیف و آرایش کاشت دو ردیفه نشان داد (جدول ضمیمه ۱). مطالعات زیادی تاثیر پذیری عملکرد از الگوی کاشت را تایید می نمایند (مظاهری و همکاران، ۱۳۷۸؛ سیده وند و همکاران، ۱۳۷۸؛ بذرافشان و همکاران، ۱۳۸۳؛ طهماسبی و یغموری، ۱۳۸۳؛ هوف و مدرسکی،



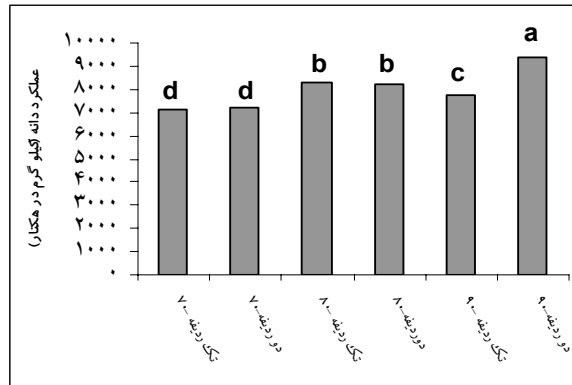
۱۹۷۲). در مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد که عملکرد دانه در الگوی کاشت دو ردیفه بطور متوسط ۸٪ بیشتر بود. مقنی نصری (۱۳۸۰)، برزگری (۱۳۸۰) و رفیعی و همکاران (۱۳۸۲) نیز برتری عملکرد دانه را در الگوی کاشت دو ردیفه گزارش کردند. لیکن در مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۷-۴) مشاهده می‌شود که بیشترین عملکرد دانه بمیزان ۸۲۸۵ کیلوگرم در هکتار از الگوی دو ردیفه حاصل گردید در حالیکه میانگین عملکرد دانه در الگوی تک ردیفه ۷۷۰۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.



شکل ۱۶-۴: اثر تراکم گیاهی بر عملکرد دانه



شکل ۱۷-۴: اثر الگوی کاشت بذر بر عملکرد دانه



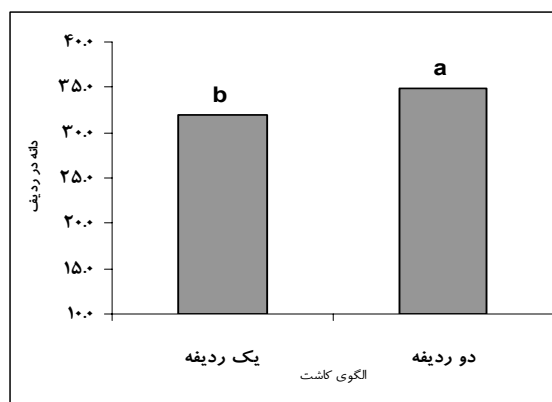
شکل ۱۸-۴: اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر عملکرد دانه در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱). این اثر متقابل به گونه ای اثر معنی دار خود را بروز داد که در بیشترین سطح تراکم (۹۰ هزار) و الگوی کاشت دو ردیفه عملکرد دانه، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. (شکل ۱۸-۴). بگنا و همیلتون (۱۹۹۷) نیز در آزمایش خود برتری عملکرد دانه در الگوی کاشت دو ردیفه و سطح تراکم بالاتر را مشاهده نمودند اگر چه انتظار می رفت که عملکرد دانه در سطوح بالای تراکم بکار رفته دچار کاهش شود. اما احتمالاً به دلیل جبران کاهش وزن دانه در تک بوته با افزایش تعداد بلال های استحصالی در واحد سطح در تراکم های بالا و همچنین ایجاد الگوی کاشت دو ردیفه با آرایش خاص متوازی الاضلاع روی پشته، از شدت سایه اندازی و رقابت میان بوته های همجوار کاسته شد و بدین ترتیب مانع از کاهش معنی دار عملکرد دانه گردید. در این آزمایش دیگر اثرات متقابل بین تراکم گیاهی، منابع کودی و الگوی کاشت معنی دار نگردید (جدول ضمیمه ۱).

#### ۷-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف

همانگونه که در جدول نتایج واریانس (جدول ضمیمه ۱) مشاهده می گردد هیچ یک از تیمار های مورد آزمایش تاثیر معنی داری بر تعداد ردیف دانه نداشت. نتایج بدست آمده از مطالعات

کوچکی و بنایان (۱۳۷۳)، مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) و سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) نشان داد که این صفت از ثبات ژنتیکی بالایی برخوردار است و سطوح مختلف تراکم گیاهی نتوانست آن را تحت تاثیر قرار دهد. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) نیز عدم تاثیر الگوی کاشت بر تعداد ردیف دانه را گزارش نمودند. اثرات متقابل بین تراکم گیاهی، منابع کودی و الگوی کاشت نیز تعداد ردیف دانه را تحت تاثیر خود قرار نداد (جدول ضمیمه ۱). نتایج نشان می دهد تراکم گیاهی تعداد دانه در ردیف را تحت تاثیر خود قرار نداد (جدول ضمیمه ۱). نتایج این تحقیق با نتایج سعید نورمحمدی (۱۳۷۹)، رنجبر و امام (۱۳۷۸)، محسنی و همکاران (۱۳۸۲)، بذرافشان و همکاران (۱۳۸۱) و طهماسبی و یغموری (۱۳۸۲) مطابقت دارد. البته نتیجه حاصل با نتایج بدست آمده از برخی آزمایشات متناقض است (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۹؛ مظاهری، ۱۳۷۷؛ کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷). منابع مختلف کودی نیز نتوانست تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در ردیف بگذارد (جدول ضمیمه ۱). فقط کاربرد دو الگوی متفاوت کشت صفت تعداد دانه در ردیف را تحت تاثیر خود قرار داد (جدول ضمیمه ۱). مظاهری و همکاران (۱۳۷۸) و پوریوسف و همکاران (۱۳۷۹) نیز به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند. مقدار این صفت در الگوی کشت دو ردیفه ۳۴٫۶ و در الگوی تک ردیفه ۳۱٫۹ بدست آمد (شکل ۱۹-۴). نتایج حاصل از اثرات متقابل تراکم گیاهی، منبع کود و الگوی کاشت برای صفت دانه در ردیف در هیچ یک از موارد معنی دار نشد (جدول ضمیمه ۱).



شکل ۱۹-۴: اثر الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف

#### ۸-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر وزن هزار دانه

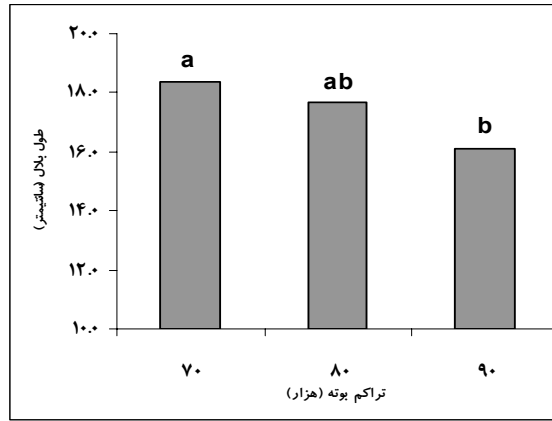
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) نشان می دهد که افزایش تراکم تاثیری بر وزن هزار دانه ندارد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج طهماسبی و یغموری (۱۳۸۲) و تدیو-کاگو و گاردنر (۱۹۸۸) هم خوانی دارد. در این زمینه مطالعات فراوانی برخلاف نتیجه بدست آمده تاثیر منفی تراکم را بر وزن هزار دانه گزارش نمودند (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۱؛ عجم نوروژی و بحرانی، ۱۳۷۴؛ پرستار و همکاران، ۱۳۷۵؛ مظاهری و همکاران، ۱۳۷۸؛ درینی و مظاهری، ۱۳۷۸؛ رنجبر و امام، ۱۳۷۸؛ پور یوسف و همکاران، ۱۳۷۹؛ زعفریان و همکاران، ۱۳۸۰؛ بذرافشان و همکاران، ۱۳۸۱). با بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) می توان گفت که هیچ یک از تیمارهای مورد آزمایش و اثرات متقابل آنها نیز از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری نشان ندادند. بذرافشان و همکاران (۱۳۸۱) نیز عدم تاثیر معنی دار الگوی کاشت بر وزن هزار دانه را گزارش نمودند. عجم نوروژی و بحرانی (۱۳۷۴)، مظاهری (۱۳۷۸)، پور یوسف و همکاران (۱۳۷۹)، مقنی نصری (۱۳۸۰) و طهماسبی و یغموری (۱۳۸۲) در مطالعات خود اثر الگوی کاشت بر وزن هزار دانه را موثر گزارش کردند.

#### ۹-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر طول و قطر بلال

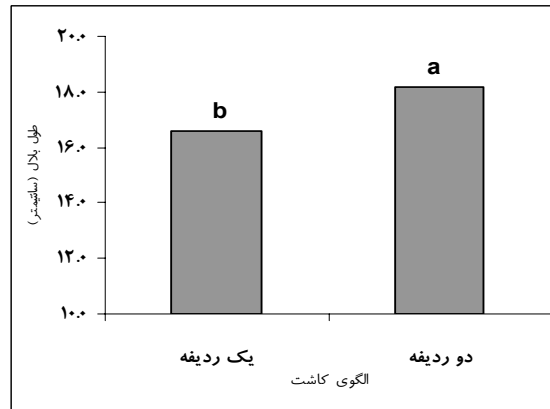
همانگونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) مشاهده می شود افزایش تراکم گیاهی طول بلال را تحت تاثیر منفی (سطح ۰/۵٪) خود قرار داد. تحقیقات عزیزی و همکاران (۱۳۷۱)، شریفی تهرانی و همکاران (۱۳۷۷)، سیده وند و همکاران (۱۳۷۸)، بهمنی و طهماسبی سروستانی (۱۳۷۸)، رنجبر و امام (۱۳۷۸)، نجفی نژاد (۱۳۷۸)، بذرافشان و همکاران (۱۳۸۱)، محسنی و همکاران (۱۳۸۲) و اولگر و همکاران (۱۹۹۷) نیز چنین نتایجی را به همراه داشت. بیشترین میانگین طول بلال در تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار ۱۸۴ میلیمتر و در مقابل کمترین طول متعلق به تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار با میانگین ۱۶۲ میلیمتر می باشد (شکل ۲۰-۴). نتایج نشان داد که صفت طول بلال در کاربرد دو منبع مختلف کود نیتروژن اختلاف معنی داری را

نشان نداد (جدول ضمیمه ۱). در این تحقیق مشاهده گردید که الگوی کاشت تاثیر معنی داری (سطح ۱٪) بر طول بلال داشت (جدول ضمیمه ۱). سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) و بذر افشان و همکاران (۱۳۸۱) نیز نشان دادند که الگوی کاشت، طول بلال را تحت تاثیر خود قرار می دهد. میانگین طول بلال در الگوی کاشت دو ردیفه (۱۸۱ میلیمتر) در مقابل الگوی یک ردیفه (۱۶۵ میلیمتر) برتری داشت (شکل ۲۱-۴).

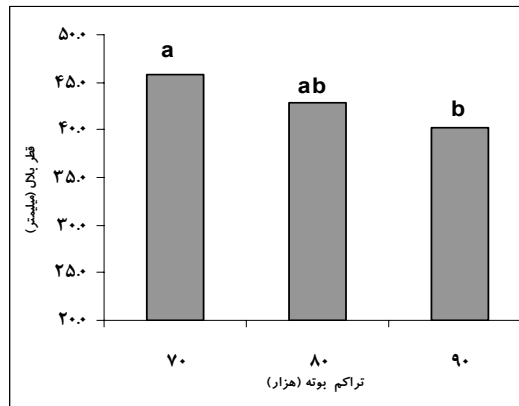
قطر بلال نیز همانند طول بلال در سطح ۵٪ تحت تاثیر تراکم گیاهی قرار گرفت (جدول ضمیمه ۱). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج تحقیقات سیده وند و همکاران (۱۳۷۸)، اسماعیلی و همکاران (۱۳۷۸)، رنجبر وامام (۱۳۷۸)، بذر افشان و همکاران (۱۳۸۱) و محسنی و همکاران (۱۳۸۲) مشابهت دارد. کمترین مقدار میانگین قطر بلال در بالاترین تراکم معادل ۴۰ میلیمتر و در مقابل در پایین ترین تراکم معادل ۴۵ میلیمتر بود. معنی دار شدن طول و قطر بلال در تیمار تراکم و کاهش این دو صفت در تراکم های بالا به دلیل افزایش رقابت بین بوته ها و محدودیت منابع بود که سهم مواد پروده ای که به هر بلال می رسد را کاهش می دهد. منابع مختلف کودی نیز نتوانست صفت قطر بلال را تحت تاثیر خود قرار دهد (جدول ضمیمه ۱). میانگین قطر بلال به میزان ۴۵ میلیمتر در الگوی دو ردیفه نیز در مقابل الگوی تک ردیفه به میزان ۴۱ میلیمتر برتری معنی داری را در سطح ۱٪ نشان داد (جدول ضمیمه ۱). صابری و همکاران (۱۳۸۵) نیز برتری الگوی کاشت دو ردیفه را بر قطر بلال گزارش کردند. اثر متقابل تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر صفات طول و قطر بلال معنی دار نبود (جدول ضمیمه ۱).



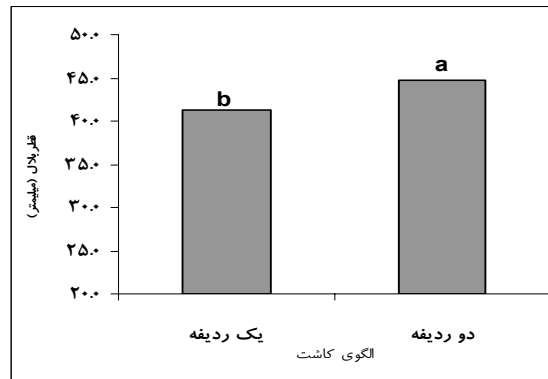
شکل ۲۰-۴: اثر تراکم گیاهی بر طول بلال



شکل ۲۱-۴: اثر الگوی کاشت بر طول بلال



شکل ۲۲-۴: اثر تراکم گیاهی بر قطر بلال



شکل ۲۳-۴: اثر الگوی کاشت بر قطر بلال

#### ۱۰-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر ارتفاع بوته، ارتفاع اولین

##### بلال از سطح زمین و قطر ساقه:

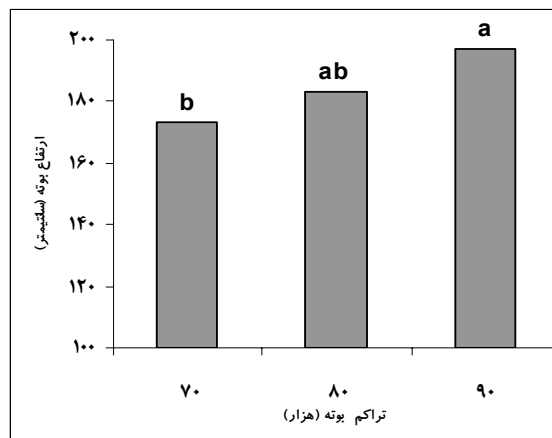
تراکم گیاهی تاثیر معنی داری را در سطح ۵٪ بر ارتفاع گیاه اعمال نمود (جدول ضمیمه ۱). یافته های حاصله در زمینه تاثیر تراکم گیاهی بر ارتفاع بوته در تحقیقات پرستار و همکاران (۱۳۷۵)، شریفی تهرانی (۱۳۷۷)، اسماعیلی و همکاران (۱۳۷۸)، علیمحمدی و صالحی (۱۳۷۹) زاهدی و رزمجو (۱۳۸۱)، اولگر و همکاران (۱۹۷۷)، اولگونلا و همکاران (۱۹۸۸) و اسیچی (۱۹۹۲) نیز چنین نتایجی به همراه داشت. مقایسه میانگین ها نشان می دهد که ارتفاع بوته در تراکم ۷۰ هزار بوته بمیزان ۱۷۲ سانتیمتر و در تراکم ۹۰ هزار، ۱۹۷ سانتیمتر بود.

ارتفاع اولین بلال نیز در سطح ۵٪ تحت تاثیر تیمار تراکم قرار گرفت (جدول ضمیمه ۱). زارعی (۱۳۸۰)، صابری و همکاران (۱۳۸۵) و اسیچی (۱۹۹۲) نیز در مطالعات خود این موضوع را مشاهده نمودند. میانگین ارتفاع اولین بلال در تراکم ۷۰ هزار بوته، ۷۱ سانتیمتر و در تراکم ۹۰ هزار بمیزان ۸۷ سانتیمتر بود. همانگونه که مشاهده می شود در تراکم ۹۰ هزار بوته بیشترین ارتفاع بوته (شکل ۲۴-۴) و ارتفاع بلال (شکل ۲۷-۴) حاصل گردید. علت احتمالی بالاتر بودن ارتفاع بوته در تراکم های کاشت بیشتر مربوط به شرایط مساعد تراکم های کاشت بالاتر (رطوبت نسبی بالاتر و عدم تابش نور مستقیم) برای رشد رویشی و افزایش فاصله میانگره ها بود.

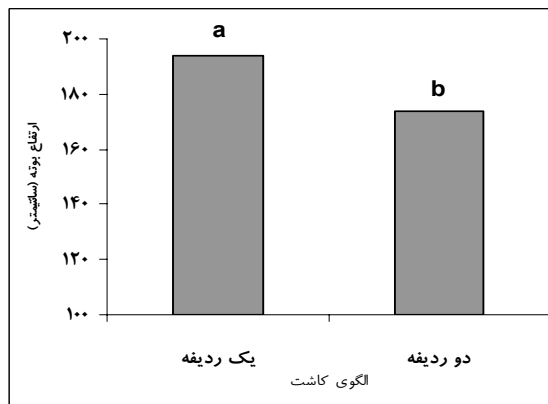
در این آزمایش تراکم های گیاهی مختلف قطر ساقه را مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) در سطح ۵٪ تحت تاثیر خود قرار داد. مطالعات متعددی در زمینه تاثیر تراکم بر قطر ساقه نیز نتیجه حاصل را تایید می نمایند (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۷۸؛ رنجبر و امام، ۱۳۷۸؛ نجفی نژاد، ۱۳۷۸؛ سیده وند و همکاران، ۱۳۷۸؛ علیمحمدی و صالحی، ۱۳۷۹؛ تاناکا و همکاران، ۱۹۶۹؛ استاپلتون و همکاران، ۱۹۸۳؛ دانکن و همکاران، ۱۹۹۳؛ اولگر و همکاران، ۱۹۹۷). میانگین قطر ساقه در پایین ترین سطح تراکم (۲۰/۶ میلیمتر) نسبت به سطح تراکم ۹۰ هزار بوته (۱۷/۸ میلیمتر) برتری نشان داد. دلیل احتمالی کاهش قطر ساقه در تراکم بیشتر این بود که با افزایش تراکم به دلیل افزایش تخصیص مواد پرورده ای جهت افزایش ارتفاع ساقه، قطر ساقه کاهش یافت. صفات ارتفاع بوته و بلال و قطر ساقه در منابع مختلف کودی اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ضمیمه ۱). الگوی کاشت نیز تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ بر ارتفاع بوته داشت (جدول ضمیمه ۱). نتیجه حاصل از تحقیقات مقنی نصری (۱۳۸۰)، زاهدی و رزمجو (۱۳۸۱) و صابری و همکاران (۱۳۸۵) موثر بودن الگوی کاشت بر ارتفاع بوته را به اثبات رساند. مقایسه میانگین ها نشان داد که ارتفاع ساقه در الگوی تک ردیفه ۱۹۳ سانتیمتر و در الگوی دو ردیفه متوازی الاضلاع، ۱۷۲ سانتیمتر بود. الگوی کاشت ارتفاع اولین بلال را نیز تحت تاثیر خود قرار داد (جدول ضمیمه ۱). نتایج حاصل از تحقیق صابری و همکاران (۱۳۸۵) نیز تاثیر پذیری ارتفاع بلال از الگوی کاشت را تایید می نماید. میانگین ارتفاع اولین بلال در الگوی تک ردیفه بمیزان ۸۶ سانتیمتر و در الگوی دو ردیفه بمیزان ۷۰ سانتیمتر بود (شکل ۲۸-۴). دلیل این برتری احتمالا کاهش تابش نور مستقیم می باشد. جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر ارتفاع بوته و بلال در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱). مقایسه میانگین ها بیشترین ارتفاع بوته و بلال را در تراکم ۹۰ هزار و الگوی تک ردیفه نشان داد. در این بررسی سایر اثرات متقابل در خصوص صفات ارتفاع بوته و بلال معنی دار نگردید (جدول ضمیمه ۱). نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) نشان می دهد که تاثیر الگوهای کاشت مورد بررسی بر قطر ساقه در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. تاثیر الگوی کاشت در مطالعات صورت گرفته توسط سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) و زاهدی و رزمجو، (۱۳۸۱) نیز قطر ساقه را تحت تاثیر قرار داد. قطر ساقه در الگوی دو ردیفه ۲۰/۳ میلیمتر و در الگوی تک ردیفه ۱۸/۵ میلیمتر بود. مطابق (شکل



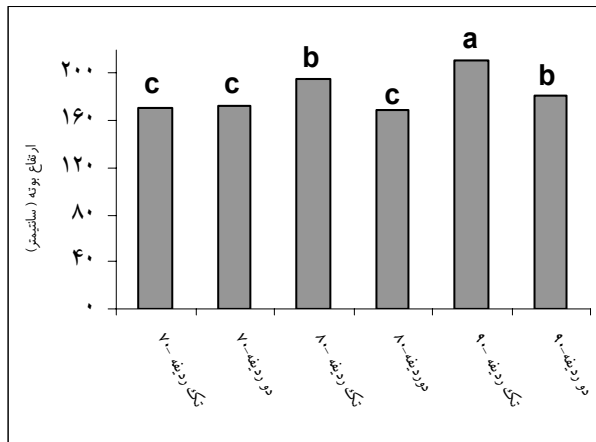
۳-۳۱) گیاه در الگوی دو ردیفه به دلیل کاهش رقابت ها بین گیاهان و بین اندام گیاهی نسبت به الگوی تک ردیفه دارای قطر ساقه بیشتری بود. بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی، منبع کود و الگوی کاشت، هیچگونه اختلاف معنی داری را برای صفت قطر ساقه به نمایش نگذاشت (جدول ضمیمه ۱).



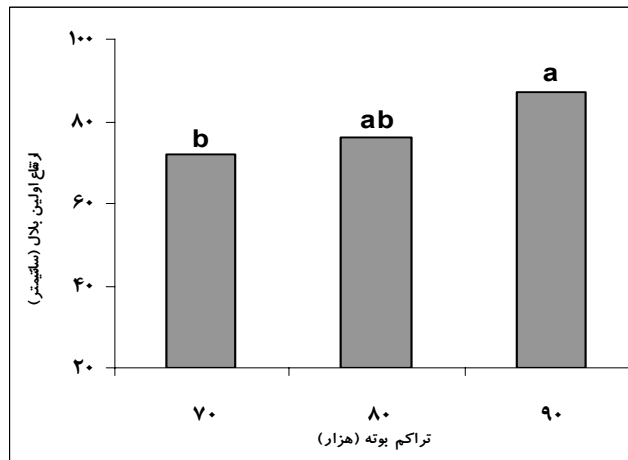
شکل ۲۴-۴: اثر تراکم گیاهی بر ارتفاع بوته



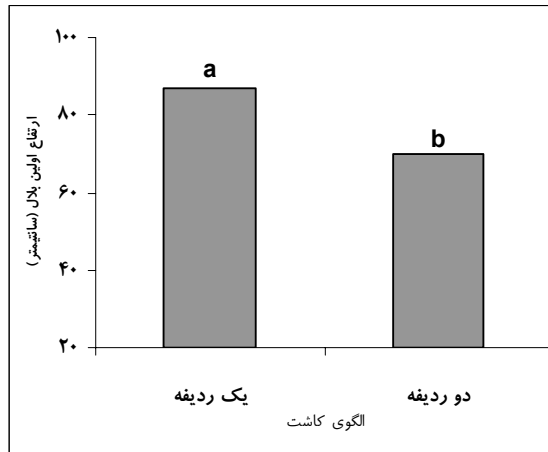
شکل ۲۵-۴: اثر الگوی کاشت بر ارتفاع بوته



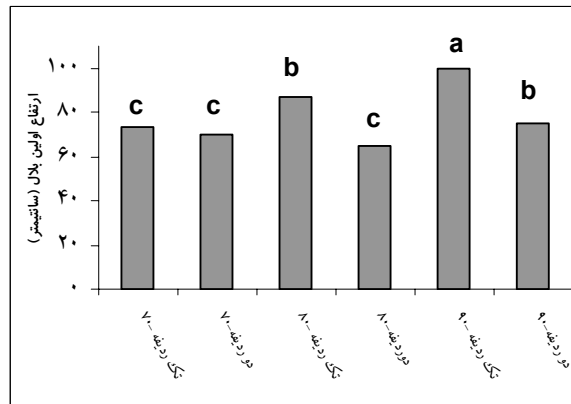
شکل ۲۶-۴: اثر متقابل تراکم گیاهی و منبع کود نیتروژن بر ارتفاع بوته



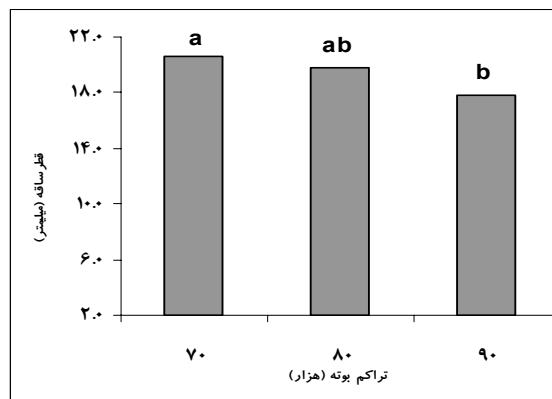
شکل ۲۷-۴: اثر تراکم گیاهی بر ارتفاع اولین بلال



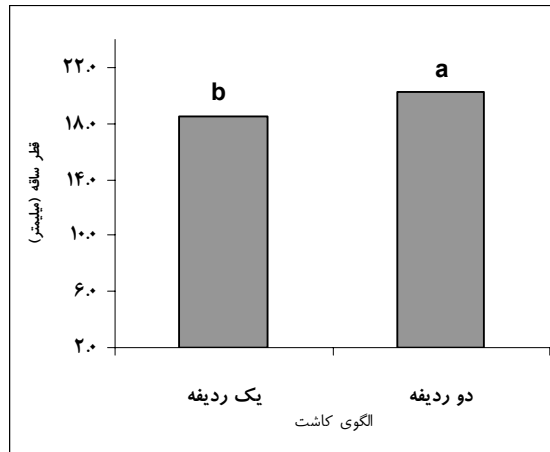
شکل ۲۸-۴: اثر الگوی کاشت بر ارتفاع اولین پلاں



شکل ۲۹-۴: اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر ارتفاع اولین پلاں



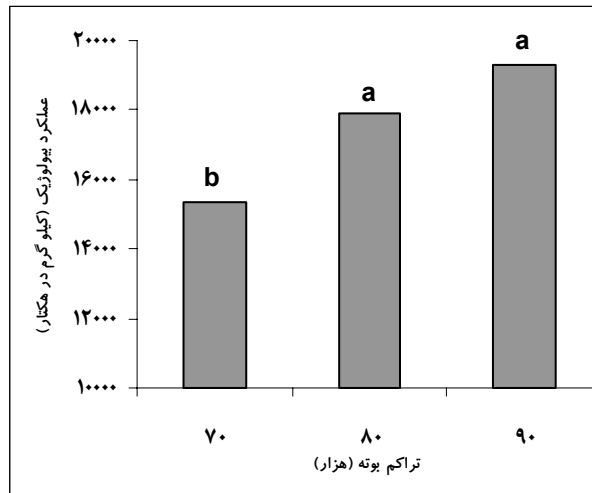
شکل ۳۰-۴: اثر تراکم گیاهی بر قطر ساقه



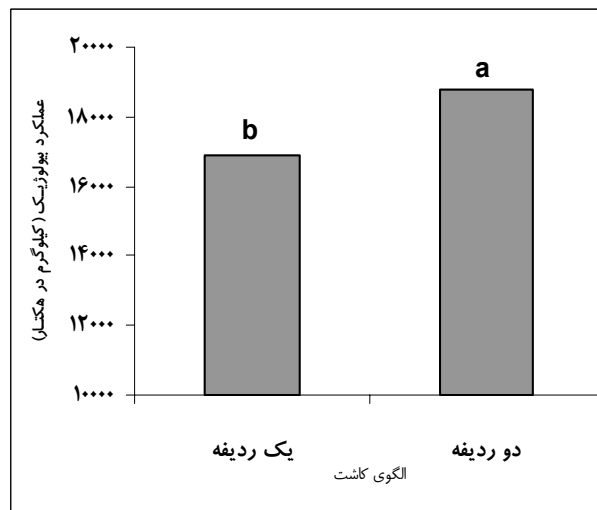
شکل ۳۱-۴: اثر الگوی کاشت بر قطر ساقه

#### ۱۱-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیکی

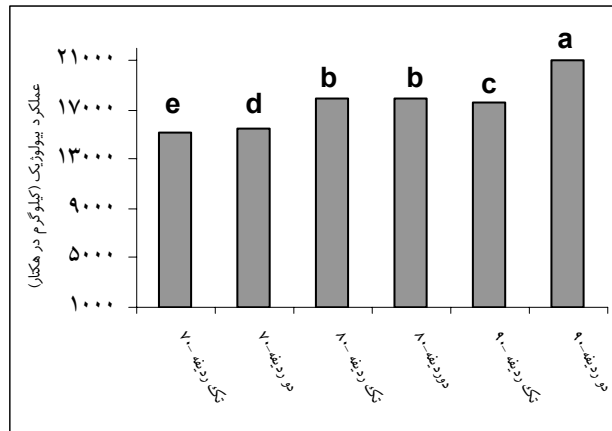
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ضمیمه شماره ۱) نشان می دهد که بین تراکم های گیاهی مختلف از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد. سایر محققین نیز تاثیر پذیری عملکرد بیولوژیک از تراکم گیاهی را تایید کردند (دستفال، ۱۳۷۶؛ همتی، ۱۳۷۸؛ مظاهری و همکاران، ۱۳۷۹؛ دهینگرا و همکاران، ۱۹۷۴) بررسی مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۹۲۹۴ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۵۳۶۲ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۷۰ هزار بدست آمد (شکل ۳۲-۴). به عبارت دیگر با ازدیاد تراکم در نتیجه استفاده بهتر و بیشتر از منابع به دلیل افزایش تعداد بوته و سطح برگ، عملکرد بیولوژیک افزایش می یابد و احتمالاً وزن خشک کل اندام هوایی در تراکم کاشت بالاتر را می توان به موجود بودن تعداد بوته و ماده خشک بیشتر در واحد سطح تراکم های بالاتر مرتبط دانست. نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) نشان می دهد که بین منابع کودی مختلف کودی اختلاف معنی داری از نظر عملکرد بیولوژیک وجود نداشت.



شکل ۳۲-۴: اثر تراکم گیاهی بر عملکرد بیولوژیک



شکل ۳۳-۴: اثر الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک



شکل ۳۴-۴: اثر متقابل تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک

در حالی که اثر الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۵٪ معنی دار بود. نتایج حاصل از این تحقیق در نتایج تحقیقات زمانی (۱۳۷۲)، کرد (۱۳۷۵)، صابری و همکاران (۱۳۸۵)، دهینگرا و همکاران (۱۹۷۴)، نیلسون و همکاران (۱۹۸۸)، بولاک و همکاران (۱۹۹۳) و بولوت (۱۹۹۷) نیز به چشم می خورد. مقایسه میانگین ها در مورد عملکرد بیولوژیک نشان داد که برتری الگوی دو ردیفه (۷/۵) احتمالاً به دلیل داشتن شاخص برگ بالاتر نسبت به الگوی تک ردیف بود که در این الگو از نور فعال فتوسنتزی بهره بیشتری برده و میزان فتوسنتز نیز افزایش یافت و از طرفی با افزایش جذب مواد غذایی مانند نیتروژن و در پی آن افزایش رشد ریشه و جذب آب، رشد ساقه و برگ و اندام های زیر زمینی زیاد گردید و تولید ماده خشک کل افزایش یافت. همچنین روند سرعت رشد نسبی بالاتر در گیاهان کاشته شده در آرایش کاشت دو ردیفه را می توان دلیلی برای تولید بیومس بیشتر مطرح نمود. جدول ضمیمه ۱ نشان می دهد که اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت، در سطح ۵٪ بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود. در آزمایش صابری و همکاران (۱۳۸۵) نیز بیان کردند که اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی دار شد. مقایسه میانگین ها برتری عملکرد بیولوژیک در تراکم ۹۰ هزار بوته و الگوی دو ردیفه با عملکرد ۲۰۹۷۶ کیلوگرم در هکتار را نشان می دهد (شکل ۳۴-۴). تراکم بالا و الگوی کاشت دو ردیفه به دلیل ایجاد یک پوشش متراکم و افزایش شاخص سطح برگ به دلیل توزیع مناسب بوته ها در روی

پشته ها موجب افزایش عملکرد بیولوژیک شد. نتایج بیانگر این است که دیگر اثرات متقابل بین تراکم گیاهی، منبع کود و الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نگردید (جدول ضمیمه ۱).

#### ۱۲-۴- اثر تراکم گیاهی، منبع کود نیتروژن و الگوی کاشت بر شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس (جدول ضمیمه ۱) نشان می دهد که بین تیمارهای مورد بررسی و همچنین اثرات متقابل دو گانه و سه گانه بین تیمارها از لحاظ شاخص برداشت اختلاف معنی داری وجود ندارد. در این راستا نتیجه حاصل از تحقیقات کرد (۱۳۷۵)، همتی (۱۳۷۸)، تیتوکائو و آندراد (۱۹۹۵) و استیکلر و لود (۱۹۹۵) نیز نتایج مشابهی را نشان داد. اما نتیجه حاصله در این مطالعه با نتایج حاصل از آزمایشات برخی محققین اختلاف داشت (زمانی، ۱۳۷۲؛ زارعی، ۱۳۸۰؛ صابری و همکاران، ۱۳۸۵؛ ردی، ۱۹۹۶). عدم تاثیر پذیری شاخص برداشت از تراکم گیاهی احتمالاً کاربرد سطوح تراکم نزدیک بود (تدیو و گاردنر، ۱۹۸۸). همانگونه که مشاهده می شود میانگین شاخص برداشت در بالاترین تراکم (۹۰ هزار بوته)  $44/5$  و در پایین ترین تراکم بمیزان  $47/5$  بود. زمانی (۱۳۷۲)، همتی (۱۳۷۸) و صابری و همکاران (۱۳۸۵) هم در تحقیقات خود به عدم تاثیر پذیری شاخص برداشت از آرایش کاشت اشاره داشتند. دلیل عدم تاثیر گذاری این تیمار بر شاخص برداشت احتمالاً حاکی از میزان زیاد آلومتری بین دانه و سایر اندام گیاهی بود استیکلر و لود (۱۹۹۵) و تدیو و گاردنر (۱۹۸۸).

# ضمانہ



میانگین مربعات						درجه آزادی	منبع تغییرات
ارتفاع اولین بلال	ارتفاع ساقه	وزن هزار دانه	دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	عملکرد دانه		
۴۸۹.۸۵۴ <sup>ns</sup>	۸۲۶.۲۹۹ <sup>ns</sup>	۴۶۴.۴۱۷ <sup>ns</sup>	۳۹.۱۸۸ <sup>ns</sup>	۰.۹۷۳ <sup>ns</sup>	۳۶۹۸۸۰۰.۶ <sup>ns</sup>	۳	بلوک (R)
۱۰۶۲.۲۵ <sup>*</sup>	۲۴۷۱.۵۸ <sup>*</sup>	۱۱۷۶.۰۲ <sup>ns</sup>	۹۵.۰۸۳ <sup>ns</sup>	۱.۰۰۵ <sup>ns</sup>	۵۲۸.۵۸۶۴۱ <sup>*</sup>	۲	تراکم
۱۸۳.۵۰ <sup>ns</sup>	۴۲۷.۸۶۱ <sup>ns</sup>	۸۰۶.۳۲۶ <sup>ns</sup>	۳۲.۰۰ <sup>ns</sup>	۰.۹۷۴ <sup>ns</sup>	۱۱۰۰۱۸۳.۶۹ <sup>ns</sup>	۶	خطا
۱۵.۱۸۸ <sup>ns</sup>	۹.۱۸۸ <sup>ns</sup>	۱۲۰.۳۳۳ <sup>ns</sup>	۳۸.۵۲۱ <sup>ns</sup>	۱.۷۸۳ <sup>ns</sup>	۳۰۹۶۷۶۸.۰ <sup>ns</sup>	۱	منبع کود
۲۱.۰۰ <sup>ns</sup>	۲۵.۷۵۰ <sup>ns</sup>	۱۱.۵۲۱ <sup>ns</sup>	۱.۳۳۳ <sup>ns</sup>	۰.۰۳۶ <sup>ns</sup>	۳۰۱۷۰۰.۲۵۰ <sup>ns</sup>	۲	تراکم × منبع کودی
۱۶۷.۲۸۵ <sup>ns</sup>	۳۰۹.۶۱۸ <sup>ns</sup>	۷۴۵.۳۴۷ <sup>ns</sup>	۲۱.۰۶۳ <sup>ns</sup>	۰.۸۳۰ <sup>ns</sup>	۱۰۰۰۳۵۷.۲۲ <sup>ns</sup>	۹	خطا
۳۳۱۶.۶۸ <sup>***</sup>	۴۰۵۱.۶۸ <sup>***</sup>	۲۴۹۴.۰۸ <sup>ns</sup>	۱۵۷.۶۸۸ <sup>*</sup>	۱.۷۸۳ <sup>ns</sup>	۳۹۷۷۸۵۶.۷۵ <sup>*</sup>	۱	الگو
۵۵۳.۰ <sup>*</sup>	۱۳۰۹.۷۵۰ <sup>*</sup>	۱۱۴.۰۲۱ <sup>ns</sup>	۴.۷۵۰ <sup>ns</sup>	۰.۰۳۶ <sup>ns</sup>	۳۵۴۷۷۰۱.۷۵۰ <sup>*</sup>	۲	تراکم × الگو
۹.۱۸۸ <sup>ns</sup>	۹۳.۵۲۱ <sup>ns</sup>	۸.۳۳ <sup>ns</sup>	۶.۰۲۱ <sup>ns</sup>	۰.۰۰۱ <sup>ns</sup>	۲۳۴۰۸۱.۳۳ <sup>ns</sup>	۱	منبع کودی × الگو
۴.۷۵۰ <sup>ns</sup>	۱۵۲.۵۸۳ <sup>ns</sup>	۳۳.۲۷۱ <sup>ns</sup>	۲.۳۳۳ <sup>ns</sup>	۰.۰۶۸ <sup>ns</sup>	۱۸۱۷۱۲.۵۸۳ <sup>ns</sup>	۲	تراکم × منبع کودی × الگو
۱۳۶.۸۴۰ <sup>ns</sup>	۲۲۷.۳۱۳ <sup>ns</sup>	۶۹۲.۲۲۲ <sup>ns</sup>	۱۶.۱۴۵ <sup>ns</sup>	۰.۸۱۸ <sup>ns</sup>	۷۷۸۷۹۹.۶۸ <sup>ns</sup>	۱۸	خطا
۱۴.۹۴	۸.۱۹	۱۲.۱۸	۱۲.۴۲	۵.۴۹	۱۱.۰۳		/ضریب تغییرات

جدول ضمیمه ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در نمونه برداری ششم

ns، \*\* و \* به ترتیب فاقد معنی، معنی دار در سطح احتمال یک، پنج

ادامه جدول ضمیمه ۱ - تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در نمونه برداری ششم

میانگین مربعات					درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	طول بلال	قطر بلال	قطر ساقه		
۱۲۲۸۸۷۷۲ <sup>ns</sup>	۳.۹۴۲ <sup>ns</sup>	۷.۲۷۱ <sup>ns</sup>	۴۶.۱۸۸ <sup>ns</sup>	۳۴.۵۰ <sup>ns</sup>	۳	بلوک (R)
۶۳۶۱۵۲۶۵ <sup>*</sup>	۴۴.۹۱۵ <sup>ns</sup>	۲۰.۸۶۶ <sup>*</sup>	۱۳۲.۲۵ <sup>*</sup>	۳۴.۳۹۶ <sup>*</sup>	۲	تراکم
۷۴۷۷۹۹۴.۶ <sup>ns</sup>	۲۷.۲۸۵ <sup>ns</sup>	۳.۶۶۰ <sup>ns</sup>	۲۲.۵۸۳ <sup>ns</sup>	۶.۰۶۳ <sup>ns</sup>	۶	خطا
۲۷۰۷۰۲۲۵ <sup>ns</sup>	۶۰.۷۵۰ <sup>ns</sup>	۱.۹۶ <sup>ns</sup>	۲۲.۶۸۸ <sup>ns</sup>	۲۰.۸۳ <sup>ns</sup>	۱	منبع کود
۹۶۴۰۴ <sup>ns</sup>	۰.۱۲۱ <sup>ns</sup>	۰.۵۷۳ <sup>ns</sup>	۵.۲۵۰ <sup>ns</sup>	۰.۶۴۶ <sup>ns</sup>	۲	تراکم × منبع کودی
۶۱۲۹۵۵۹ <sup>ns</sup>	۲۱.۸۵۳ <sup>ns</sup>	۳.۲۳۶ <sup>ns</sup>	۲۱.۸۴۰ <sup>ns</sup>	۴.۹۵۸ <sup>ns</sup>	۹	خطا
۱۹۱۵۸۴۵۰ <sup>*</sup>	۳.۲۰۳ <sup>ns</sup>	۳۱.۵۲۵ <sup>*</sup>	۱۶۵.۰۲ <sup>**</sup>	۳۳.۳۳ <sup>**</sup>	۱	الگو
۱۳۳۵۳۷۴۳ <sup>*</sup>	۱.۸۳۹ <sup>ns</sup>	۰.۶۸۱ <sup>ns</sup>	۱۶.۳۳۳ <sup>ns</sup>	۴.۷۷۱ <sup>ns</sup>	۲	تراکم × الگو
۱۹۲۶۰۰۴ <sup>ns</sup>	۱.۶۱۳ <sup>ns</sup>	۰.۰۲۵ <sup>ns</sup>	۲.۵۲۱ <sup>ns</sup>	۰.۷۵۰ <sup>ns</sup>	۱	منبع کودی × الگو
۲۹۲۴۱۵۷ <sup>ns</sup>	۱.۰۶۰ <sup>ns</sup>	۰.۱۶۱ <sup>ns</sup>	۰.۳۳۳ <sup>ns</sup>	۰.۴۳۸ <sup>ns</sup>	۲	تراکم × منبع کودی × الگو
۳۰۶۰۳۵۵ <sup>ns</sup>	۱۷.۴۳۳ <sup>ns</sup>	۳.۱۲۹ <sup>ns</sup>	۱۹.۷۵۷ <sup>ns</sup>	۳.۸۰۶ <sup>ns</sup>	۱۸	خطا
۹.۹۸	۹.۰۵	۱۰.۱۹	۱۰.۳۵	۱۰.۰۵		% ضریب تغییرات

ns، \* و \*\* به ترتیب فاقد معنی، معنی دار در سطح احتمال یک، پنج

- اسکندری، ع. ۱۳۷۹. بررسی اثر تاریخ کاشت های مختلف و مقادیر مختلف کاربرد کود ازته سرک بر صفات رویشی و خصوصیات کیفی ذرت رقم ۷۰۴ در شهرستان ارسنجان. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴۰ صفحه.
- اسماعیلی، م. ع.، ع. قنبری، و ا. بانکه ساز. ۱۳۷۸. اثرات تراکم و فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم ۷۰۴ در شرایط آب و هوایی مازندران (ساری). چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندران. ۴۱۸ صفحه.
- اکبری، غ.، د. مظاهری، س. صوفی زاده، و ع. مختصی بیدگلی. ۱۳۷۹. خلاصه مقالات اولین همایش گیاهان علوفه ای کشور. ۲۷۱ صفحه.
- امام، ی. ۱۳۸۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز.
- امام، ی، و غ. رنجبر. ۱۳۷۹. تاثیر تراکم بوته و تنش خشکی در مرحله رشد رویشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی استفاده از آب در ذرت دانه ای. مجله علوم زراعی ایران. ۲(۳): ۶۲-۵۱.
- بذرافشان، ف.، ق. فتحی، ع. سیادت، س. عالمی، و خ. آینه بند. ۱۳۸۳. اثر الگوی کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد و جذب نور در جامعه گیاهی ذرت شیرین. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۳۴۷ صفحه.
- بنائی، ت.، ج. شاملو، و ر. معینی. ۱۳۸۳. تاثیر تراکم بوته و آرایش کاشت (یک ردیفه و دو ردیفه روی پشته) بر عملکرد ذرت دانه ای رقم SC704. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۳۴۹ صفحه.
- بهمنی، ا.، و ز. طهماسبی سروستانی. ۱۳۷۹. ارزیابی اثرات محلول پاشی اوره و تراکم های مختلف بوته بر عملکرد ذرت دانه ای. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندران. ۲۸۸ صفحه.
- پرستار، ح.، ر. ک. پوستینی، و ا. بانکه ساز. ۱۳۷۵. بررسی اثر تراکم های مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد ۶ رقم ذرت چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندران. ۳۶۱ صفحه.
- پور صالح، م. ۱۳۷۳. غلات. انتشارات صفار.

پوریوسف، م.، د. مظاهری، م. ر. فناده، و ا. بانکه ساز. ۱۳۷۹. تاثیر الگوی کاشت و تراکم گیاهی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم هیبرید ذرت. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۸۵ صفحه.

تاجبخش، م. ۱۳۷۵. ذرت - زراعت، اصلاح، آفات و بیماری های آن. انتشارات احراز تبریز.

جواهری، ا. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر زمان و نحوه مصرف کود ازت در ذرت دانه ای. خلاصه مقالات اولین همایش گیاهان علوفه ای کشور. ۴۹۳ صفحه.

خدابنده. ن. ۱۳۷۴. غلات. انتشارات دانشگاه تهران.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۶۶. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۱۲ صفحه.

درینی، ع. و م. مظاهری. ۱۳۷۸. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد ذرت دانه ای (کشت بهاره) در منطقه جیرفت. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳۹ صفحه.

دستفال، م. و ی. امام. ۱۳۷۵. بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سه هیبرید ذرت دانه ای به صورت کشت دوم در منطقه زیر سد دروزن. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۸۶ صفحه.

دستفال، م. ۱۳۷۶. بررسی تاثیر تراکم بر شاخص های فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای در کشت دوم. دانشگاه شیراز. پایان نامه (کارشناسی ارشد). ۱۳۸ صفحه.

دماوندی، ع. و ن. لطیفی. ۱۳۷۷. بررسی اثرات فاصله ردیف های کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت دانه ای چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۳۶۹ صفحه.

رفیعی، م. ۱۳۸۶. اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۰. نهال و بذر ۲۳: ۲۱۷-۲۳۲

رنجبر، غ. و ی. امام. ۱۳۷۸. تاثیر تراکم بوته بر ویژگی های ظاهری و عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندان. ۵۰۳ صفحه.

زارعی، ب. ۱۳۸۰. اثر تراکم بر روی عملکرد و اجزای عملکرد و برخی از شاخص های فیزیولوژیکی و صفات مورفولوژیکی در چهار هیبرید ذرت دانه ای در شهرستان فیروزآباد استان فارس پایان نامه (کارشناسی ارشد). دانشگاه سیستان و بلوچستان. ۱۰۹ صفحه.

زاهدی، س. م. ع. و خ. رزمجو. ۱۳۸۱. اثرات تراکم بوته بر کیفیت و عملکرد ذرت سیلویی سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط آب و هوایی اصفهان. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۳۹۱ صفحه.

زعفریان، ف. ۱۳۸۱. تاثیر تراکم بوته آرایش کاشت و تقسیط کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی عملکرد در ذرت سینگل کراس ۷۰۴. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشگاه تربیت مدرس. ۲۲۰ صفحه.

زعفریان، ف.، ز. طهماسبی، م. آقا علیخانی، و م. رضوانی. ۱۳۸۳. تاثیر تراکم بوته و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در آرایش کشت تک ردیفه و دو ردیفه. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۳۹۳ صفحه.

زمانی، غ. ۱۳۷۲. بررسی اثر آرایش و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزا عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays L.*). پایان نامه (کارشناسی ارشد). دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۸ صفحه.

زند، ب. ۱۳۷۸. بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۶۴۷. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندان. ۴۵۴ صفحه.

زند، ب. و ح. ملاحسنی. ۱۳۷۴. بررسی اثرات نیتروژن و تراکم کشت روی صفات کمی و عملکرد پروتئین ذرت سیلویی. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۳۹۴ صفحه.

زهتابیان، غ. ر. ۱۳۷۵. بررسی اثر کاهش نور بر روی رشد و نمو ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۴۷. شماره ۱.

سرمدنی، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

سیده وند، م.، ج. ولیزاده، م. قنادها، و ا. بانکه ساز. ۱۳۷۸. بررسی اثرات تراکم و الگوی کاشت روی برخی خصوصیات زراعی ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تهران.

شریفی تهرانی، ف.، د. مظاهری، م. معزاردلان، و ا. بانکه ساز. ۱۳۷۷. بررسی اثرات تراکم بوته و تقسیط کود اوره بر عملکرد و خصوصیات ذرت آجیلی رقم KSC600PC (شکوفه). خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. ۳۶۲ صفحه.

شورگشتی، م. ۱۳۷۷. بررسی انتخاب بهترین الگوی کاشت، تراکم و تاثیر آنها بر روی صفات کیفی و کمی ذرت سیلویی SC704 تحت شرایط آب و هوایی کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

صابری، ع.، د. مظاهری، و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۵. بررسی اثرات آرایش کاشت و تراکم بوته بر شاخص های فیزیولوژیکی و روند تجمع ماده خشک ذرت تری وی کراس ۶۴۷. ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۱۳.

صادقی، ح. و م. ج. بحرانی. ۱۳۷۸. تاثیر تراکم بوته و مقادیر کود ازته بر عملکرد و اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه ذرت دانه ای. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندان. ۳۵۷ صفحه.

صادقی، ف. ۱۳۸۲. اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه هیبرید دیررس ذرت (KSC704) در استان کرمانشاه. نهال و بذر ۱۹: ۵۳۷-۵۲۹.

طهماسبی، ا. و ش. یغموری. ۱۳۸۳. تاثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت (KSC704, KSC700). چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۳۱۳ صفحه.

عجم نوروزی، ح. و م. ج. بحرانی. ۱۳۷۷. تاثیر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای آن در دو هیبرید ذرت. مجله علوم صنایع کشاورزی. ۱۲: ۶۱-۵۳.

عزیزی، خ.، م. امینی دهقی، و ا. قلاوند. ۱۳۷۱. تاثیر تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای آن در دو رقم ذرت میان رس. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه مازندان. ۳۵۷ صفحه.

علیمحمدی، ر. و ب. صالحی. ۱۳۷۹. بررسی توام فاصله ردیف و تراکم کاشت بر روی رشد و عملکرد ذرت دانه ای (سینگل کراس ۷۰۴) در شرایط اقلیمی منطقه آچاچی شهرستان میانه. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲۸۴ صفحه.

فتحی، ق. ا. ۱۳۸۰. بررسی الگو و تراکم کاشت بر ضریب استهلاک نوری، جذب تشعشع و عملکرد دانه ذرت شیرین (هیبرید SC402). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات). ۱۲: ۱۳۱-۱۴۳.

قاسمی پیر بلوطی، ع.، غ. اکبری، م. نصیری محلاتی، و ا. گلپرور. ۱۳۷۹. بررسی مقادیر مختلف نیتروژن بر شاخص برداشت نیتروژن، پروتئین دانه، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ذرت. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۲۴۷ صفحه.

کرد. ح. ۱۳۷۵. بررسی تاثیر روش کشت در دو تراکم بر روی عملکرد ذرت دانه ای رقم S.C ۷۰۴ در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه (کارشناسی ارشد). دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۴۵ صفحه.

کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی گیاهان زراعی ترجمه انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

- کوچکی، ع.، غ. ح. سرمدنیا، و ح. خیابانی. ۱۳۶۹. تولید محصولات زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۹۱ صفحه.
- کوچکی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. ۹۶۲ صفحه.
- کوچکی، ع.، م. ح. راشد محصل. م. نصیری، و ر. صدر آبادی. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.
- محسنی، م. و م. ح. حدادی، و ح. کاظمی. ۱۳۸۲. بررسی اثرات تراکم بوته روی برخی خصوصیات هیبریدهای KSC604 و KSC704 ذرت. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۴۳۷ صفحه.
- مظاهری، د.، م. عسگری راد، و ا. بانکه ساز. ۱۳۷۸. بررسی اثر الگوی کاشت و تراکم گیاهی روی عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم هیبرید ذرت. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲۸۳ صفحه.
- مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.
- معزاردلان، م. و غ. ر. تواقبی فیروزآبادی. ۱۳۸۱. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار.
- مقنی نصری، م. ۱۳۸۰. تاثیر بوته و آرایش کاشت بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت KSC647. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲۸۴ صفحه.
- ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک مناطق خشک (مشکلات و راه حل ها) چاپ اول. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹۴ صفحه.
- مودب شبستری، م و م. مجتهدی. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تبریز.
- میرهادی، م. ج. ۱۳۸۰. ذرت. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- نجفی نژاد، ح.، م. ع. جواهری، و ارجمند. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر الگوی کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ ذرت در منطقه ارزوئیه کرمان. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. رشت. ۴۵۴ صفحه.
- نورمحمدی، س. ۱۳۷۹. تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه ذرت رقم KSC۳۰۱ به عنوان کشت دوم. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۳۱۷ صفحه.

نورمحمدی، ق.، س. ع. سیادت، و ع. کاشانی. ۱۳۷۶. زراعت (جلد اول: غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۴۶ صفحه.

هاشمی دزفولی، ا.، ع. کوچکی، و ع. بنایان اول. ۱۳۷۵. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

هاشمی دزفولی، س. ا.، خ. عالمی سعید، س. ع. سیادت، و م. کمیلی. ۱۳۸۰. اثر تاریخ کاشت بر پتانسیل عملکرد دو رقم ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۲: ۶۸۹-۶۸۱.

همتی، ا. ع. ۱۳۷۸. بررسی اثرات تراکم کاشت، فواصل بوته در بین و روی صفات کمی و کیفی سه رقم هیبرید سینگل کراس ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی ارومیه. دانشگاه ارومیه. پایان نامه (کارشناسی ارشد). ۱۵۱ صفحه.

**Aktintoye, H.A., E.O. Lucas, and J.G. Kling. 1997.** Effects of density of planting and time of nitrogen application on maize varieties indifferent ecological zones of west Africa communications in soil. *Sci and Pl. Ana.* Vol. 28:1163-1175.

**Allison, F.E., and C.J. Klein. 1961.** Rates of immobilization and release of nitrogen following additions of carbonaceous materials and nitrogen to soils. *Soil Sci.* 93: 383-386.

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

**Anonymous. 1986.** Report on wheat improvement. CIMMYT, Mexico, D. F. 325pp.

**Aphalo, P.J., C.L. Ballare, and A.L. Scopel. 1999.** Plant-plant signaling the shade avoidance response and competition. *Jornal of Experimental Botany* Vol: 50. No 340: 1629-1634.

**Ballare, C.L., and J.J. Casal. 2000.** Light signals perceived by crop and weed plants. *Field Crops Research.* 67:149-160.

**Bandel V.A., S. Dzienia and G. Stanford. 1980.** Comparison of N fertilizers for no-till corn. *Agron. J.* 72:337-341.

**Barber, K.L., L.D. Maddux, D.E. Kissel, G.M. Pierzynski, and B.R. Bock. 1992.** Corn responses to ammonium-and nitrate-nitrogen fertilization. *Soil Sci. Sot. Am. J.* 56:1116-1121.



- Baskin, J.M., X. Nan, C.C. Baskin. 1998.** A comparative study of seed dormancy and germination in an annual and perennial species of *Senna* (Fabaceae). *Seed Sci. Res.* 8: 501-512.
- Baumann, D.T., L. Bastlaans and M.J. Kropff. 2001.** Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of lateemerging *Senecio vulgaris* L., with special reference to competition for light. *Annal. Bot.* 87: 209–217.
- Bavec, F. 2002.** Effects of plant population on leaf area index, cob characteristics and grain yield of early maturity maize cultivars. (fao 100-400). *Eur. J. Agron.* 16:151-159.
- Begna, S.H., and Hamilton, R.T. 1997.** Effects of population density and pattern on the yield and yield components of leafy reduced stature maize in a shat season area. *T. Agronomy.* 179-182.
- Below, F.E. 1995.** Nitrogen metabolism and crop productivity. in M. Pessaraki, (ed). *Handbook of Plant and Crop Physiology.* New York: Marcel Dekker. pp. 275–301.
- Below, F.E., L.E. Gentry, and K.D. Smiciklas. 1981.** Role of mixed-nitrogen nutrition in enhancing productivity of maize. In: effects of enhanced ammonium diets on growth and yield of wheat and corn. *Proc. Symposium SSSA, Denver, CO. 30 Oct. 1991.* *Foun. Agron. Res. Atlanta, GA.* pp. 1-11 .
- Below, F.E., and L.E. Gentry. 1987.** Effect of mixed N nutrition on nutrient accumulation, partitioning, and productivity of corn. *J. Fert. Issues* 4:79-85.
- Below, F.E., and L.E. Gentry. 1992.** Maize productivity as influenced by mixed nitrogen supplied before or after anthesis. *Crop Sci.* 32:163-168.
- Boumeester, H.J., and C.M. Karssen. 1993.** Seasonal periodicity in germination of seeds of *chenopodium album*. *Ann. Bot.* 72:463-473.
- Boumeester, H.J., L. Derks, J.J. Keizer, and C.M. Kerssen. 1994.** Effects of endogenous nitrate content of *Sisymbrium officinale* seeds on germination and dormancy. *Acta Bot. Neerl.* 43(1):39-50.
- Brown, R.H., E.R. Beaty, W.J. Ethedge, and D.D. Hages. 1970.** Influence of row Width and plant population or yield of two varieties of corn (*Zea maize L*). *Agron. J.* 62:767-77.
- Bullock, D.G., Nielson, R.L. and Nyquist, W.E 1993.** A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 28:254-285.
- BulloudT G.F. 1997.** Sowing mays in the high densities. *Revue Susse Dagri Culture Vol.* 29:NO.4.

- Bundy, L.G., T.W. Andraski, and S. Daniel. 1992.** Placement and timing of nitrogen fertilization for conventional and conservation tillage corn production. *J. Prod. Agric.* 5:214-221.
- Buresh, R.J., P.L.G. Vlek, and K. Harmsen. 1990.** Fate of fertilizer nitrogen applied to wheat under simulated mediterranean environmental conditions. *Fert. Res.* 23:25-36
- Cardwell, V.B. 1982.** Fifty years of Minnesota corn production: source of yield. *Agron. J.* 74: 984-990.
- Carranca, C., A.D Varennes, and D.E. Rolston. 1999.** Variation in N recovery of winter wheat under Mediterranean conditions studied with <sup>15</sup>N-labelled fertilizers. *Eur. J. Agron.* 11:145-155.
- Carter M. R. and Rennie D. A. 1984.** Crop utilization of placed and broadcast <sup>15</sup>N-urea fertilizer under zero and conventional tillage *Can. J. Soil Sci.* 64: 563-570.
- Cassman, K.G., A. Dobermann, and D.T. Walters. 2002.** Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *Ambio.* 31:132-140.
- Cloninger, F. D., R. D. Horrocks, and M. S. Zuber.1975.** Effects of Harvest Date, Plant Density, and Hybrid on Corn Grain Quality *Agron. J.* 67: 693-695.
- Christianson, C.B., G. Garamona, M.O. Klein, and R.G. Howard. 1995.** Impact on ammonia volatilization losses of mixing KCL of high Ph with urea. *Fert. Res.* 40: 89-92.
- Colloud, G.F. 1997.** Sowing maize in the high densities. *Revue Suisse Dagri Culture* Vol. 29:No. 4.
- Cox, W.J. 1996.** Whole- plant physiological and yield responses of maize to plant density. *Agron. J.* 88:489-496.
- Di, Tomaso, J.M. 1995.** Approaches for improving crop competitiveness through the manipulations of fertilizer strategies. *Weed Sci.* 43:491-497.
- Dorn, T. Nitrogen sources. 2001.** University of Nebraska. *In press.* 288-01.
- Duncan, W.G. 1984.** A Theory to explain the relationship between corn population and grain yield. *CropSci.* 24: 1141-1145.
- Duncon, W.G. et al. 1993.** Effect on maize growth and Yield crop. *Sci1.* p3-187.
- Durieux, R.P., Kamkprath, E.J., and R.H. Moll. 1993.** Yield contribution of apical and supical area in prolific and nonprolific corn. *Agron. J.* 85:606-610.
- Duvick, D.N., and K.G. Cassman. 1999.** Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. *Crop Sci.* 39:1622-1630.

- Dwyer, L. M., Stewart, D. W., Hamilton, R. I., and Houwing, L. 1992.** Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. *Agronomy Journal* 84: 430-438
- Dynard, T.B., and J.F. Muldoon. 1983.** Plant to plant variability of maize plants grown at different densities. *Can J. plant Sci.* 63:45-49.
- Early, E.B., R.J. Miller, G.L. Reichert, R.H. Hageman, R.D. Sief. 1966.** Effects of shade on maize production under field conditions. *Crop Sci.* 6:1-6.
- Early, E.B., W.O. Mcil rath, R.D. sief, and R. Hhageman. 2001.** Effect of shaid e opplaid at different of plant development on corn production . *Crop. Sci.* 7:16-18.
- Egley, G.H., and R.D. Willianms. 1991.** Emergence productivity of six summer annual weed species. *Weed sci.* 39: 595-600.
- Esechie, H.A. 1992.** Effect of planting density on growth and yield of irrigated maize (*Zea mays* L.) in the Batinah Coast Region of Oman. *J. Agric. Sci. Camb.* 119: 165-169.
- Everaarts, A. P. 1992.** Response of weeds to the method of fertilizer application on low-fertility acid soils in Suriname. *Weed Res.* 32:391-397.
- FAO international fertilizer industry association. 2000.** Fertilizers and their use. Rome: FAO, 2000.
- Fawcett, R.S., and F.W. Slife. 1978.** Effects of field applications of nitrate on weed seed germination and dormancy. *Weed Science.* 26 : 594-596.
- Ferguson, R.B., D.E. Kissel, J.K. Koelliker and W. Base. 1984.** Ammonia volatilization from surface applied urea: effect of hydrogen ion buffering capacity. *Soil Sci. Sot. Am. J.* 48:578-582.
- Fox, R.H., L.D. Hoffman. 1981.** The effects of N fertilizer source on grain yield, N uptake, soil pH, and lime requirement in no-till corn. *Agron. J.* 73:891-895.
- Fox, R.H., G.W. Roth, K.V. Iversen, and W.P. Piekielek. 1989.** Soil and tissue nitrate tests compared for predicting soil nitrogen avail-ability to corn. *Agron. J.* 81:971-974.
- Freyman, S.C., G. Kowalenko, and J.W. Hall. 1989.** Effects of nitrogen, phosphorous and potassium on weeds emergence and subsequent weed communities in South Coastal British Columbia. *Can. J. Plant Sci.* 69:1001-1010.
- Frye, W.W., R.L. Blevins, L.W. Murdock, K. L. Wells, and J.H. Ellis. 1980.** Surface application aof aurea and ammonium nitrate treated with N-Serve 24 nitrogen stabilizer for no-tillage corn. *Down to Earth.* 36(3): 26-28.
- Gardner, F.P., Pearece, R.B. Mitchell, R.L. 1985.** Physiology of crop plants. Ames : Iowa State University, 1985. 327p.

- Gentry, L. ., and F.E. Below. 1992.** Growth stage in maize development when ammonium supply increases productivity. In *Agronomy Abstracts*. ASA, Madison,WL, p. 278-284.
- Glenn, F.B., and T.B. Daynard 1993.** Effect of genotype planting pattern and plant density on plant-to-variability and grain yield of corn plant population and water management effect on corn in the plant. *Sci.* 54:323-330.
- Glenn, F.B., and T.B. Daynard. 1974.** Effects of genotype, planting pattern, and plant density on plant –to-plant variability and grain yield of corn. *Can. J. Plant Sci.* 54: 323-330.
- Glover, C.R. Selection of fertilizers. 1996.** New Mexico State University. Guide A-113.1-2.
- Goswami, N.N., R. Prasad, M.C. Sarkar, and S. Singh. 1988.** Studies on The effect of green manuring in nitrogen economy in a rice-wheat rotation using <sup>15</sup>N technique. *J. Agric. Sci. Camb.* 11:413-417.
- Goyal, S. S., and R.C. Huffaker. 1984.** Nitrogen toxicity in plants. P.97-118. *In* R. D. Hauck(ed.) *Nitrogen in crop production*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Grrison, S. 2002.** Commerical vegetable production recommendations for new jersey. Rutgers coop. Ext. puble EooIR.
- Hageman, R.H., and F.E. Below. 1984.** The role of nitrogen in productivity of corn, pp. 145-156. *hn: Pro. 39th. Annual Corn and Sorghum Research Confrence, Chicago, IL, American Seed Trade Association, Washington, Dc.*
- Hargrove W.L, and D.E. Kissel. 1979.** Ammonia volatilization from surface applications of urea in the field and laboratory. *Soil. Sci. Soc. Am .J.* 43:359-363.
- Harper, J.L. 1961.** Approaches to the study of plant competition. *In: F. L. Millthorpe(Editor). Mechanism in Biological competition. 15th Symp. Soc. Exp. Biology. PP. 1-39.*
- Hashemi-Desfuli, A ., and S.J Herbert. 1992a.** Effect of leaf orientation and density on yield of corn. *Iran Agricultural Research.* 11:89-104.
- Hashemi-Desfuli, A., and S.J. Herbert. 1992b.** Intensifying plant density response of corn with artificial shade. *Agron. J.* 84:221-229.
- Hodges, T., and D.W. Evans. 1990.** Light interception model for estimating the effects of row spacing on plant competition in Maize. *J. Prod. Agric.* 3:190–195.
- Hoof, D.J., and Medereski, H.J. 1972.** Effect of equidistante corn plant spacing in yield. *Agron. J.* 54:295-297.
- Howard, D.D. 1986.** Ammonium nitrate, urea, and urea-ammonium nitrate solution as nitrogen sources for winter wheat. *J. Fert. Issues* 3:25-29.

- Howard, D.D., and M.E. Essington. 1998.** Effects of surface-applied limestone on the efficiency of urea-containing nitrogen sources for no-till corn. *Agron. J.* 90:523–528.
- Huffman, J.R. 1989.** Effects of enhanced ammonium nitrogen availability for corn. *J. Agron. Educ.* 18:93-97.
- Hunter, R.B., L.W. Kannenberg, and E.E. Gable. 1982 .** Performance of five maize hybrids in varying plant population and. *Agron. J.* 622:255-256
- Jackson, G.D. 2000.** Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *Agron. J.* 92:644–649.
- Katyal, J.C., L.P. Singh-Btjay, P.L.G. Vlek, and R.J. Buresh. 1987.** Efficient nitrogen use as affected by urea application and irrigation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:366-370.
- Khind, C.S., and N.P. Datta. 1975.** Effect of method and timing of nitrogen application on yield and fertilizer nitrogen utilization by lowland rice. *J. Indian Soc. Soil* 23:442-446
- Kinnersley, A.M., L.P. Koskan, D.J. Strom, and A.R.Y. Meah. 1994.** Composition and method for enhanced fertilizer uptake by plants. U.S. Patent 5 350735 Date issued: 27 September.
- 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. *Soil Till. Res.* 25:301–315.
- Krall, J.M., H.A. Esehie, R.J. Raney, S. Clark, G. TenEyck, M. Lundquit, N.E. Humburg, L.S. Axthelm, A.D. Dayton, and R.L. Vanderlip. 1997.** Influence of within-row variability in plant spacing on corn grain yield. *Agron. J.* 69:797–799.
- Kropff, M.J., and H.H. Van Laar. 1993.** Crop-weed interactions. CAB international, Wallingford, UK.
- Lecoeur, J., and T.R. Sinclair. 2001.** Nitrogen accumulation, partitioning, and nitrogen harvest index increase during seed fill of field pea. *Field Crops Res.* 71:87–99.
- Lemcoff, J.H., and R.S. Loomis. 1986.** Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Sci.* 26:1017–1022.
- Locke, M.A., and F.M. Hons. 1988.** Fertilizer placement effect on seasonal nitrogen accumulation and yield of no-tillage and conventional-tillage sorghum. *Agron. J.* 80:180-185.
- Lutz, J.A., H.M. comper, and C.D. Jones. 1971.** Row spacing and plant population effects on corn yield. *Agron. J.* 63:12-14.
- Maddux, L.D., and K.L. Barber. 1991.** Response of corn to ammonium and nitrate-nitrogen fertilization. In *Effects of enhanced ammonium diets on growth and yield of wheat and corn.*

Proc. Symposium SSSA, Denver, CO. 30 Oct. 1991. Foun. Agron. Res., Atlanta, GA. pp. 46-53.

- Malhi, S.S. 1995.** Influence of source, time and method of application and simulated rainfall on recovery of nitrogen fertilizers applied. *Fert Res.* 41:1-10.
- May, P.B., and L.A. Douglas. 1975.** Germination of wheat and alfalfa as affected by some soil urease inhibitors. *Agron. J.* 67: 718-720.
- McCullough, D.E., A. Aguilera, and M. Tollenaar. 1994.** N uptake, N partitioning, and photosynthetic N-use efficiency of an old and new hybrid. *Can. J. Plant Sci.* 74:479-484.
- Mengel, D.B., D.W. Nelson, D.M. Huber. 1982.** Placement of nitrogen fertilizers for no-till and conventional till corn. *Agron. J.* 74:515-518.
- Meyer, R.D., Olson R.A. H.F Rhoades. 1961.** Ammonia losses from fertilized Nebraska soils. *Agron. J.* 53:241-244.
- Miller, L.C., B.L. Vasilas, R.W. Taylor, T. A. Evans, and C. M. Gemmesaw. 1995.** Plant population and hybrid and hybrid consideration for dryland corn production on drought-susceptible soils. *Can. J. Plant Sci.* 75: 87-84.
- Minotti, P. L., Williams, D. C., u. Jakson, W. A., 1969.** Nitrate uptake by wheat as influenced by ammonium and other cations. *Crop Sci.* 9:9-14.
- Moll, R.H., and E.J Kamparth. 1977.** Effect of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of mays L. *Agron. J.* 69:81-84.
- Muchow, R.C., and R. Davis. 1988.** Effect of nitrogen supply on comparative productivity of maize and sorghum in semi-arid tropical environments II. Radiation interception and biomass accumulation. *Field Crops Res.* 18:17-30.
- Muchow, R.C., T.R. Sincalair, and M. Rennetl. 1990.** Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agron. J.* 82:238-343.
- Muchow, R.C. 1988.** Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment: III. Grain yield and nitrogen accumulation. *Field Crops Res.* 18:31-43.
- Murayama, N. 1979.** The importance of nitrogen for rice production. *Nitrogen and Rice.* pp 5-23. IRRI, Los Banos, Philippines
- Nafziger, E.D. 1996.** Effects of missing and two-plant hills on corn grain yield. *J. Prod. Agric.* 9:238-240.
- Nielson, S., Bullock, R. and W. Nqtuist. 1988.** A growth analysis comparison of growing conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 28:254-258.

- Novoa, R. and D. S. Loomis. 1981.** Nitrogen and plant production. *Plant and Soil*. 58:177–204.
- Nyborg, M., and S.S. Mahli. 1979.** Increasing the efficiency of fall-applied urea fertilizer by placing in big pellets or in Nests. *Plant and Soil*. 52:461-465.
- Oberle, S.L., and L.G. Bundy. 1978.** Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface-applied to corn (*Zea mays*) and grass pasture (*Dactylis glomerata*). *Biol Fertil Soils* (1987) 4:185-192.
- Olgunlela, V.B., G.W. Amoruwa, and O.O. Ologunde. 1988.** Growth yield components and micronutrient nutrition of field grown maize (*Zea mays* L.) as affected by N fertilization and plant density. *Fert. Res.* 17:189-196.
- Olsen, J., C. McMahon, and G. Hammer. 1993.** Prediction of sweet corn phenology in subtropical environments. *Agron. J.* 85:410-415.
- Olsen, R.A., and D.H. Sander. 1988.** Corn production. In G.F. Sprague, and I. W. Duddley. (Eds.), corn and corn improvement. P. 639. 3rd Ed., Asa. Inc, Madison. U.S.A.
- Ottman, M.G., and L.F. Welch. 1989.** Supplement radiation effects on senescence, plant nutrients, and yield of field grown corn. *J.* 80:619-626.
- Peet, M. 2004.** sweet corn .peet/profils/c17swcor.html.
- Pendelton. J.W., D.B. Perts, and J.W. Peek. 1966.** Role of reflected light in the corn ecosystem. *Agron. J.* 58:73-74.
- Petersen, B.B., P.J. Shea, and G.A. Wicks. 1988.** Acetanilide activity and dissipation as influenced by formulation and wheat stubble. *Weed Science*. 36:243–249.
- Poneleit, G., and D.B. Egli. 1979.** Kernel growth rate and duration in maize as effected by plant density and genotype. *Crop Sci.* 19: 385-388.
- Powelson, D.D., G. Pruden, A. E. Johnson, and D. S. Jenkinson. 1986.** The nitrogen cycle in the broadwalk wheat experiment: recovery and losses of <sup>15</sup>N-labelled fertilizer applied in spring and inputs of nitrogen from the atmosphere. *J. agric. Sci. Camb.* 17:591-609.
- Proter, P.M., and D.K. Hicks. 1997.** Corn response to row width and plant population in the northern corn belt. *J. agric. Sci. Camb.* Vol. 10:293.
- Raja, V. 2001.** Effect of N and plant population on yield and quality of super sweet corn. *Indian. Agron. J.* 46:246-244.
- Razckowskt, C.W., and D.E. Kissel. 1989.** Fate of subsurface banded and broadcast nitrogen applied to tall fescue. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:566-570.
- Reed, A.J., G.W. Sigletay, J.R. Schussler, D.R. Williamson, and A.L. Christy. 1999.** Shading effects on dry matter nitrogen partitioning kernel number, and yield of maize. *Crop Sci.* 28: 819-825.
- Roberts, E.H., 1963.** The effects of inorganic ion on dormancy of rice seed. *Physiologia Plantarum*. 16:732-744.

- Salas, M.L., M.V. Hickman, D.M. Huber, and M.M. Schreiber. 1997.** Influence of the nitrate and ammonium nutrition on the growth of Giant Foxtail (*Setaria faberi*). *Weed Sci.* 45:664-669.
- Sangol, L., R.J. Salvador. 1998.** Influence of plant height and leaf number on maize production at high plant densities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.3, p.297-306.
- Schmitt, M., G. Rehm, and G. Malzar. 1989.** Nitrification inhibitors and use in Minnesota. *Clean Water: you can make a difference.* Minnesota Extension Service. University of Minnesota. AG-FO-3774. 5 p.
- Sinclair, T.R., and T. Horrie. 1989.** Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Sci.* 29:90-98.
- Smiciklas, K.D., and F.E. Below. 1992.** Role of nitrogen form in determining yield of fieldgrown maize. *Crop Sci.* 32:1220-1225.
- Sprague, C.F., and J.W. Dudley. 1988.** *Corn and corn. Improvement.* Third edition, Madison, Wisconsin U. S.A.
- Sridhar, M.K.C., and G.O. Adeoye. 2003.** Organomineral fertilizers from urban wastes: The Nigerian Field. 68: 91-111.
- Stapleton, A.R.A., J. Wagenet, and D.L. Turner. 1983.** Corn growth and nitrogen uptake under irrigated fertilized condition. *Irrig. Sci.* 4: 1-15.
- Stickler, F.C., and H.H. Loude. 1995.** Effect of row spacing and plant population on performance of corn grain sorghum, and forage sorgham *Agron. J.* 275 277.
- Stinson, H. T.J. N. and moss, D. N 1980.** some effect of shade upon corn hybrids tolerant of dense planting *Agron. J.* 52-482.
- Suleska, H. 1990.** The effect of plant population and its distribution on growth and morphological characteristics of maize. *Prace Komisji Nauk Rolniczych Komisji Nauklesnych*, 69:129-142.
- Swanton, C.J., R.J. Cathcart. 2004.** Nitrogen and green Foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. *Weed Science.* 52:1039-1049.
- Tanaka, A., Y. Yamaguchi, and K. Fujita. 1969.** Studies on the nutriphysiology of the maize plant. 3. effect of N application and spacing on dry matter production and grain yield. *J. soil. Manure. (Japan)* 40:498-516.
- Teasdale, J.R., and C.L. Mohler. 1993.** Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agron J.* 85:673-680.
- Tedio-Kagho, F., and F.P. Garduner, 1988.** Response of maize to plant population density: II. Reproductive development, yield and adjustments. *Agron. J.* 80:935-940.



- Terman, G.L. 1979.** Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. *Adv Agron* 31:189-223.
- Teyker, R.H., and D.C. Hobbs. 1992.** Growth and root morphology of corn as influenced by nitrogen form. *Agron. J.* 84:694-700.
- Teyker, R. H., H. D. Hoelzer, and R. A. Liebl. 1991.** Maize and pigweed response to nitrogen supply and form. *Plant and Soil.* 135:287–292.
- Timmons, D., R.F. Holt, and T.J. Morgan. 1966.** Effects of corn population on yield, evapotranspiration and water use efficiency in the north west corn belt. *Agron. J.* 58:429-443.
- Tisdal, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Braton. 1985.** Soil fertility and fertilizer, 4th ed., Macmillan, New Yourk, p.745
- Tollenaar, M., and T.B. Daynard. 1982.** Effect of source-sink ratio on dry matter accumulation and leaf senescence of maize. *Can. J. Plant Sci.*
- Tomar J.S., and R. J. Soper. 1981.** Fate of tagged urea N in the field with different methods of N and organic matter placement. *Agron. J.* 73: 991–995.
- Tomar J.S., and R.J. Soper. 1987.** Fate of <sup>15</sup>N-labeled urea in the growth chamber as affected by added organic matter and N placement. *Can. J. Soil Sci.* 67:639–646.
- Touchton J.T., W.L. Hargrove. 1982.** Nitrogen sources and methods of application for no-tillage corn production. *Agron. J.* 74:823-826.
- Uhart, S.A., and F.H. Andrade. 1995.** Nitrogen deficiency in maize: I. effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernael set. *Crop Sci.* 35: 1376-1383.
- Ulger, A.C., H. Ibrikci, B. Cakir, and N. Guzel. 1997.** Influence of nitrogen rates row spacing on corn yield, protein content, and orther plant parameters. *J. Plant Nurt.* 20:1697-1709.
- Valenzeuela, J. 1998.** Effects of nitroigen source and Gian Foxtial (*Setaria faberii*) removal on corn and Gian FoxtialL interaction. University of Minnesota.
- Watson D.J. 1947.** Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and with and between years. *Ann. Bot. (N.S.)* 1947. 11:41-76.
- Wells, K.L., W.O. Thom, and H.B. Rice. 1992.** Response of no-tillage corn to nitrogen source, rate, and time of application. *J. Prod. Agric.* 5:607-610.

- Williams, W. A., R.S. Loomis., W.G. Duncan, A. Dovart and F. Nuneza. 1988.** Canopy architecture at various population densities and the growth and yield of corn. *Crop Sci.*, vol. 8: 33-308.
- Wolfe, D.W., D.W. Henderson, T.C. Hsiao, and A. Alvino. 1988.** Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration, nitrogen distribution and yield. *Agron. J.* 80:859–864.
- Wong, S.C., I.R. Cowan, and G.D. Farquhar. 1985.** Leaf conductance in relation to rate of CO<sub>2</sub> assimilation. I. Influence of nitrogen nutrition phosphorus nutrition, photon flux density, and ambient partial, pressure of CO<sub>2</sub> during ontogeny. *Plant Physiol.* 78:821–825.
- Yadvinder-Singh L, Malhi, S.S., M. Nyborg and E.G. Beauchamp.1994.** Large granules, nests or bands: methods of increasing efficiency of fall applied urea for small cereal grains in North America. *Fertil Res.* 38: 61-87.
- Yao, A.M., and R.H. Shaw. 1964.** Effect of plant population and planting pattern of corn on the distribution of net radiation . *Agron. J.* 56:165-169.

## **Abstract**

In order to study the effects of plant density, nitrogen source and planting pattern on yield of grain corn cultivar Ksc301 (Toloe), an experiment carried out in 1385 at fields of agricultural Research center of shahrood. The arrangement was split-split plot based on completely randomized blocks design with four replications. The main plots were allocated to three plant densities (70000, 80000, 90000 plant/ha), the sub plots include two sources of fertilizers (urea and ammonium sulfate) and sub-sub plots consisted of two planting patterns (single row and twin row). For determining physiological growth indices sampling was done every 15 days and growth indices calculated with mathematical quadratics. At the end of growth season, final harvest and analysis were done. In conclusion this experiment showed that plant density affected grain yield, biological yield, plant height, ear length and diameter and stem diameter but number of rows, kernel per row and harvest index. Grain yield in 80000 and 90000 densities was at the same level and were better than 70000 density. Differences between 80000 density with respect to 70000 density was 13%. In this experiment, two sources of fertilizer could not affect any upper properties. The results showed planting method significantly affected the grain yield, number of kernels per row, biological yield plant, plant height, first ear height, ear diameter and length and stem diameter. Grain yield in twin rows was 8% higher than single row. Interaction between plant density and planting method affected grain yield, biological yield, plant height and ear height. Affected some of treatment levels too. Leaf area index and crop growth rate affected with plant density and crop planting method. The highest NAR obtained from lowest level of plant density and thus at twin row. RGR in 70000 density was slower, but twin row compared to single row was better. Fertilizer source could not affect any indices. All treatments could not affect harvest index.

**Key word:** plant density, nitrogen source, planting pattern, grain corn