بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی
گروه زراعت
پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تاثیر الگوی کاشت، تراکم بوته و فاصله بین ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای

الهام ابرازه

اساتید راهنما:
دکتر احمد غلامی
مهندس مهدی رحیمی

استاد مشاور:
مهندس احمد بانکه ساز
دکتر حمیدرضا اصغری

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

اردیبهشت ۱۳۸۸

تقدیم به

آنان‌که بر صفحه زندگیم، همواره عشق باریدند

صاحبان برترین مقام

"پدر عزیز و مادر مهربانم"

ارزشمندترین نعمت‌های خداوند، که با گرمی آفتاب وجودشان،
با دریای زلال محبت‌شان و با نور چراغ عمرشان
موجب رشد و هدایت من شدند.

سپاسگزاری

اکنون که با استعانت از درگاه پروردگار منان، گامی دیگر از زندگیم را پشت سر نهادم، با خضوع و افتادگی تمام بر خود لازم می‌دانم مراتب سپاس و قدرانی صمیمانه‌ی خویش را تقدیم همه‌ی کسانی کنم که طی این مدت مرا یاری نمودند.

از اساتید راهنمای بزرگوارم، آقایان دکتر احمد غلامی و مهندس مهدی رحیمی به خاطر تمام راهنمایی‌های علمی‌شان در طی مراحل انجام و تدوین پایان‌نامه نهایت تشکر و امتنان را دارم. از استاد مشاور گرانقدر و دلسوزم جناب آقای مهندس احمد بانکه ساز به خاطر تمام راهنمایی‌ها و مساعدت‌های بی‌دریغ و ارزشمندشان کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم. از داوران ارجمند آقایان دکتر مهدی برادران فیروزآبادی و دکتر حمید عباس دخت و همچنین نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکترفرخی که موجبات بهبود پایان‌نامه را فراهم آوردند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از اساتید و کارشناسان گروه زراعت؛ آقایان دکتر قلی پور، دکتر اصغری، دکتر عامریان، دکتر قربانی،دکتر مکاریان ، مهندس شاکری، مهندس مطهری‌نژاد ، مهندس حسین‌پور و آقای بیاری تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از کارکنان مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، آقایان حسین‌پور، محمدی، شفقی و حسین‌پور به خاطر تمام کمک‌های صمیمانه و بی‌دریغشان سپاسگذارم.

از کلیه همکلاسی‌های گرم و صمیمی‌ام خانم‌ها؛ مهندس محبوبه بصیری، زهرا شیرازی، دریا محمدنظر، عصمت مرادی، الهام مشهدی، نفیسه‌السادات روضاتی، فرشته مغنی‌دامغانی، آقایان مهندس جلال امرائی و مصطفی محمدی کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

در پایان از پدر و مادر بزرگوارم، برادران و خواهران مهربانم؛ مهندس علی ابرازه، مهندس حامد محمدی، مهندس آزاده، عاطفه و دکتر آرزو ابرازه و آیناز عزیزم که در طول این مدت صبورانه، صمیمی و مهربان یاریم نمودند و همواره مرا مورد لطف و محبت خود قرار دادند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

سپاسم برایتان بی‌پایان و کلامم ناتمام.

الهام ابرازه

اردیبهشت ۱۳۸۸

چکیده

به منظور بررسی تاثیر الگوی کاشت، تراکم بوته و فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای آزمایشی بصورت کرت های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا گردید. در این آزمایش تراکم کاشت به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۷۰۰۰۰، ۸۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و فاصله ردیف به عنوان عامل فرعی در سه سطح ۷۰، ۷۵ و ۸۰ سانتیمتر و الگوی کاشت به عنوان عامل فرعی فرعی با دو سطح کشت تک ردیفه و دو ردیفه در نظر گرفته شد. نتایج بدست آمده نشان داد که اثر تراکم بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک پوست بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، وزن صد دانه، وزن چوب بلال، وزن دانه در بلال، وزن خشک کل و شاخص برداشت معنی دار گردید. در این تحقیق تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشت. تاثیر فاصله ردیف بر وزن پوست بلال، وزن چوب بلال، وزن خشک کل، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک بلال معنی دار بود و فاصله ردیف ۸۰ سانتیمتر بیشترین تاثیر را بر صفات فوق داشت. اثر الگوی کاشت بر تمامی صفات مذکور غیر از وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و تعداد بلال معنی دار گردید و الگوی کاشت دو ردیفه بیشترین تاثیر را بر صفات فوق الذکر داشت.

بین شاخصهای رشد نظیر NAR,LAI,RGR,CGR,TDM در تراکم های مختلف ، فواصل ردیف و الگوی کاشت اختلاف مشاهده گردید که این اختلافات در مرحله گلدهی مشهود بود.

کلمات کلیدی: ذرت، الگوی کاشت، تراکم بوته، فاصله ردیف، عملکرد و اجزای عملکرد.

فهرست مطالب

چکیده.....

فصل اول : مقدمه

۱-۱- مقدمه..... ۱
۱-۲- اهداف و فرضیات تحقیق..... ۴

فصل دوم : کلیات

۲-۱- اهمیت ذرت ۵
۲-۲- ترکیبات شیمیایی..... ۷
۲-۳- تاریخچه و نشاء ذرت..... ۸
۲-۴- مشخصات گیاه شناسی ذرت..... ۸
۲-۵-ذرت های هیبرید..... ۱۱
۲-۶- مراحل رشد ذرت..... ۱۲
۲-۷- اکولوژی ذرت..... ۱۳
۲-۷-۱-درجه حرارت..... ۱۳
۲-۷-۲- رطوبت..... ۱۴
۲-۷-۳- نور..... ۱۴
۲-۷-۴-خاک..... ۱۵
۲-۷-۵- دمای خاک..... ۱۵
۲-۸- فتوسنتز..... ۱۶
۲-۹- خصوصیات زراعی..... ۱۶
۲-۹-۱- آماده کردن زمین و عملیات کاشت..... ۱۶
۲-۹-۲- تناوب زراعی..... ۱۶
۲-۱۰- برداشت ذرت..... ۱۷
۲-۱۰-۱- برداشت ذرت برای سیلو..... ۱۷
۲-۱۰-۲- برداشت ذرت دانه ای..... ۱۷

فصل سوم : مروری بر مطالعات انجام شده

۳-۱- اثر تراکم کاشت در رشد ذرت ۱۹
۳-۱-۱- اثر تراکم بر جذب تشعشع خورشیدی ۲۱
۳-۱-۲- اثر تراکم بر شاخص سطح برگ ۲۲
۳-۱-۳- اثر تراکم بر ارتفاع گیاه و فاصله بلال از سطح زمین و قطر ساقه ۲۳
۳-۱-۴- اثر تراکم بر اجزای عملکرد ۲۵
۳-۱-۵- اثر تراکم بر وزن صد دانه ۳۲
۳-۱-۶- اثر تراکم بر شاخص سطح برگ و جذب نور ۳۳
۳-۱-۷- اثر تراکم بر کارایی مصرف آب ۳۶
۳-۱-۸- اثر تراکم بر شاخص برداشت ۳۷
۳-۱-۹- اثر تراکم بر عملکرد بیولوژیک ۳۸
۳-۲-۱- اثر فاصله ردیف بر جذب تشعشع خورشیدی ۴۰
۳-۲-۲- اثر فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ ۴۰
۳-۲-۳- اثر فاصله ردیف بر ارتفاع گیاه و فاصله بلال از سطح زمین و قطر ساقه ۴۰
۳-۲-۴- اثر فاصله ردیف بر اجزای عملکرد ۴۱
۳-۲-۵- اثر فاصله ردیف بر عملکرد ۴۱
۳-۳-۱- آرایش کاشت ۴۳
۳-۳-۲- اثر آرایش کاشت بر جذب نور ۴۵
۳-۳-۳- اثر آرایش کاشت بر عملکرد ۴۶
۳-۳-۴- اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد ۴۸
۳-۳-۵- اثر تراکم و آرایش کاشت بر شاخص های فیزیولوژیک رشد ۵۰
۳-۳-۶- اثر تراکم و آرایش کاشت بر شاخص برداشت ۵۱

فصل چهارم : مواد و روش ها

۴-۱- زمان و محل اجرای آزمایش ۵۳
۴-۲- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش ۵۳
۴-۳- موقعیت شهر بسطام از نظر جغرافیایی ۵۴
۴-۴- مشخصات طرح آزمایشی ۵۴

۴-۵- عملیات اجرایی ۵۴
۴-۵-۱- نقشه کشت ۵۴
۴-۵-۲- آماده سازی زمین و کود دهی ۵۶
۴-۶- عملیات داشت ۵۶
۴-۶-۱- مبارزه با علف های هرز و دفع آفات ۵۶
۴-۶-۲- آبیاری ۵۷
۴-۷- نمونه برداری ۵۷
۴-۸- ارزیابی صفات مورفولوژیکی ۵۷
۴-۹- برآورد شاخص های رشد ۵۷
۴-۹-۱- شاخص سطح برگ (LAI) ۵۸
۴-۹-۲- سرعت رشد گیاه (CGR) ۵۸
۴-۹-۳- سرعت رشد نسبی (RGR) ۵۹
۴-۹-۴- ماده خشک کل (TDM) ۵۹
۴-۹-۵- سرعت اسیمیلاسیون خالص ۵۹
۴-۱۰- صفات مورد ارزیابی ۵۹
۴-۱۱- تجزیه و تحلیل اطلاعات ۶۰

فصل پنجم : نتایج و بحث

۵-۱- بررسی نتایج نمونه برداری ۶۱
۵-۱-۱- نمونه برداری اول ۶۱
۵-۱-۲- نمونه برداری دوم ۶۱
۵-۱-۳- نمونه برداری سوم ۶۲
۵-۱-۴- نمونه برداری چهارم ۶۲
۵-۱-۵- نمونه برداری پنجم ۶۳
۵-۲- عملکرد و اجزای عملکرد ۶۴
۵-۲-۱- عملکرد دانه ۶۴
۵-۲-۲- ارتفاع گیاه ۶۷
۵-۲-۳- قطر ساقه ۶۹
۵-۲-۴- تعداد بلال در بوته ۷۳
۵-۲-۵- تعداد دانه در ردیف ۷۵
۵-۲-۶- وزن صد دانه ۷۹
۵-۲-۷- تعداد ردیف دانه در بلال ۸۱
۵-۲-۸- عملکرد بیولوژیک ۸۳

۵-۲-۹- شاخص برداشت ۸۷
۵-۳- تجزیه و تحلیل رشد ۸۹
۵-۳-۱- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر عملکرد کل ماده خشک گیاه (TDM) ۸۹
۵-۳-۲- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ (LAI) ۹۲
۵-۳-۳- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول (CGR)..... ۹۵
۵-۳-۴- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی (PGR)..... ۹۷
۵-۳-۵- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص (NAR) ۹۹
۵-۴- نتیجه گیری..... ۱۰۱
۵-۵- پیشنهادات ۱۰۲

مراجع

منابع و مراجع ۱۰۳
پیوست.....۱۲۲

فهرست اشکال

شکل ۲-۱) اثرات افزایش تراکم در عملکرد بذر و ماده خشک ۳۰
شکل ۵-۱) اثر تراکم بر عملکرد دانه ذرت ۶۶
شکل ۵-۲) اثر الگوی کاشت بر عملکرد دانه ذرت ۶۶
شکل ۵-۳) اثر تراکم بوته بر اراتفاع بوته ذرت ۶۸
شکل ۵-۴) اثر الگوی کاشت بر ارتفاع بوته ذرت ۶۸
شکل ۵-۵) اثر فاصله ردیف بر ارتفاع بوته ذرت ۶۸
شکل ۵-۶) اثر تراکم بوته بر قطر ساقه ذرت ۷۱
شکل ۵-۷) اثر الگوی کاشت بر قطر ساقه ذرت ۷۱
شکل ۵-۸) اثر تراکم و فاصله ردیف بر قطر ساقه ذرت ۷۲
شکل ۵-۹) اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر قطر ساقه ۷۲
شکل ۵-۱۰) اثر تراکم بوته بر تعداد بلال در بوته ۷۴
شکل ۵-۱۱) اثر فاصله ردیف بر تعداد بلال در بوته ۷۴
شکل ۵-۱۲) اثر تراکم بوته بر تعداد دانه در ردیف ۷۷
شکل ۵-۱۳)اثر الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف ۷۷
شکل ۵-۱۴) اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف ۷۸
شکل ۵-۱۵) اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف ۷۸
شکل ۵-۱۶) اثر تراکم بوته بر وزن صد دانه ۸۰
شکل ۵-۱۷) اثر الگوی کاشت بر وزن صد دانه ۸۰
شکل ۵-۱۸) اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن صد دانه ۸۰
شکل ۵-۱۹) اثر تراکم بوته بر تعداد ردیف در بلال ۸۲
شکل ۵-۲۰) اثر الگوی کاشت بر تعداد ردیف در بلال ۸۲
شکل ۵-۲۱) اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر تعداد ردیف در بلال..... ۸۲
شکل ۵-۲۲) اثر تراکم بوته بر وزن خشک کل ذرت ۸۵
شکل ۵-۲۳) اثر فاصله ردیف بر وزن خشک کل ذرت ۸۵
شکل ۵-۲۴) اثر الگوی کاشت بر وزن خشک کل ذرت ۸۵
شکل ۵-۲۵) اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن خشک کل ساقه ۸۶
شکل ۵-۲۶) اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک کل ذرت ۸۶
شکل ۵-۲۷) اثر تراکم بوته بر شاخص برداشت ۸۸
شکل ۵-۲۸) اثر الگوی کاشت بر شاخص برداشت ۸۸
شکل ۵-۲۹) اثر تراکم گیاهی بر تجمع ماده خشک ۹۱
شکل ۵-۳۰) اثر فاصله ردیف بر تجمع ماده خشک ۹۱
شکل ۵-۳۱) اثر الگوی کاشت بر تجمع مواد خشک ۹۱

شکل ۵-۳۲) اثر تراکم بر شاخص سطح برگ ۹۴
شکل ۵-۳۳) اثر فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ ۹۴
شکل ۵-۳۴) اثر الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ ۹۴
شکل ۵-۳۵) اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد محصول ۹۶
شکل ۵-۳۶) اثر فاصله ردیف بر سرعت رشد محصول ۹۶
شکل ۵-۳۷) اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول ۹۶
شکل ۵-۳۸) اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد نسبی ۹۸
شکل ۵-۳۹) اثر فاصله ردیف بر سرعت رشد محصول ۹۸
شکل ۵-۴۰) اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی ۹۸
شکل ۵-۴۱) اثر تراکم گیاهی بر سرعت جذب خالص ۱۰۰
شکل ۵-۴۲) اثر فاصله ردیف بر سرعت جذب خالص ۱۰۰
شکل ۵-۴۳) اثر الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص ۱۰۰

فهرست جداول

جدول ۱-۱) مراحل مختلف رشد و نمو ذرت ۱۲
جدول ۴-۱) نتایج تجزیه فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه ۵۳
جدول پ-۱) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت اول ۱۲۲
ضمیمه جدول پ-۱) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت اول ۱۲۳
جدول پ-۲) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت دوم ۱۲۴
ضمیمه جدول پ-۲) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت دوم ۱۲۵
جدول پ-۳) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت سوم ۱۲۶
ضمیمه جدول پ-۳) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت سوم ۱۲۷
جدول پ-۴) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت چهارم ۱۲۸
ضمیمه جدول پ-۴) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت چهارم ۱۲۹
جدول پ-۵) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت پنجم ۱۳۰
ادامه جدول پ-۵) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت پنجم ۱۳۱
ضمیمه جدول پ-۵) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت پنجم ۱۳۲
جدول پ-۶) مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک تاسل به روش دانکن ۱۳۳
جدول پ-۷) مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک تاسل به روش دانکن ۱۳۳
جدول پ-۸) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک تاسل به روش دانکن ۱۳۳
جدول پ-۹) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک تاسل به روش دانکن ۱۳۴
جدول پ-۱۰) مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک ساقه به روش دانکن ۱۳۴
جدول پ-۱۱) مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک ساقه به روش دانکن ۱۳۴
جدول پ-۱۲) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک ساقه به روش دانکن ۱۳۵
جدول پ-۱۳) مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک ساقه به روش دانکن ۱۳۵
جدول پ-۱۴) مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن ۱۳۵
جدول پ-۱۵) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن ۱۳۶
جدول پ-۱۶) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن ۱۳۶
جدول پ-۱۷) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن ۱۳۷
جدول پ-۱۸) مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک برگ به روش دانکن ۱۳۸
جدول پ-۱۹) مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک برگ به روش دانکن ۱۳۸
جدول پ-۲۰) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک برگ به روش دانکن ۱۳۸

جدول پ-۲۱) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک برگ بـه روش دانکـن ۱۳۹
جدول پ-۲۲) مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک بـرگ بـه روش دانکن ۱۳۹
جدول پ-۲۳) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن خشک برگ بـه روش دانکـن ۱۴۰
جدول پ-۲۴) مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن پوست بلال به روش دانکن ۱۴۰
جدول پ-۲۵) مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن پوست بلال به روش دانکن ۱۴۱
جدول پ-۲۶) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن پوست بلال به روش دانکن ۱۴۱
جدول پ-۲۷) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن پوست بـلال بـه روش دانکـن ۱۴۱
جدول پ-۲۸) مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک چوب بلال به روش دانکن ۱۴۲
جدول پ-۲۹) مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک چوب بلال به روش دانکن ۱۴۲
جدول پ-۳۰) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک چوب بلال به روش دانکن ۱۴۲
جدول پ-۳۱) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک چوب بـلال بـه روش دانکن ۱۴۳
جدول پ-۳۲) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک بلال بـه روش دانکـن ۱۴۳
جدول پ-۳۳) مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک بلال به روش دانکن ۱۴۴
جدول پ-۳۴) مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک بلال به روش دانکن ۱۴۴
جدول پ-۳۵) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک بلال به روش دانکن ۱۴۴
جدول پ-۳۶) مقایسه میانگین اثر تراکم بر تعداد برگ در بوته به روش دانکن ۱۴۵
جدول پ-۳۷) مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر تعداد برگ در بوته به روش دانکن ۱۴۵
جدول پ-۳۸) مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن تعداد برگ در بوته به روش دانکن ۱۴۵
جدول پ-۳۹) مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک کـل بـه روش دانکن ۱۴۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

کشاورزی در قرن حاضر حیاتی ترین عامل اقتصادی برای کشورهای در حال توسعه بـه شـمار مـی رود و علاوه بر تامین غذا، نقش مهمی در مبارزه با وابستگی اقتصادی ایفا می نماید.

به عقیده دانشمندان تا پنجاه سال آینده جمعیت جهان به دو برابر جمعیت فعلی خواهد رسید، بـه این ترتیب با افزایش سریع جمعیت، مسئولیت تامین غذا در وهله اول متوجه بخش کشاورزی خواهـد بود. بنابراین باید در جهت افزایش بهره وری در تولیدات گام برداشت و ایـن امـر مهـم بـدون فـراهم آوردن زمینه های مناسب برای انجام تحقیقات وسیع و کارآمد میسر نخواهد شد.

پس از گندم و برنج، ذرت مهم ترین محصول زراعی است و مورد توجه خاص مـی باشـد. چـرا کـه موارد استفاده زیادی برای انسان، دام، صنعت، داروسازی، صنایع غذایی و... دارد. این گیاه قـادر اسـت نسبت به آب مصرفی خود، بالاترین عملکرد را در واحد سطح تولید نماید. عملکـرد بـالا، تنـوع مـوارد مصرف، تنوع ارقام و هیبرید های موجود، خواص مختلف زراعی مطلوب و بهره برداری اقتصادی خوب و سازگاری بالای ذرت با شرایط مختلف آب و هوایی باعث شده، سالیانه قسمت اعظمی از اراضی دنیـا به کشت این گیاه ارزشمند اختصاص یابد (نور محمدی و همکاران، ۱۳۷۶).

با توجه به محدودیت های منابع آب و خاک، توسعه سطح زیر کـشت ذرت در ایـران بـا مـشکلات فراوانی روبرو است. بنابراین مناسب ترین شیوه برای دستیابی به خودکفایی در تولید ذرت و متعاقـب آن نیل به استقلال اقتصادی، افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد، از این رو شناخت عوامل مـوثر در افزایش عملکرد، لازم و ضروری به نظر می رسد (دارخال، ۱۳۷۴).

سیستم های کشاورزی رایج در کنار تولید عملکرد های بالا، معضلات اقتصادی خاصـی ایجـاد مـی کنند. دستیابی به چنین عملکرد هایی علاوه بر اینکه مستلزم صرف انرژی زیاد و افزایش نهاده هـا در سیستم می باشد. ضمنا مشکلات خاصی نظیر کاهش تنوع اکولوژیکی و فرسایش خاک و آلـودگی آب و خاک را به دنبال خواهد داشت. پذیرش سیستم های تلفیقی در تولید محصولات کشاورزی با کاهش

نهاده هایی از قبیل کود، آفت کش ها و عملیات زراعی همراه است که می تواند مشکلات اقتصادی و اکولوژی مزبور را کاهش دهد. به کارگیری چنین سیستم هایی نیازمند شناخت اثرات متقابل طبیعی بین چهار عامل(کود، سموم، عملیات زراعی و تناوب) می باشد(ادواردس، ۱۹۸۷).

با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام، یکی از عوامل مهم جهت تولید بیشتر در واحد سطح، انتخاب تراکم مناسب می باشد. اکثر غلات در تراکم پایین، سطح برگ و تعداد اعضای زایشی خود را از طریق تولید پنجه افزایش می دهند.در این گروه از گیاهان در صورتی که تراکم به کار گرفته شده کم باشد، از پتانسیل موجود در مزرعه بهره برداری نمی شود و از طرفی افزایش بیش از حد تراکم باعث می شود که گلها عقیم شده و عملکرد کاهش یابد.(یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۷۶).هدف از تعیین تراکم مناسب آن است که ترکیبی از عوامل محیطی برای حصول حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب مشخص شود. با توجه به شرایط محیطی، حاصلخیزی خاک، ژنوتیب، قدرت رشد، رطوبت، هدف تولید(دانه یا علوفه)، رقابت با علف های هرز، پنجه زنی، اندازه و حجم بوته ، مقاومت به ورس ، تاریخ کاشت، رقابت با گیاه مجاور، رقابت درون گیاهی و نوع گیاه از نظر اشباع نوری، تراکم در نواحی مختلف وضعیت متفاوتی خواهد داشت (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۸ و طالبیان، ۱۳۷۱).

در هر میزان تراکم، تغییر فواصل بین ردیف های کاشت در توزیع بوته روی ردیف ها موثر است بنابراین با کاهش فواصل بین ردیف، آرایش کاشت، بوته ها به حالت مربعی نزدیک می شود و بدین ترتیب رقابت بین گیاهان به حداقل می رسد و زمینه افزایش عملکرد دانه فراهم می شود(اسپراگوودادلی،۱۹۸۸؛ استیکلر،۱۹۶۴؛ روسسمان،۱۹۶۶). در ردیف های باریک میزان تشعشع خالصی که به قسمت پایین جامعه گیاهی می رسد (نفوذ نور) کاهش و میزان انرژی کلی جذب شده توسط پوشش گیاهی افزایش می یابد. با توجه به اهمیت آب در تولید گیاهان زراعی، بررسی الگوهایی که می توانند در صرفه جویی و کاهش آب آبیاری موثر باشند، از جمله بررسی الگوی کاشت دوردیفه بر روی پشته های عریض از اهمیت فراوانی برخوردار است. در این الگوی کاشت شیارهای آبیاری به

طور یک در میان حذف می شوند و در نتیجه در مصرف آب آبیاری به طور چشمگیری صـرفه جـویی می شود. همچنین در این روش به دلیل کاهش سطح تبخیر از خاک(کاهش تعداد شیارهای آبیاری) تلفات آب آبیاری چه از طریق تبخیر سطحی و چه از طریق نفوذ عمقی آب کاهش می یابد. اما اینکه آیا این روش با مقدار آب کمتری که در اختیار گیاه قرار می دهد می تواند عملکرد را در حد مطلـوبی نگه دارد یا نه، بایستی مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد.

بررسی های انجام شده نشان می دهد که توسعه و بهبود تولیدات زراعی به دو شکل عمده امکـان پذیر است: اولا افزایش سطح زیر کشت و ثانیا بهبود بازده تولید در واحد سطح، که این راهکارها خود به مدیریت و تکنولوژی تولید بستگی دارند. در این راستا و به منظور تحقق توسعه اقتصادی و افزایش بهره وری در اراضی زراعی، مطالعه و تحقیق در زمینه های مختلف کشاورزی ضروری و اجتناب ناپذیر خواهند بود (پور یوسف، ۱۳۸۰؛ دنمید،۱۹۶۸؛ فاجریا، ۱۹۹۲).

۱-۲- اهداف و فرضیات تحقیق

اهداف عمده تحقیق پاسخگویی به سوالات زیر می باشد:

۱- بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه ذرت هیبرید دبل کراس ۳۷۰.

۲- بررسی اثر فاصله بین ردیف در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ذرت هیبرید دبل کراس ۳۷۰.

۳- بررسی اثر آرایش کاشت(دوردیفه و تک ردیفه) بر عملکرد ذرت هیبرید دبل کراس ۳۷۰.

۴- بررسی اثر متقابل تراکم، فاصله بین ردیف و الگوی کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دبل کراس ۳۷۰.

فرضیه های این تحقیق عبارتند از:

۱-آرایش کاشت دوردیفه هیبرید دبل کراس ۳۷۰ به علت استفاده از فضا و بهره گیری از نور و رطوبت و کود و.... عملکرد متفاوتی نسبت به کشت تک ردیفه ایجاد می نماید.

۲- ذرت به تراکم های مختلف عکس العمل های متفاوتی نشان می دهد.

۳- الگوی کاشت و فاصله بین ردیف در ذرت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت موثر هستند.

۴- تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد و ویژگیهای زراعی ذرت موثر است.

فصل دوم

کلیات

۲-۱- اهمیت ذرت

ذرت گیاه ارزشمندی است که بـه دلیـل بـالابودن کـارآیی فتوسـنتز، عملکـرد بـالا، تنـوع مـوارد مصرف،قدرت سازگاری بالا با شرایط مختلف محیطی و تهیه هیبرید گوناگونی که در حال حاضر وجود دارند، در اکثر مناطق جهان قابل کشت می‌باشد.سطح زیر کشت و تولیـد ذرت در جهـان روبـه رشـد می‌باشد و به عنوان سلطان غلات معروف شده است. این گیاه پس از گندم و برنج بیشترین سطح زیـر کشت و تولید را در جهان به خود اختصاص داده است(شریفی تهرانی ، ۱۳۷۸؛ مدنی،۱۳۷۴).

ذرت یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که در زمینه تولید دانـه، تولیـد علوفـه سـبز و سـیلو از اهمیت بسزایی برخوردار است، بطوری که نقش عمده آن در ترکیب جیره غـذایی دام و طیـور باعـث گردیده که سالیانه مقادیر قابل توجهی (حدود ۱/۲ میلیون تن) دانه ذرت از سایر کشورها خریـداری گردد. (مدنی، ۱۳۷۴). گیاه ذرت علاوه بر ارزش غذایی ویژه در تغذیه دام و طیور، بخشی از احتیاجات غذایی انسان را نیز بر آورده می‌سازد، ضمنا دارای مصارف صنعتی می‌باشـد و مـاده اولیـه بـسیاری از صنایع بویژه گلوکز و نشاسته محسوب می‌شـود (هاشـمی دزفـولی،۱۳۷۴؛ .F.A.O،۱۹۹۶). در حـال حاضر بیش از پانصد نوع فرآورده جانبی از جمله الکل، نشاسته، روغن، دکسترین،مالت،چسب کاغـذ ، اسید استیک و.... از ذرت استحصال می‌شود. بعلاوه حدود ۹ درصد تولیدات روغن نباتی جهان توسط ذرت تامین می شـود (بانکـه سـاز،۱۳۷۳؛ هاشـمی ذزفـولی،۱۳۷۴). ذرت حـاوی ویتـامین‌هـای A, B_1, B_6 ، پروتئین، چربی، نشاسته و مواد معدنی می‌باشد.

بطور کلی سهم ذرت در تأمین غذای انسان، تغذیه دام و طیـور و مـاده اولیـه جهـت فـرآورده‌هـای صنعتی، به صورت زیر می‌باشد (شریفی تهرانی،۱۳۷۸).

غذای انسان	۲۰-۲۵ درصد
خوراک دام و طیور	۷۰-۷۵ درصد
مصارف صنعتی	۵ درصد

الف- تغذیه انسان

ذرت غذای اصلی را در تمدن های اولیه سرخپوستان مانند قبائل آزتک،مایا، و انیکا تشکیل می داد(آراسته، ۱۳۷۰). در برخی از کشورهای جهان از جمله:مکزیک، برزیل، هندوستان و برخی از کشورهای آفریقایی، از دانه ذرت آرد تهیه نموده و آن را به نان تبدیل می نمودند. هر ساله حدود ۲۵ درصد از تولید خالص جهانی ذرت، جهت تغذیه انسان بکار می رود. مخلوط آرد ذرت و آرد گندم در تهیه نان و شیرینی سازی نیز کاربرد دارد (یوستیمنکو و باند کیموسکی، ۱۹۸۳).

ب-تغذیه دام و طیور

از آنجاکه این گیاه از نظر پروتئین و سایر مواد قندی برای دام ها بسیار غنی است،لذا حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد تولید هر کشور به مصرف تهیه ذرت سیلویی و یا علوفه سبز تازه برای تغذیه حیوانات به خصوص گاوهای شیری و گوشتی رسیده و انواعی از ذرت که دارای دانه های سفیدرنگ هستند برای پرورش پرندگان مصرف می شود. دانه ذرت یکی از مهمترین منابع انرژی زا برای تغذیه پرندگان گوشتی و تخم گذار بوده و در پرورش جوجه پرندگان اهلی مانند مرغ و اردک و غاز نقش بسزایی داشته و در سرعت رشد آنها بسیار موثر است (خدابنده،۱۳۷۹؛ رپکا و دینک، ۱۹۹۱).

ج- مصارف صنعتی

ذرت یکی از ارزانترین و خالص ترین منابع تولید موادآلی جهت مصارف صنعتی است. در کارخانجات نشاسته سازی از ذرت، نشاسته، خوراک دام، شربت قند و روغن استخراج می کنند. در

صنایع تقطیر از ذرت تخمیر شده، الکل و از جوانه ذرت، روغن به دست می آید. از یکصد کیلو ذرت بعد از اینکه از جنین آن جدا شود،۷۷ کیلوگرم آرد یا۴۴ لیتر الکل یا ۶۳ کیلوگرم نشاسته یا ۷۱ کیلوگرم گلوگز به دست می آید. علاوه بر این از جنین آن ۲/۷-۱/۸ لیتر روغن و ۳/۶ کیلوگرم تفاله حاصل می گردد.باقیماندهای محصول ذرت هم مصارف متعددی دارند. امروزه بیش از ۵۰۰ نوع فرآورده درجه دوم از ذرت به دست می آید. از ساقه های ذرت در صنعت تهیه کاغذ و مقوا و از چوب بلال در تهیه اسید استیک،قطران،زغال،فورفورال (که در صنایع رنگ و پلاستیک سازی به کار می روند)،استفاده می شود (نورمحمدی و همکاران،۱۳۷۶).

۲-۲- ترکیبات شیمیایی دانه ذرت

درصد ترکیبات شیمیایی دانه ذرت به طور متوسط به صورت زیر گزارش شده است:

- **مواد غیر نیتروژنه:** حدود ۶۸/۱۷ درصد بوده که خود شامل: قند ۲/۲۲ درصد، دکسترین ۲/۴۷ درصد،نشاسته ۵۹/۰۹ درصد و پنتوزان ۴۳/۳۸ درصد می باشد.

- **پروتئین خام یا مواد نیتروژنه:** حدود۱۰-۹ درصد است که مواد پروتئینی دانه ذرت شامل گلوبولین، گلوتنین، پرولامین و زئین می باشد. پرولامین به عنوان ماده اصلی پروتئین دانه ذرت دارای مقدار زیادی اسید گلوتامیک و لوسین است.

_چربی خام: بیشترین مقدار چربی در جنین اندوخته می گردد.

- **خاکستر:** حدود ۱/۴۵ درصد است که ۷۸/۵ درصد از کل خاکستر یا مواد معدنی در جنین، ۱۸/۲ درصد در آندسپرم و ۲/۵ درصد در پوسته قرار دارد. خاکستر دانه های ذرت به ترتیب غنی از فسفر، پتاس و منیزیم می باشد.

- **سلولز:** حدود ۲/۲۵ درصد می باشد.

- **رطوبت(آب):** حدود ۱۳/۳۲ درصد است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶ ؛ تاجبخش، ۱۳۷۵).

۲-۳- تاریخچه و منشأ ذرت

ذرت ممکن است از سرزمین‌های مرتفع پرو، بولیوی و اکوادور منشأ گرفته باشد، چرا که تنوع زیادی از فرم‌های بومی در این خاستگاه پیدا شده است. باور دیگر محققان بر این است که جنوب مکزیک و آمریکای مرکزی احتمالا وطن بومی Euchlaena(یکی از خویشاوندان وحشی ذرت) شد، ضمنا تنوع گونه‌های وحشی ذرت در این مناطق زیاد است. اکثر محققان بر این عقیده‌اند که گیاه ذرت احتمالا از مکزیک منشأ گرفته است (شریفی تهرانی،۱۳۷۸). نظریات مختلفی در مورد پیدایش ذرت عنوان شده است که از جمله آنها این است که گیاه ذرت احتمالاً از گیاه یکساله وحشی بنام تئوزینت (Euchlaena Mexicana) منشأ گرفته که دارای بلال‌های کوچک و دانه‌هایی شبیه ذرت آجیلی بوده است(بریوس،۱۹۹۵). نظریه دیگر اینکه ذرت بر اثر تلقیح طبیعی تئوزینت و گیاهی دیگر به نام تریپساکوم (Tripsacum) حاصل شده است. پس از کشف قاره آمریکا به وجود این گیاه پی برده شد و مشخص گردید که این گیاه توسط سرخپوستان قبیله ماهیز(Mahis) آمریکای جنوبی کشت می‌شده است. کریستف کلمب در سفر خود آنرا بهترین گیاه قاره یافت و به اسپانیا برد و از آنجا به سایر کشورهای اروپایی گسترش یافت.

۲-۴-مشخصات گیاه‌شناسی ذرت

ذرت از تیره پوآسه، جنس zea، گونه Mays، با۲۰= ۲n کروموزوم می‌باشد. ذرت دارای ریشه افشان قوی و انبوه و در عین حال سطحی است و می‌تواند به استقامت گیاه کمک نماید. ریشه اولیه ذرت که بعد از جوانه زدن بذر تولید می‌شود ۳ تا ۵ عدد است و در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متری خاک ریشه‌های ثانویه به تعداد زیاد و حدود ۲۰ عدد از گره‌هائی در عمق خاک خارج می‌گردد. سومین نوع ریشه، ریشه هوایی است که بیرون از خاک و معمولاً از گره‌های پایین بوته در بالای سطح خاک بوجود می‌آیند و رشد می‌کنند و وارد خاک می‌شوند و مثل ریشه‌های دیگر آب و مواد غذایی را جذب می‌کنند و در عین حال موجب استحکام بیشتر ساقه را در خاک فراهم می‌آورند.ذرت گیاهی است

یکساله، ساقه آن مانند سایر گیاهان تیره پوآسه بند بند و بدون انشعاب است این ساقه‌ها راست، دارای ارتفاع ۲ تا ۵ متر بوده و در شرایطی ممکن است تا ۸ متر برسد.فاصله بین گره‌های ساقه متفاوت، ممکن است ۶ تا ۲۰ سانتی‌متر باشد و بطور کلی ارتفاع بوته به گونه یا زودرسی آن مربوط است. ضخامت ساقه ذرت حدود ۳ سانتیمتر و حدود ۸ تا ۱۲ میان گره دارد که میان گره های پایین ساقه کوتاه‌ترند میان گره های بالای ساقه بلندتر است در ذرت چهار گروه برگ، شامل: برگ های جنینی، برگهای حقیقی روی ساقه، برگهای انتهایی و برگهای غلاف وجود دارد (یوستیمنکو و باند کیموسکی، ۱۹۸۳). برگ ذرت از محل گره‌ها خارج می‌شود و از دو قسمت پهنک و غلاف تشکیل شده که غلاف بدور ساقه پیچیده شده و پهنک برگ بطول ۳۰ تا ۸۰ سانتیمتر و گاهی ۱۵۰ سانتیمتر بوده و عرض آن در حدود ۱۰ سانتیمتر و ضخامت ۲ میلیمتر می‌باشد تعداد برگهای ذرت بطور متوسط ۱۲ تا ۱۸ است که ارقام زودرس تعداد برگ کمتر و ارقام دیررس برگ بیشتری دارند. بین تعداد برگ های ساقه اصلی و دوره رشد گیاه ذرت یک رابطه مثبت وجود دارد (کوچکی، ۱۳۶۸). هر چه تعداد برگهای ساقه اصلی کمتر باشد ذرت زودرس تراست (سجادی،۱۳۶۵). برگ عامل اصلی جذب نور و معبر اصلی گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن و بخار آب در فرآیندهای حیاتی گیاه همچون تنفس و فتوسنتز می باشد.

اپیدرم سطح فوقانی برگ معمولا از کرک پوشیده شده و سطح زیرین برگ بدون کرک بوده و روزنه هایش بسیار بیشتر از سطح بالایی است(واتسن و دالویتز ۱۹۹۲). پهنک برگ شامل بشره فوقانی و تحتانی است. غلاف برگ علاوه بر اینکه در استحکام ساقه نقش دارد همچنین در انتقال و ذخیره مواد فتوسنتزی، نیترات و مواد معدنی موثر است. سیستم فتوسنتزی این گیاه C4 و از تیپ NADP-ME (برای تشکیل مالات از آنزیم NADP-Malic استفاده می شود)است (فاجریا،۱۹۹۲). ارقام زراعی ذرت از نظر تعداد و ماهیت پنجه ای که در آنها تشکیل می شود بسیار متفاوتند. برخی در هر شرایطی تعداد کمی پنجه تولید می کنند و برخی تقریبا در همه شرایط پنجه های بی شمار تشکیل می دهند. در اکثر ارقام، پنجه ها به ندرت دارای گل ماده هستند ولی اغلب دارای بلال تاجی

هستند که از گل کامل و فعال در خوشه های تاجی بوجود می آید و در تعداد کمی از ارقام، پنجه ها مانند ساقه اصلی و تقریبا غیرقابل تشخیص از ساقه اولیه عمل می کنند و ممکن است در آنها گل ماده هم به صورت عادی بوجود آید (دارخال، ۱۳۷۴). ارقامی از ذرت مانند تاکسپنو و کانیکو وجود دارد که اغلب بسته به فاصله بوته، حاصلخیزی، رطوبت و سایر عوامل محیطی از یک تا هشت پنجه به وجود می آورند(مودب شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹).

گلهای نر و ماده در ذرت جدا از هم ولی بر روی یک پایه قرار دارند و بنابراین گیاهی است یک پایه که گلهای ماده در محل گره‌ها و در بغل برگ و گلهای نر در انتهای ساقه قرار دارند. سنبله ماده از یک محور اصلی قطور تشکیل شده که روی آن سنبلک‌ها در ردیفهای منظمی قرار گرفته‌اند. هر سنبلک دارای دو گل است که فقط گل بالایی بارور می‌شود. مجموعه آرایش گلهای ماده بوسیله غلافی که پوست بلال نامیده می‌شود پوشیده شده است. از محل تخمدان گلها میله بلند و باریکی بنام خامه خارج می‌گردد که روی آن کلاله ظریف و کرکداری وجود دارد که برای تولید به مدت زمانی حدود ۵ تا ۱۰ روز احتیاج دارند. تعداد این مجموعه یا بلالها در هر بوته برحسب واریته و گیاه متفاوت و از یک تا ۱۲ عدد می باشد، که طول هر بلال بین ۱/۵ تا ۶۰ سانتیمتر است.گلهای نر بصورت خوشه در انتهای ساقه اصلی قرار داشته که در روی خوشه‌های متعدد آن دو سنبلچه بلند و کوتاه بطور منظم قرار گرفته و هر سنبلچه دارای دو گل و هر گل دارای ۳ پرچم است. گرده‌افشانی بصورت غیر مستقیم انجام و درصد کمی نیز ممکن است بطور مستقیم صورت گیرد. پرچمها می‌توانند مقدار زیاد گرده تولید نمایند که بوسیله باد به گلهای ماده همان گیاه یا سایر پایه‌ها منتقل می‌گردند و بلافاصله بعد از قرار گرفتن روی کلاله شروع به جوانه زدن نموده و پس از ۲۰ دقیقه فقط یک لوله گرده به تخمدان می‌رسد (کوچکی و همکاران ،۱۳۷۴؛ فیشچر،۱۹۸۴؛ یوستیمنکو و باند کیموسکی، ۱۹۸۳).

دانه ذرت میوه‌ایست از نوع گندمه و رنگ آن بسته به ارقام مختلف متفـاوت و از سـفید، زرد ، قرمـز، ارغوانی تا سیاه تغییر می‌کند. وزن هزار دانه آن ۱۰۰ تا ۴۰۰ گرم است. دانه شامل فرابر یا پریکـارپ، یک لایه آلورن، آندوسپرم و جنین است.پریکارپ و باقیمانده پوشش های دانه حدود ۵ درصد وزن کل دانه را تشکیل می دهند. جنین و اسکوتلوم حدود ۱۰ درصد و آندسپرم حدود ۸۰ تـا ۸۵ درصـد وزن دانه را شامل می شوند.(مارتین،۱۹۷۶). برخی از دانه‌ها کاملاً کروی و برخی شبیه دندان یا مخروطی شکل می‌باشند. پریکارپ در واریته های مختلف زراعی به رنگ های زرد، نارنجی ، قرمز، بنفش یا سیاه است دانه ها به طول ۲۲-۲/۵ میلی متر، عرض ۱۸-۳ میلی متـر و ضـخامت ۸-۲/۷ میلـی متـر مـی باشند. وزن هزار دانه از ۱۵۰ تا ۴۰۰ گرم متغییر است .ارقام اصلاح شده ذرت تک بلالی بوده ولـی در روی بوته‌های اصلاح نشده چندین میوه یا بلال بوجود می‌آید (سیادت،۱۳۶۸).

۲-۵- ذرت‌های هیبرید

بذور در ذرت های هیبریدی که در حال حاضر در ایران برای تغذیه دانه یـا علوفـه و سـیلو کـردن مورد استفاده قرار می‌گیرند، اکثراً ذرت‌های دبل کراس هستند که بطـور کلـی آنهـا را بـه سـه گـروه تقسیم می‌نمایند (هانسون و اصغری، ۱۹۸۷).

۱- گروه زودرس که در طبقه ۳۰۰ تا ۴۰۰ طبقه‌بندی می‌شوند و زمان لازم از کاشت تا برداشت آنها ۱۰۰ تا ۱۱۰ روز است.

۲- گروه میان رس که در طبقه ۴۰۰ تا ۶۰۰ طبقه‌بندی می‌شوند و زمان لازم از کاشـت تـا برداشـت آنها ۱۱۰ تا ۱۲۵ روز است.

۳- گروه دیررس که در طبقه ۷۰۰ به بالا قرار می‌گیرند و زمان لازم از کاشت تا برداشت آنها ۱۲۵ تا ۱۴۰ روز است.

۲- ۶- مراحل رشد ذرت

هانووی مراحل رشد ذرت را مشخص کرده است که امروزه بطور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مراحل در جدول ۱-۱ مشخص شده‌اند (برارپور،۱۳۷۸).

جدول ۱-۱. مراحل مختلف رشد و نمو ذرت (اقتباس از بولتن فنی شماره ۹۷۶ وزارت کشاورزی آمریکا و مقاله هانووی)

مرحله	وضعیت گیاه
مرحله صفر	گیاه هنوز سبز نشده است.
دوره رویشی	
مرحله ۱	گیاه سر از خاک بیرون آورده و کلئوپتیل بیرون از خاک قرار دارد.
مرحله ۲	نخستین برگ مشخص شده است.
مرحله ۳	دو برگ کاملاً باز شده‌اند.
مرحله ۴	یقه چهارمین برگ مشخص شده، ریشه های تاجی در حال تشکیل شدن هستند و برگها رشد می‌کنند. (مرحله ۶-۴)
مرحله ۵	یقه هشتمین برگ مشخص شده، برگهای اول و دوم (از پایین) ممکن است پژمرده شده باشند، رشد بقیه برگها ادامه دارد.
مرحله ۶	یقه دوازدهیمن برگ مشخص شده، برگهای اول تا چهارم (از پایین) ممکن است زرد شده باشند، رشد بقیه برگها ادامه دارد.
دوره زایشی(اقتباس از پی. تی. واکر)	
مرحله ۷	نوک گل تاجی در انتهای بوته ظاهر شده .
مرحله ۸	رشته های ابریشمی ذرت ظاهر گردیده و گرده افشانی انجام می‌گیرد.
دوره رسیدن دانه	

مرحله ۹-۱ رشد بلال کامل شده و دانه‌ها در مرحله آبکی قرار دارند.

مرحله ۹-۲ دانه‌ها در مرحله خمیری هستند(دانه‌ها در حال سفت شدن هستند).

مرحله ۹-۳ در روی تعداد کمی از دانه‌ها فرورفتگی بوجود آمده است.

مرحله ۹-۴ در روی تمامی دانه‌ها فرورفتگی ایجاد شده و مواد خشک دانه به حداکثر مقدار خود رسیده است.

مرحله ۹-۵ دانه‌ها خشک شده و کاملاً رسیده هستند.

۲-۷- اکولوژی ذرت

ذرت گیاهی است گرمسیری که در تمام مراحل رشد، بخصوص در مرحله تولید جوانه در برابر سرما حساس بوده و در صورتی که درجه حرارت حداقل به ۱۰ درجه سانتیگراد نرسد،جوانه تولید نخواهد نمود. با این وجود، قابلیت سازگاری بالای ذرت امکان کشت آن را حتی در نقاط سردسیرهم میسر نموده است. این گیاه را می توان در مناطقی با ارتفاع پایین‌تر از سطح دریا تا ارتفاع ۴۳۰۰ متری کشت نمود و خلاصه از ۵۸ درجه عرض شمالی تا ۴۰ درجه عرض جنوبی کشت آن رواج یافته است (خدابنده،۱۳۷۴).

۲-۷-۱- درجه حرارت

مناسب ترین درجه حرارت برای تولید جوانه حدود ۱۴ درجه سانتیگراد است. حداقل دمای لازم جهت جوانه زنی بذر ذرت ۱۰ درجه سانتیگراد بوده و مناسب‌ترین درجه حرارت در طول دوره رشد ذرت ۲۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. در صورتی که دما از ۳۵ درجه سانتیگراد تجاوز نماید موجب از بین رفتن دانه‌های گرده و کاهش آنها و عدم تلقیح کامل بلال می شود. همچنین حاشیه برگها به شدت می‌سوزد. در مناطق خیلی گرم باید تراکم گیاه را در حد مناسب انتخاب نمود و یا برای جلوگیری از سوختگی برگها رطوبت کافی در اختیار گیاه قرار داد(خدابنده،۱۳۷۴).مجموع درجه

حرارت برای ذرت از مرحله جوانه زدن تا برداشت برای ارقام نیمه زودرس حدود ۳۰۰۰ درجه سانتی‌گراد و برای ارقام دیررس حدود ۳۷۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شریفی تهرانی،۱۳۷۸).

۲-۷-۲- رطوبت

ذرت در دوران رشد خود به آب نسبتاً زیادی نیاز دارد و در مناطقی که میزان بارندگی به ۷۰۰-۶۰۰ میلی‌متر با پراکندگی زمانی مناسب برسد، بخوبی رشد و نمو می‌نماید. ذرت برای تولید یک واحد ماده خشک، بسته به شرایط آب و هوایی و پتانسیل تولید ارقام مختلف، بطور متوسط نیاز به ۳۴۲ (۲۳۳ تا ۴۴۵) واحد آب دارد.

حساس‌ترین مرحله زندگی ذرت نسبت به آب، مرحله بین ظهور سنبله‌ها تا پایان دوره پر شدن دانه است که حدود ۵ روز طول می‌کشد. در مناطقی که میزان بارندگی در فصل رشد و نمو بیش از ۳۷۵ میلی‌متر و درجه حرارت ۲۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، به شرط زیاد نبودن تراکم، امکان کشت بدون آبیاری ذرت وجود دارد و در مناطقی که میزان بارندگی به ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر، با پراکنش زمانی مناسب برسد، بخوبی رشد و نمو می‌کند (شریفی تهرانی، ۱۳۷۸).

۲-۷-۳- نور

از آنجائیکه ذرت یک گیاه C4 است، یکی دیگر از عوامل بسیار مؤثر و مهم برای رشد و نمو و تولید محصول کافی آن، وجود نور فراوان است. بنابراین در مناطقی که در طی دوره رشد و نمو ذرت نور کافی وجود نداشته باشد، این گیاه رشد طبیعی خود رابه خوبی انجام نداده و دیررس می‌شود و حتی بذر کافی تولید نمی شود و از کیفیت دانه‌ها نیز کاسته خواهد شد. در عین حال واکنش فتوپریودی ذرت در محدوده بین بی‌تفاوتی و روز کوتاهی قرار دارد. گل‌دهی آن در شرایط روز کوتاهی تسریع می‌شود. در مناطقی که روزهای بلند دارند تعداد برگها افزایش یافته و ارتفاع بوته‌ها نیز افزایش

می‌یابد ولی گل‌دهی آن تا رسیدن روزهای کوتاه به تأخیر می‌افتد (صوفیان،۱۳۷۶ ؛ کاظمی اربط،۱۳۷۴).

میزان رشد ذرت نه تنها به طول روز بلکه به شدت نور نیز بستگی دارد. در روزهای کوتاه و شدت روشنایی زیاد، ارتفاع بوته و تعداد برگهای ذرت کاهش می‌یابد و بلال‌ها در گره‌های پایین‌تر ساقه تشکیل می‌شوند. بطور کلی پتانسیل ذرت در استفاده از تشعشعات به دلیل وضعیت خاص آرایش برگها نسبت به سایر گیاهان زراعی بیشتر است (مودب شبستری،۱۳۶۹).

۲-۷-۴- خاک

ذرت به دلیل دارا بودن ریشه‌های طویل باید در خاکهای خیلی عمیق کاشته شود. همچنین خاک باید از نظر مواد غذایی غنی باشد زیرا این گیاه در دوران رشد به ماده غذایی خیلی زیاد نیاز دارد. خاکهای رسی، خاکهای شنی و نیز خاکهای شور برای ذرت مناسب نیستند. ذرت در خاکهای که pH آنها از ۸- ۵/۵ تغییر می نماید می تواند رشد کند(موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ۱۳۷۳).

۲-۷-۵- دمای خاک

نمو ذرت تابعی از دمای خاک است. با افزایش دمای خاک رشد ذرت افزایش می یابد. اپتیمم دمای خاک برای رشد ذرت معمولا کمتر از اپتیمم دمای هوا می باشد(نعیم،۱۳۸۵ ؛ آرن،۱۹۷۵).کاشت ذرت باید در زمانی انجام گیرد که دمای کمینه برای جوانه زنی گیاه تامین گردد. حداقل دمای خاک برای جوانه زنی ۸ تا ۱۰ درجه سانتی گراد می باشد. چنانچه دمای خاک پایین باشد، سبز کردن بذر به طول می انجامد و در این حالت خسارت ناشی از عوامل بیماری زا خاکزی (پیتیوم)، حشرات و حتی پرندگان افزایش می یابد (اسپراگو و دادلی، ۱۹۶۴). رشد ذرت در مراحل اولیه با افزایش دمای

خاک از ۱۵ درجه سانتی گراد به ۲۷ درجه سانتی گراد به طور خطی افـزایش مـی یابـد و در دمـای بالاتر کاهش می یابد (آلماراس، ۱۹۶۴).

۲-۸-۱- فتوسنتز

گیاهان C4 با هوای گرم و شدت نور زیاد سازگاری بیشتری دارند. راندمان مصرف آب(WUE) در گیاهان C4 بالاتر است. به نحوی که در گیاهان C3، به ازای هر گـرم آب تبخیـر و تعـرق شـده ۱/۵ میلی گرم ماده خشک تولید می شود. در صورتی که این میزان در گیاهان C4 به ۳/۳ بالغ می گردد.(فیشچر و پالمر، ۱۹۸۴). شدت فتوسنتز و رشد گیاهان C4 در دما و نور بالا و نیز مقاومت زیاد روزنه ای، از جمله عواملی است که در بالا بردن راندمان مصرف آب این دسته از گیاهان سهیم می باشـند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۸). گیاهان C4 دارای نقطه جبران CO2 پایین تر و نقطه اشباع نوری بالاتر از گیاهان C3 هستند. گیاهان C4 تنفس نوری بسیار کم و غیر قابل تشخیص داشته که همین نکته باعث بالا رفتن راندمان در این گیاهان می شود (احمدی، ۱۳۶۳).

۲-۹- خصوصیات زراعی

۲-۹-۱- آماده کردن زمین و عملیات کاشت

عملیات تهیه زمین در زراعت ذرت اگر به خوبی صورت بگیرد باعث نرم شدن خاک در عمـق مـورد نیاز، ذخیره آب، فعالیت میکروارگانیسم ها، دفع علفهای هرز و زیر خاک رفتن بقایای محـصول قبلـی خواهد شد. بهتر است زمین مورد کاشت این گیاه را ابتدا در فصل پاییز به عمـق بـیش از ۳۰ سـانتی متر شخم زده و همراه با این شخم کودهای دامی و شیمیایی فسفره و پتاسه را به خاک اضـافه نمـود. در فصل بهار نیز مجدد اً باید زمین را شخم زد (شریفی تهرانی،۱۳۷۸).

۲-۹-۲- تناوب زراعی

چون نیازهای غذایی این گیاه خیلی زیاد می‌باشد بنابراین باید در گـردش زراعـی بعـد از گیاهـانی کاشته شود که در عمق مناسب خاک مواد غذایی زیاد و یا کافی وجود داشته باشد. در مناطق معتدل و معتدل گرم و حتی مناطق جنوبی ایران ذرت را می‌توان بعنوان کشت دوم بعد از برداشت گندم و یا جو کشت نمود. حتی در برخی از مناطق مانند خوزستان می‌توان در صورت امکان در یـک زمـین در یک سال دو بار ذرت کشت کرد ولی بطور کلی ذرت رامی‌توان در گردش زراعی بعد از گیاهان خانواده لگومینوز قرار داد(خدابنده،۱۳۷۴ ؛ شریفی تهرانی،۱۳۷۸).

۲-۱۰- برداشت ذرت

۲-۱۰-۱- برداشت ذرت برای سیلو

ذرت بصورت سیلو شده به مقدار زیادی در دامداریها مصرف می شود. اهمیت آن به این دلیل است که خوش خوراکی آن زیاد، تلفات مواد غـذایی کـم و برداشـت مکـانیزه آن امکـان‌پـذیر اسـت. زمـان برداشت ذرت برای سیلو موقعی است که دانه‌ها حالت شیری داشته باشند. با استفاده از ماشـین‌هـای مخصوص بنام چاپر اندامهای هوائی ذرت را از فاصله ۸ تا ۱۲ سانتیمتری سطح خاک برداشت نموده و آنها را به قطعات کوچک یک تا ۱/۵ سانتیمتری خرد می‌نمایند و آن را در داخل تریلـی یـا کـامیون می‌ریزند تا به سیلو حمل گردد. میزان تولید محصول ذرت برای سیلو حدود ۵۰ تا ۷۵ تـن در هکتـار است.

۲-۱۰-۲- برداشت ذرت دانه‌ای

موقعی که برگ و ساقه شروع به زرد شدن می‌کند و مقدار آب موجود در دانه به ۲۵ تـا ۲۸ درصـد می‌رسد، زمان برداشت دانه است که معمولاً ۷ تا ۸ هفته بعد از گل کردن می‌باشد و هنگامی است که دانه‌ها سفت شده و با فشار نـاخن روی دانـه فـرو رفتگـی ایجـاد نگـردد. برداشـت بوسـیله دسـت یـا ماشین‌های مخصوص انجام می‌شود. بعضی ماشین‌ها بلال را از ساقه جدا کـرده و در محفظـه‌ای انبـار می‌کنند. بعضی بلال ها را جدا کرده و غلاف روی آنها را نیز بر می‌دارند و ماشین‌های دیگری سـاخته شده‌اند که بلال را برداشت و دانه را نیز از روی آن جدا می نمایند. در صورتیکه بخواهیم ذرت را برای مدت یک سال یا بیشتر ذخیره و انبار نماییم رطوبـت دانـه نبایـد بیـشتر از ۱۳ درصـد باشـد و ذرت برداشت شده باید خشک شود. خشک کردن مکانیکی می‌تواند در انبار یا در مخازن بخصوص صـورت گیرد. در روش خشک کردن در مخزن، حمل و نقل در حداقل بوده و ارزانتـرین روش خـشک کـردن است. اگر ذرت بعنوان بذر است درجه حرارت خشک کردن نباید از ۴۰ درجه سانتیگراد بیشتر باشد و اگر برای آرد است درجه حرارت می تواند ۵۰ تا ۵۵ درجه باشد و در صورتیکه برای تغذیه دام مصرف شود درجه حرارت ۷۵ تا ۸۵ درجه سانتیگراد خواهد بود. میزان محصول دانـه ۷ تـا ۱۰ تـن دانـه در هکتار است (خدابنده، ۱۳۷۴).

فصل سوم

مروری بر مطالعات انجام شده

۳-۱- تاثیر تراکم کاشت در رشد ذرت

تعداد بوته در واحد سطح که معمولاً با واحد تعداد بوته در متر مربع یا در هکتار بیان می‌شود، تراکم کاشت نام دارد. تعیین تراکم بهینه یکی از عوامل مهم برای بدست آوردن حداکثر عملکرد، با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام کشت شده می‌باشد(نور محمدی و همکاران ، ۱۳۷۶).هدف از تراکم بهینه، تعیین فاصله مناسب میان بوته‌ها می باشد به طوری که ترکیب مناسبی از عوامل محیطی بتواند محصولی با کمیت و کیفیت مطلوب ایجاد نماید.

تراکم کاشت بسته به شرایط محیطی، ژنوتیپ، قدرت رشد و ترمیم گیاه، پنجه‌زنی، اندازه و حجم بوته، مقاومت به ورس، رقابت با علف‌های هرز، رقابت با گیاه مجاور، رقابت درون گیاهی و بین اندامهای گیاه، تاریخ کاشت، هدف تولید و نوع گیاه برای محصولات گوناگون متفاوت خواهد بود(طالبیان ۱۳۷۱ ؛ احمدزاده، ۱۳۷۰).تمام تلاشها در تولید محصولات زراعی، در جهت استفاده بهینه از انرژی خورشید است . از طرفی کارآیی جذب انرژی تابشی خورشید نیاز به سطح برگ کافی دارد که بطور یکنواخت توزیع شده باشد وسطح زمین را کاملاً بپوشاند. این هدف با تغییر تراکم بوته‌ها و توزیع بوته‌ها روی سطح خاک میسر خواهد شد (کوچکی و سرمد نیا، ۱۳۷۸). با در نظر گرفتن تراکم مناسب، سایه اندازی متقابل به حداقل و دریافت نور و در نتیجه فتوسنتز به حداکثر می‌رسد (اسپراگو و دادلی،1988).براساس آزمایشی که در سال ۱۹۸۸ در یکی از ایستگاههای تحقیقاتی کانادا با تراکم‌های مختلف ذرت (۱۳۰۰۰۰ و ۸۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار) صورت گرفت، مشخص شد که افزایش سطح برگ در اجتماع گیاهی(به دلیل افزایش LAI) سبب افزایش سطح فتوسنتز ی شده و عملکرد دانه ذرت افزایش یافته است.از دیگر مزایای تعیین تراکم بهینه آنست که وقتی تراکم در حد مطلوب باشد، سطح خاک به طور کامل بوسیله گیاهان پوشیده خواهد شد، در نتیجه از تابش مستقیم خورشید به سطح خاک و تبخیر مستقیم آب جلوگیری می‌شود (احمد زاده ، ۱۳۷۰).

ارقام اصلاح شده ذرت معمولاً فاقد پاجوش هستند و پاجوش‌ها از نظر تولید دانه ارزش اقتصادی ندارند. بنابراین واکنش ذرت نسبت به تراکم در مزرعه به دلیل عدم تولید پنجه و همچنین تغییراتی

که در اجزای عملکرد به وجود می‌آید، قوی‌تر از سایر گیاهان می باشد. تـراکم مناسـب در ذرت تـابع عوامل مختلفی است که مهمترین آنها عبارت اند از : نوع مصرف محصول(دانـه‌ای یـا سـیلویی)، نـوع هیبرید یا رقم مورد نظر، رطوبت خاک، حاصلخیزی خاک و شرایط اقلیمـی منطقـه (نـور محمـدی و همکاران، ۱۳۷۶؛ احمدزاده ۱۳۷۰). به طور کلی می‌توان اظهار نمود که برای کاشت ذرت علوفـه ای تراکم بیشتری (۲۵-۱۵ درصد) نسبت به ذرت دانه‌ای در نظر گرفتـه مـی‌شـود. نـوع هیبریـد تـأثیر مستقیمی بر روی افزایش تراکم خواهد داشت. هیبریدهای زودرس تراکم بیشتری را نسبت بـه ارقـام دیررس تحمل می نمایند. تعیین تراکم در ارقام مختلف بستگی به نسبت دانه به ساقه دارد ارقامی که در آنها این نسبت نزدیک به یک می‌باشد حداکثر تولید در آنها در تراکم‌های بسیاری بالاتری نسبت به ارقامی که در آنها این نسبت کوچک‌تر است، به دست می‌آید. میزان ارتفاع بوته، تعـداد بـرگ، عـرض پهنک و طرز قرار گرفتن برگ و زاویه آن بر روی ساقه و نیز مقاومت گیاه بـه ورس در تعیـین تـراکم بهینه مؤثر می‌باشند. رطوبت خاک تأثیر بسیار زیادی بر میزان تراکم بوته در هکتار دارد. اگر رطوبـت خاک در طول دوره رشد و نمو در حد مطلوب باشد، امکان افـزایش تـراکم وجـود خواهـد داشـت. بـا افزایش تراکم، مصرف آب در واحد سطح به همان نسبت افزایش نخواهد یافت. حاصلخیزی خاک نیـز از عواملی است که بر روی تولیـد ذرت در تـراکم‌هـای مختلـف تـأثیردارد. افـزایش تـراکم در اراضـی حاصلخیز عکس‌العمل بهتری نسبت به اراضی فقیر ایجاد می نماید. کارآیی جذب انرژی تابشی که بـر روی سطح یک گیاه می‌تابد نیاز به سطح برگ کافی دارد که بطـور یکنواخـت توزیـع شـده باشـد بـه طوری که سطح زمین را کاملاً بپوشاند. پوشش گیاهی زمانی بیشترین راندمان را دارد که رقابت بـین گیاهی و داخل گیاهی برای دریافت نور در حداقل بوده و این مجموعه بصورت یک واحد، حداکثر نـور را جذب کند. گیاهان ممکن است برای عواملی مثل آب، مواد غذایی ، نور ، دی‌اکسیدکربن و اکسیژن رقابت کنند، لذا با ایجاد یک پوشش گیاهی مؤثر که در آن تراکم و فاصله بین ردیف‌ها و بوته‌ها رعایت شده باشد، حداقل مزاحمت را برای یکدیگر خواهند داشت. فواصل مناسب ردیف‌های کاشت در واحـد سطح باعث می‌شود که استفاده از عوامل ذکر شده به نحو مطلوب انجام گیرد (سرمدنیا،۱۳۷۳؛ مقـیم

بیگ لو ۱۳۷۶). همین طور متخصصان اصلاح نباتات و فیزیولوژیست‌های گیاهان زراعی در تلاش هستند، ژنوتیپ‌هایی پیدا کنند که به تراکم بوته زیاد و فاصله ردیف کم سازگاری داشته باشند.

انتخاب تراکم بوته بایستی بر پایه عوامل گیاهی و محیطی زیر استوار باشد (سرمدنیا،۱۳۷۳و مقیم بیگ لو ۱۳۷۶).

۱- اندازه بوته، که عمدتاً نمایانگر سطح برگ در هر گیاه می‌باشد.

۲- پنجه‌دهی یا منشعب شدن، که یک راه مؤثر افزایش سطح برگ در هر گیاه می باشد.

۳- خوابیدگی یا ورس، که بعلت افزایش تراکم و نهایتا ضعیف شدن ساقه‌ها و غالباً افزایش ارتفاع گیاه، باعث خوابیدگی بوته و متعاقب آن باعث کاهش عملکرد قابل برداشت می‌گردد.

۴- کاهش لقاح میوه‌ها، بطوریکه تراکم زیاد، گل‌ها و میوه‌هایی که بالقوه می‌توانند تشکیل شوند را کاهش می دهد.

از عوامل عمده محیطی مؤثر بر تراکم مطلوب بوته برای بدست آوردن حداکثر عملکرد، می‌توان تابش خورشید، رطوبت، حاصلخیزی خاک رانام برد. البته علف‌های هرز که با گیاهان زراعی از نظر استفاده از این عوامل رقابت می‌کنند، تراکم مطلوب بوته را کاهش می‌دهند.

۳-۱-۱- تأثیر تراکم بر جذب تشعشع خورشیدی

رقابت برای نور را مهمترین عامل افت عملکرد در توزیع نامتعادل بوته دانسته‌اند. زمان وقوع چنین رقابتی در مرحله رشد رویشی است و در نتیجه میز ان تأثیر آن برعملکرد و اجزای عملکرد ، به فواصل ردیف کاشت، تراکم بوته و همچنین شدت نور بستگی دارد (مقیم بیگ لو،۱۳۷۶؛ کارلن، ۱۹۸۵). مشاهده شده است که هر چه تراکم کاشت در ذرت بیشتر باشد نسبت انرژی خالص در سطح زمین به مقدارآن در بالای پوشش گیاهی کمتر خواهد شد (هاشمی دزفولی،۱۳۷۴ ؛ اتتمن،۱۹۸۹). بسیاری از محققین دلیل کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم را ناشی از کمبود نور در پایین پوشش گیاهی دانسته‌اند (پیرو،۱۹۷۳؛ اتتمن،۱۹۸۹؛ دموتس ماینارد،۱۹۹۲). با مقایسه تشعشع جذب شده

در دامنه وسیعی از تراکم کاشت ذرت مشخص شده است که در تـراکم‌هـای بـالا، جـذب تشعـشع در سطح بلال در ظهر خورشیدی ۸۳ تا ۹۳ درصد تشعشع موجـود در بـالای پوشـش گیـاهی بـود و در تراکم‌های پایین تنهـا ۵۰ درصـد تشعـشع توسـط انـدامهای بـالای بـلال جـذب شـد. تیتـو کـاگو و گاردنر(۱۹۸۸) اظهار داشتند که در تراکم بالا، برگهای بالایی بـلال کـه برگهـای جـوان و بـا کـارآیی بیشتری هستند، نور بیشتری را جذب می نمایند که این امر دلیل افزایش عملکرد در تراکم‌های نسبتاً زیاد است. طبق نظر جکسون(2000) رقابت برای جذب نور به تراکم و میزان سطح برگ بستگی دارد. در یک تحقیق مشخص گردید که با افزایش تراکم کاشت ذرت از ۳ بوته به ۷/۵ بوتـه در متـر مربـع، تشعشع دریافتی در سطح زمین ۲۰ درصد کاهش یافت و هنگامی که تراکم از ۳ بوته در متر مربع به ۱۲ بوته افزایش یافت، مقدار تشعشع در سطح بلال از ۴۸ درصد به ۱۵ درصد کاهش پیدا کرد (مدنی، ۱۳۷۴). لینویل و دال(۱۹۷۵) گزارش کردند که در تراکم ۶۲ هزار بوته در هکتار نسبت به تـراکم ۴۲ هزار بوته در هکتار، پوشش گیاهی ذرت ۶ تا ۸ درصد تشعشع بیشتری جذب کرد.

۳-۱-۲- اثر تراکم بر شاخص سطح برگ

بررسی‌ها نشان داده است که شاخص سطح برگ رابطه مستقیمی با تعداد بوته در واحد سطح دارد بطوری که با افزایش تراکم از ۳۴۰۰۰ بوته در هکتار به ۶۹۰۰۰ بوته در هکتار، میزان شـاخص سـطح برگ به صورت خطی افزایش می‌یابد. البته سطح برگ تک بوته‌ها کاهش می‌یابد، ولی افـزایش تـراکم جبران این کاهش سطح برگ را می‌نماید (مدنی، ۱۳۷۴). طی آزمایشی مشخص شـد کـه بـا افـزایش تراکم تا یـک حـد مـشخص (۹۰ هـزار بوتـه در هکتـار)شـاخص سـطح بـرگ(LAI)، سـرعت رشـد محصول(CGR) و سرعت جذب خالص(NAR) افزایش یافت و در تراکم های بیـشتر مقـدار هـر سـه شاخص مذکور کاهش یافت (صابری و مظاهری ، ۱۳۸۵). ویلیامز و همکاران عقیده دارنـد کـه جـذب تشعشع در پوشش گیاهی ذرت رابطه نزدیکی با میزان شـاخص سـطح بـرگ دارد وچـون بـا افـزایش تراکم، شاخص سـطح بـرگ نیـز زیـاد مـی‌شـود لـذا جـذب تشعـشع خورشـیدی افـزایش مـی‌یابـد.

دانکن(۱۹۸۴) و تولنار(۱۹۸۹) نیز در مورد تأثیر تراکم بر شاخص سطح برگ اعلام داشتندکه در تراکم‌های بالا هر چند شاخص سطح برگ و عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد، اما به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان، کاهش ضریب برداشت یا نسبت دانه به ماده خشک بوقوع خواهد پیوست.

۳-۱-۳-اثر تراکم بر ارتفاع گیاه و فاصله بلال از سطح زمین و قطر ساقه

معمولاً مشخص‌ترین تغییر در رشد بیشتر گیاهان در افزایش ارتفاع بوته تظاهر می نماید. افزایش ارتفاع بوته می‌تواند در اکثر گیاهان از نظر رقابت در جامعه گیاهی یک مزیت محسوب گردد. ارتفاع بیش از حد به نحوی که باعث خوابیدگی و شکستن ساقه گردد، مناسب نیست ولی اگر همراه با افزایش قطر ساقه باشد باعث توزیع بهتر برگ‌ها در ساقه شده و تشعشع به نحو مطلوب‌تری در جامعه گیاهی توزیع می‌گردد و در نتیجه تجمع کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی و انتقال مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه بهتر انجام می‌گیرد (پرستار ، ۱۳۷۶). تغییرات در صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی با افزایش تراکم گیاهی در ارقام مختلف، متفاوت می باشد. در رقم زودرس سینگل کراس ۳۰۱ وزن تر، طول بلال، قطر بلال و قطر ساقه با افزایش تراکم گیاهی روند ثابتی داشت. در رقم متوسط رس سینگل کراس ۶۴۷، با افزایش تراکم گیاهی وزن خشک چوب بلال کاهش یافت، ولی وزن تر وخشک برگ، ساقه و غلاف، قطر ساقه، نسبت برگ به ساقه و شاخص برداشت با افزایش تراکم گیاهی روند ثابتی داشت (حیدر قلی نژاد کناری،۱۳۸۱). کیم و چرنگ (۱۹۹۸) گزارش نمودند که حداقل ارتفاع در حداقل تراکم (۶۷۰۰۰ بوته در هکتار) به دست آمد. همچنین کاهش ارتفاع گیاه در تراکم‌های فوق‌العاده بالا یعنی ۱۶ گیاه در متر مربع نیز به علت محدودیت آسیمیلاسیون و تشدید رقابت برای مواد معدنی و آب در جامعه گیاهی می‌باشد (سیده‌وند، ۱۳۷۹؛ گاردنر۱۹۸۸). یافته‌های هاشمی و هربرت (۱۹۹۲) مبنی بر افزایش ارتفاع بوته و موقعیت بلال روی گیاه در اثر افزایش تراکم ،نتایج بررسی‌های جیز برخ (۱۹۶۹) را مورد تأیید قرار می دهد. علت اصلی این امر افزایش فاصله میان گره‌های ساقه در پایین بلال می‌باشد. چنانچه افزایش ارتفاع بوته با تجمع بیشتر ماده خشک همراه

نباشد به کاهش قطر ساقه منجر می‌شود و این امر خود موجبات ورس بوته‌ها را فراهم می‌آورد. شرایط محیطی حاکم بر گیاه در مدت طویل شدن ساقه بر قطر ساقه تأثیر می‌گذارد. به طور کلی با افـزایش تراکم ، رقابت جهت دریافت نور بیشتر می‌شود و در نتیجه طول میان گره‌ها افزایش یافته و قطر ساقه کاهش می‌یابد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶؛ مؤدب شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹).

در یک تحقیق مشخص گردید که رقم زودرس و تراکم کاشت پایین تر، دارای ارتفاع بلال کمتـر و رقم دیررس و تراکم کاشت بالاتر، دارای ارتفاع بلال بیشتری بود. بـا زودرس شـدن رقـم و همچنـین کمتر شدن تراکم کاشت ، گیاه زود تر به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی رسـید (وفـابخش،۱۳۷۷). در یک بررسی دیگر، افزایش تراکم تاثیر معنی داری بر تعداد برگ و تعداد میان گره ساقه اصلی گذاشت و همچنین با افزایش تراکم قطر ساقه، قطـر بـلال و طـول بـلال کـاهش نـشان داد(زراعـی،۱۳۸۰). یافته‌های ایوب و همکاران (۱۹۹۹) نیز مؤیـد ایـن مطلـب مـی‌باشـد. اکبـری (۱۳۷۹) اظهـار داشـت تراکم‌های مختلف کاشت از نظر ارتفاع بوته دارای اختلاف معنی‌دار بودند به طوری که هر چـه تـراکم کاشت افزایش یافت، ارتفاع بوته ذرت نیز طویل شـد ولـی روی قطـر سـاقه اثـری نداشـت. اچـارت و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که افزایش تراکم در هیبریدهایی که تعداد زیادی بـلال تولیـد مـی کنند، موجب شد که تعداد بلال در هر بوته کاهش یابد. با افزایش تراکم بوته، ارتفـاع گیـاه تـا حـدی افزایش یافته وسپس افزایش تراکم باعث کاهش ارتفاع خواهد شد (ایرلی،۱۹۶۷؛ گاردنر،۱۹۸۸). دلیل کم شدن ارتفاع در تراکم‌های خیلی بالا می‌تواند ناشی از محدود بودن مواد غذایی، آب و غیـره باشـد. رقابت برای کسب این عوامل می تواند موجب کاهش رشد ساقه در تراکم‌های خیلی بالا گردد (مدنی، ۱۳۷۴).

در تراکم‌های بالا عدم تخریب نوری اکسین باعث طویل شدن میانگره‌ها می‌شـود در حـالی کـه در تراکم‌های پائین بعلت تخریب نوری اکسین در اثر تشعشعات زیادتر در اجتمـاع گیـاهی، ارتفـاع گیـاه افزایش نمی‌یابد (گاردنر،۱۹۸۸؛ لئوپلد۱۹۹۴). با توجه به اینکه فاصـله بـلال از سـطح زمـین تـا حـد زیادی تحت تأثیر ارتفاع گیاه می‌باشد، به نظر می‌رسد علل ذکر شده در مـورد تـأثیر تـراکم بوتـه بـر

ارتفاع گیاه در این مورد نیز صادق باشد. موتزمینارد و پلرین(۱۹۹۲)، ملاحظه کردند که در تراکم زیاد ارتفاع گیاه و نیز محل تشکیل بلال از سطح زمین افزایش یافت، در حالیکه تیتوکاگو و گاردنر(۱۹۸۸) اثر معنی‌دار افزایش تراکم گیاه رابر فاصله بلال از سطح زمین ملاحظه نکردند. بسیاری از پژوهشگران کاهش قطر ساقه و افزایش ورس را در اثر افزایش تراکم گزارش کرده‌اند (هولت،۱۹۶۶؛ لانگ،۱۹۵۶؛ کامپر،۱۹۷۳؛ تاتچر،۱۹۴۷). در یک تحقیق اثر سایه‌اندازی بر روی دو گروه از هیبریدهای تراکم پذیر و تراکم ناپذیر ذرت بررسی و مشخص شد، گیاهانی که در معرض سایه بودند ارتفاع زیادتر و قطر ساقه کمتری داشتند و عملکرد آنها نیز کمتر بود (استینسون و همکاران،۱۹۶۰). بطور کلی با افزایش تراکم، رقابت جهت دریافت نور بیشتر شده و در نتیجه طول میان گره‌ها افزایش یافته و قطر ساقه کاهش می‌یابد (کامپر،۱۹۷۳).

۳-۱-۴-اثر تراکم بر اجزای عملکرد

به نظر می‌رسد افزایش تراکم گیاه سبب تشدید رقابت بین گیاهان مجاور شده و لذا هر گیاه بلال کوتاهتری تولید می‌کند، در نتیجه تعداد دانه در هر ردیف روی بلال کاهش می‌یابد (پونلیت و اگلی،۱۹۷۹). با توجه به اینکه با ا فزایش تراکم، تعداد دانه در هر بلال کاهش می‌یابد، بنابراین در کل گیاه نیز تعداد دانه کاهش یافته و این در حالی است که تعداد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد(یاو، ۱۹۸۴). گاردنر(۱۹۸۸) گزارش کرد که تعداد ردیف دانه در بلال تحت تأثیر تراکم قرار می گیرد و باافزایش تراکم، تعداد ردیف دانه روی بلال بصورت خطی کاهش می‌یابد. عملکرددانه ذرت به عوامل متعددی از جمله تعداد بوته در هکتار، تعداد بلال در هر بوته، تعداد ردیف دانه در هر بلال، تعداد دانه در هر ردیف، درصد باروری دانه‌ها و وزن هزار دانه بستگی دارد. بسیاری از محققین گزارش کرده‌اند که با افزایش تراکم، عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند و در تراکم‌های خیلی بالا به علت رقابت

شدید بین گیاهان و در نتیجه محدود شدن منابع نظیر آب، نور و مواد غـذایی مقـدار عملکـرد کاهش می‌یابد. عملکرد دانه ذرت بـا افـزایش تـراکم، در هکتـار افـزایش پیـدا مـی کنـد و در تراکم‌های پایین و با تعداد کم بوته‌ها محدود می‌شود در صورتی که تراکم های بالا عملکرد دانه در هر بوته از طریق عدم باروری بوته‌ها محدود می شود (ویلیامز،۱۹۶۴؛ خلیفا و شارکر،1984؛ ترمیند و شانک،1993).

گلن و دی نارد(۱۹۷۳)، با بررسی اثرات ژنوتیپ ،آرایـش کاشـت و تـراکم بـر عملکـرد ذرت دریافتند که عملکرد دانه تحت تأثیر تراکم قرار گرفـت امـا فاصـله ردیـف تـأثیری بـر عملکـرد نداشت. آنها معتقدند که در صورت گرایش به سمت آرایش کاشت مربعی که در آن فواصل بوته در روی ردیف مساوی فواصل بین ردیف هاست، عملکرد ذرت افزایش می‌یابد. سـابیند مـتس و اسپلرین (۱۹۹۲) گزارش کردند که احتمالاً کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افـزایش تـراکم بـه علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی می باشد. در آزمایشی کـه توسط صوفیان(۱۳۷۷) انجام شده نتایج به دست آمده حاکی از آن است که در سطح مختلـف تراکم با افزایش تراکم از ۵۰ هزار بوته در هکتار به ۸۰ هزار بوته در هکتار عملکرد دانه از ۵/۲۷ تن به ۶/۳۰ تن در هکتار افزایش یافت. تتیو و گارنر(۱۹۸۸) در بررسی تراکم های مختلـف بوتـه در ذرت از ۸ تا ۱۵/۴ بوته در متر مربع، گزارش کردند که با افزایش تراکم تا ۱۰ گیـاه در متـر مربـع عملکرد دانه افزایش یافت و پس از آن کاهش پیدا کرد. آنها بر این باور بودنـد کـه تـراکم ده بوتـه در مترمربع می‌تواند یک تراکم مطلوب نسبت به سایر تراکم‌ها باشد. دانکن(۱۹۸۴) رابطـه جـالبی بـین تراکم بوته و عملکرد ذرت مشاهده کرد که در آن تأکید خاصی بر اثرات متقابل تعداد بوته بر عملکـرد بوته شده است. براساس فرضیه وی عملکرد هر بوته بـا افـزایش تعـداد بوتـه در واحـد سـطح کـاهش می‌یابد. با افزایش تراکم ، فضای جستجوی مواد غذایی برای یک گیاه کاهش می‌یابد. کـاهش فـضای تغذیه‌ای یک گیاه باعث می‌شود که حجم خاک کمتری در اختیار گیاه قرار گیرد و این کاهش حجم،

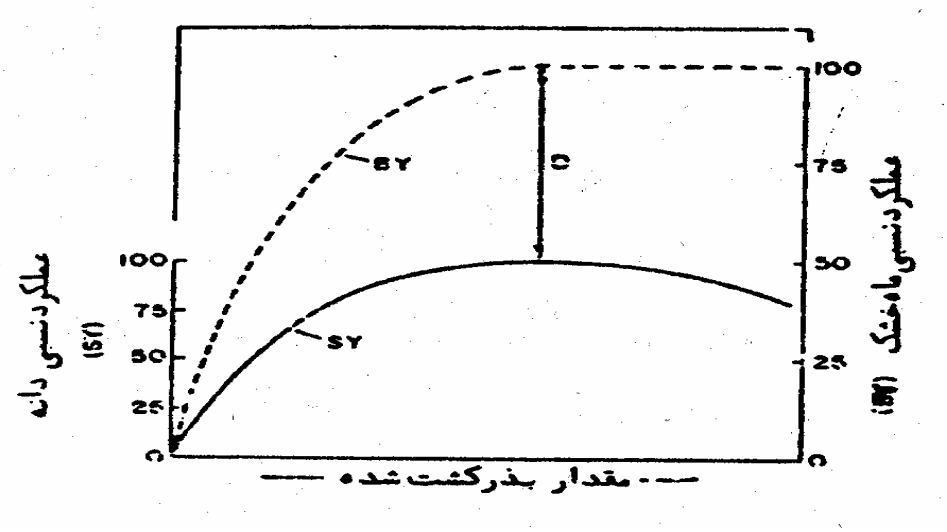
بیان‌کننده میزان آب و مواد غذایی است که در اختیار گیاه قرار مـی‌گیـرد. همچنـین افـزایش تـراکم موجب کاهش عبور نور به بخش‌های پایینی می‌گردد و رقابت بیشتر بوته‌ها جهت دریافـت نـور باعـث می‌شود که برگ‌ها سریع‌تر به پیری برسـند و ریـزش نماینـد و ایـن امـر باعـث کـاهش دوام سـطح برگ‌می‌شود (طالبیان، ۱۳۷۱). عملکرد دانه در هیبریدهای قدیمی خیلـی سـریع بـا افـزایش تـراکم گیاهی بالاتر از اپتیمم کاهش می‌یابد. زیرا این افزایش باعث افـزایش ورس و عقیمـی مـی شـود. امـا هیبریدهای جدید تراکم‌های گیاهی بالا را به علت کاهش ورس و عقیمی به خـوبی تحمـل مـی‌کننـد (کاکس،۱۹۹۷). در آزمایشی که توسط ماچول(۱۹۸۸) در چهار تراکم ۷۰۰۰۰ و ۹۰۰۰۰ و ۱۱۰۰۰۰ و ۱۳۰۰۰۰ بوته در هکتار، جهت مطالعه بر روی عملکرد دانه و علوفه صورت گرفت، مشخص شد کـه با افزایش تراکم میزان عملکرد نیز افزایش پیدا می‌کند و بهترین تراکم جهت تولیـد علوفـه ۱۳۰۰۰۰ بوته در هکتار و برای تولید دانه ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار می باشـد و بـا افـزایش تـراکم، عملکـرد دانـه افزایش می‌یابد (لارسون و هانوی،۱۹۷۷). دانکن (۱۹۷۲) گزارش کرد با افزایش تراکم، وزن هر بـلال کاهش می یابد زمانی که تراکم بیشتر از اندازه مطلوب می رسد تولید دانه شدیداً در هر بوتـه کـاهش یافته به طوری که بیشترین عملکرد در تراکم ۴۹۴۰۰ بوته در هکتار عاید می شود. سیادت(۱۳۷۰)، در آزمایشی در ملاثانی اهواز ضمن بررسی اثر ۵ تیمار تراکم۴۰ ،۶۰، ۵۰، ۸۰، ۷۰ هزار بوته در هکتار بر عملکرد سه هیبرید ۳۷۰، ۷۰۴، ۴۶A گـزارش کـرد کـه در کـشت تابـستانه، هیبریـد ۷۰۴ حـداکثر عملکرد دانه را داشت و حداکثر عملکرد این هیبرید در تراکم های ۶۰ و ۷۰ هزار بوتـه در هکتـار بـه دست آمد. محققین بسیاری از جمله اسکار بـروک (۱۹۹۳) و ترمونـد(۱۹۹۳) نـشان دادنـد کـه بـا افزایش تراکم ، عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و پس از آن ثابت می‌ماند و در تراکم‌هـای خیلـی بالا به علت رقابت شدید بین گیاهان و در نتیجه محدود شدن منابع محیطی از قبیل آب ، نور و مـواد غذایی مقدار آن کاهش پیدا می‌کند. احمدی و بیبولد (۱۹۹۳) با بررسی اثر تراکم بوته روی عملکـرد دانه ذرت بیان داشتند که افزایش تراکم بوته سـبب افـزایش عملکـرد بـه صـورت خطـی مـی شـود. تحقیقات دیویس و بیدمانوا(۱۹۹۲) در خصوص اثـر دو تـراکم ۹۰ و ۱۳۰ هـزار بوتـه در هکتـار و ۴

آرایش کاشت بر چهار رقم ذرت علوفه‌ای نشان داد که حداکثر عملکرد ماده خشک به میـزان ۱۹ تـن در هکتار از تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد. پارکس و همکاران (۱۹۹۰) در آزمایشی اثر فواصل ردیف و تراکم گیاهی را بر روی عملکرد ذرت بررسی کردند. در این آزمایش ارقام مختلفی را با تراکم‌های ۵۴/۴۶ تا ۸۴/۱۶ گیاه در متر مربع مورد بررسی قـرار دادنـد و مـشاهده کردنـد کـه ارقـام واکنش متفاوتی به تراکم نشان دادند و عوامل رقم و تراکم گیـاهی تـأثیر معنـی‌دار بـر روی عملکـرد داشتند. در تحقیق دیگری که توسط داسیلو و همکاران در سال(۱۹۹۹) روی واکنش هیبریدهای ذرت نسبت به تراکم گیاهی(۵۰، ۷۰، ۹۰، ۱۱۰ هـزار بوتـه در هکتـار) انجـام گرفـت، مـشخص شـد کـه بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار به دسـت آمـد. ویلیـام و همکـاران (۲۰۰۱) در آزمایشی با ۲ فاصله ردیـف (۰/۳۸ و ۰/۷۶ متـر) و ۲ تـراکم گیـاهی (۸۰۰۰۰ و ۱۱۶۰۰۰ بوتـه در هکتار) و ۶ میزان نیتروژن (۰ ، ۵۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) نتیجـه گرفتنـد کـه بـین فاصله ردیف و تراکم گیاهی و میزان نیتروژن هیچ اثر متقابلی برای ماده خشک و کیفیت علوفه وجود ندارد. آگیلار و لوپز (۱۹۹۶) در آزمایشی که اثر تراکم(۵/۵، ۷/۵، ۹/۵، ۱۱/۵ بوته در متـر مربـع) را مقایسه کردند، اظهار نمودند که بیشترین سرعت رشد و عملکرد توسط هیبرید دیـررس و تـراکم ۹/۵ بوته در متر مربع به دست آمد. دریمبا و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی اثر تراکم (۶۰- ۹۰هزار بوته در هکتار) تحت شرایط فاریاب و دیم به این نتیجه رسیدند که بیشترین عملکرد تحت شرایط آبیـاری در تراکم ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار ودر شرایط دیم در تراکم۶۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد. در آزمایشی که میگز و همکاران (۱۹۹۹) بر روی دو واریته Occitan و سینگل کراس Dekalb 471 با تراکم‌هـای ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۰هزار بوته در هکتار انجام دادند، اظهار کردند که عملکرد در سینگل کـراس Occitan تا تراکم ۷۰ هزار بوته افزایش و سپس کاهش یافت. محمود و سعید(۱۹۹۸) در آزمایشی با ۴ سـطح نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و ۳ تراکم گیاهی(۶/۵، ۸ و۱۱ بوته در متر مربع) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانـه (۷/۱۱ تـن در هکتـار) از تیمـار کـودی ۳۰۰ کیلـوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۱ بوته در متر مربع به دست آمد. بزیک(۱۹۹۳) در آزمایشی اثرات تراکم

گیاهی و کود نیتروژنی بر روی عملکرد ذرت در حالت کشاورزی فشرده را بررسی کرد و نتیجه گرفت که تراکم گیاهی و شرایط آب و هوایی در طول سال‌های آزمایش اثرات زیادی روی عملکـرد و اجـزاء عملکرد ذرت داشت در حالی که مصرف کود اثـرات کمتـری داشـت. تحقیقـات نـشان مـی‌دهـد کـه هیبریدها و کمپوزیت‌های ذرت را تا تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار می توان کشت کرد، ولی با افزایش تراکم طول بلال ، قطر بلال و عملکرد دانه تک بلال کاهش می‌یابـد. (اسـتیکلر،۱۹۶۰؛ لانـگ،۱۹۵۶؛ بیونتیگ،۱۹۷۳). در تحقیق دیگری نشان داده شد که تراکم ۷۰ هزار بوتـه در هکتـار در مقایـسه بـا تراکم ۶۰ هزار بوته در هکتار از متوسط عملکرد بیشتری برخوردار است (کرد و نور محمدی، ۱۳۷۵). پنلیت و اگلی(۱۹۷۹) دو سطح تراکم ۱۱۳۲۵ و ۴۵۳۰۲ بوته در هکتار را در مورد چنـد صـفت ذرت هیبرید مورد آزمایش قرار داده و دریافتند که در بالاترین تراکم، دانه‌ها کوچکتر و تعداد دانه نیز کمتر می شود. در این آزمایش از ۲۰ درصد کاهش عملکرد، ۶ درصد آن مربـوط بـه وزن کمتـر دانـه و ۱۴ درصد دیگر مربوط به تعداد دانه کمتر بود. وزن خشک چوب بلال نیـز تحـت تـأثیر تـراکم بـود و بـا افزایش تراکم کاهش یافت (کس و اتیس،۱۹۹۱). طی آزمایش دیگری مشخص شد که افزایش تراکم منجر به افزایش محصول می شود(موسوی ؛ تاج بخش، ۱۳۸۳). لانگ(۱۹۵۶) اعـلام کـرد کـه تـراکم ذرت بر روی وزن دانه و تعداد دانه در بلال مؤثر می‌باشد و تراکم‌های مختلـف دارای اثـرات متفـاوتی است. بطور کلی با افزایش تراکم بوتـه، ارتفـاع گیـاه افـزایش و طـول و قطـر بـلال کـاهش مـی‌یابـد (ایرلی،۱۹۶۶؛ هاشمی زفولی،۱۹۹۲). در مراحل اولیه رشد با افزایش تراکم، تجمـع مـاده خـشک نیـز افزایش می‌یابد، چون سطح فتوسنتز کننده زیاد تر می شود و بدون ایجاد رقابت گیاهی ۹۵ درصد نور ورودی به کانوپی توسط پوشش گیاهی جذب می‌شود. از هنگامیکه پوشش گیاهی زمین را کاملاً مـی پوشاند دو حالت پیش می‌آید، بدین ترتیب که رابطه عملکرد گیاه با افزایش تراکم به دو صورت تجلی خواهد نمود (گرایبیل و کس ۱۹۹۱).

۱- رابطه مجانب(Asymptotic) که در مورد عملکرد بیولوژیکی وتولید بیوماس صدق می‌کند در ایـن حالت با افزایش تراکم تجمع ماده خشک تا حدی افزایش یافته و در حد بالایی ثابت می‌ماند.

۲- رابطه سهمی شکل(Parabolic) که در مورد عملکرد اقتصادی (دانه) صدق می‌کند. در این حالت با افزایش تراکم، عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و ازدیاد بیشتر تراکم از آن حد، کاهش عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت(شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱.اثرات افزایش تراکم کاشت در عملکردبذر(SY)و ماده خشک یا عملکرد بیولوژیکی(BY)

اجزاء عملکرد دانه در ذرت شامل تعداد بلال در واحد سطح ، تعداد دانه در بلال و متوسط وزن دانه است. اجزاء عملکرد تحت تأثیر عوامل مدیریتی، ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند و باعث افزایش و یا کاهش عملکرد دانه می شوند(کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۸؛ گیسبرچت ،۱۹۸۹). در مورد تأثیر تراکم بوته بر تعداد بلال، می‌توان گفت که تعداد بلال در بوته به طور معنی‌دار تحت تأثیر فواصل بوته روی ردیف قرار می‌گیرد(طالبیان مشهدی، ۱۳۷۲). رستگار و امینی (۱۳۷۹) گزارش کردند که در تاریخهای کاشت و تراکم های مختلف از نظر تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال، طول بلال، وزن هزار دانه، وزن دانه در بلال، وزن چوب بلال و قطر ساقه از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. اثر تراکم های مختلف بر عملکرد از نظر آماری معنی دار شد و بیشترین عملکرد در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار با عملکرد ۲/۱۱ تن دانه در هکتار بدست آمد. شریف‌زاده (۱۳۷۰) گزارش کرد که تعداد بلال در بوته در تراکم‌های مورد مطالعه تغییر نکرد. به این ترتیب

اذعان داشت که تعداد بلال در بوته بیشتر تحت خصوصیات ژنتیکی قرار می‌گیرد. بـه نظـر مـی‌رسـد افزایش تراکم گیاه سبب تشدید رقابت بین گیاهان مجاور شـده و هـر گیـاه بـلال کوتـاه‌تـری تولیـد می‌کند، در نتیجه طول هر ردیف دانه در بلال و به دنبال آن تعداد دانـه در هـر ردیـف بـلال کـاهش می‌یابد. رید و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که وقتی گیـاه در طـول دوره رشـد رویـشی در سـایه نگهداری شد، عملکرد دانه ۱۲/۵ درصد کاهش یافت ولی سایه اثر زیادی بر وزن دانه نداشت. در عین حال وقتی تیمار سایه در دوره پر شدن دانه اعمال شد، وزن هزار دانه ۱۳ درصد کاهش یافت. کـیم و چونگ (۱۹۹۸) گزارش نمودند با کاهش تراکم، قطر بلال و وزن بلال افزایش پیدا کرد.

بابو و میترا (۱۹۸۹) گزارش نمودند که با افزایش تراکم، طول بلال، تعداد در ردیف در بلال، تعداد دانه در هر ردیف، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه کاهش یافت. روی (۱۹۹۲)، طی آزمایشی در سه سطح تراکم کاشت ذرت شـامل ۳۳۳۰۰ ، ۴۴۴۰۰، ۶۶۶۰۰ بوتـه در هکتـار، گـزارش نمودنـد کـه بـا افزایش تراکم، تعداد بلال در گیاه و وزن هزار دانه کاهش یافـت و بیـشترین تعـداد دانـه در بـلال در پایین‌ترین تراکم یعنی ۳۳۳۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. ضمنا برخی محققین نیز گـزارش کردنـد که با افزایش تراکم ذرت از ۶۰ هزار بوته به ۸۰ هزار بوته در هکتار، وزن هزار دانه ۴ گرم کاهش نشان داد(کلونینگر،۱۹۷۵). در یک تحقیق مشخص گردید که تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار با ۱۲/۲۴ تن در هکتار عملکرد دانه برتری معنی داری نسبت به سایر تیمارهـا داشـت(رفیعـی ، ۱۳۸۶). تولنـار و دی نارد(۱۹۸۸) عقیده دارند که اندازه مخزن در ذرت دانه‌ای در طول دوره پر شدن دانه، می‌تواند عملکرد را محدود نماید. آنها تعداد بلال در هر بوته و تعداد دانه در هر بلال را از اجزای اصلی مخـزن در ذرت می‌دانند. وی پاون و آنتای (۱۹۹۵) ضمن بررسی اثرات تراکم بوته روی عملکرد دانـه بـه ایـن نتیجـه رسیدند که با افزایش تراکم، ارتفاع گیاه ، ارتفاع خوشه، تعداد برگ زرد در گیـاه، درصـد خوابیـدگی، تعداد کل بلال در واحد سطح و درصد کچلی بلال افزایش می‌یابد اما قطر ساقه، طول و عـرض بـلال، وزن خوشه، وزن هزار دانه، تعداد برگ در گیاه، مجموع سطح برگ، کل ماده خشک ، تعـداد بـلال در بوته، وزن دانه و تعداد دانه در بلال کاهش می یابد.

درکشت متراکم از طریق سایه‌اندازی بیشتر، صفاتی نظیر تعداد بلال در هر بوته، طول بلال، وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر ردیف و تعداد ردیف در هر بلال کاهش می یابد. در یک بررسی، وزن دانه با افزایش تراکم کاشت، کاهش ۲۸ درصدی را نشان داد(بنیتز،۱۹۹۷). حسن(۲۰۰۰) در آزمایش خود با ۸ هیبرید ذرت در تراکم‌های ۴۸۰۰۰ و ۵۷۰۰۰ و ۷۱۰۰۰ در هکتار به این نتیجه رسید که با افزایش تراکم، سطح برگ بلال اصلی، طول بلال، قطر بلال و تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰۰ دانه کاهش وارتفاع بوته و ارتفاع بلال و عملکرد دانه افزیش یافت. تشدید رقابت برای آب، نور خورشید و مواد غذایی خاک به عنوان مکانیسم تأثیر افزایش تراکم بر عملکرد تک بوته گزارش شده است (پاسکوویچ و بوتزن،۲۰۰۱).

عسگری راد به نقل از گویل و رپاندی (۱۹۹۸) گزارش کرد که با افزایش تراکم، طول بلال، دانه بلال، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، سرعت نسبی رشد و سرعت آسمیلاسیون کاهش یافته در حالی که عملکرد بیولوژیکی ،سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ افزایش یافت. سنجیو و همکاران (۱۹۹۷) نیز در آزمایشی با ۳ سطح تراکم (۱۱۰،۸۳،۴۵هزار بوته در هکتار) و ۵ سطح نیتروژن (۰،۶۰،۱۲۰،۱۸۰،۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) نشان دادند که ارتفاع بوته و ماده خشک به طور معنی‌دار تا تراکم ۱۱۰ هزار بوته در هکتار تحت تأثیر قرار گرفت و فزونی یافت در حالی که تعداد بلال در بوته، و تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه، درصد پر شدن بلال و عملکرد هر بوته در تراکم‌های بالاتر کاهش یافت. عملکرد دانه و کاه تا مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه (۵۸۴۵ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۱۰۰۰۰ بوته در هکتار و با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد.

۳-۱-۵- تاثیر تراکم بر وزن هزار دانه

تعدادی از پژوهشگران گزارش کردند که با افزایش تراکم، وزن هزار دانه ذرت کاهش یافت. بعنوان مثال کلویل(۱۹۶۲) دریافت که با افزایش تراکم، وزن صد دانه ذرت به صورت خطی کاهش می یابد.

همچنین کلونینگر و همکاران(۱۹۷۵) اظهار داشتند که وقتی تراکم ذرت از ۶۰ هزار به ۸۰ هزار بوته در هکتار افزایش یافت، وزن هزار دانه ۴ گرم کاهش نشان داد ولی با افزایش تراکم از ۴۰ هزار به ۶۰هزار بوته در هکتار وزن هزار دانه به ازای افزایش ۱۰ هزار بوته در هکتار ، ۹ گرم کاهش نشان داد.

از طرفی برخی پژوهشگران نیز معتقدند که وزن هزار دانه تحت تأثیر تراکم قرار نمی‌گیرد. استیونز(۱۹۸۶) افزایش تراکم را روی یک رقم ذرت آجیلی ارزیابی کرد. عملکرد بطور تصاعدی از ۴۰۸۸ کیلوگرم در تراکم ۳۴۰۰۰ بوته در هکتار تا ۵۴۶۷ کیلوگرم در تراکم ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار افزایش یافت و سپس هنگامی که تراکم به ۹۴۰۰۰ بوته در هکتار افزایش یافت، عملکرد کاهش پیدا کرد. پریور و راسل(۱۹۷۳) در تحقیق خود بر روی ذرت گزارش کردند که با افزایش تراکم از ۲۰۵۰۰ به ۴۱۱۰۰ بوته در هکتار، عملکرد دانه افزایش یافت. اما هنگامی که تراکم به ۷۲۰۰۰ بوته در هکتار افزایش یافت، عملکرد کاهش پیدا کرد. در آزمایشی که توسط داسلیوا و همکاران(۱۹۹۹) روی عکس‌العمل هیبریدهای ذرت نسبت به تراکم گیاهی(۵۰، ۷۰، ۹۰، ۱۱۰ هزار بوته در هکتار) انجام گرفت، مشخص شد که بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد. بررسی سه ساله بر روی پنج رقم ذرت آجیلی در سه تراکم ۵۵۰۰۰ و ۶۵۰۰۰ و ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار در بخش تحقیقات ذرت مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در سالهای ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۳ نشان داد که از نظر میزان عملکرد محصول بین تراکم‌های مورد آزمایش اختلاف معنی دار وجود ندارد. در این بررسی، تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار بیشتر از سایر تراکم‌ها تولید محصول نموده است(بانکه ساز، ۱۳۷۳). مجتهدی و شبستری (۱۳۶۹) عقیده دارند که کاهش عملکرد بعد از رسیدن به یک تراکم حداکثر،بطور عمده به علت عقیمی گلها و نتیجتا بوته های با بلال یا دانه های کم است.

۳-۱-۶- اثر تراکم بر شاخص سطح برگ و جذب نور

عملکرد ماده خشک در گیاهان زراعی ارتباط مستقیمی بامیزان بهره‌گیری گیاه از نور خورشید دارد. تغییر تراکم و آرایش کاشت یکی از ابزارهای مدیریت جهت جذب بیشتر نور در پوشش گیاهی

می‌باشد(سیده‌وند، ۱۳۷۹). ایجاد یک پوشش گیاهی مؤثر مستلزم آن است که در تراکم و آرایش کاشت دقت لازم صورت پذیرد. رقابت برای نور مهمترین عامل افت عملکرد در اثر توزیع نامتعادل بوته قلمداد شده است (پورتر و هیک،۱۹۹۷؛ صوفیان، ۱۳۷۷). زمان وقوع چنین رقابتی در مرحله رشد رویشی و در نتیجه میزان تأثیر آن بر عملکرد و اجزاء عملکرد، به فواصل ردیف های کاشت و فاصله بوته‌ها بر روی ردیف و همچنین به شدت نور بستگی دارد(نور محمدی و همکاران ۱۳۷۶). آرایش کاشت بر توزیع مناسب و بهتر نور در درون پوشش گیاهی مؤثر است لذا اثر اصلی فاصله کاشت بر محصول ، عمدتاً به علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تابشی خورشید است و افزایش جذب تشعشع منجر به افزایش عملکرد می شود.در یک بررسی مشخص شد که با افزایش تراکم ذرت از ۵ به ۸ بوته در متر مربع، شاخص سطح برگ(LAI) و عملکرد دانه در هکتار افزایش معنی داری پیدا کرد(جعفر نژاد، ۱۳۷۳). ساختمان پوشش گیاهی (کانوپی) در ذرت می تواند تأثیر مهمی در افزایش عملکرد داشته باشد، چرا که کارآیی فتوسنتز و رشد در ذرت شدیداً وابسته به چگونگی ساختمان کانوپی و توزیع عمودی نور در داخل آن می‌باشد (صوفیان، ۱۳۷۷). در مورد ذرت مشاهده شده است که هر چه تراکم کاشت بیشتر باشد نسبت انرژی خالص در سطح زمین به مقدار آن در بالای پوشش گیاهی کمتر است. در چنین تراکمی هر چه فاصله بین ردیفها کمتر باشد این نسبت نیز کاهش می یابد. مثلاً اگر فاصله بین ردیفها ۶۰ سانتی‌متر باشد، انرژی موجود برای فتوسنتز به اندازه ۱۵ تا ۲۰ درصد در مقایسه با فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر، افزایش می‌یابد. بنابراین ردیف‌های کم عرض مقدار تشعشع بیشتری در مقایسه با ردیف‌های عریض‌تر جذب می‌کنند، زیرا برگ‌های بالای پوشش گیاهی که به خوبی در معرض تشعشع خورشیدی قرار دارند معمولاً در حالت اشباع نوری هستند، در حالی که برگ‌های پایینی پوشش گیاهی که اولین منبع تأمین‌کننده کربوهیدرات برای ریشه‌ها می باشند، از نظر نور با کمبود مواجه هستند (اسپراگو و دادلی،۱۹۸۸). از این رو آرایش کاشت می تواند در توزیع مناسب و بهتر نور برای رفع کمبود نور در برگ‌های پایینی مؤثر باشد. سطح ثابت در منحنی تغییرات تراکم و عملکرد، هنگامی پیش می‌آید که دریافت نور توسط اشکوب گیاهی کامل شده باشد.

ژنوتیپ‌هایی که سطح برگ کمتری در بوته ها دارند، لازم است با تراکم بیشتری کشت شوند. بوته‌های کوتاه‌تر برای اینکه به طور مؤثری نور دریافت کنند، باید نسبت به بوته‌های بلندتر در ردیف‌های باریک‌تر کشت شوند(شورگشتی، ۱۳۷۷). کارآیی جذب انرژی تابشی خورشید که بر گیاه می‌تابد به میزان سطح برگ در بوته وابسته است و این پارامتر با تغییر تراکم و توزیع بوته‌ها در سطح مزرعه در ارتباط است(اسپراگو و دادلی،۱۹۸۸). در مواقعی که سطح برگ بیش از حد باشد (LAI بحرانی)، به دلیل سایه اندازی زیاد و نرسیدن نور به برگهای پایینی بوته،این برگ‌ها به جای تولید و فتوسنتز، فقط تنفس کرده و مصرف کننده خواهند بود. بنابراین سطح برگ، برای تولید ماده خشک و فتوسنتز گیاهی و فتوسنتز خالص ضروری می باشد(کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). لویس و کونور (۱۹۶۸) بیان کردند زاویه برگ‌ها(نسبت به افق) در گیاه ذرت تحت تأثیر تراکم گیاهی قرار می‌گیرد، به طوری که در تراکم ۴۸ هزار بوته این زوایه کمتر از ۴۵ درجه ($a \prec 45^{\circ}$) و در تراکم ۱۲۵ هزار بوته، زاویه برگ بیش از ۴۵ درجه ($a \succ 45^{\circ}$) می باشد که بدین ترتیب ضریب خاموشی کاهش یافته و میزان نفوذ نور در جامعه گیاهی افزایش می‌یابد. بنابراین میزان نوری که به واحد سطح برگ هر بوته می‌رسد، افزایش می‌یابد. ایرلی و همکاران(۱۹۸۶) نیز ضمن تأیید این بررسی گزارش کردند که کاهش نفوذ عملکرد تک بوته بر اثر افزایش تراکم، به علت کاهش نفوذ تشعشع خورشید در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی می‌باشد. از طرف دیگر اسکار بروک و دوس (۱۹۹۳) و ارلیتال(۱۹۸۶) نشان دادند که پوشش گیاهی ذرت در تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار با فواصل ۵۱ سانتی‌متر نسبت به دیگر تراکم‌ها تشعشع بیشتری جذب نموده و لذا از عملکرد بیشتری برخوردار شده است. لین وین و سیل (۱۹۹۵) نیز گزارش کردند که در تراکم ۶۲ هزار بوته در هکتار نسبت به تراکم ۴۲ هزار بوته در هکتار، پوشش گیاهی ذرت ۶ تا ۸ درصد تشعشع بیشتری جذب کرد.

آلن(۱۹۸۸) گزارش کرد که تراکم تأثیری بر تعداد برگ گیاه ندارد و این یک پدیده ژنتیکی است. گریبیل و کوکس (۱۹۹۱) بر این عقیده‌اند که برای رسیدن به حداکثر عملکرد دانه باید شاخص سطح برگ مطلوب بین ۳ تا ۳/۲ باشد . آنها گزارش کردند که ارقام دیررس با افزایش تعداد برگ

وداشتن دوام سطح برگ بیشتر، حداکثر ماده خشک را تولید می‌کنند که این هدف بوسیله تراکم‌های بالا نیز می‌تواند به دست آید. مطالعه تأثیر سه تراکم ۵، ۹، ۱۳ بوته ذرت در متر مربع نسبت‌های ۱:۱، ۱:۲، ۱:۴ بین ردیف‌ها و درون ردیف‌ها نشان داد که افزایش تراکم بوته باعث کاهش شدت نور در سطح خاک، میزان رطوبت خاک و میزان کلروفیل a , b گردید و طول دوره رشد مخصوصاً فاز زایشی افزایش یافت، ضمنا علاوه بر این LAI افزایش پیدا کرد و طول بلال و قطر آن کاهش یافت(سالسکا، 1990). آوربک (۱۹۹۲) در آزمایشی در آفریقای جنوبی که روی ذرت رقم TX 24 و با تراکم ۴۴ تا ۱۱۱ هزار بوته در هکتار انجام شد، گزارش کرد که حداکثر عملکرد دانه وقتی عاید می شود که تراکم بوته به ۹۰ هزار بوته در هکتار و شاخص سطح برگ به ۷ برسد. ضمناً افزایش LAI تا ۸ تأثیری روی عملکرد دانه نداشت. اکبری(۱۳۷۰) گزارش کرد که افزایش تراکم بوته باعث افزایش ماده خشک و شاخص سطح برگ گردید ولی بر ارتفاع بوته و قطر ساقه اثری نداشت. شاخص سطح برگ رابطه مستقیمی با تعداد بوته در واحد سطح دارد، به طوری که با افزایش تراکم از ۳۴۰۰۰ بوته تا ۶۹۰۰۰ بوته در هکتار میزان شاخص سطح برگ به طور خطی افزایش یافت، هر چند که سطح برگ در تک بوته کاهش یافت(کوچکی و علیزاده، ۱۳۶۸). لارسون و هانوی (۱۹۷۷) گزارش کردند که افزایش تراکم، میزان سطح برگ هر بوته ذرت را کاهش می‌دهد. آنها شاخص سطح برگ مطلوب برای ذرت را در شرایط مختلف برابر ۳ به دست آوردند که این مقدار با تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار با مدیریت خوب تحقق خواهد یافت.

۳-۱-۷- اثر تراکم بر کارآیی مصرف آب:

گرچه به خوبی مشخص شده است که تراکم مطلوب در شرایطی که رطوبت محدود است باید کمتر از حد معمول باشد،از طرف دیگر تراکم بوته در شرایط آبیاری برای بهره‌برداری کامل از شرایط مناسب باید مورد توجه قرار گیرد. در مناطق با آفتاب شدید و هوای گرم، نسبت تبخیر و تعرق نقش قابل توجهی در تعیین فاصله ردیف‌های کاشت دارد. زیرا تبخیر از سطح زمین بیشتر از تعرق گیاهان

در اتلاف آب نقش دارد. در این گونه موارد بایستی فاصله ردیفهای کاشت را نسبت بـه نـواحی خنـک کمتر در نظر گرفت تا میزان تبخیر از سطح کاسته شود (آلن،۱۹۸۳). در تحقیقاتی که توسط پورتر و هیکس (۱۹۹۷) در ارتباط با اثرات تراکم گیاه ذرت بر عملکرد دانه، کارآیی مصرف آب وتبخیر و تعرق در جنوب غربی کمربند کشت ذرت آمریکا انجام گرفت، مشخص شد با افزایش تراکم، راندمان مصرف آب بالا می‌رود و افزایش سطح برگ، تعرق بیشتر را به همـراه دارد امـا تلفـات آب بـه ازاء هـر واحـد افزایش شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد.بنابراین با افزایش شاخص سطح برگ ماده خشک بیـشتری در تراکم و آرایش کاشت مطلوب تولید می‌شود. هرگاه کارآیی مصرف آب افزایش یابد، تبخیر و تعـرق تحت تأثیر تراکم و آرایش کاشت بوته‌ها قرار می‌گیرند. در تراکم بالا نسبت به تراکم پـایین در کـشت آبی ذرت، تبخیر و تعرق بیشتری صورت خواهد گرفت از این رو در تراکم‌های بـالاتر بـه دلیـل تولیـد ماده خشک بیشتر کارآیی مصرف آب افزایش می‌یابد(دنمید،1968). در شرایطی که بوتـه هـا بـسیار متراکم کاشته شده‌اند سیستم ریشه هر بوته کوچک می‌ماند و ذخیره کـوچکی بـرای اسـتخراج آب و عناصر غذایی در اختیار خواهد بود. ذکر این نکته ضروری است که با بالا رفتن تراکم گیـاهی، مـصرف آب به همان نسبت بالا نمی رود (FAO،1980).

۳-۱-۸- اثر تراکم بر شاخص برداشت

شاخص برداشت(HI) به صورت نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک گیـاه زراعـی تعریـف شده است. بعبارتی آن نسبت از عملکرد بیولوژیکی که عملکرد اقتصادی را تشکیل مـی‌دهـد شـاخص برداشت یا ضریب کارآیی یا ضریب جابه جایی گفته می‌شود و از نسبت عملکرد دانه به عملکرد کـل (دانه + علوفه) به دست می‌آید (دونالد،1976). این پارامتر شاخصی از تولید دانـه یـا ضـریب انتقـال و توزیع مواد فتوسنتزی بین بخش‌های اقتصادی و سایر بخش‌های گیاهی می باشـد. شـاخص برداشـت تحت تأثیر تراکم گیاه، میزان آب و مواد غـذایی در دسـتر س و دمـای محـیط در طـول فـصل رشـد می‌باشد (تتیو و گاردنر،۱۹۸۸؛ النس و بنت،1988). براساس تحقیقـات انجـام شـده (تولنـار،۱۹۷۹؛

دانکن،1984)، در تراکم‌های زیاد هر چند شاخص سطح برگ و عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد ولی به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان، شاخص برداشت یا نسبت دانه به ماده خشک کاهش می‌یابد. تتیوکاگو و گاردنر(۱۹۸۸) گزارش کردند با افزایش تراکم، در صد پوست بلال ثابت می ماند ولی شاخص برداشت کاهش می‌یابد. آنها عمومی‌ترین واکنش ذرت به افزایش تراکم را کاهش عملکرد تک بوته معرفی کرده‌اند. برژنی (۱۹۹۰) در آزمایشی روی دو هیبرید ذرت در تراکم‌های ۲۰-۱۲۰ هزار بوته در هکتار گزارش کرده که با افزایش تراکم، تولید ماده خشک کل در واحد سطح افزایش می‌یابد. در حالی که در تراکم‌های خیلی بالا به دلیل کاهش عملکرد دانه، شاخص برداشت حدود ۱۰ درصد کاهش می یابد.

۳-۱-۹- اثرات تراکم بر عملکرد بیولوژیک

به طور کلی تولید ماده خشک گیاهان زراعی، تابعی از شدت کربن‌گیری خالص در طول دوره رشد آنها می باشد از این رو تشعشع خورشیدی عامل عمده‌ای است که بر تولید ماده خشک اثر می‌گذارد (سوبین دمیتز ؛ اسپلرین،۱۹۹۲). نتیجه مطالعات تتیوکاگو و گاردنر (۱۹۸۸) در مورد افزایش تراکم نشان داد که تراکم اثر معنی‌داری روی وزن خشک ساقه و برگ می‌گذارد . هاشمی دزفولی و هوبرت(۱۹۹۲) نیز در مورد تأثیر سطوح مختلف تراکم بر تجمع کل ماده خشک نتیجه گرفتند که افزایش تولید ماده خشک در ۳۵ و ۶۵ روز بعد از رویش بذر در تراکم‌های مختلف به صورت خطی است. جاسمی(۱۳۷۷) در بررسی اثر تراکم بر عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه ای در اهواز گزارش کرد که بیشترین عملکرد ماده خشک مربوط به تراکم ۱۳۰۰۰۰ بوته در هکتار و معادل ۲۴/۴۲ تن در هکتار بود. گزارش‌های دیگر(بابو و میترا، ۱۹۸۹؛ بارابانـدر و بودر، ۱۹۸۶؛ گری و وارن، ۱۹۹۸؛ ژولیف واتون،۱۹۹۰؛ ماچول،۱۹۸۸) نیز حاکی از آن است که در اثر افزایش تراکم، بر میزان عملکرد ماده خشک افزوده می‌شود. کوکس(۱۹۹۷) بر رابطه بین عملکرد و تراکم تأکید نموده است. چگونگی این ارتباط بسته به اینکه عملکرد نتیجه رشد گیاه در دوره رشد رویشی یا دوره زایشی باشد، متفاوت

است. عوامل گوناگونی باعث تفاوت تراکم بهینه بوته در ذرت علوفه ای نسبت به ذرت دانه‌ای می شوند. در مواردی که عملکرد از رشد رویشی حاصل می‌شود، عملکرد با تراکم رابطه مستقیمی دارد (گیسبرچت،1969). اگر چه میزان کل علوفه تولید شده مهم است ولی ارزش غذایی این علوفه هم مد نظر می‌باشد. ارزش غذایی ذرت علوفه ای بستگی به تعداد بلال‌های آن دارد. با افزایش تراکم تا حد معینی، عملکرد بیولوژیک افزایش یافته و بعد از آن کاهش می‌یابد، اما همزمان با افزایش تراکم سهم بلال از کل تولید کاهش می‌یابد. بنابراین باید تراکمی را جهت ذرت سیلویی انتخاب نمود که در آن سهم بلال‌ها حداقل یک سوم تولید باشد(حبیبی، ۱۳۸۰). بهترین کیفیت علوفه هنگامی حاصل می شود که یک دوم محصول، بلال باشد (سیده‌وند، ۱۳۷۹). بانتینگ(۱۹۸۳) به این نتیجه رسید که وزن خشک اندام‌های هوایی فقط در صورتی به حداکثرخود می‌رسد که گرده افشانی بوته‌های ذرت صورت گرفته و دانه‌ها رشد نمایند، به طوری که اگر از گرده‌افشانی بوته‌ها جلوگیری شود وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به بوته های شاهد به میزان ۲۷ درصد کاهش می‌یابد. بنونوتی و بلون(۱۹۹۰) در آزمایشی که در ایتالیا روی دو رقم ذرت با دوره رشد ۱۲۷ و۱۴۷ روز و دو فاصله ردیف‌ها(۳۵ و ۷۵ سانتی‌متر)و دو تراکم ۵ و ۷/۵ بوته در متر مربع انجام شد، گزارش کردند که ماده خشک کل در تراکم ۷/۵ بوته در متر مربع بیشتر از ۵ بوته در مترمربع بود. جورج و لائر (۱۹۹۹) نشان دادند که واکنش هیبریدهای مختلف به تراکم گیاهی مشابه بود و با افزایش تراکم ماده خشک نیز افزایش یافت و بیشترین ماده خشک در تراکم ۹۷۳۰۰ تا ۱۰۲۲۰۰ بوته در هکتار به دست آمد و پروتئین خام باافزایش تراکم گیاهی، کاهش یافت. ویلیام و دبی (۲۰۰۲) بیان کردند که با کاهش فاصله ردیف از ۷۶ به ۳۸ سانتی‌متر، عملکرد ماده خشک افزایش یافت و با افزایش تراکم گیاهی عملکرد ماده خشک علوفه تا ۱/۶ مگاگرم در هکتار افزایش، قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام کاهش یافت. همچنین افزایش تراکم و مصرف کود نیتروژن هیچ تأثیری روی عملکرد ماده خشک و کیفیت علوفه نداشت.

۳-۲-۱- تأثیر فاصله ردیف بر جذب تشعشع خورشیدی

آرایش کاشت بر توزیع مناسب و بهتر نور در درون پوشش گیاهی مؤثر است. لذا اثر اصلی فاصله ردیف بر محصول بطور عمده به علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تشعشعی خورشید است و افزایش جذب تشعشع منجر به افزایش عملکرد می‌شود (دانکن،۱۹۷۳؛ ماچول،۱۹۹۰).در ردیف‌های کم عرض، مقدار تشعشع بیشتری در مقایسه با ردیف‌های با فاصله زیاد جذب می‌شود (سرمدنیا،۱۳۷۳؛ کوچکی،۱۳۷۳؛ هاشمی دزفولی، ۱۳۷۴). اتمن و ولچ(۱۹۸۹) دریافتند که با زیاد شدن فاصله ردیف‌های کاشت، سهم دریافت تشعشع بوسیله برگهای پایینی بیشتر از ردیف‌های با فاصله کم بوده است. در این آزمایش اختلاف بین فاصله ردیف ۱۱۴ سانتی متر و فواصل ردیف ۳۸ تا ۷۶ سانتی‌متر در جذب تشعشع نمایان بوده و با افزایش فاصله ردیف تا ۱۵۲ سانتی‌متر، این اختلاف بیشتر به چشم می‌خورد. در مورد بسیاری از گیاهان با افزایش تراکم، کاهش دادن فاصله بین ردیف‌ها مفیدتر از کاهش دادن فاصله گیاهان در روی ردیف می‌باشد (محمد بنایان اول، ۱۳۷۳). مقیم بیگ لو(۱۳۷۶) نشان داد که پوشش گیاهی ذرت در تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار و ردیف‌های با عرض ۵۱ سانتی‌متر حدود ۱۱٪ نور بیشتری نسبت به ردیف‌های با عرض ۱۰۲ سانتی‌متر جذب کردند.

۳-۲-۲- تأثیر فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ

هانتر و همکاران(۱۹۷۰) هیبرید زود رس ذرت در تراکم‌های ۴۸، ۶۲ و ۷۲ هزار بوته در هکتار را در فواصل ردیف ۴۶ و ۹۱ سانتی متر مورد آزمایش قرار دادند و دریافتند که با افزایش تراکم و کاهش فاصله ردیف ها عملکرد دانه و شاخص سطح برگ زیاد شد.

۳-۲-۳- اثر فاصله ردیف بر ارتفاع گیاه و فاصله بلال از سطح زمین و قطر ساقه

با افزایش تراکم همراه با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت در صورتیکه افزایش ارتفاع بوته با تجمع بیشتر ماده خشک همراه نباشد، قطر ساقه کم شده و استحکام آن کاهش می‌یابد. در نتیجه، مقاومت

گیاهان به ورس کاهش پیدا کرده و در نهایت راندمان کل محصول کاهش می‌یابد(استینسون،۱۹۶۰؛ گاردنر،۱۹۸۸). طبق آزمایش طالبیان مشهدی و سرمدنیا(۱۳۵۷)، در تمام نمونه برداری‌ها، فاصله ردیف کاشت ۶۰ سانتی‌متر موجب ارتفاع بیشتر بوته نسبت به فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر گردید. در این بررسی موقعیت مکانی گره بلال و تعداد گره در بوته تحت تأثیر فواصل ردیف کاشت قرار نگرفت. جانسون و همکاران(۱۹۹۸) در بررسی خود روی ذرت نتیجه گرفتند که ارتفاع گیاه در فاصله ردیف ۷۶ و ۵۱ سانتی متر تغییری نکرد. نتایج حاصله از این آزمایش نشان داد که با افزایش فاصله بین ردیف و درون ردیف(کاهش تراکم بوته در واحد سطح) ارتفاع بوته و ماده خشک کل در هکتار کاهش یافته، ولی قطر ساقه، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن خشک گیاه افزایش یافت(همتی،۱۳۷۹).

۳-۲-۴- اثر فاصله ردیف بر اجزای عملکرد

هوف و مدرسکی(۱۹۶۲) در رابطه با عکس العمل اجزای عملکرد به فواصل ردیف و آرایش کاشت، گزارش کردند که وزن بلال و درصد بلال از وزن کل گیاه در فواصل ردیف کم، بیشتر بود. مقیم بیگ لو(۱۳۷۶) در آزمایش خود نتیجه گرفت که با کاهش فاصله ردیف، وزن هزار دانه کاسته شد. نتایج حاصله نشان داد که فنولوژی شاخصهای رشد وابسته به فاصله بین ردیف و تراکم و اثرات متقابل آنها بوده و با کاهش فواصل ردیف، عملکرد افزایش یافت (موسوی، ۱۳۸۳). نتایج آزمایش دیگر نشان داد که عملکرد در فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی متر نسبت به ۷۵ سانتی متر برتری داشت و بیشترین عملکرد با میانگین ۱۱ تن در هکتار مربوط به فاصله بین بوته به مقدار ۱۸ سانتی متر بود(عسگری ، ۱۳۷۹).

۳-۲-۵- اثر فاصله ردیف بر عملکرد دانه

ونز و همکاران در بررسی خود که بر روی اثرات تراکم و فاصله ردیف ۱۰ رقم ذرت زود رس، متوسط رس و دیررس صورت گرفت، اظهار داشتند وقتی فاصله بین ردیف‌ها کاهش پیدا می‌کند

عملکرد دانه کاهش می‌یابد. لوتز و همکاران(۱۹۷۱) اثر فاصله ردیف کاشت بر عملکرد ارقام دیررس و زود رس ذرت را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که عملکرد دانه ذرت به موازات کم عرض شدن ردیف‌ها افزایش یافت. در این آزمایش فواصل ردیف ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفت که در یک تراکم ثابت بیشترین عملکرد از فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر و کمترین عملکرد از فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر حاصل شد. پورتر و همکاران(۱۹۹۷) ارتباط بین فاصله ردیف، تراکم گیاهی و نوع هیبرید را با عملکرد دانه در سه محل بررسی کرده و نتیجه گرفتند که عملکرد دانه در فاصله ردیف های ۲۵ و۵۱ سانتی متر نسبت به فاصله ردیف ۷۶ سانتی متر، به مقدار ۷/۲ درصد افزایش نشان داد. فولتون(۱۹۷۰) دریافت که فاصله ردیف کم (۵۱ سانتی متر) نسبت به فاصله ردیف زیاد (۱۰۲ سانتی متر) عملکرد دانه را البته در شرایطی که رطوبت خاک و تراکم گیاهی بالا بود،افزایش داد. جانسون وهمکاران(۱۹۹۸) در آزمایش خود دریافتند که عملکرد دانه ذرت در فاصله ردیف ۷۶ سانتی متر نسبت به فاصله ردیف ۵۱ سانتی متر در سال ۱۹۹۵ بیشتر بود اما در آزمایش سال ۱۹۹۶ معنی دارنبود. داومن(۱۹۶۰) در بررسی خود بر روی فواصل ردیف ۶۰ و ۳۰ سانتی متر اظهار داشت که عملکرد در فاصله ردیف ۳۰ سانتی متر بیشتر از ۶۰ سانتی متر بود. هانتر و همکاران(۱۹۷۰)نیز اظهار داشتند که با کاهش فاصله بین ردیف ها عملکرد افزایش یافت. کارلن و کمپ(۱۹۸۵) گزارش کردند که وقتی فاصله کاشت ذرت از ۹۶ سانتی متر به ۳۵ سانتی متر کاهش یافت، عملکرد دانه زیاد شد.

برخی از محققین معتقدند در بین هیبرید های ذرت، شاخص برداشت(HI) عمدتاً تحت تاثیر تراکم کاشت و محیط قرار می گیرد و طول مدت زمان لازم برای رسیدگی تاثیر چندانی بر آن ندارد(دلیوژری و کروکژن،۱۹۷۹). به نظر می رسد که افزایش شاخص برداشت(HI) در ارقام جدید از طریق کاهش تخصیص منابع به سایر اندام ها و اساساً به کوتاه نمودن طول ساقه (که در سالهای اخیر در بسیاری از گیاهان این چنین بوده است) و کاهش تعداد پنجه های غیر بارور محدود می شود و ریشه ها و اندام های ذخیره ای کاهش چشمگیری نداشته اند(رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۷).

۳-۳-۱- آرایش کاشت

عرض ردیف کاشت و تراکم گیاهی عواملی هستند که عملاً باید بصورت توام مورد توجه قرار گیرند. آرایش بوته ها یعنی وضعیت هندسی بوته ها بر روی ردیف که می توان آن را با تغییر عرض ردیف و فاصله بین بوته ها روی ردیف تغییر داد. برای رسیدن به یک تراکم معین در ردیف های پهن تر باید بذر بیشتری در طول یک ردیف کاشته شود و هر چه ردیف ها پهن تر و فواصل روی ردیف دارای یکنواختی کمتری باشند، رقابت بین ردیف ها زودتر اتفاق می افتد(مؤدب شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹). ایجاد محیط های عاری از علف هرز که از طریق مصرف علف کش های جدید حاصل شده است، شرایط لازم برای تغییر عملیات کاشت را فراهم نمود. بنابراین ضرورتی ندارد که محصولاتی از قبیل ذرت برای فراهم شدن امکان عملیات زراعی بین ردیف ها جهت کنترل علف های هرز در ردیف های عریض تر کشت شوند، پس می توان فاصله بین ردیف ها را جهت کاهش رقابت بین گیاهان روی ردیف کاهش داد و آنها را به حالت متوازی الاضلاع نزدیک تر ساخت(پورتر و هیکس،۱۹۹۷). کشت دو ردیفی ذرت بر اساس الگوی توزیع بوته ها بر روی هر پشته به صورت متوازی الاضلاع می باشد. در این روش ذرت در دو طرف پشته ها به فاصله ۱۵ سانتی متر از یکدیگر کشت می شود در حالی که در روش رایج(کشت نواری تک ردیفی) کشت بذر در وسط پشته ها صورت می گیرد. در کشت دو ردیفی فضای مناسب تری برای هر بوته جهت بهره گیری از نور و جذب رطوبت، کود و سایر عناصر فراهم می گردد(اسپراگو ودادلی،۱۹۸۸؛ پورتر و هیکس،۱۹۹۷). فاصله بین بوته ها برای تراکم های توصیه شده در کشت تک ردیفی ذرت معمولاً به دلایل مختلف رعایت نمی شود. اکثر کشاورزان درصدد افزایش تراکم بوته در هکتار از طریق مصرف زیاد بذر هستند و نتیجه آن رقابت شدید بوته های روی ردیف ها می باشد که ساقه های ضعیف و بلال های کوچک با تلقیح ناقص و عملکرد پایین خواهند داشت، در صورتی که مجموع تعداد بوته های کاشته شده به صورت دو ردیفی بر روی پشته معمولی با تراکم مورد نظر در کشت تک ردیفی برابر می باشد. در روش تک ردیفی، فاصله هر بوته نسبت به بوته دیگر بر روی یک خط برابر می باشد ولی در روش دوردیفی، فاصله هر بوته نسبت به بوته دیگر بر

روی یک خط در مقابل روش تک ردیفی دو برابر است (بانکه ساز، ۱۳۷۸). در مزارعی که فاصله ردیف ها زیاد است پوشش خاک با برگ های ذرت به طور کامل نخواهد بـود و در نتیجـه بخـشی از انـرژی خورشید به جای جذب شدن توسط برگ ها موجب تبخیر مستقیم از سطح خاک می شود. به همـین دلیل در بیشتر کشورها سعی می شود که هیبریدهایی تولید کنند که دارای برگ هایی قائم بـا زاویـه کمتر نسبت به ساقه باشند تا بتوانند فاصله بـین ردیـف هـا را کـاهش و در نتیجـه تـراکم را افـزایش دهند(نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). در کشت دو ردیفی بذرها با آبیاری اول سبز می شوند و سـطح سبز یکنواختی در مزرعه ایجاد می شود. در مقابل در مراحل اولیه رشد در کشت تک ردیفی که ذرت در وسط پشته های عریض قرار دارد اغلب جذب رطوبت به صورت کامل صورت نمی گیرد و در نتیجه در اکثر مزارع غیر یکنواختی در سبز شدن و عدم هم زمانی در گل دهی مشاهده می شود. در کـشت تک ردیفی پس از اولین آبیاری و جوانه زدن بذرها، رطوبت در وسط پشته ها سریعاً از بین مـی رود و چنانچه مجدداً آبیاری دوم به فاصله کمی از آبیاری اول انجام نشود درصـد قابـل تـوجهی از بـذرهای جوانه زده از بین خواهد رفت اما در کشت دو ردیفی مدت نسبتاً بیشتری رطوبت در دو طرف پشته ها باقی خواهد ماند(بانکه ساز، ۱۳۷۸) . بولاک و همکاران(۱۹۸۸) با مقایسه تاثیر کاشت مربعی و کاشت معمولی بر روند رشد هیبریدهای ذرت به این نتیجه رسیدند که درکاشت مربعی در اوایل فصل رشـد، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و وزن خشک گیـاه و بـرگ بیـشتر بـود. اگـر چـه در روش کاشت معمولی از زمانGDD=400-500 تا زمان رسـیدگی فیزیولـوژیکی، وزن خـشک گیـاه و بـرگ افزایش یافت ولی عملکرد نهایی در روش کاشت مربعی بیشتر بود. مدونی (۲۰۰۱) در آزمایـشی بـا ۳ تراکم (۳،۹ و۱۲ بوته در متر مربع) و ۴ هیبرید و ۲ فاصله کاشت(۰/۳۵و ۰/۷۰ متـر) بیـان کـرد کـه تغییرات در اندامهای هوایی هیبریدها بیشتر تحت تاثیر تراکم قرار گرفت. همچنـین از مراحـل اولیـه رشد، $V_6 - V_8$ رشد برگ و زاویه برگ نسبت به محور اصلی تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت.

۳-۳-۲- اثر آرایش کاشت بر جذب نور

درمورد ذرت مشاهده شده است که هرچه تراکم کاشت بیشتر باشد نسبت انرژی خالص در سطح زمین به مقدار بالای پوشش گیاهی کمتر است و در چنین تراکمی هر چه فاصله ردیف ها کمتر باشد این نسبت بیشتر کاهش می یابد (سوبین دیمتز و اسپلرین،۱۹۹۲؛ زوبر،۱۹۸۷). دنمید و همکاران (۱۹۶۲) گزارش کردند که با کاهش فواصل ردیف کاشت از ۱۰۰ به ۵۰ سانتی متر، میزان تشعشع رسیده به پایین پوشش گیاهی از ۷۵ به ۹۰ تا ۹۵ درصد کاهش می یابد و بدین ترتیب انرژی در دسترس برای فتوسنتز ۱۵ تا۲۰ درصد کاهش می یابد. بنابراین به صورت تئوری حداقل پتانسیل عملکرد برای گیاهانی که به صورت مربعی کاشته می شوند افزایش می یابد. در تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار فاصله ردیف های ۵۳ سانتی متری، نورخورشید را ۷۰ درصد بیشتر از ردیف های ۱۰۷ سانتی متری جذب می کنند (آگوستین و شو،1964). ردیف های باریک کاشت(یا خطوطی که به واسطه کشت دو ردیف روی پشته، فواصل باریک تری از خطوط کاشت را ایجاد کنند) میزان تشعشع خالصی که به پایین کانوپی گیاهی می رسد (نفوذ نور) و همچنین کل انرژی جذب شده توسط پوشش گیاهی را افزایش می دهند. ضمنا تهویه و ورود وخروج گازها نیز بهبود یافته، میزان تبخیر و درصد ورس کاهش ولی کارآیی مصرف آب افزایش می یابد (فاجریا،۱۹۹۲).

برخی نتایج نشان داده است که جذب تشعشع در آرایش کاشت مربع تا دو هفته قبل از دوره زایشی گیاه کمتر از سایر آرایش ها و پس از آن اندکی بیشتر می شود. در بین آرایش های کاشت، بیشترین جذب تشعشع در آرایش کاشت مربع با تراکم ۷۱۴۰۰ بوته در هکتار بود و حداکثر شاخص سطح برگ نیز در آرایش کاشت مربع اندکی بیش از سایر آرایش هاست (زمانی، ۱۳۷۲). در ذرت افزایش تراکم با استفاده از ردیف های باریک، به منظور حصول عملکردهای بالا همواره با شکست مواجه شده است. زیرا به موازات افزایش سطح برگ، سایه اندازی بر روی بلال های در حال نمو افزایش یافته که در چنین شرایطی به علت ۱بروز تنش کمبود نور، دانه ها نارس باقی مانده و به مرحله رسیدگی وارد نمی شوند (کوچکی وخلقانی، ۱۳۷۴).

۳-۳-۳- اثر آرایش کاشت بر عملکرد

استقرار تراکم مطلوبی از بوته های سالم در مناسب ترین الگوی آرایش بوته ای، اساس یک سیستم موفق تولید زراعی است. در مراحل ابتدایی رشد گیاه زراعی، باید کوشش نمود تا برای دستیابی به محصول خوب، تعداد کافی بوته استقرار یافته به دست آید. در این زمینه تحقیقات وسیعی صورت گرفته که عمدتا در رابطه با توزیع گیاه و فواصل ردیف می باشد. نتایج نشان داد که با الگوی کاشت دوردیفه امکان افزایش تراکم وجود دارد به طوری که آرایش کاشت دوردیفه با فاصله بین ردیف کاشت ۷۵ سانتی متر و تراکم ۹۵ هزار بوته در هکتار با ۱۲ تن در هکتار عملکرد دانه برتری معنی داری نسبت به سایر تیمارها داشت. در آرایش کاشت تک ردیفه فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر با تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار با عملکرد ۱۰ تن در هکتار در مرتبه بعدی قرار گرفت (رفیعی،۱۳۸۶). گلن و دی نارد(۱۹۷۳) گزارش کردند که عملکرد دانه تحت تاثیر تراکم قرار گرفت اما فاصله ردیف تاثیری بر عملکرد نداشت. آنها معتقد بودند که در حالت کاشت مربع عملکرد ذرت افزایش می یابد.

در یک بررسی، اثر الگوی کاشت روی عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال در سطح ۹۵٪ معنی دار گردید، بطوریکه که عملکرد دانه در الگوی کاشت دوردیفه (۸/۸۷ تن در هکتار) بیشتر از تک ردیفه (۸ تن در هکتار) بوده است. و همچنین تعداد ردیف دانه در بلال نیز در الگوی کاشت دو ردیفه(۱۳/۵۳) بیشتر از تک ردیفه(۱۳/۴۲) بوده است (فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۱۳۸۲). کیم و چونگ (۱۹۹۸) و اسپراگو(۱۹۸۸) گزارش کردند که وقتی کشت به صورت دو ردیفی باشد، میزان عملکرد آن بیشتر از حالت الگوی تک ردیفی می باشد. واشکو و کلگارد (۱۹۶۰) اعلام کردند که ذرت در الگوی کشت دو ردیفی در تراکم ۸۳۲۰۰ بوته در هکتار ۱۴ درصد عملکرد سیلویی بیشتری در مقایسه با کشت تک ردیفی در همان تراکم تولید کرد. ضمنا در آزمایشی نشان داده شد که حداکثر قطر ساقه،تعدا دانه بلال،وزن هزار دانه و ماده خشک تک بوته در الگوی کاشت ۲۵×۷۵ بدست آمد(همتی،۱۳۷۹). برای به دست آوردن حداکثر عملکرد باید در الگوی کاشت تک ردیفی تا ۱۲۰۰۰ بوته در هکتار و برای الگوی کاشت دو ردیفی ۱۵۰۰۰ بوته در هکتار کشت نمود. پس می توان گفت

که اثر آرایش بوته ها بر محصول زراعی در محدوده تراکم های بوته ای معمول، اندک می باشد. این مطلب مغایر این فرضیه است که بوته ها در آرایش مربع استفاده مؤثرتری از منابع می کنند تا در آرایش مستطیل و کاهش فاصله بین ردیف ها در ذرت در تراکم های بالاتر اثر بیشتری روی افزایش تولید دارد، تا زمانی که تراکم پایین می باشد. (یزدی صمدی و پوستینی، ۱۳۷۳).

کارلن و کمپ (۱۹۸۵) اعلام نمودند که با فواصل ردیف ۹۶ سانتی متر در کاشت دو ردیفی نسبت به کاشت تک ردیفی عملکرد ۶۴۰ کیلوگرم، افزایش یافت. آنها بین تعداد بلال در بوته، وزن بلال و وزن دانه ها اختلاف معنی داری مشاهده نکردند وهمچنین فواصل ردیف ها تاثیری بر درصد ورس بوته ها نداشت. لوتز و همکاران (۱۹۷۱) در طی آزمایشی سه ساله و در سه منطقه به بررسی اثر تراکم و فواصل ردیف کاشت، بر ۱۰ هیبرید ذرت پرداختند و نتیجه گرفتند که با کاهش فواصل بین ردیف های کاشت، عملکرد دانه افزایش می یابد. عسگری راد(۱۳۸۰) بیان داشت که افزایش تراکم تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در الگوی کاشت تک ردیفی و دو ردیفی باعث افزایش عملکرد کل ماده خشک در واحد سطح و کاهش وزن خشک تک بوته شده و بر طول ساقه و وزن خشک بلال اثر معنی داری ندارد. ایشان همچنین بیان نمود که استفاده از الگوی کشت دو ردیفی در تراکم های زیاد باعث افزایش عملکرد علوفه می شود. پوریوسف(۱۳۸۰) نشان داد که عامل الگوی کاشت تاثیر بسیار معنی داری روی عملکرد، اجزاء عملکرد و شاخص های فیزیولوژیکی دارد به طوری که بیشترین میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، قطر بلال، NAR,LAD,CGR,LAI از الگوی کشت معمولی به دست می آید. در مطالعه دیگری بهترین آرایش کاشت، فاصله ردیف ۷۵ سانتی متر ی، فاصله بوته ۱۷ سانتی متری و فاصله ردیف ۶۰ و فاصله بوته ۲۳ سانتی متری به ترتیب دارای ۹۰۹۰ و ۹۱۳۰ بوته در هکتار بودند. تجزیه مرکب داده ها نشان داد، فاصله خطوط ۶۰ سانتی متری با متوسط عملکرد دانه ۸۷۳۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به فاصله خطوط ۷۵ سانتی متری با ۸۰۰۷ کیلوگرم در هکتار بیش از ۹ درصد برتری دارد(صادقی، ۱۳۸۴).

۳-۳-۴- اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد

کاهش فواصل بین ردیف های کاشت یکی از راه های رسیدن به آرایش کاشت مربعی می باشد(اسپراگو و دادلی،1988). در این حالت پوشش گیاهی در سطح مزرعه یکنواخت بوده و رقابت بین گیاهان مجاور برای جذب عوامل موثر در رشد کاهش می یابد(نیل،1985). نتایج آزمایش نشان داد که بهترین آرایش کاشت، فاصله ردیف ۷۵ سانتی متر با فاصله بوته ۱۹ سانتی متر و فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر با فاصله بوته ۲۳/۵ سانتی متر به ترتیب با عملکرد ۹۶۸۰ و ۹۹۶۰ کیلوگرم در هکتار بودند. در اثر افزایش تعداد بوته در واحد سطح بیش از میزان توصیه شده بیشترین کاهش در دو صفت تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه که به طور مستقیم بر عملکرد تاثیر دارند، حادث می شود. عملکرد دانه برای فاصله ردیف ۶۰ سانتی متری و فاصله ردیف ۷۵ سانتی متری به ترتیب ۸۸۸۶ و ۹۳۳۷ کیلوگرم در هکتار بود(صادقی، ۱۳۷۹). در بررسی آرایش های کاشت، در اوایل فصل رشد تفاوتی بین آرایش های دوردیفه و تک ردیفه مشاهده نمی شود ولی در انتها به دلیل افزایش کانوپی و رقابت بین آنها، تفاوت محسوس است. روند تجمع ماده خشک دانه در مراحل اولیه خیلی سریع و در انتها به دلیل از بین رفتن منابع فتوسنتزی، پرشدن مخازن و انتقال مواد، کند می شود. از آنجائی که آرایش کاشت دوردیفه سبب کاهش رقابت بین بوته ها گردیده، بنابراین با افزایش تراکم ذرت دانه ای و علوفه ای در این آرایش کاشت می تواند باعث تولید عملکردهای بالا شود.(صابری، ۱۳۸۵) امتا و داکار(۲۰۰۰) در بررسی تاثیر ۲ فاصله ردیف (۶۰ و ۷۵ سانتی متر) و ۴ سطح تراکم (۶۵و۷۵ و۸۵و۹۵ هزار بوته در هکتار) و ۵ سطح کود نیتروژن (۱۵۰،۱۲۰،۹۰،۶۰و۱۸۰ KgN/ha) بر عملکرد ذرت نشان دادند که ردیف های باریک تر(۶۰ سانتی متر) عملکرد بیشتری (۴/۱۲ درصد) نسبت به ردیف های پهن تر(۷۵ سانتی متر) داشتند. عملکرد دانه و علوفه با افزایش تراکم گیاهی و سطوح نیتروژن تا ۸۵ هزار بوته در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت خطی افزایش یافت.

نتیجه یک تحقیق نشان داد، برتری اجزای عملکرد دانه در الگوی کاشت مربع باعث شد تا عملکرد دانه در این الگو بیشتر از سایر آرایش ها باشد. همچنین بالاترین تراکم، بیشترین عملکرد دانه

(۴۶۶۷/۶ کیلوگرم در هکتار) را داشت. اثر متقابل الگو و تراکم کاشت نشان داد که در تراکم های بالاتر الگوی کاشت مربع نسبت به سایر الگوها برتر است(فتحی، ۱۳۸۰). همچنین نتایج آزمایشی که در آن ذرت به صورت طرح مستطیلی و مربعی در تراکم های ۲۰،۴۰،۶۰،۸۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار کاشته شده بود نشان داد، عملکرد ماده خشک و نیز عملکرد دانه در الگوی کشت مربعی مخصوصاً در تراکم ۴۰ تا ۸۰ هزار بوته بیشتر بود و این امر به افزایش تعداد دانه در متر مربع نسبت داده شده بود(ایگاروبا،1975). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که با کاهش فاصله بین ردیفهای کاشت و استفاده از الگوی کاشت دوردیفه، رقابت بین بوته ها برروی ردیف کاهش یافت، و تراکم را می توان تا ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار افزایش داد(سیده وند، ۱۳۷۹). گلن و دی نارد(۱۹۷۴) گزارش کردند که تراکم گیاهی اثر معنی داری روی عملکرد دانه ذرت داشت ولی فاصله ردیف تاثیری در ارتفاع و عملکرد بوته نداشت.

اتمن و ولچ (۱۹۸۹) در آزمایشی که به منظور بررسی اثرات فواصل مختلف ردیف(۳۸و۷۶سانتی متر) به صورت کشت تک ردیفی و (۷۶و۱۱۴و۱۵۲ سانتی متر) به دو صورت دو ردیفی و تراکم ۸۰۵۰۰ و ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار انجام داد، نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۱ بین الگوهای مختلف کاشت وجود دارد و بیشترین عملکرد دانه ۱۲/۴ تن در هکتار از رقم Pioneer 3378 با تراکم ۸۰۵۰۰ و۹۰۰۰۰ بوته در هکتار به ترتیب از فاصله ردیف ۷۶ سانتی متر به صورت تک ردیفی و ۷۶ سانتی متر به صورت دو ردیفی به دست آمد. نتایج حاصل از یک تحقیق نشان داد که با افزایش تراکم، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، وزن خشک برگ و ساقه افزایش و تعداد کل دانه در بلال، قطر بلال، طول بلال، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و شاخص برداشت کاهش می یابد. با تغییر آرایش کاشت تک ردیفه به دوردیفه نیز به غیر از شاخص برداشت، تمام پارامترهای فوق افزایش یافت. بطور کلی می توان نتیجه گرفت که با آرایش کاشت دوردیفه رقابت بین بوته ها کاهش یافته و تراکم ذرت دانه ای را می توان افزایش داده و از آن در حصول عملکرد بالا بهره جست (مظاهری، ۱۳۸۱).

۳-۳-۵- اثر تراکم و آرایش کاشت بر شاخص های فیزیولوژیک رشد

رشد عبارت است از مجموعه ای از فرآیند های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی که تحت تاثیر عوامل محیطی به ویژه درجه حرارت هوا و نور می باشد. نیکلسون و همکاران(۱۹۸۸) در آرایش کاشت مربعی و مستطیلی، گیاه ذرت را مورد آنالیز رشدی قرار دادند و دریافتند که علاوه بر اینکه گیاهان در آرایش کاشت مربع از سرعت رشد و شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند، روند کاهش سرعت رشد نسبی آن نیز نسبت به آرایش کاشت مستطیل کمتر بود. لذا آنها تولید بیوماس بیشتر را در آرایش کاشت مربع ناشی از روند کاهش کمتر سرعت رشد نسبی بوته ها دانستند. میزان ماده سازی خالص در آرایش کاشت مربع و مستطیل تفاوتی نداشت. همچنین سطح ویژه برگ در آرایش مربع نسبت به آرایش کاشت مستطیل کمتر بود و این نشان دهنده این است که به دلیل دریافت تشعشع بیشتر، برگ ها ضخیم تر شده اند. چنانچه شاخص سطح برگ به حدی باشد که بیشترین مقدار تشعشع خورشیدی را جذب نماید، حداکثر رشد گیاهی حاصل خواهد شد. وقتی LAI ذرت بیشتر از ۰/۶ باشد، سطح فتوسنتز خالص به اشباع نوری نمی رسد. پس با افزایش LAI میزان جذب انرژی خورشیدی بیشتر می شود. آرایش کاشت دوردیفه نسبت به تک ردیفه به لحاظ ایجاد پوشش کاملتر و تولید LAI بیشتر در میزان جذب نور، برتر بوده است. به نظر می رسد در آرایش کاشت دوردیفه فضای بیشتر موجود برای هر بوته و امکان دستیابی افزون تر به منابع آب، نور و مواد غذایی بخصوص در اواخر فصل، سرعت رشد نسبی را افزایش می دهد (مظاهری، ۱۳۸۵). محققان سطح برگی را که در آن حداکثر رشد به دست می آید LAI مطلوب می نامند چون در شاخص سطح برگ بالاتر از آن سرعت رشد گیاه به دلیل سایه اندازی برگ های بالایی روی برگ های پائینی و محدودیت فتوسنتز کاهش می یابد(حبیبی، ۱۳۸۰). سطح برگ بیشتر تعرق بیشتری را به همراه دارد اما با افزایش شاخص سطح برگ ماده خشک بیشتری در تراکم و آرایش کاشت مطلوب تولید می شود و کارآیی مصرف آب افزایش می یابد. تبخیر و تعرق تحت تاثیر تراکم و آرایش بوته ها قرار می گیرند. ویلیامز و

همکاران(۱۹۶۵) معتقدند که جذب تشعشع در پوشش گیاهی ذرت رابطه نزدیکی بـا میـزان شـاخص سطح برگ دارد.

به اعتقاد فتحی(۱۳۸۰)، اثر الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ معنی دار نیست ولـی بـا افـزایش تراکم مقدار آن افزایش می یابد و در بالاترین تراکم به ۳/۳۴ مـی رسـد. ضـریب اسـتهلاک نـوری در الگوی کاشت مربع و لوزی به علت کم بودن فاصله بین ردیف ها نسبت به الگـوی مـستطیلی کـاهش می یابد. میزان رشد گیاه از مراحل اولیه تا اواسط فصل رشـد، بـه افـزایش سـطح بـرگ هـای جدیـد بستگی دارد. گیاهانی که در مراحل اولیه رشد خود نسبت زیادی از مواد فتوسنتزی را به تولیـد بـرگ اختصاص می دهند بعدها با سرعت بیشتری رشد خواهند کرد(مؤدب شبـستری و مجتهـدی، ۱۳۶۹). بابو و میترا(۱۹۸۹) مناسب ترین LAI بـرای تولیـد مـاده خـشک را ۶ گـزارش نمـود. بررسـی هـای ایوانز(۱۹۷۶) نشان داده است که شاخص سطح برگ رابطه مستقیمی با تعـداد بوتـه در واحـد سـطح دارد به طوری که با افزایش تراکم از ۳۴۰۰۰ بوته در هکتار به ۶۹۰۰۰ بوته در هکتار، میزان شـاخص سطح برگ به صورت خطی افزایش می یابد. البته سطح برگ تک بوته ها بـه نـسبت کـاهش خواهـد یافت که افزایش تراکم، جبران این کاهش سطح برگ را می نماید(کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۸). به طور کلی شاخص سطح برگ کمتر، تاثیر محسوسی بر روی موقعیت قرار گیری بلال در بوتـه دارد، یعنـی بلال ها در قسمت پایین تر بوته قرار می گیرند و بیشترین سطح برگ تک بوته هـا بـالاتر از موقعیـت بلال ایجاد می گردد(منیعی، ۱۳۷۰).

۳-۳-۶- اثر تراکم و آرایش کاشت بر شاخص برداشت(HI)

عملکرد یک گیاه را می توان از طریق افزایش کل مـاده خـشک تولیـد شـده یـا افـزایش شـاخص برداشت ویا هر دو بالا برد (کـوچکی و سـرمد نیـا؛ ۱۳۷۸؛ دانکـن،۱۹۷۳). پرسـتار (۱۳۷۶) افـزایش عملکرد دانه در سه رقـم ذرت را ناشـی از افـزایش عملکـرد بیولوژیـک و شـاخص برداشـت دانـست. طالبیان(۱۳۷۲) گزارش کرد که با افزایش تراکم و الگوی کـشت دو ردیفـی بوتـه، شـاخص برداشـت

کاهش می یابد. این در حالی است که صوفیان(۱۳۷۷) گزارش کرد سطوح مختلف تـراکم اثـر معنـی داری بر شاخص برداشت ایجاد نکرد.

محققان معتقدند که در هیبریدهای پر محصول ذرت، ثابت بودن شاخص برداشت حـاکی از وجـود میزان بالای آلومتری بین دانه و سایر اندام های گیاهی است. به عبارتی به هر میـزان کـه رشـد دانـه افزایش می یابد، رشد بقیه اندام های گیاهی نیز زیاد مـی شـود. در نتیجـه شـاخص برداشـت تغییـر چندانی نمی کند (تیتو و گاردنر،۱۹۸۸؛ گنتر و کامپر،۱۹۷۳؛ فرگانجانیک،۱۹۷۰).

فصل چهارم

مواد و روش‌ها

۴-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در شهر بسطام به اجرا در آمد.

۴-۲- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده‌سازی و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصرغذایی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه و سپس نمونه خاک موردنظر به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک در جدول (۴-۱) نشان داده شده است . بر اساس نتایج حاصله، بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

عوامل مورد تجزیه	نتیجه آزمون
پتاسیم قابل جذب	۶/۴
فسفر قابل جذب(ppm)	۱۰
نیتروژن قابل جذب(درصد)	۰/۰۴
منیزیم قابل جذب(me/lit)	۲۲
کلسیم قابل جذب(me/lit)	۳۳
درصد مواد آلی	۰/۳۳
درصد کربن آلی	۰/۱۹
اسیدیته خاک(pH)	۷/۹۹
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس)	۰/۶۹

جدول۴-۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

۴-۳- موقعیت شهر بسطام از نظر جغرافیایی

شهر بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه و ۵۵ دقیقه طول شمالی واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶متر است.

۴-۴- مشخصات طرح آزمایشی

این آزمایش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات(کرت های دوبار خرد شده) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در شهرستان شاهرود اجرا می گردد. در این آزمایش تراکم کاشت به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۸۵۰۰۰، ۷۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰بوته در هکتار و فاصله بین ردیف به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح۷۰، ۷۵ و۸۰ سانتی متر و الگوی کاشت به عنوان فاکتور فرعی فرعی به دو صورت تک ردیفه و دو ردیفه در نظر گرفته شد.

۴-۵- عملیات اجرایی

۴-۵-۱- نقشه کشت

شکل ۴-۱ نقشه آزمایش را به اختصار نشان می دهد. هر کرت به طول ۶ متر و عرض ۳/۵ متر در فاصله بین دو پشته ۷۰ سانتی متر، عرض ۳/۷۵ در فاصله بین دو پشته ۷۵ سانتی متر، عرض ۴ متر در فاصله بین دو پشته ۸۰ می باشد. و دارای ۴ خط کشت است که دو خط کناری به دلیل اثرات حاشیه ای، حذف شدند و از دو خط میانی نمونه برداری صورت گرفت. فاصله بین کرت های یک تکرار، یک متر و نیم و فاصله بین تکرارها چهار متر در نظر گرفته شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش دبل کراس ۳۷۰ می باشد، که در گروه زودرس قرار گرفته، طول دوره رشد کوتاه، و حدود ۱۰۵-۱۰۰ روز است.

نقشه طرح :

تکرار اول

D_1						D_2						D_3					
S_1P_1	S_1P_2	S_2P_2	S_2P_1	S_3P_1	S_3P_2	S_2P_2	S_2P_1	S_3P_2	S_3P_1	S_1P_1	S_1P_2	S_3P_1	S_3P_2	S_1P_1	S_1P_2	S_2P_2	S_2P_1

تکرار دوم

D_2						D_3						D_1					
S_3P_1	S_2P_2	S_3P_2	S_3P_1	S_1P_1	S_1P_2	S_3P_2	S_3P_1	S_2P_1	S_2P_2	S_1P_2	S_1P_1	S_2P_2	S_2P_1	S_3P_1	S_3P_2	S_1P_2	S_1P_1

تکرار سوم

D_3						D_1						D_2					
S_3P_2	S_3P_1	S_1P_1	S_1P_2	S_2P_2	S_3P_1	S_1P_1	S_1P_2	S_2P_1	S_2P_2	S_3P_1	S_3P_2	S_2P_2	S_2P_1	S_3P_1	S_3P_2	S_1P_2	S_1P_1

تکرار چهارم

D_1						D_3						D_2					
S_1P_2	S_1P_1	S_3P_1	S_2P_2	S_3P_2	S_3P_1	S_2P_1	S_2P_2	S_3P_1	S_3P_2	S_1P_2	S_1P_1	S_3P_2	S_3P_1	S_1P_1	S_1P_2	S_2P_1	S_2P_2

۴-۵-۲- تیمارهای مورد بررسی

۱ - تراکم(D)	۲- فاصله بین ردیف (S)	۳- الگوی کاشت (P)
۷۰۰۰۰ بوته در هکتار(d_1)	۷۰ سانتی متر (s_1)	تک ردیفه (p_1)
۸۵۰۰۰ بوته در هکتار(d_2)	۷۵ سانتی متر (s_2)	دوردیفه (p_2)
۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار(d_3)	۸۰ سانتی متر (s_3)	

۴-۵-۳- آماده‌سازی زمین و کوددهی

زمین آزمایش در سال قبل (۸۵-۸۴) به صورت آیش بود. عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل تیرماه ماه ۱۳۸۶ صورت گرفت .در ابتدا زمین موردنظر توسط گاوآهن برگردان دار شخم زده شد و پس از نمونه‌برداری از خاک به مقدار موردنیاز کود پایه فسفات‌آمونیوم و پتاس به زمین اضافه شد. سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. ابتدا ابعاد کرت‌ها در زمین مورد آزمایش مشخص شد. وپس از تعیین کرت‌ها، جوی‌های آبیاری تعبیه گردیدند. مرز بین بلوک‌ها با یک پشته کاشته نشده مشخص شد.

۴-۶- عملیات داشت

۴-۶-۱- مبارزه با علف‌های هرز و دفع آفات

وجین علف‌های هرز در طول فصل زراعی در کرت‌های خالی و نکاشت برای جلوگیری از گسترش علف‌های هرز و نیز آفات و بیماری‌های احتمالی به طور مستمر و به شکل دستی انجام گرفت.

مهمترین گونه‌های علف‌های هرز به ترتیب فراوانی آنها در سطح مزرعه شامل خردل‌وحشی، تاج‌ریزی، طوق و پیچک‌صحرایی بودند.در طول فصل رشد بیماری و آفت خاصی مشاهده نشد.

جهت اطمینان از تراکم های مورد نظر ، عمل تنک در دو مرحله یکی مرحله ۵-۴ برگی و دیگری در مرحله ۷-۶ برگی انجام شد.

۴-۶-۲- آبیاری

بلافاصله پس از کاشت آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد تا پشته‌ها کاملاً نم کشیده و تیره شدند. آبیاری‌های بعدی در طول فصل رشد هر ۱۰ روزیکبار انجام گرفت.

۴-۷- نمونه‌برداری

نحوه نمونه‌برداری بدین صورت بود که از ۴ ردیف کاشت در هر کرت، دو ردیف کناری و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند. سپس ۴ بوته به صورت تصادفی انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند. در هر نمونه‌برداری قطع بوته‌ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت.

۴-۸- ارزیابی صفات مورفولوژیک

پس از انجام نمونه‌برداری بوته‌ها در پاکت‌های شماره‌گذاری شده قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه قسمت‌های مختلف گیاه شامل برگ و ساقه جدا گشته و پس از اندازه‌گیری سطح برگ و نیز وزن خشک ساقه و برگ به طور جداگانه اقدام به بررسی شاخص‌های رشدی در این گیاه شد.

۴-۹- بر آورد شاخص‌های رشد

به تکنیک‌هایی که اجزای رشد گیاهان را از نظر کمی ارزیابی می‌کنند شاخص‌های رشد گویند(کانک و همکاران،۱۹۷۰). برای ارزیابی شاخص‌های رشد، از مقدار ماده خشک اندام‌های هوایی به دست آمده از انتخاب ۴ بوته به طور تصادفی برای هر کرت در هر بار نمونه‌برداری استفاده شد. شاخص‌های رشد مورد بررسی در این آزمایش شامل موارد زیر بودند:

NAR: سرعت جذب خالص

LAI : شاخص سطح برگ

TDW: کل ماده خشک گیاه

CGR: سرعت رشد محصول

RGR: سرعت رشد نسبی

۴-۹-۱- شاخص سطح برگ (LAI)

واتسون در سال ۱۹۷۴ واژه شاخص سطح برگ را این طور تعریف نموده است: نسبت سطح برگ گیاه به سطح زمینی که روی آن سایه می‌اندازد. از آنجاکه تشعشع خورشیدی به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می‌شود لذا LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگ‌ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می‌باشد

۴-۹-۲- سرعت رشد گیاه (CGR)

با معناترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی سرعت رشد گیاه(CGR) است، که نمایانگر میزان تجمع ماده‌خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح خاک می‌باشد.

۴-۹-۳- سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی (RGR) بیان‌کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن‌اولیه در یک فاصله زمانی است (سرمدنیا و کوچکی،۱۳۶۸).

۴-۹-۴- ماده‌خشک کل (TDM)

جهت تعیین این صفت بوته‌های برداشت شده ازسطح یک متر مربع واقع در خطوط مرکزی هر کرت (با احتساب حاشیه‌ها) توزین شدند و سپس وزن مربوطه بر حسب کیلو گرم در هکتار بیان شد.

۴-۹-۵- سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR)

سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR) عبارت از سرعت تجمع ماده‌خشک در واحد سطح‌برگ در زمان معین می باشد. در واقع این صفت معیاری از مدل کارایی فتوسنتزی برگ‌ها در یک جامع گیاهی می‌باشد.

NAR=CGR/LAI

۴-۱۰- صفات مورد ارزیابی

در این آزمایش صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه، عملکرد دانه، تعداد دانه در هر ردیف، تعداد ردیف در هر بلال، وزن صد دانه، تعداد برگ، وزن بلال، تعداد بلال، وزن خشک پوست بلال، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک تاسل، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک مورد اندازه گیری قرار گرفت.

۴-۱۱- تجزیه و تحلیل اطلاعات

محاسبات آماری برای تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار رایانه ای MSTATC انجام شد. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار Excell استفاده گردید همچنین مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی به روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گردید.

فصل پنجم

نتایج و بحث

۵-۱- بررسی نتایج نمونه برداری

۵-۱-۱- نمونه برداری اول

نمونه برداری اول پس از گذشت ۳۰ روز پس از کاشت گیاه انجام شد. نمونه ها در آون قرار داده شدند و پس از خشک شدن، وزن آنها که شامل برگ و ساقه بود محاسبه گردید. سپس وزن خشک کل از مجموع وزن خشک ساقه و برگ محاسبه شد. در این نمونه برداری علاوه بر صفات فوق ارتفاع گیاه، قطر ساقه و تعداد برگ هم مورد اندازه گیری قرار گرفت (جدول پ-۱). در نمونه برداری اول، به دلیل ترتیب غیر متعارف میانگین مربعات خطاهای آزمایشی در صفات تعداد برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک کل، تجزیه آماری توسط طرحهای جایگزین انجام شد (جدول ضمیمه پ-۱).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم بر قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک کل معنی دار بود ولی تاثیر فاصله ردیف بر تمامی صفات فوق معنی دار نبود. تاثیر الگوی کاشت فقط بر ارتفاع گیاه معنی دار بود.

۵-۱-۲- نمونه برداری دوم

این نمونه برداری ۱۵ روز بعد از نمونه برداری اول انجام گرفت. در این نمونه برداری صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک کل اندازه گیری گردید. در این نمونه برداری نیز به دلیل ترتیب غیر معمول میانگین مربعات خطاهای آزمایشی در صفات قطر ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک کل، تجزیه واریانس توسط طرحهای جایگزین انجام گرفت (جدول ضمیمه پ-۲).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تراکم بر تعداد برگ، قطر ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک کل معنی دار بود و تاثیر فاصله ردیف بر تعداد برگ، وزن خشک برگ و قطر ساقه

معنی دار شد. الگوی کاشت نیز بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ و وزن خشک ساقه معنی دار نبود(جدول پ-۲).

۵-۱-۳- نمونه برداری سوم

این نمونه برداری ۶۰ روز پس از کاشت انجام شد. در این نمونه برداری صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک تاسل، وزن خشک کل و تعداد بلال مورد اندازه گیری قرار گرفت. در نمونه برداری سوم، به دلیل ترتیب غیر متعارف میانگین مربعات خطاهای آزمایشی در صفات قطر ساقه، وزن خشک برگ و تعداد بلال، تجزیه آماری توسط طرح های جایگزین انجام شد (ضمیمه جدول پ-۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس این نمونه برداری نشان داد که تاثیر تراکم بر تمامی صفات فوق بجز ارتفاع گیاه معنی دار بود و فاصله ردیف تاثیر معنی داری بر وزن خشک بلال داشت. اثر الگوی کاشت نیز بر صفات وزن خشک بلال و وزن خشک تاسل معنی دار گردید (جدول پ-۳).

۵-۱-۴- نمونه برداری چهارم

این نمونه برداری با فاصله ۱۵ روز از نمونه برداری قبلی انجام گرفت. در این نمونه برداری صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک تاسل، وزن خشک پوست بلال، تعداد بلال و وزن خشک کل اندازه گیری گردید. در نمونه برداری چهارم نیز مانند نمونه برداری های قبلی به دلیل ترتیب غیر متعارف میانگین مربعات خطاهای آزمایشی در صفات قطر ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک پوست بلال، تعداد بلال و وزن خشک کل، تجزیه آماری توسط طرح های جایگزین صورت گرفت(ضمیمه جدول پ-۴).

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تراکم بر تمامی صفات فوق بجز تعداد برگ معنی دار بوده و تاثیر فاصله ردیف بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک تاسل، تعداد بلال و وزن خشک کل معنی دار گردید. الگوی کاشت نیز بر وزن خشک بلال، وزن خشک پوست بلال و وزن خشک کل تاثیر معنی دار داشت (جدول پ-۴).

۵-۱-۵- نمونه برداری پنجم

در نمونه برداری نهایی صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک تاسل، وزن خشک پوست بلال، تعداد بلال، وزن بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، وزن صد دانه، وزن چوب بلال، عملکرد دانه، وزن خشک کل و شاخص برداشت اندازه گیری شد. در این نمونه برداری نیز به دلیل ترتیب غیر متعارف میانگین مربعات خطاهای آزمایشی در صفات قطر ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک پوست بلال، تعداد بلال و شاخص برداشت، تجزیه واریانس صفات فوق توسط طرحهای جایگزین انجام شد (جدول ضمیمه پ-۵).

نتایج تجزیه واریانس نمونه برداری پنجم نشان داد که اثر تراکم بر تمامی صفات فوق بجز تعداد بلال معنی دار بود و اثر فاصله ردیف بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک تاسل و تعداد بلال معنی دار شد. همچنین تاثیر الگوی کاشت بر وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک تاسل و تعداد بلال معنی دار نشد (جدول پ-۵).

۵-۲- عملکرد و اجزای عملکرد

۵-۲-۱- عملکرد دانه

در این آزمایش عملکرد دانه بطور معنی دار تحت تاثیر تراکم قرار گرفت . به طوری که نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها (جدول پ- ۵) نشان میدهد که تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار با میزان ۶۱۸/۳۲ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد و تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار با ۵۲۹/۰۵ (گرم در متر مربع) کمترین مقدار عملکرد دانه را داشتند.

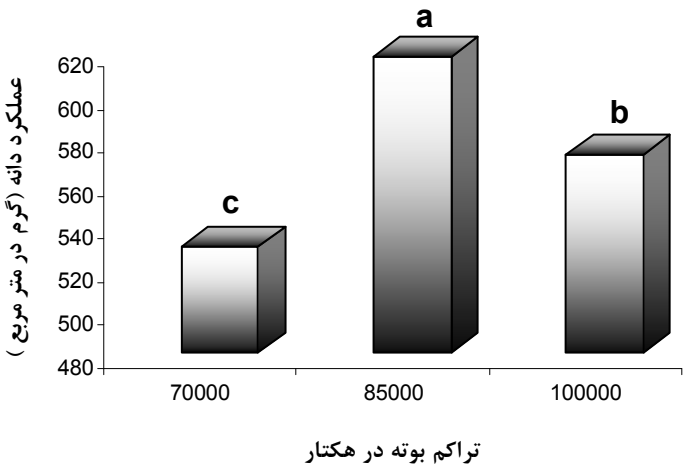
نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش تراکم عملکرد افزایش یافت ولی در تراکم های خیلی بالا کاهش پیدا کرد. در تراکم های خیلی زیاد رقابت بین گیاهان شدید بوده و در نتیجه محدود شدن منابع آب، نور و مواد غذایی مقدار تولید محصول کاهش می یابد. این نتیجه گیری با نتایج کارلن و کمپ(۱۹۸۵)، آگیلار و لوپز(۱۹۹۶)، احمدی و ریبولد(۱۹۹۳) و ویلیام و همکاران(۲۰۰۲) مطابقت دارد.

در این آزمایش با افزایش فاصله ردیف از ۷۰ به ۸۰ سانتی متر عملکرد افزایش یافت. اما تفاوت معنی داری بر عملکرد دانه در تیمار مورد بررسی مشاهده نشد. مقایسه میانگین ها نشان داد که عملکرد دانه در فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر۵۶۹/۷۰ (گرم در متر مربع) و در فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر ۵۷۵/۷۷ (گرم در متر مربع) بود(جدول پ- ۵).

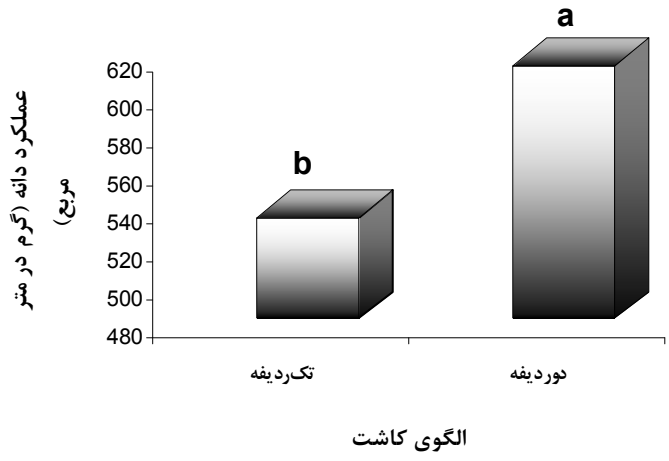
تاثیر الگوی کاشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. به طوری که عملکرد دانه در آرایش کشت دوردیفی ۶۱۳/۰۹ (گرم در متر مربع) و تک ردیفی ۵۳۳ (گرم در متر مربع) بود.
در جایی که بوته ها بسیار متراکم کاشته شده اند، سیستم ریشه هر بوته کوچک می ماند و ذخیره کمی جهت جذب عناصر غذایی در اختیار خواهد داشت. در کشت دوردیفی توزیع و پخش بوته ها

یکنواخت تر خواهد شد و در شرایط مذکور بوته ها بر روی هم سایه اندازی نداشته و حداکثر پتانسیل گیاه در مورد جذب نور به صورت بالفعل در خواهد آمد و می تواند حداکثر محصول را ایجاد کند.

مطالعات زیادی تاثیر پذیری عملکرد دانه از الگوی کاشت را تایید می نمایند.کیم و چونگ(۱۹۹۸)، کوکس(۱۹۹۷)، اسپراگو و دادلی(۱۹۸۸)، لوتز و همکاران(۱۹۷۱)، اتمن و ولچ(۱۹۸۹)، کولاد(۱۹۹۷)، سیده وند(۱۳۷۹)، حبیبی(۱۳۸۰)، مظاهری و همکاران(۱۳۷۸) و بذر افشان و همکاران(۱۳۸۳). در آزمایشی که توسط مقنی نصری (۱۳۸۰)، برزگری(۱۳۸۰) و رفیعی و همکاران(۱۳۸۶) انجام شد، مشاهده گردید که عملکرد دانه در الگوی کاشت دوردیفه بیشتر از تک ردیفه بود.



شکل ۵- ۱. اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه ذرت



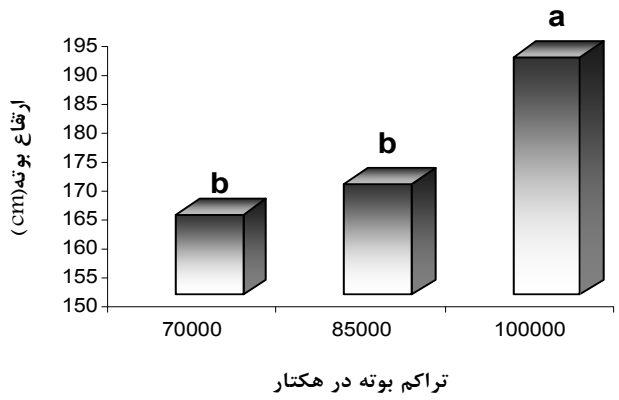
شکل ۵-۲. اثر الگوی کاشت بر عملکرد دانه ذرت

۵-۲-۲- ارتفاع گیاه

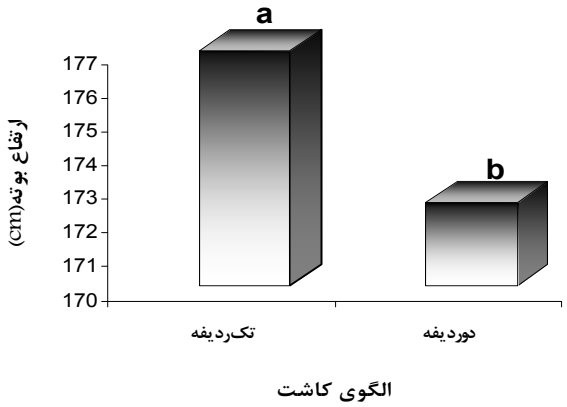
تراکم بوته بر ارتفاع گیاه تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ داشت ، به طوری که در تراکم ۱۰۰ هـزار بوته در هکتار ارتفاع بوته ۱۹۱/۰۸ سانتی متر، ولی در تراکم ۷۰ هـزار بوتـه در هکتـار ارتفـاع بوتـه ۱۶۳/۸۷ بود (شکل ۵-۳). این بدان معناست که با افزایش تراکم از آنجا که رقابت جهت دریافـت نـور بیشتر می شود، درنتیجه طول میان گره ها افزایش و قطر ساقه کاهش می یابد. نتایج حاصله با نتـایج حسن(۲۰۰۰)، هاشمی و هربرت(۱۹۹۲)، دانکن(۱۹۸۴)، اکبری(۱۳۷۹) و آیـوب و همکـاران(۱۹۹۹) مطابقت دارد.

فواصل ردیف بر ارتفاع گیاه تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ داشت. میانگین بالاترین ارتفـاع مربوط به تیمار S3 (فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر) با میانگین ۱۷۹/۵۴ سانتی متـر و کمتـرین ارتفـاع مربوط به تیمار S1 (فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر) با میانگین ۱۷۲/۲۹ سانتی متر بود.

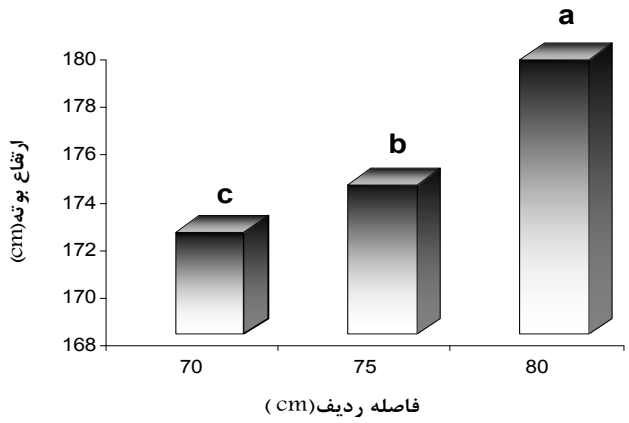
الگوی کاشت نیز تاثیر معنی داری بر ارتفاع بوته داشت. مقایسه میانگین ها نشان داد کـه ارتفـاع بوته در الگوی تک ردیفه ۱۷۶/۹۷ سانتی متر و در الگوی دوردیفه ۱۷۲/۴۴ سانتی متر بود.
نتیجه حاصل از این تحقیق در زمینه تاثیر الگوی کاشـت بـر ارتفـاع بوتـه بـا نتـایج بدسـت آمـده از تحقیقات مقنی و نصری(۱۳۸۰)، زاهدی و رزمجو(۱۳۸۱) و صابری و همکاران(۱۳۸۵) مطابقت دارد.



شکل۵-۳. اثر تراکم بوته بر ارتفاع بوته ذرت



شکل۵-۴ . اثر الگوی کاشت بر ارتفاع بوته ذرت



شکل۵-۵ . اثر فاصله ردیف بر ارتفاع بوته ذرت

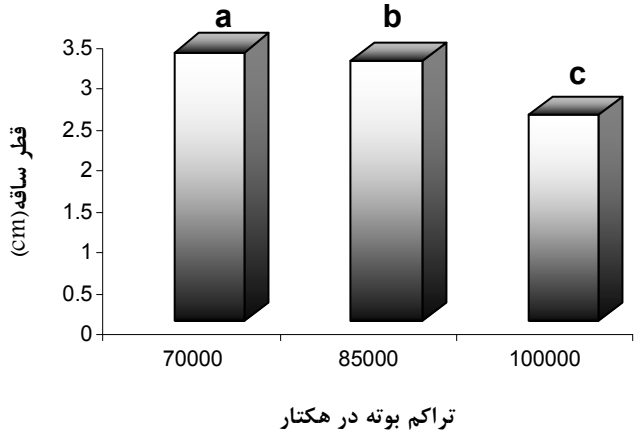
۵-۲-۳- قطر ساقه

در این آزمایش قطر ساقه نیز بطور معنی دار تحت تاثیر تراکم قرار گرفت و در تراکم ۷۰هزار بوته در هکتار و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار به ترتیب با میزان ۳/۲۹ و ۲/۵۲ سانتی متر بیشترین و کمترین میانگین قطر ساقه را داشتند (شکل ۵-۶). دلیل این امر را می توان این چنین بیان کرد که در تراکم های زیاد رقابت بین گیاهان مجاور برای جذب نور زیاد و این عامل، سبب افزایش ارتفاع و در نتیجه کاهش قطر ساقه می شود. همچنین مواد تنظیم کننده رشد گیاهی به خصوص اکسین در رشد طولی گیاهی موثرند، بر اثر نور، این هورمون تجزیه شده و فعالیت آن کاسته می شود. بنابراین در تراکم کم چون بوته ها نور بیشتری دریافت می کنند به علت تجزیه هورمون، رشد طولی کاسته و مواد فتوسنتزی در ساقه انباشته می شوند و قطر ساقه افزایش می یابد اما از طرفی قطع اندام های فوقانی در تراکم های بالاتر سبب نفوذ بیشتر نور به داخل کانوپی شده و تجزیه هورمون اکسین بیشتر صورت گرفته و تا حدودی مواد در داخل ساقه تجمع می یابند. نتایج این آزمایش با یافته های دانکن(۱۹۸۴)، دوستالک و هروسکا(۱۹۸۵)، آیوب و همکاران(۱۹۹۹) و وی پاون و همکاران(۱۹۹۵) مطابقت دارد.

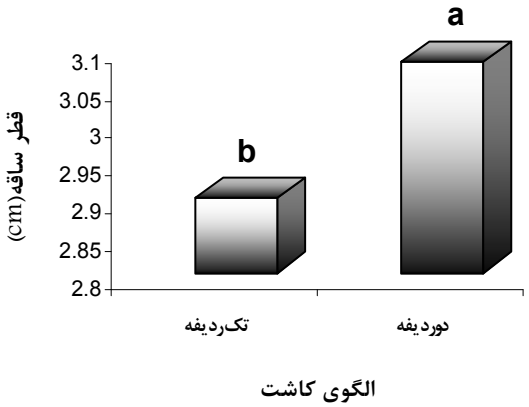
تاثیر الگوی کاشت نیز بر قطر ساقه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. قطر ساقه در الگوی کاشت دوردیفه ۳/۰۸ و در الگوی تک ردیفه ۲/۹۰ سانتی متر بود. مطابق شکل(۵-۷)، گیاه در الگوی دوردیفه به دلیل کاهش رقابت بین گیاهان و بین اندام گیاهی نسبت به الگوی تک ردیفه دارای قطر ساقه بیشتری بود. نتیجه حاصل در زمینه تاثیر الگوی کاشت بر قطر ساقه با نتایج بدست آمده توسط سیده وند و همکاران(۱۳۷۸) و زاهدی و رزمجو(۱۳۸۱) مطابقت دارد.

در این آزمایش اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف سبب اختلاف معنی داری بر قطر ساقه گردید. با توجه به مقایسه میانگین ها، تیمار D1S3 با قطر ساقه ۳/۳۳ سانتی متر و تیمارD3S2 با قطر ساقه ۲/۳۸ سانتی متر به ترتیب بیشترین و کمترین قطر را داشته اند(شکل۵-۸).

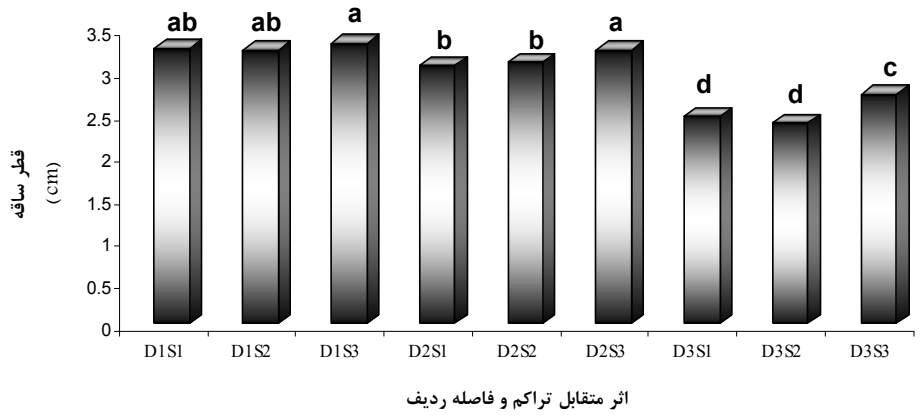
اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت، بر قطر ساقه موجب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ گردید. تیمار D1P2 با قطر ساقه ۳/۰۵ سانتی متر و تیمار D3P1 با قطر ساقه ۲/۸۵ سانتی متر به ترتیب بیشترین و کمترین قطر را داشته اند(شکل۵-۹).



شکل۵-۶. اثر تراکم بوته بر قطر ساقه ذرت

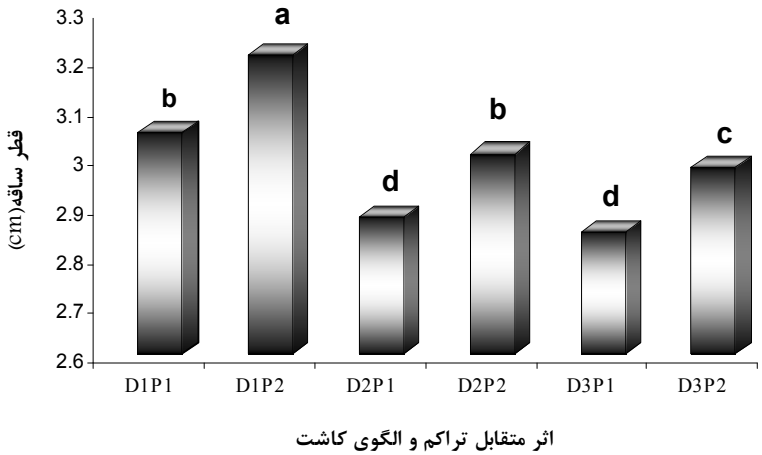


شکل۵-۷.اثر الگوی کاشت بر قطر ساقه ذرت



شکل ۵-۸. اثر تراکم و فاصله ردیف بر قطر ساقه ذرت

(; D2S1= 85000×70) cm(; D1S3=70000×80) cm(; D1S2= 70000×75) cm(D1S1=70000×70
)cm
)cm(D3S1=100000×70) cm(; D2S3=85000×80) cm(; D2S2=85000×75
.) cm(; D3S3=100000×80)cm(;D3S2=100000×75



شکل ۵-۹ . اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر قطر ساقه

تک ردیفه ×D2P1 = 85000 ; دوردیفه×D1P2 = 70000 ; تک ردیفه ×D1P1=70000

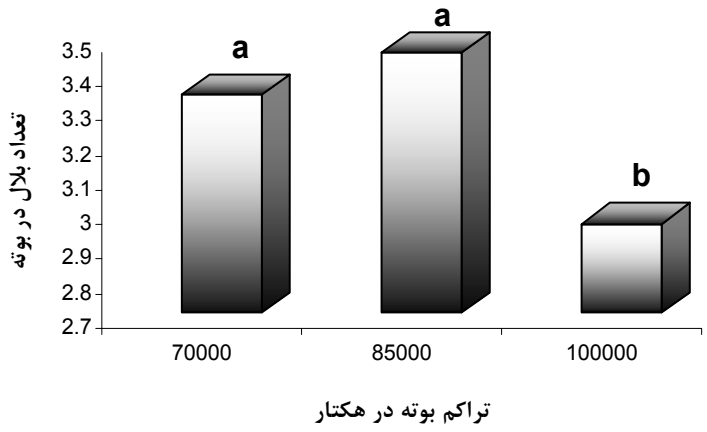
دوردیفه×D3P2 =100000 ; تک ردیفه ×D3P1=100000 ; دوردیفه × D2P2 =85000

۵-۲-۴- تعداد بلال در بوته

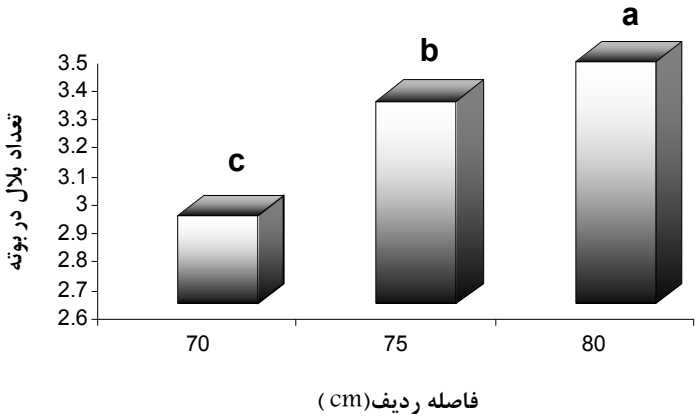
در این آزمایش تعداد بلال تحت تاثیر تراکم قرار گرفت. با افـزایش تـراکم بوتـه در واحـد سـطح تعداد بلال کاهش می یابد. به طوری که تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار ۳/۴۵ و تراکم ۱۰۰ هـزار بوتـه در هکتار ۲/۹۵ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد بلال را داشتند. نتیجه شبیه ایـن توسـط پریـور و راسل(۱۹۸۵)، تتیوکاگو و گاردنر(۱۹۸۸)، روی(۱۹۹۲)، بنیتز(۱۹۹۷)، تومسیون و جـوردن(۱۹۹۵) و اچارت و همکاران(۲۰۰۰) گزارش شده ولی صلاحی مقدم و رحیمیان(۱۳۷۳) و شـریف زاده(۱۳۷۰)، گزارش دادند که صفت تعداد بلال در گیاه ژنتیکی بوده و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطـی قـرار مـی گیرد.

نتایج این آزمایش نشان داد که اثر فاصله ردیف بر تعداد بلال معنی دار گردید و فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر ۳/۴۵ و فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر ۲/۹۵ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد بلال را داشتند.

در این آزمایش تاثیر الگوی کاشت بر تعداد بلال در بوته معنی دار نبود. به طوری که تعداد بلال در آرایش کشت دوردیفی ۳/۳۳ و در تک ردیفی ۳/۱۶ بود.



شکل۵-۱۰ . اثر تراکم بوته بر تعداد بلال در بوته



شکل۵-۱۱ . اثر فاصله ردیف بر تعداد بلال در بوته

۵-۲-۵- تعداد دانه در ردیف

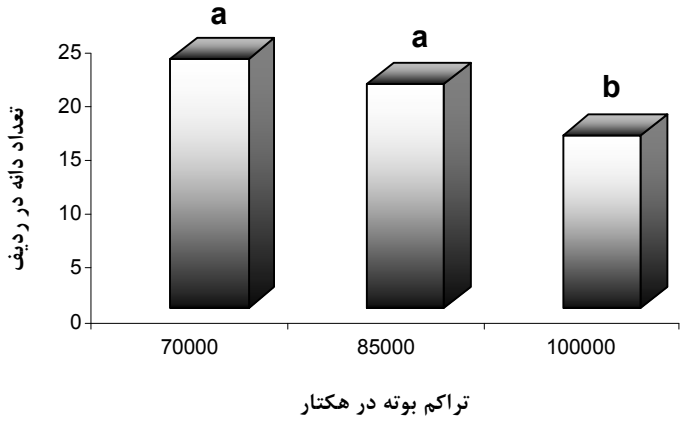
در این آزمایش اختلاف سطوح تراکم از نظر تاثیر بر تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. به طوری که تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار تعداد دانه در ردیف ۲۳/۰۴ ولی در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار تعداد دانه در ردیف ۱۵/۹۵ بود (شکل ۵-۱۲). با افزایش تراکم، تعداد دانه در ردیف کاهش یافت و این بدان معناست که با افزایش تراکم، به دلیل افزایش رقابت از میزان لقاح کاسته شد در نتیجه تعداد دانه ها در ردیف کاهش پیدا کرد. نتایج آزمایش با یافته های شریف زاده(۱۳۷۰)، رید و همکاران(۱۹۸۸)، ماچول(۱۹۸۸)، بایو و میترا(۱۹۸۹) و بنتیز(۱۹۹۷) مطابقت دارد. هاشمی دزفولی و هربرت(۱۹۹۳) و حسن زاده مقدم(۱۳۷۵) کاهش تعداد دانه در ردیف در اثر افزایش تراکم گیاهی را گزارش کرده و علت آن را به تعویق افتادن ظهور کاکل و در نتیجه عدم هماهنگی بین زمان تولید گرده و کاکل دهی، بیان کرده‌اند.

در این آزمایش تعداد دانه در ردیف تحت تاثیر فاصله ردیف قرار نگرفت. بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف به ترتیب مربوط به فاصله ردیف‌های ۸۰ سانتی‌متر(۲۰/۱۶) و ۷۰ سانتی‌متر(۱۹/۷۹) بوده است.

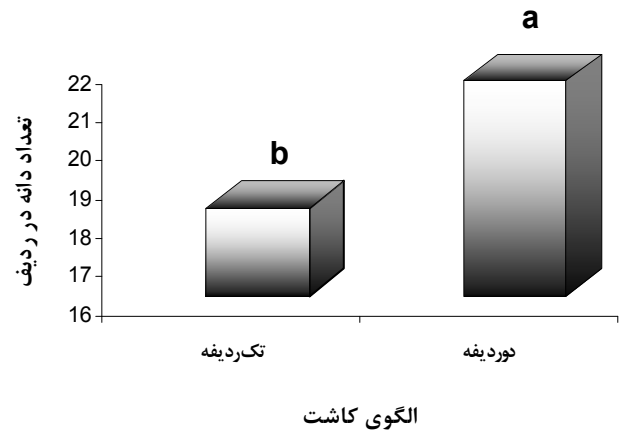
کاربرد دو الگوی متفاوت کشت، صفت تعداد دانه در ردیف را تحت تاثیر خود قرار داد. . مقدار این صفت در الگوی کشت دوردیفه ۲۱/۵۸ و در تک ردیفه ۱۸/۲۷ بدست آمد (شکل ۵-۱۳). این نتایج با نتایج مظاهری و همکاران(۱۳۷۸) و پوریوسف(۱۳۷۹) مطابقت دارد.

در این آزمایش اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت اختلاف معنی داری بر تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال ۵٪ ایجاد کرد. تیمار S3P2 با میانگین ۲۴/۳۷ بیشترین و تیمار S1P1 با میانگین ۱۹/۳۲ عدد کمترین تعداد دانه در ردیف را داشتند(شکل۵-۱۴).

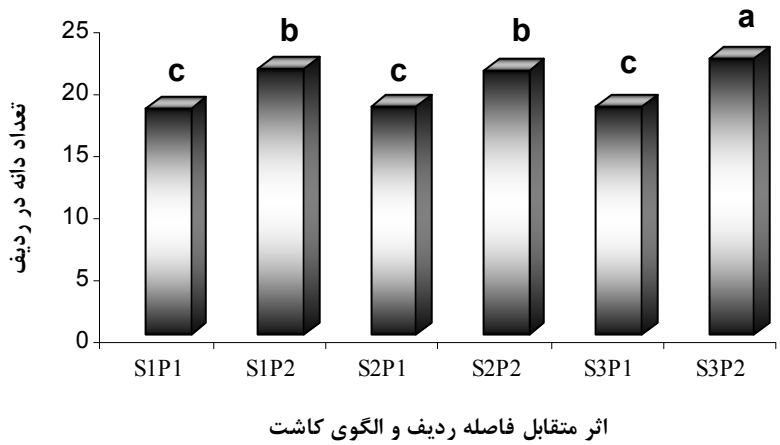
در این آزمایش اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت اختلاف معنی داری را بر تعداد دانه در ردیف ایجاد کرد.. با توجه به مقایسه میانگین ها، تیمار D1P2 با میانگین ۲۵/۲۵ بیشترین و تیمار D3P1 با میانگین ۱۴/۷۹ عدد، کمترین تعداد دانه در ردیف را داشتند(شکل ۵-۱۵).



شکل۵-۱۲. اثر تراکم بوته بر تعداد دانه در ردیف

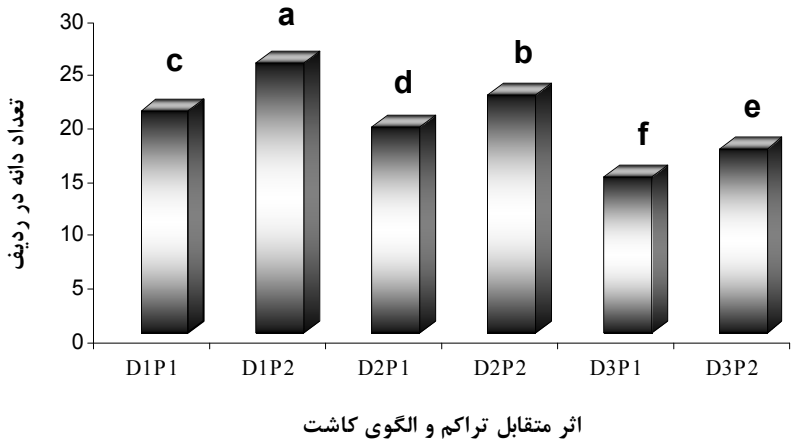


شکل۵-۱۳ . اثر الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف



شکل۵-۱۴. اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف

S_1P_1 = ۷۰ (cm) × تک ردیفه ; S_1P_2 = ۷۰ (cm) × دو ردیفه ; S_2P_1 = ۷۵ (cm) × تک ردیفه ;
S_2P_2 = ۷۵ (cm) × دو ردیفه ; S_3P_1 = ۸۰ (cm) × تک ردیفه ; S_3P_2 = ۸۰ (cm) × دو ردیفه



شکل۵-۱۵. اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر تعداد دانه در ردیف

تک ردیفه ×D2P1 = 85000 ; دوردیفه×D1P2 = 70000 ; تک ردیفه ×D1P1=70000

دوردیفه×D3P2 =100000 ; تک ردیفه ×D3P1=100000 ; دوردیفه × D2P2 =85000

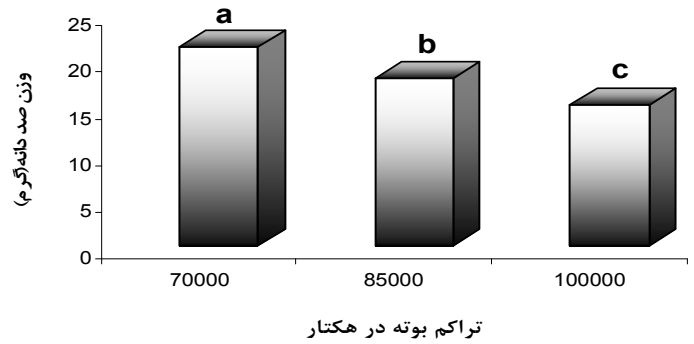
۵-۲-۶- وزن صد دانه

وزن صد دانه یکی از اجزاء مهم عملکرد می باشد که معمولا با کاهش تعداد دانه در بلال این پارامتر افزایش پیدا می کند. به عبارت دیگر گیاه سعی دارد مقدار کمتر دانه را با سنگین کردن دانه ها تا حدودی جبران کند. سطوح مختلف تراکم، تفاوت معنی داری را در وزن صد دانه موجب گردیدند، به طوری که در این آزمایش در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، وزن صد دانه(۱۵/۱۵ گرم) و در تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار(۲۱/۴۴ گرم) بود (شکل۵-۱۶).

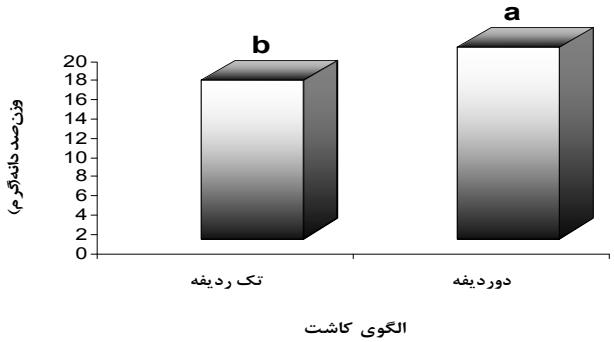
پژوهشگران زیادی گزارش کردند که با افزایش تراکم وزن صد دانه ذرت کاهش یافته است. نتایج حاصله با گزارش های گویل و پاندی(۱۹۹۸)، ماچول(۱۹۸۸)، بابو و میترا(۱۹۸۹)، روی(۱۹۹۲) و حسن(۲۰۰۰) مطابقت نداشت ولی در عین حال با نتایج تتیوکاگو و گاردنر(۱۹۸۸)، پنلیت(۱۹۷۹) و ولز(۱۹۹۳) مطابقت دارد.

تاثیر الگوی کاشت نیز بر وزن صد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. به طوری که وزن صد دانه در الگوی کاشت دوردیفه(۱۹/۹۵ گرم) و در تک ردیفه(۱۶/۴۷ گرم) بود(شکل ۵-۱۷).

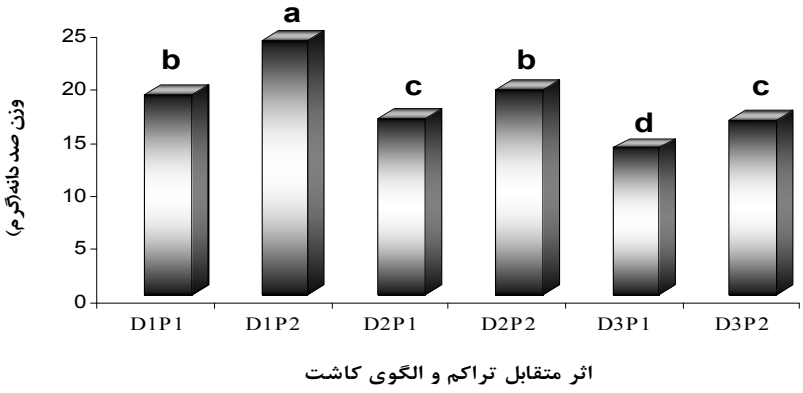
در این آزمایش اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت اختلاف معنی داری بر وزن صد دانه ایجاد کرد. تیمار D1P2 با میانگین (۲۴/۰۱ گرم) بیشترین و تیمار D3P1 با میانگین (۱۳/۸۵ گرم) عدد کمترین وزن صد دانه را داشتند(شکل۵-۱۸).



شکل۵-۱۶. اثر تراکم بوته بر وزن صد دانه



شکل۵-۱۷. اثر الگوی کاشت بر وزن صد دانه



شکل۵-۱۸. اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن صد دانه

تک ردیفه × D2P1 = 85000 ; دوردیفه× D1P2 = 70000 ; تک ردیفه × D1P1=70000

دوردیفه× D3P2 =100000 ; تک ردیفه × D3P1=100000 ; دوردیفه × D2P2 =85000

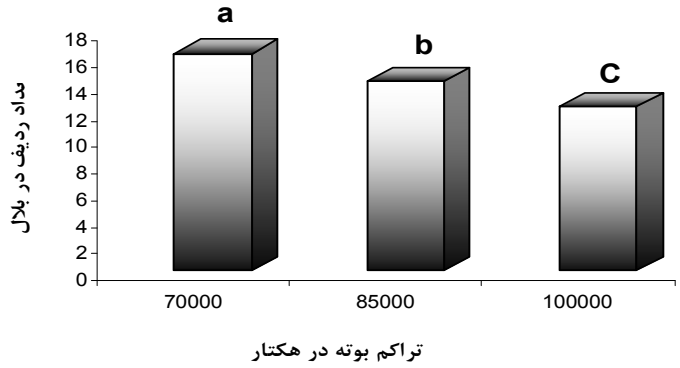
۵-۲-۷- تعداد ردیف دانه در بلال

نتایج حاصله از تجزیه واریانس تعداد ردیف در بلال نشان می دهد که این صفت تحت تاثیر تیمار تراکم قرار گرفت . با افزایش تراکم از تعداد ردیف در بلال کاسته شد که این امر ممکن است بدلیل رقابت بین گیاهان مجاور باشد و در نتیجه با کوچکتر شدن بلال ها از تعداد ردیف دانه در بلال نیز کاسته خواهد شد. یافته های بابو و میترا(۱۹۸۹)، بنیتز(۱۹۹۷) موید این ادعا می باشند.

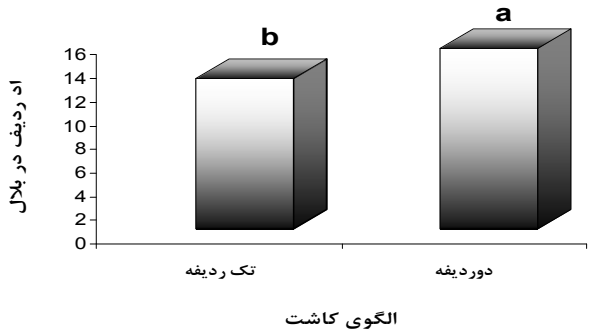
نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها، نشان می دهد که تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار با میزان ۱۵/۷۰ بیشترین تعداد ردیف در بلال و تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار با ۱۲/۲۹ کمترین تعداد ردیف در بلال را داشتند.

تاثیر الگوی کاشت نیز بر تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. به طوری که تعداد ردیف در بلال، در آرایش کشت دوردیفه ۱۵/۳۸ و در تک ردیفه ۱۲/۷۵ بود(شکل ۵-۲۰).

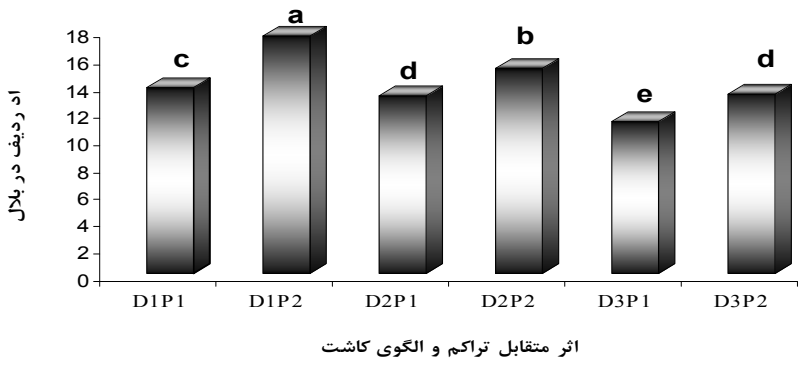
در این آزمایش اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت سبب اختلاف معنی داری بر تعداد ردیف دانه در بلال گردید. تیمار D1P2 با میانگین ۱۷/۵۸ و تیمار D3P1 با میانگین ۱۱/۲۵ عدد کمترین تعداد ردیف در بلال را داشتند(شکل۵-۲۱).



۵-۱۹. اثر تراکم بوته بر تعداد ردیف دربلال



شکل۵-۲۰. اثر الگوی کاشت بر تعداد ردیف در بلال



شکل۵-۲۱ . اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر تعداد ردیف در بلال

تک ردیفه ×D2P1 = 85000 ; دوردیفه×D1P2 = 70000 ; تک ردیفه ×D1P1=70000

دوردیفه×D3P2 =100000 ; تک ردیفه ×D3P1=100000 ; دوردیفه × D2P2 =85000

۵-۲-۸- عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک نشان داد که در این مورد بین تراکم های گیاهی مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ وجود داشت. بررسی مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک(۱۴۳۶/۷۲گرم در مترمربع) در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک(۱۲۵۵/۹۰ گرم در مترمربع) در تراکم ۷۰ هزار به دست آمد(شکل ۵-۲۲). احتمالا با ازدیاد تراکم بدلیل استفاده بهتر از منابع، عملکرد بیولوژیک افزایش می یابد و وزن خشک اندام هوایی در تراکم کاشت بالاتر را می توان به وجود تعداد بوته و ماده خشک بیشتر در واحد سطح مرتبط دانست دستفال(۱۳۷۶)، همتی(۱۳۷۸)، مظاهری و همکاران(۱۳۷۹) و دهینگرا و همکاران(۱۹۷۴).

نتایج این آزمایش نشان داد که فواصل مختلف ردیف بر عملکرد بیولوژیک تاثیر معنی داری داشت. میانگین بالاترین عملکرد بیولوژیک مربوط به فاصله ردیف۸۰ سانتی متر با میانگین (۱۳۶۹/۲۳ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر با میانگین (۱۳۰۶/۲۰ گرم در مترمربع) بود.

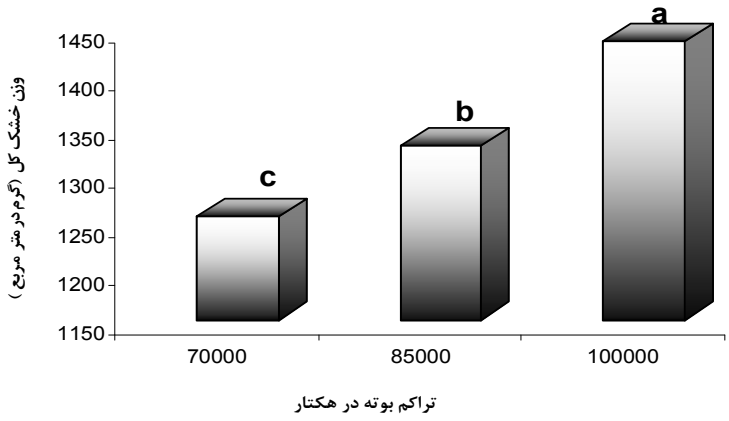
نتایج حاصله از تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیکی نشان داد اثر الگوی کاشت در سطح ۱٪ معنی دار بود، به طوری که عملکرد بیولوژیک در الگوی کاشت دوردیفه(۱۳۹۱/۱۱ گرم در مترمربع) و در تک ردیفه(۱۲۹۰/۲۹ گرم در مترمربع) بود.

با مقایسه میانگین ها در مورد عملکرد بیولوژیک می توان نتیجه گرفت که برتری الگوی دوردیفه، احتمالا بدلیل داشتن شاخص برگ بالاتر نسبت به الگوی تک ردیفه بود لذا گیاه در این الگو از نور بهره بیشتری برده و میزان فتوسنتز نیز افزایش یافت و از طرفی با افزایش جذب مواد غذایی و در پی آن افزایش رشد ریشه و جذب آب، اندام های زیرزمینی رشد بیشتری کردند و رشد ساقه و برگ زیاد

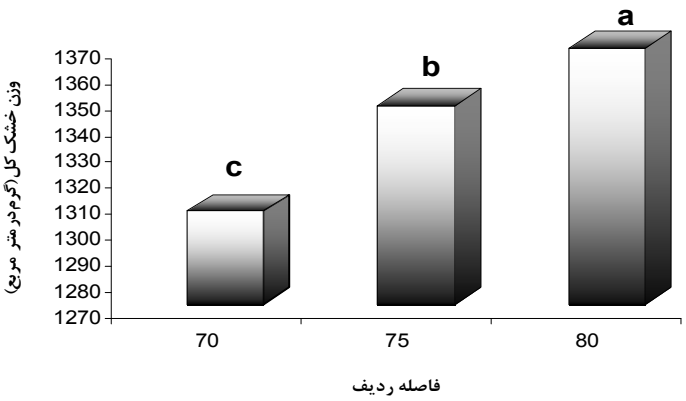
گردید و تولید ماده خشک کل افزایش یافت. همچنین روند رشد نسبی بالاتر در گیاهان کاشته شده در الگوی کاشت دوردیفه را می توان دلیلی برای تولید بیومس بیشتر مطرح نمود. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات زمانی(۱۳۷۲)، کرد(۱۳۷۵)، صابری و همکاران(۱۳۸۵)، دهینگرا و همکاران(۱۹۷۴)، نیلسون و همکاران(۱۹۸۸)، بولوت(۱۹۹۷) و بولاک و همکاران(۱۹۹۳) مطابقت دارد.

در این آزمایش اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف سبب اختلاف معنی داری بر عملکرد بیولوژیک، گردید. تیمار D3S3 با میانگین(۱۵۱۱/۴۴ گرم در مترمربع) بیشترین و تیمار D1S1 با میانگین (۱۲۲۶/۰۲ گرم در مترمربع) کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشته اند(شکل۵-۲۵).

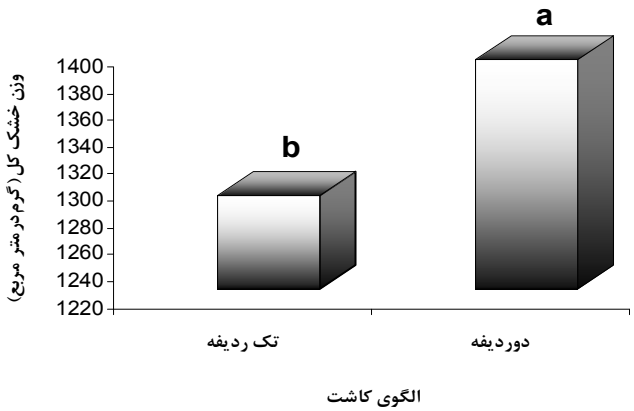
همچنین در این آزمایش اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت سبب اختلاف معنی داری بر عملکرد بیولوژیک در سطح آماری ۱٪ ایجاد کرد. تیمار S3P2 با عملکرد بیولوژیک(۱۴۱۹/۱۵ گرم در مترمربع) و تیمار S1P1 با عملکرد بیولوژیک(۱۲۶۸/۰۷ گرم در مترمربع) به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند(شکل ۵-۲۶).



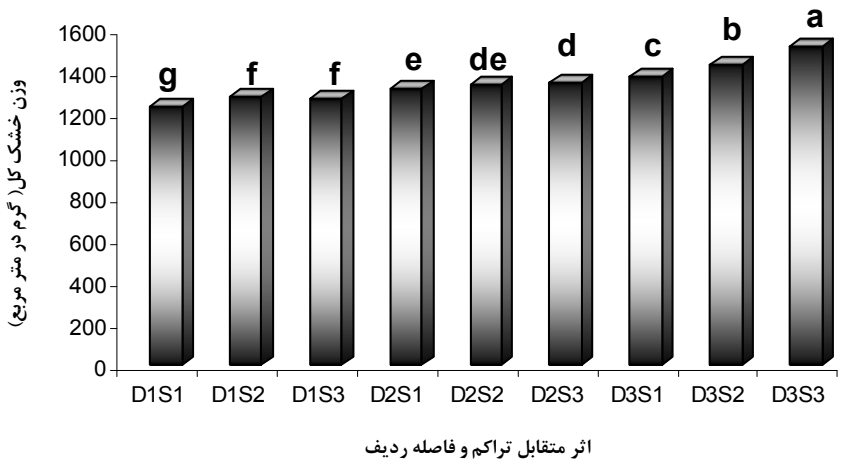
شکل ۵-۲۲. اثر تراکم بوته بر وزن خشک کل ذرت



شکل ۵-۲۳. اثر فاصله ردیف بر وزن خشک کل ذرت

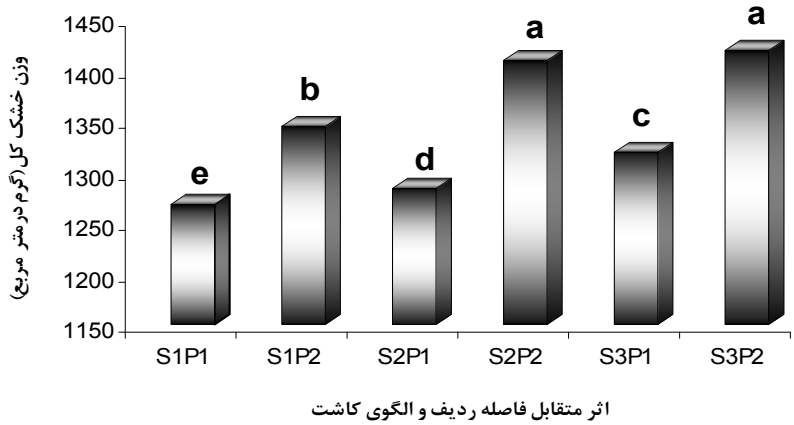


شکل۵-۲۴. اثرالگوی کاشت بروزن خشک کل ذرت



شکل۵-۲۵. اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن خشک ذرت

(; D2S1= 85000×70) cm(; D1S3=70000×80) cm(; D1S2= 70000×75) cm(D1S1=70000×70
)cm
)cm(D3S1=100000×70) cm(; D2S3=85000×80) cm(; D2S2=85000×75
.) cm(; D3S3=100000×80)cm(;D3S2=100000×75



شکل۵-۲۶ . اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک ذرت

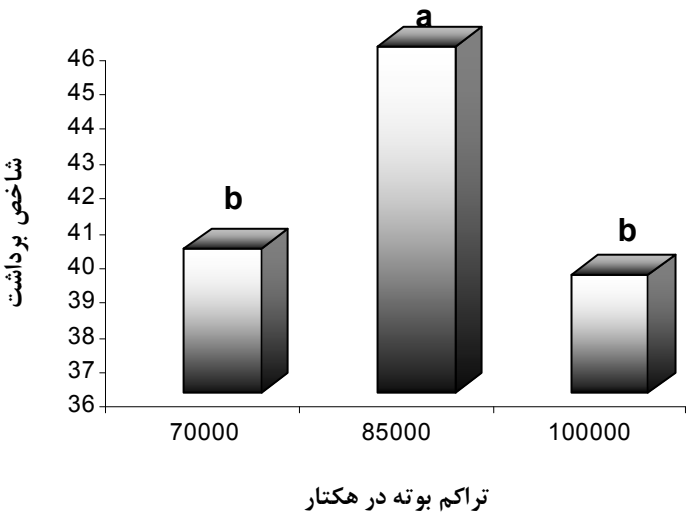
; تک ردیفه × ۷۵ (cm) = S_2P_1 ; دو ردیفه× ۷۰ (cm) = S_1P_2 ; تک ردیفه × ۷۰ (cm) = S_1P_1
دو ردیفه× ۸۰ (cm) = S_3P_2 ; تک ردیفه × ۸۰ (cm) = S_3P_1 ; دو ردیفه × ۷۵ (cm) = S_2P_2

۵-۲-۹- شاخص برداشت

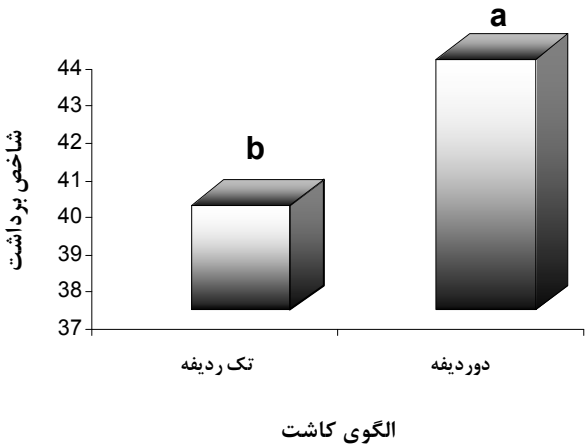
نتایج این آزمایش نشان داد که تراکم تاثیر معنی داری با احتمال ۱٪ روی شاخص برداشت داشت. به طوری که تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار با شاخص برداشت ۴۵/۹۱٪ نسبت به تراکم ۷۰ و۱۰۰ هزار بوته در هکتار، ماده خشک بیشتری به عملکرد دانه اختصاص داد(شکل ۵-۲۷).

در تراکم های زیاد هر چند شاخص سطح برگ و عملکرد ماده خشک افزایش می یابد ولی به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان ضریب برداشت یا نسبت دانه به ماده خشک کاهش می یابد.نتایج حاصله با گزارش های تولنار و همکاران(۱۹۷۹)، دانکن(۱۹۸۴) و تتیو و گاردنر(۱۹۸۸) مطابقت داشت.

تاثیر الگوی کاشت بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. به طوری که شاخص برداشت، در الگوی کاشت دوردیفه ۴۳/۷۷٪ و در تک ردیفه ۳۹/۸۳٪ بود (شکل۵-۲۸).



شکل۵-۲۷ . اثر تراکم بوته بر شاخص برداشت ذرت



شکل ۵-۲۸ . اثر الگوی کاشت بر شاخص برداشت

۵-۳- تجزیه و تحلیل رشد

رشد یکی از مهمترین پدیده های طبیعی است که به طور مداوم و با سرعتی کم و بیش متغییر در جوامع گیاهی اتفاق می افتد. غالبا محققین علاوه بر عملکرد نهایی گیاه حوادث طول فصل رویش که به طور مستقیم یا غیرمستقیم برروی نتیجه نهایی گیاه تاثیر می گذارند را مورد بررسی قرار می دهند. تجزیه و تحلیل رشد روشی است برای بررسی تاثیر هر یک از عوامل موثر بر عملکرد و تکامل گیاه، که براساس مواد فتوسنتزی خالصی که در طول زمان و به طور طبیعی ایجاد و تجمع یافته صورت می گیرد.

لازمه تجزیه و تحلیل رشد اندازه گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فواصل زمانی مکرر است. عده ای از محققین معتقدند که برای دستیابی به تجزیه و تحلیل رشد اندازه گیری دو پارامتر مذکور می بایست برروی تعداد زیادی از گیاهان و به فاصله زمانی یک تا دو هفته یک بار انجام شود، ولی عده ای از دانشمندان نظیر هانت، اندازه گیری وزن خشک و سطح برگ را با فواصل زمانی کمتر توصیه می کنند (آبشاهی، ۱۳۷۲).

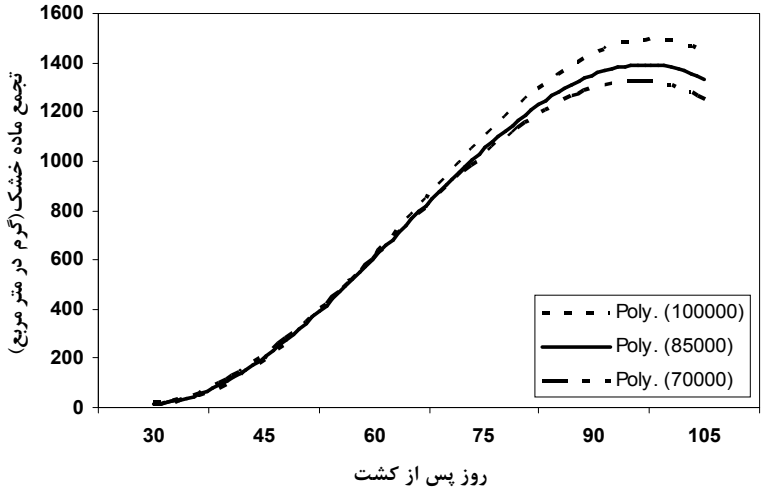
۵-۳-۱- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر عملکرد کل ماده خشک گیاه (TDM)

تغییرات وزن خشک کل در ذرت از یک تابع درجه دوم پیروی می کند، به طوری که در ابتدا افزایش، و در انتهای دوره رشد کاملا متوقف می شود.

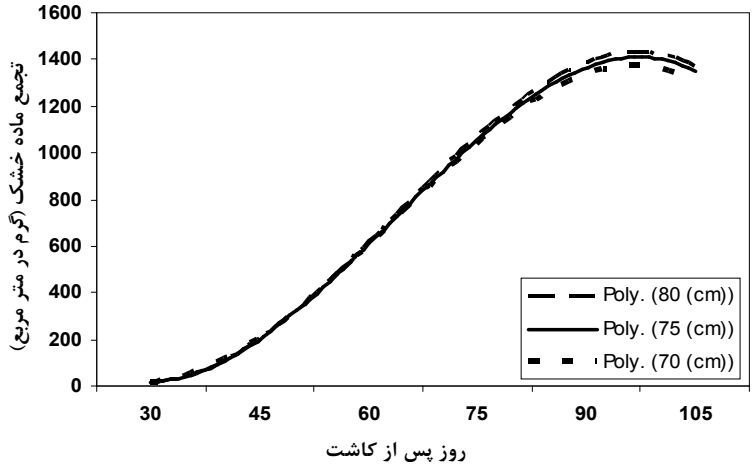
همانگونه که در شکل (۵-۲۹) مشاهده می شود تولید ماده خشک در طی فصل رشد در تمامی سطوح تراکم افزایش یافته و در انتها ثابت گردید. در این تحقیق سطوح بالاتر تراکم، عملکرد کل ماده خشک بیشتری را در طول فصل رشد نشان دادند و این اختلاف در پایان فصل به بیشترین مقدار خود رسید. مظاهری و همکاران (۱۳۸۵)، بذرافشان و همکاران (۱۳۸۱)، صابری و همکاران (۱۳۸۵)،

یائو(۱۹۶۴)، پندلتون و پرتس (۱۹۶۶) و کـوکس (۱۹۹۶) نیـز در تحقیقـات خـود نـشان دادنـد کـه عملکرد ماده خشک در تراکم های بالاتر افزایش می یابد. در این تحقیق فاصله ردیف ۸۰ سانتی متـر بیشترین مقدار عملکرد کل ماده خشک را به خود اختصاص داد (شکل۵-۳۰).

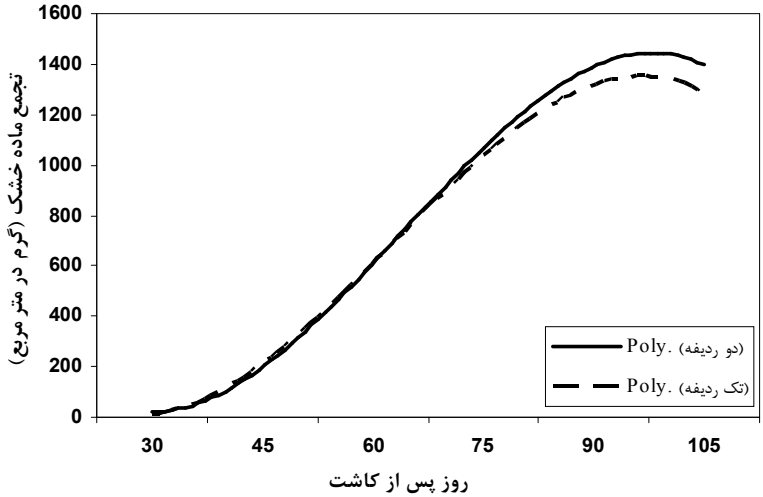
الگوهای مختلف کاشت در این آزمایش عملکرد ماده خشک را تحت تاثیر خود قرار دادند(شکل ۵-۳۱). در تحقیقات زاهـدی و رزمجـو (۱۳۸۱)، صـابری و همکـاران (۱۳۸۵) و مظـاهری و همکـاران (۱۳۷۸) نیز عملکرد کل ماده خشک تحت تاثیر الگوی کاشت قرار گرفت. همانطور که در شـکل (۵-۳۱) دیده می شود الگوی دوردیفه نسبت به الگوی تک ردیفه در بیشتر فصل رشد برتری نشان داد.



شکل۵-۲۹. اثر تراکم گیاهی بر تجمع ماده خشک



شکل ۵-۳۰. اثر فاصله ردیف بر تجمع ماده خشک



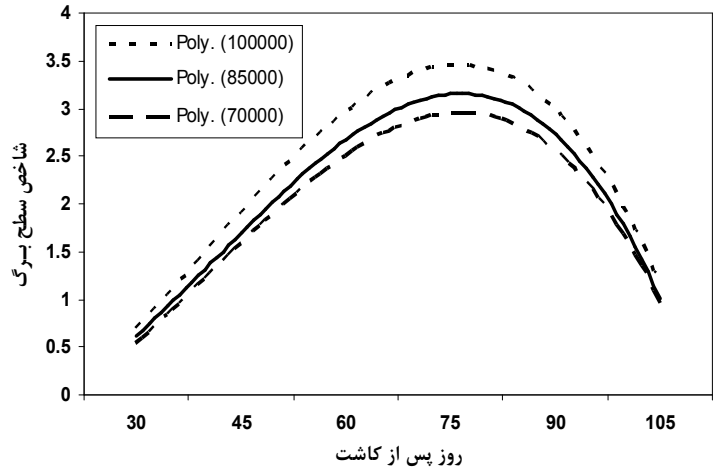
شکل ۵-۳۱. اثر الگوی کاشت بر تجمع ماده خشک

5-۳-۲-اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ (LAI)

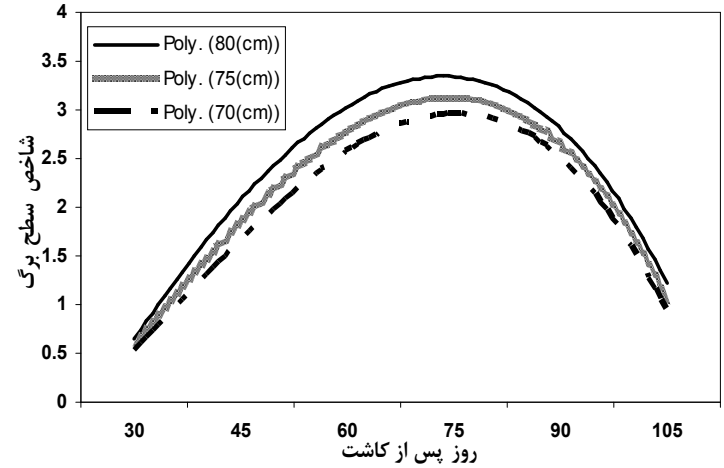
شاخص سطح برگ از عوامل مهم فیزیولوژیک موثر در رشد گیاه و در نتیجه عملکرد نهایی آن به شمار می آید و تحت تاثیر شرایط محیط کشت گیاه قرار می گیرد. افزایش شاخص سطح برگ به دلیل ارتباط تنگاتنگ و مثبتی که با جذب تشعشع دارد، عملکرد ماده خشک را افزایش می دهد و این همبستگی تا رسیدن به شاخص سطح برگ بحرانی ادامه دارد. به طور کلی شاخص سطح برگ بیان کننده سطح برگ (فقط یک طرف) به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است. شاخص سطح برگ یک، مساوی یک واحد از مساحت سطح برگ در واحد سطح زمین است که بطور نظری می تواند تمام نور دریافتی را جذب نماید، ولی با توجه به شکل، نازکی(نور عبور کرده) و زاویه برگها، بندرت تمام نور را دریافت می کنند. معمولا LAI مساوی ۳-۵ جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات لازم است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۲).

نتایج آزمایش نشان داد که سطح برگ تحت تاثیر تراکم های مختلف گیاهی قرار گرفت و تراکم های بیشتر دارای شاخص سطح برگ بالاتری بودند(شکل۵-۳۲). 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) و راجا (۲۰۰۱). در این مطالعه شاخص سطح برگ، در زمان ظهور تاج گل به بیشترین میزان خود رسید و بعد از آن به علت پژمرده شدن برگهای پایین تر رو به کاهش گذاشت (شکل۵-۳۲). 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. همانگونه که در شکل (۵-۳۳) مشاهده می شود بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر و به میزان ۳/۲۱ بود.

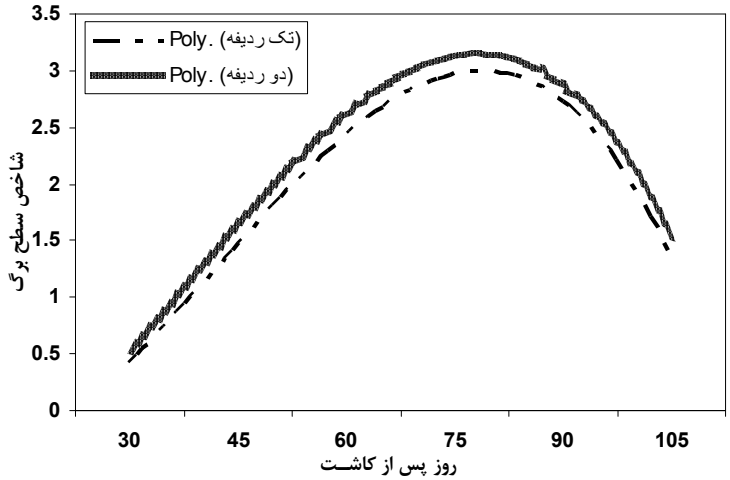
الگوی کاشت نیز شاخص سطح برگ را تحت تاثیر خود قرار داد. شکل۵-۳۴ نشان می دهد که گیاهان با آرایش کاشت دوردیفه در مقابل آرایش معمول کاشت دارای شاخص سطح برگ بیشتری بودندکه این مقادیر به ترتیب برابر با ۳/۲۳ و ۳/۰۲ بود. نتایج بدست آمده با نتایج نیلسون و همکاران (۱۹۸۸)، بولاک و همکاران (۱۹۹۳) و باویس (۲۰۰۲) مطابقت دارد. صابری و همکاران (۱۳۸۱) نیز برتری آرایش کاشت دوردیفه نسبت به تک ردیفه را از نظر صفت شاخص برگ مشاهده نمودند. نتیجه بدست آمده از تیمار الگوی کاشت با نتایج فتحی (۱۳۸۰) مطابقت نداشت. گیاهان در آرایش دوردیفه از فضای بیشتری استفاده نمودند، برگها 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 دوردیفه 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 (عجم نوروزی و بحرانی، ۱۳۷۴).



شکل ۵-۳۲. اثر تراکم برشاخص سطح برگ



شکل ۵-۳۳. اثر فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ



شکل ۵-۳۴. اثر الگوی کاشت بر شاخص سطح برگ

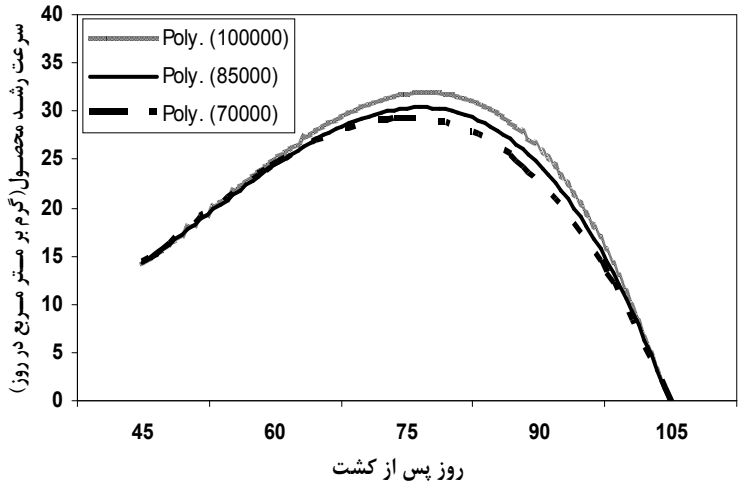
5-۳-۳- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول، افزایش وزن اجتماع گیاهی در واحد سطح زمین در واحد زمان می باشد و به طور وسیعی در تجزیه و تحلیل رشد محصولات به کار گرفته شده است.

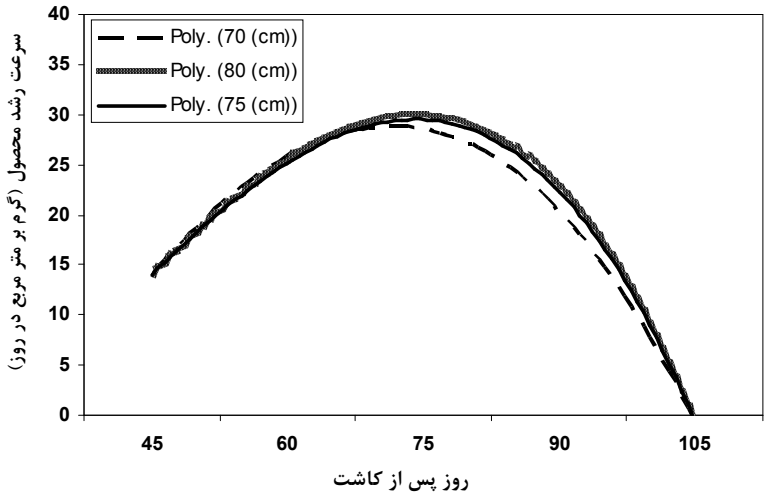
همانگونه که در شکل ۵-۳۵ مشاهده می شود سرعت رشد محصول در تراکم بالاتر در مراحل مختلف رشدی افزایش یافت. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) و هانتر و همکاران (۱۹۸۲) نیز در مطالعات خود مشاهده نمودند که افزایش تراکم سرعت رشد محصول را افزایش می دهد. با افزایش تعداد بوته سرعت رشد گیاه افزایش یافته که این امر می تواند به علت افزایش شاخص سطح برگ و جذب بیشتر نور توسط کانوپی باشد. این موضوع به علت ارتباط مستقیم بین شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه می باشد. با توجه به شکل ۵-۳۵ در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار بالاترین مقدار(۳۴/۹۳ گرم بر مترمربع در روز) CGR مشاهده گردید. همانگونه که در شکل (۵-۳۶) مشاهده می شود فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر بیشترین سرعت رشد گیاه را به خود اختصاص داد.

شکل (۵-۳۷) نشان می دهد که سرعت رشد گیاه در آرایش های مختلف کاشت تفاوت نشان داد. پندلتون (۱۹۶۶)، بولاک و همکاران (۱۹۹۳) و نیلسون و همکاران (۱۹۹۸) نیز تفاوت سرعت رشد گیاه را در آرایش های مختلف کاشت مشاهده نمودند.

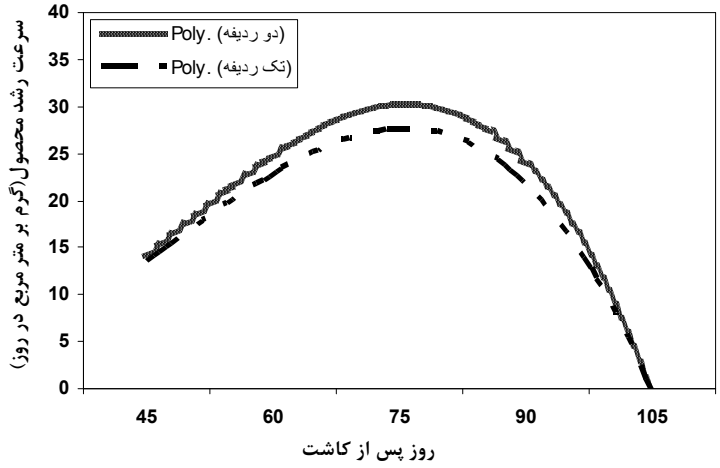
در این آزمایش مشاهده شد که گیاهان با الگوی کاشت دوردیفه(۳۳/۴۴ گرم بر متر مربع در روز) نسبت به تک ردیفه(۳۳/۲۳ گرم بر متر مربع در روز) دارای سرعت رشد محصول بیشتری هستند (شکل۵-۳۷). الگوی دوردیفه احتمالا بعلت ایجاد پوشش کاملتر و تولید LAI بیشتر و نهایتا میزان جذب نور بیشتر، سرعت رشد گیاهی را افزایش داد.



شکل ۵-۳۵. اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد محصول



شکل ۵-۳۶. اثر فاصله ردیف بر سرعت رشد محصول



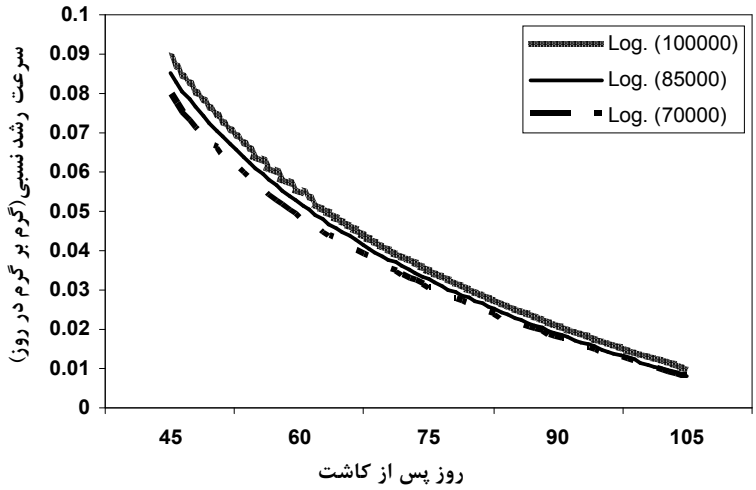
شکل ۵-۳۷.اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد محصول

۵-۳-۴- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی (RGR)

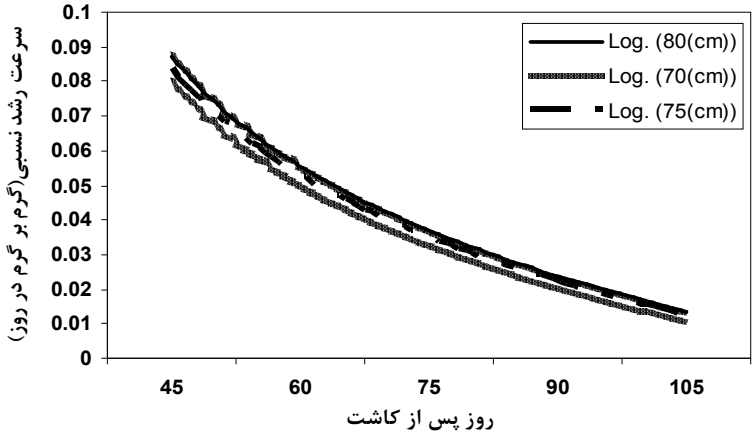
سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت بـه وزن اولیـه در یـک فاصـله زمـانی مشخص است. شکل ۵-۳۸ نشان می دهد که سرعت رشد نسبی در تـراکم هـای مختلـف گیـاهی بـا گذشت زمان کاهش یافت. مظاهری و همکاران (۱۳۷۹)، بولاک (۱۹۹۳)، کوکس (۱۹۹۶) و سولـسکا (۱۹۹۰) در تحقیقات خود به کاهش شاخص سرعت رشد نسبی با افزایش سطوح تراکم پی بردنـد. بـا توجه به شکل۵-۳۸ در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار بـالاترین مقـدار(۰/۰۸۳گـرم بـر گـرم در روز) RGR مشاهده گردید.

در این تحقیق فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر بیشترین مقدار سرعت رشد نسبی را به خود اختصاص داد، به طوری که آهنگ کاهش سرعت رشد نسبی در فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر نسبت به دیگـر سـطوح کندتر بود(شکل۵-۳۹).

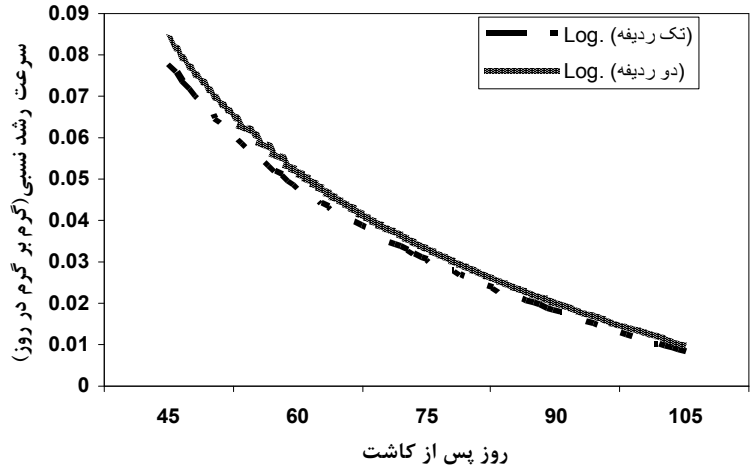
همانگونه که در شکل ۵-۴۰ مشاهده می شود آرایش کاشت سرعت رشد نسبی را تحت تاثیر خـود قرار داد. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸)، نیلسون و همکاران (۱۹۸۸) و بولاک و همکاران (۱۹۹۳) نیـز در مطالعات خود تاثیر پذیری سرعت رشد نسبی از الگوهای مختلف کاشت را مشاهده نمودند. در این آزمایش آرایش کاشت دوردیفه(۰/۰۸۲گرم بر گرم در روز) از نظر سرعت رشد نسبی نسبت به آرایـش تک ردیفه(۰/۰۷۸گرم بر گرم در روز) برتری نـشان داد (شـکل ۵-40). صـابری و همکـاران (۱۳۸۱) دریافتند که در آرایش کاشت دوردیفه فضای بیشتر موجود برای هر بوته و امکان دستیابی افزون تر به منابع آب، نور و مواد غذایی بخصوص در اواخر فصل، سرعت رشد نسبی را افزایش داد.



شکل ۵-۳۸. اثر تراکم گیاهی بر سرعت رشد نسبی



شکل ۵-۳۹. اثر فاصله ردیف بر سرعت رشد نسبی

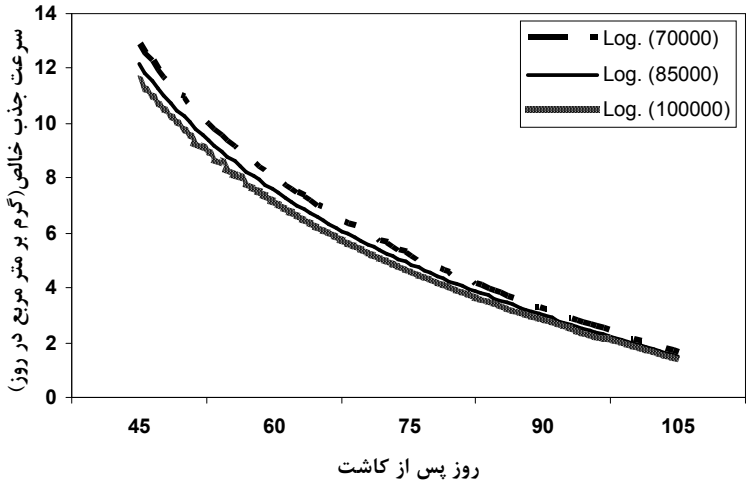


شکل ۵-۴۰. اثر الگوی کاشت بر سرعت رشد نسبی

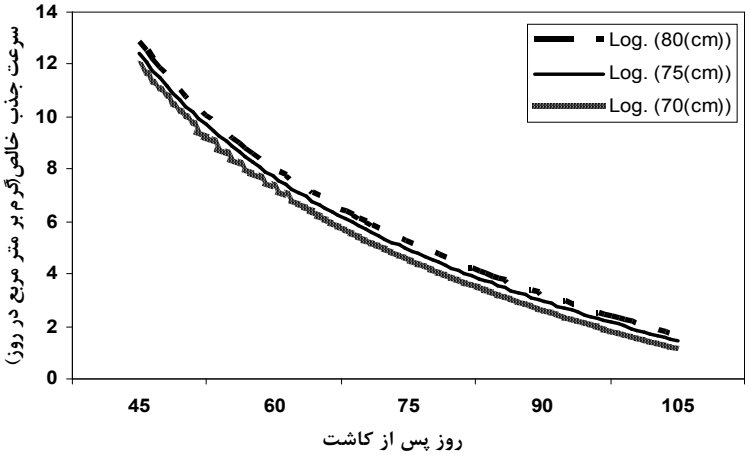
۵-۳-۵- اثر تراکم گیاهی، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص (NAR)

سرعت آسیمیلاسیون خالص، مقدار مواد فتوسنتزی ساخته شده در واحد سطح برگ در واحد زمان می باشد. در این آزمایش همانگونه که در شکل ۵-41 مشاهده می گردد سرعت جذب خالص در اوایل فصل رشد بیشترین مقدار را داشت اما با گذشت زمان 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 آسیمیلاسیون خالص در گیاهان می گردد. در تراکم زیاد به علت سایه اندازی زیاد برگها روی یکدیگر مقدار سرعت جذب خالص کاهش یافت. البته آهنگ کاهش سرعت جذب خالص در تراکم بیشتر یعنی ۱۰۰ هزار بوته در هکتار کندتر می باشد. همانگونه که در شکل ۵-۴۲ مشاهده می شود فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر بیشترین سرعت جذب خالص را به خود اختصاص داد .

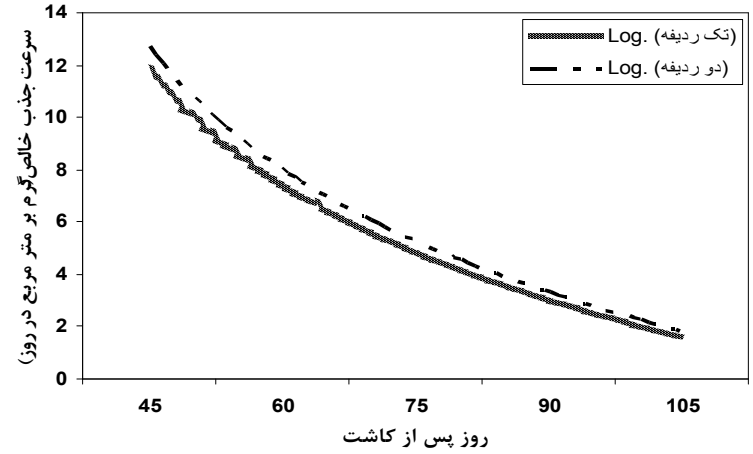
همانگونه که در شکل ۵-۴۳ مشاهده می گردد سرعت جذب خالص در دو الگوی کاشت اختلاف داشت. به گونه ای که بیشترین آسیمیلاسیون خالص گیاهان با آرایش دوردیفه حاصل گردید. سیده وند و همکاران (۱۳۷۸) و بولاک و همکاران (۱۹۹۳) نیز در تحقیقات خود برتری سرعت جذب خالص را در الگوی دوردیفه مشاهده نمودند و دلیل آن را نفوذ و توزیع یکنواخت نور در بالای پوشش گیاه ذکر نمودند. در آرایش کاشت دوردیفه به نظر می رسد فضای موجود بیشتر برای هر بوته و امکان دستیابی افزون تر به منابع آب، نور 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 ۵-۴۱. اثر تراکم گیاهی بر سرعت جذب خالص



شکل ۵-۴۲. اثر فاصله ردیف بر سرعت جذب خالص



شکل ۵-۴۳. اثر الگوی کاشت بر سرعت جذب خالص

۵-۴- نتیجه گیری

در یک نتیجه گیری کلی به نظر می رسد، افزایش بازده تولید ذرت در واحد سطح در گرو استفاده مناسب از نهاده ها و امکانات موجود می باشد. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان می دهد:

۱- اثر تراکم بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک تاسل، وزن خشک پوست بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، وزن صد دانه، وزن چوب بلال، وزن دانه در بلال، وزن خشک کل و شاخص برداشت معنی دار گردید.

۲- در این تحقیق تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشت.

۳- تاثیر فاصله ردیف بر وزن پوست بلال، وزن چوب بلال، وزن خشک کل، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک بلال معنی دار بود و فاصله ردیف ۸۰ سانتیمتر بیشترین تاثیر را بر صفات فوق داشت

۴- اثر الگوی کاشت بر تمامی صفات مذکور غیر از وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و تعداد بلال معنی دار گردید و الگوی کاشت دو ردیفه بیشترین تاثیر را بر صفات فوق الذکر داشت.

۵- بین شاخصهای رشد نظیر NAR,LAI,RGR,CGR,TDM در تراکم های مختلف ، فواصل ردیف و الگوی کاشت اختلاف مشاهده گردید که این اختلافات در مرحله گلدهی مشهود بود.

۵-۵- پیشنهادات

۱- نظر به اینکه آزمایش فوق در یک سال زراعی انجام شده است، جهت بررسی دقیق تر حداقل به مدت یک سال دیگر آزمایش تکرار شود.

۲- امروزه استفاده از تراکم های بالا در زراعت یکی از روشهای عملی جهت کسب حداکثر عملکرد است، لذا باید از ارقامی استفاده کنیم که دارای قابلیت تراکم پذیری بالا باشند.

۳- در خصوص فاصله ردیف، فاصله ردیف های کاشت کمتر از ۷۰ سانتی متر نیز بررسی گردند.

۴- از آن جایی که اثر آرایش بوته ها بر محصول زراعی در محدوده تراکم های معمول اندک است، تاثیر تراکم های بالاتر از ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در آرایش کاشت دوردیفه بررسی شود.

۵- با توجه به کمبود آب در کشور بررسی های لازم جهت تعیین فاصله دور آبیاری در آرایش های تک ردیفه و دوردیفه صورت گیرد.

فصل ششم

منابع و مراجع

منابع :

۱. آبـشاهی، ا. (۱۳۷۲). « **مطالعه مسیر ایزوتوپ پایدار نیتروژن در تنـاوب زراعـی**» ، دومـین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۲. احمـد زاده، ا. (۱۳۷۰). « **رابطه جهت و فواصل ردیف های کاشت ذرت با جذب نور و سـایه سازی آنها بر روی هم و تأثیر این فاکتورها در رشد و عملکـرد ایـن محـصول**». بخـش ذرت وزارت کشاورزی.

۳. احمدی، ن. (۱۳۶۳). « **فیزیولوژی گیاهی**». مرکز نشر دانشگاهی تهران.

۴. اکبـری، غ. (۱۳۷۰). « **بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بـر رشـد، عملکـرد و اجـزاء عملکرد ذرت دانه ای در اصفهان**». پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. اکبری ،غ. (۱۳۷۹). « **بررسی عوامل فیزیولوژی و مرفولوژی، فاکتورهای محیطی و عناصـر غذایی بر مراحل رشد رویشی و زایشی ذرت**». رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

۶. امامی ،ع. (۱۳۷۵). « **روش های تجزیه گیاه**». جلد اول، موسـسه تحقیقـات خـاک و آب، وزارت کشاورزی.

۷. بانک ساز ا. (۱۳۷۳). « مشخصات ژنتیکی و زراعی ارقام ذرت رایج در کـشور». **چکیـده مقـالات سمینار ذرت دانه ای وزارت کشاورزی**.

۸.. بانکه ساز، ا. (۱۳۷۸).« **دستور العمل کاشت دو ردیفه ذرت**». موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

۹. برارپور.م. ت. (۱۳۷۸). « **اکولوژی گیاهان زراعی (جزوه درسی)**» دانـشکده کشاورزی،دانـشگاه مازندران.

۱۰. پرسـتار، ح. (۱۳۷۶). « **بررسی اثر تراکم های مختلف بر عملکرد و اجـزای عملکـرد ۶ رم هیبرید ذرت**».پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران.

۱۱. پور یوسف ، م. (۱۳۸۰). « **تأثیر الگوی کاشت و تراکم گیاهی بر روی شاخصهای فیزیولوژیکی عملکرد اجزای عملکرد و رقم هیبرید ذرت.**» پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۲. تاجبخش، م. (۱۳۷۵). « **ذرت (زراعت، اصلاح، آفات و بیماری های آن)**». انتشارات احراز تبریز.

۱۳. جاسمی، ش. (۱۳۷۷). « **تأثیر تراکم روی عملکرد کمی و کیفی ذرت سیلویی در شرایط آب و هوایی اهواز**»، چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۱۴. حبیبی، ف. (۱۳۸۰). « **بررسی اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد دانه و علوفه دو هیبرید ذرت.**»، پایان نامه کارشاسی ارشد.دانشکده کشاورزی، آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

۱۵. خدابنده ن. (۱۳۷۴). « **زراعت غلات**». مرکز نشر دانشگاهی تهران.

۱۶. خدابنده ن. (۱۳۷۵). « **زراعت نباتات علوفه ای (جزوه درسی)**».دانشکده کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۷. خدابنده، ن.(۱۳۷۹)، « **زراعت غلات**». انتشارات سپهر تهران.

۱۸. دارخال ، ه. (۱۳۷۴). « **بررسی و تعیین مناسب ترین نسبت نیتروژن و فسفر در زمانهای مصرف روی گیاه ذرت.**» پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۹. رحیمیان، ح.، کوچکی، ع و زند، ا. (۱۳۷۷). « **تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی**». انتشارات نشر آزمون کشاورزی.

۲۰. زمانی، غ، (۱۳۷۲). « **بررسی اثر آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای**». پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸ صفحه.

۲۱. سجادی، ع. (۱۳۶۵). « **کشت ذرت**». شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس وابسته به وزارت نیرو.

۲۲. سرمدنیا، غ. و عوش کوچکی ، ع. (۱۳۷۳). « **فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه)** ». انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۲۳. سنجری ا.ق. (۱۳۶۸). « **مرفولوژی و زراعت گیاه ذرت** ».مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

۲۴. سیادت ، ع. (۱۳۶۸). « **زراعت غلات**».دانشگاه شهید چمران(جزوه درسی).

۲۵. سیده وند، م. (۱۳۷۹). « **بررسی تأثیر تغییر الگوی کاشت بر روی شاخصهای فیزیولوژیکی رشد و عملکرد ذرت دانه ای و علوفه ای سینگل کراس ۷۰۴**»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۲۶. سیده وند، م. ولیزاده، ج. قنادها. م. و بانکه ساز، ا. (۱۳۷۸). « **بررسی اثر تراکم و الگوی کاشت روی برخی خصوصیات زراعی ذرت**». پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تهران.

۲۷. شریف زاده، ف. (۱۳۷۰). « **اثرات تراکم بوته بر رشد و عملکرد و اجزاء هیبریدهای ذرت**»،پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت.دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲۸. شریفی تهرانی ف. (۱۳۷۸). « **بررسی اثرات تراکم بوته و تقسیط کود اوره برعملکرد و خصوصیات کمی ذرت آجیلی رقم.KSC 600P.C (شکوفه)** ».پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۲۹. شورگشتی ، م.(۱۳۷۷). « **بررسی انتخاب بهترین الگوی کاشت و تراکم و تأثیر آنها بر روی صفات کیفی و کمی ذرت سیلویی SC704 تحت شرایط آب و هوایی کرج**»، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد کرج.

۳۰. صابری ، ع.، مظاهری، د. و حیدری شریف آباد، ح.(۱۳۸۵). « **بررسی اثرات آرایش کاشت و تراکم بوته بر شاخص های فیزیولوژیکی و روند تجمع ماده خشک ذرت تری وی کراس۶۴۷** ». ویژه نامه زراعت و اصلاح نبات. جلد ۱۳.

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

۳۲. صادقی، ف. (۱۳۸۴). « **اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه هیبرید متوسط رس ذرت (KSC647)** » علوم کشاورزی ومنابع طبیعی استان کرمانشاه. نهال و بذر ۱۲(۴) : ۶۱-۷۰.

۳۳. صلاحی مقدم، م. و رحیمیان مشهدی، ح. (۱۳۷۳). « **بررسی امکان استفاده دو منظوره از ذرت جهت تولید دانه و علوفه**»، انتشار نیافته (ارائه شده در سومین کنگره زراعت و اصلاح نباتات).

۳۴. صوفیان م. (۱۳۷۶) « **بررسی اثرات تغییر الگوی کاشت و تراکمهای مختلف بر شاخص های فیزیولوژیک رشد و عملکرد ذرت دانه ای و علوفه ای رقم KSC 647(محقق)** » پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۳۵. صوفیان، م. (۱۳۷۷). « **بررسی اثرات تغییر الگوی کاشت و تراکم های مختلف بر شاخصهای فیزیولوژیک رشد و عملکرد ذرت دانه ای و علوفه ای رقم SC647(محقق)** »، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۳۶.طالبیان مشهدی م . و سرمدی نیا غ .(۱۳۷۵). « **اثر فاصله ردیف کاشت و فاصله بوته بر برخی از خصوصیات رویشی سه سینگل ذرت**». چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران .

۳۷. طالبیان مشهدی، م . (۱۳۷۲). « **اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر رشد و نمو عملکردهای سه هیبریدی ذرت در منطقه اصفهان**» پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳۸. طالبیان، م .(۱۳۷۱). « **اثر فواصل ردیف کاشت و فاصله بوته روی ردیف بـر طـول دوره و سرعت رشد دانه در سه سینگل کراس جدید ذرت**». چکیـده مقـالات چهـارمین کنگـره علـوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۳۹. عجم نوروزی ، ح. و بحرانی، م.ج. (۱۳۷۷). « **تاثیر آرایش کاشت و تراکم بوته برعلمکرد دانه و اجزای آن در دو هیبرید ذرت**». مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۲: ۶۱-۵۳.

۴۰. عسگری راد، م . (۱۳۸۰). « **بررسی تاثیر تراکم و الگوی کاشـت روی عملکـرد و اجـزای عملکرد آن در هیبرید متوسط رس ذرت ۶۴۷ (محقق)** ». پایان نامه کارشناسی ارشد دانـشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۴۱. عوض کوچکی ع . (۱۳۶۸). « **زراعت در مناطق خشک**». انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد .

۴۲. عوض کـوچکی ع .و بنایـان اول م .(۱۳۷۲). « **مدلـسازی در گیاهـان زراعـی (ترجمـه)** ». انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴۳. فتحـی ، ق . ا. (۱۳۸۰). « **بررسی الگو و تراکم کاشت بر ضریب اسـتهلاک نـوری، جـذب تشعتشع و علمکرد دانه ذرت شیرین (هیبرید sc402)** ». علوم کشاورزی و منابع طبیعـی آذر – دی ۱۳۸۴: ۱۲ (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات): ۱۳۱-۱۴۳.

۴۴. کاظمی اربط ح. (۱۳۷۴). « **زراعت خصوصی** ». چاپ اول غلات، مرکز نشر دانشگاهی تهران.

۴۵. کوچکی، ع. و بنایان اول، م. (۱۳۷۳). « **فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی** ». انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴۶. کوچکی ، ع و سرمدنیا ، ع. (۱۳۸۲). « **فیزیولوژی گیاهان زراعی**». انتشارات جهاد دانـشگاهی تهران.

۴۷. کـوچکی ، ع. (۱۳۶۸). « **زراعت در مناطق خشک (غلات و حبوبـات، گیاهـان صـنعتی و گیاهان علوفه ای)** ». انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴۸. کوچکی، ع و بنایان اول، م. (۱۳۷۳). « **فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی**». انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴۹. کوچکی، ع. و خاقانی، ج. (۱۳۷۴). « **شناخت مبانی تولید محصولات زراعی (نگرش اکوفیزیوژیک)** ». انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۵۰. کوچکی ، ع . و سرمدنیا، غ. (۱۳۷۸). « **فیزیولوژی گیاهان زراعی** ». دانشگاه مشهد.

۵۱. کوچکی ، ع. و علیزاده، ا .(۱۳۶۸). « **اصول زراعت در مناطق خشک** ». آستان قدس رضوی.

۵۲. مؤدب شبستری ، م . مجتهدی ، م. (۱۳۶۹). « **فیزیولوژی گیاهی زراعی** ». انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران.

۵۳. مدنی، ح. (۱۳۷۴). « **تعیین شاخص های فیزیولوژیکی رشد ذرت تحت شرایط مختلف زراعی** ». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۵۴. مظاهری و همکاران. (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 .

۵۵. مظاهری ، د. (۱۳۷۷). « **زراعت مخلوط**» انتشارات دانشگاه تهران ۲۶۲ صفحه.

۵۶. مظاهری ، د. ، عسگری راد ، م . و بانکه ساز، ا. (۱۳۸۱). « **بررسی تأثیر الگوی کاشت و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد آن در هیبرید متوسط رس ذرت سنگل کراس ۶۴۷ (محقق)** » پژوهش و سازندگی شماره ۵۴ بهار ۸۱.

۵۷. مقنی نصری، م. (۱۳۸۰). « **تأثیر بوته و آرایش کاشت بر روی عملکرد و اجزای ذرت KSC647** » چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران ۲۸۴ صفحه .

۵۸. مقیم بیگ لو، غ.ر (۱۳۷۶). « **اثر فواصل مختلف ردیف و بوته بر صفات کمی و کیفی یک رقم ذرت آجیلی** ». پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۵۹. منیعی ، م. (۱۳۷۰). « **بررسی اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات رشد وعملکرد ذرت دانه ای** » پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶۰. مودب شبستری م . مجتهدی م . (۱۳۶۹). « **فیزیولوژی گیاهانی زراعی (ترجمه)** » مرکز نشر دانشگاه تهران.

۶۱-موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (۱۳۷۳). « **معرفی بذور ذرت هیبرید و دستور العمل کاشت ،داشت وبرداشت ذرت دانه ای**» .

۶۲-موسوی، ی و تاج بخش، م (۱۳۸۳). « **بررسی اثرات فاصله ردیف و تراکم بوته بر مراحل فنولوژیکی، شاخص های فیزیولوژیکی رشد، ویژگیهای مورفولوژیکی و اگرونومیکی**

صفات کمی و کیفی اجزاء عملکرد و عملکرد ذرت دانه ای رقم متوسط رس». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه . ص ۷۷۳ تا ۷۸۴.

۶۳. نور محمدی ، ق. سیادت ، ع. و کاشانی ، ع . (۱۳۷۶). « **زراعت (جلد اول : غلات)** ». انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

۶۴. هاشمی دزفولی ا . ح و بنایان اول م . (۱۳۷۳). « **افزایش عملکرد گیاهان زراعی**». انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۶۵. هاشمی دزفولی ، س . ا .، عالمی سعید، خ سیادت ، س . ع وکمیلی، م . (۱۳۸۰). « **اثر تاریخ کاشت بر پتانسیل عملکرد دو رقم ذرت شیرین در شرایط آب وهوایی خوزستان**». مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲ : ۶۸۹ -۶۸۱.

۶۶. همتی ، ا . ع (۱۳۷۹). « **بررسی اثرات تراکم کاشت، فواصل بوته در بین و روی ردیف بر روی صفات کمی و کیفی سه رقم هیبرید سینگل کراس ذرت دانه ای در شرایط آب وهوایی**». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه.

۶۷. وزارت کشاورزی (۱۳۷۸). «**گزارش جلسات ۱۱۰ و ۱۱۱ ستاد مرکزی ذرت دانه ای**».

۶۸. وفا بخش ، ج. (۱۳۷۷). « **بررسی اثر تراکم گیاه، خصوصیات رشد، عملکرد و تنظیم عملکرد ، روند رطوبت و ارزش اقتصادی دانه و علوفه سه رقم ذرت**». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد ۱۱۵ صفحه.

۶۹. یزدی صمدی، ب. و پوستینی ، ک. (۱۳۷۳). « **اصول تولید گیاهان زراعی**». مرکز نشر دانشگاهی .

۷۰. یونسی م. م. (۱۳۷۷). « **بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام ذرت دانه ای متوسط رس در منطقه مازندران**». پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه مازندان.

71..Aguillar, M., Lopez B. L. (1996). "**Growth and yield of irrigated maize under Mediterranean condition: the effect of cutivar plant density**".Cereal research communication , 24(4): 499-506.

72. Agustin, Y. M . and Show, R. H. (1964). "Effect of plant population and pattern on water use yield". **Agronomy Journal**, 56:147-152.

73. Ahmadi, M. and Wiebold, w . J. (1993). "Agronomic practices that effect corn kernel Characteristics" **. American Society of Agronomy,** 85:615-619.

74. Allen . J. R. (1983)." Leaf number and maturity in hybrid corn". **Agronomy Joural** 65:223-235.

75. .Allmaras R .B., Burroul W. C. and Larson W . E. (1964) . "Early growth of corn as effected by soil temperature" . **Soil Science** 28:271-272.

76. Ameta G. S. and Dhakar, L. L. (2000)."Response of winter mazie (zea mays l..) to nitrogen levels in relation to varying population density and row spacing" .**International Journal of Tropical**; **Agriculture** 18 (4) :395-398.

77. Averbake, W. V. (1992). " Mazie response to plant population and soil water supply ln: yield of grain and total above ground biomes" . **Sauth Aftican Journal of Plant Soil** 2:186-192.

78. Ayud, M., Mahmood, R., Tanveer, A. and Sharar, M. S. (1999). " Effect of seeding density on the fodder yield and quality of two maize varieties" . **Pakistan Journal of Biological Science,** 2(3): 664-666.

79. Babu, K. S. and Mitra S. K. (1989). "Effect of plant density on grain yield of maize during rabi season Madras" . **AgricuIture Journal**, 76:290-292.

80. Barabander, D. L. (1986). " **Influence of maize planting density on nutritive value, intake by dairy cows and yield**" . Reviw of Agriculture, 39.817-827.

81. Bavec, F. (2002). " Effects of plant population on leaf area index, cob caractristics and grain yield of maturity maize cultivars". **(fao 100-400). Eur . J Agronomy**.16: 151-159.

82. Benitez, D . T, (1997). "**Effect of plant density , Nitrogen and defoliation on the yield the yield and components of corn**" .Thesis (M . S. in Agronomy) 51p.

83. Benvenuti, A. and Bellon, P .(1990)." **Plant growth and dry matter yield in maize in relation to cultivar and density**" . Agricultural Mediterranean, 120(4):422-428.

84. Berzsenyi, Z. (1990). "**Change in growth characteristics as affected by plant density in maize**" . Noveny tremeles 39(6):483-494

85. Bozic, M. (1993). "**The influence of crop density and nitrogen fertilizer on maize yield in condition of intensive agriculture**". Review of Research work at the Faculty of Agricultural, 38 (1) :7-18.

86. Bruce, D. S. (1995). "**The emergence of Agricultural scientific**" . American Library.

87. Bullock, D. G. Nicolson, R. L. and Nyquist, W. E. (1988). "A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing" . **Crop. Sci.** 28:254-258.

88. Bullock, D. G. Nielson, R. l. and Nyquist, W. E. (1993). "A growth analysis comparison of corn in grown in conventional and equidistant plant spacing" . **Crop Scince**, 28: 254-285.

89. Bunting, E. S. (1973) ."Plant density and yield of grain maize in England" . **J. Agric. Sci** .81:455.

90. Bunting, E. S. (1983). "Plant and yield of grain maize in England". **Journal of Agronomy science**,81:455-463.

91. Cloninger, D. D., R. D. Harrocks, and N. S. zuber. (1975) ."Effect of harvest date , plant density and hybrid on corn grain quality" **. Agron J**. 67: 693.

92. Cloninger, F. D. Horrocks, R. D. and N. S. zuber, M. S. (1976). "Effect of harvest and hybrid on corn grain quality " . **Agronomy journal**, 57:693-695.

93.Colloud , G . F. (1997)."**Sowing mays in the high densities**" . Revue Susse Dagri Culture 29:4.

94. Colvile, W. L. (1962). "Influence of rate and metode of planting on several component of irrigated corn yield". **Agron J.** 54:297.

95. Cox, W. J. (1996). "Whole – plant phsiologocal and yield response of maize to plant desity" . **Agron . J**, 88 : 498-496.

96. Cox W.J.(1997). " corn silage and grain yield responses to plant densities". Journal **production Agriculture** , 70:405-410

97. Cox W. JD , and J otis (1991). "Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid planting date density density". **Agron .J** :24.

98. Dasilva, P. R. Agrenta . F. G. and Rezera, F. .(1999). "**Response of irrigated corn hybtid to plant density in three sowing dates".** Literature update on maize , CIMMYT5(4):5.

99. Daumman, L F. (1960). " Relative yield of first (apical) second ears of semi prolific southern corn hybrids**". Agron J**. 52:220.

100. Deloughery, R. H. and Crookstion, R . K. (1979)." Harvest index of corn affected by population density maturity rating and environment" **.Agronomy journal**,7:577-580.

101. Demots Mainard, S , and S pellerin (1992). Effect of mutnal shading on the emergence of nodal roots the root/shoot ratio of maize plant and soil 147:87.

102. Denmead . O. T. (1968). "Spatial distribution of net radiation in a corn field". **Agronomy Journal** , 54:505-508.

103. Denmead . O. T, Fritschen, L . J, and show R. H . (1962)." Spatial distribution of net radiation in corn field". **Agronomy Journal,** 54:507-510.

104. Divis, J. and Biedevmannova, E. (1992). "Production and quality of silage maize produced outside the maize production region"**. Acta Scientifica**, 32:109.

105. Donald , C. M. and Humblini, J. (1976). "The biological yield and harvest index of cereal as Agronomic and plant breeding criteria". **Advance in Agronomy**. 28: 361-405.

106. Dostalk, R. and Hruska, L. (1985). "**Effect of crop density the production of maize seed Maiza**". Abstracts, 31(10): 1103-1110.

107. Drimba, p. Nagy, J. and sum, O. (2000). "**Evaluation of plant density and yield interaction in maize production considering risk**". Cereal Research communications , 28:3 , 315 321.

108. Duncan, W. G . (1972). "**Plant spacing Density Orientation and Light Relationship as Related to different corn Genotype**". Reprinted from proc . 27.Annual corn and sorghum Research . Washington D .C.

109. Duncan, W.C. (1973). "lsolation and temperature effects on maize growth and yield". **Crop science**, 13.187.191.

110. Duncan, W. C. (1984). "A theory to explain the relationship corn population and grain yield". **Agronomy Journal,** 24:1141-1145.

111. Duncan W.C al (1973). "Isolation and temperature effects on maize growth and yield ". **Crop sci** 13:187.

112. Durieux R. p , Kamkprath E . J and R . H . Moll (1993). "Yield contribution of apical and supical area in profilic and nonprofilic corn **Agron. J**, 85:606 -610.

113. Early, E. B. Miller R . J. and seif R.D. (1986). "Effect of shade on mazie population under field condition". **Crop science** 6:1-7.

114. Early, E. B , R. J Miller and R . D, seif (1966). "Effects shade of maize producyion under field conditions". **Crop sci** 6:1

115. Early, E. B.,W . O. MCllrath , R . D . seif and RH. Hageman. (1967). "Effects of shade applied at different stage of plant development on corn corn production**". Crop sci** 7: 151.

116. Echarte. L. Luque, S. Andrede F. H. Sadras. V.O. Cirilo A .Otegui M. E .and vega, C. R. C. (2000). "**Response of maize kernel unmber to plant . density in Agentinean hybrid released between 1963**)". and field Crops Research68:1,1-8.

117. Edwards, G. A.(1987)."the concept of integrated systems in lower input/sustainable agriculture".**american journal of alternative agriculture**,2(4):148-152.

118. Egharevba, P. N. (1975)."**planting patern and light interception in maize".** proceeding of physiology program formulation workshop(IITA).15-17.

119. F.A.O. (1996)."**Year book annuaive production**" .9:3,p314.

120. Fagerria, w. k.(1992)."**Maximizing crop yield**", Mucle dekker, inc.

121. FAO (1980)."**Improvement and production of maize**", Sorghum and millet 2.

122. Fishcher, k. S. and palmer, A. F .E.(1983). "**Yield efficiency in tropical maize in potential productivity of field crops under different environment (Ed. Yoshida)"**526p.

123.Freg, R. L. and janick, J.(1970)." Response of corn(zea mays 1.)to population pressure".**Crop science**,11:220-224.

124. Fulton, J. M. (1970)."Relationship among soil moisture stress, plant population,row spacing , and yield of corn".can.j.plant sci.50:31.

125-Genter,C.F.and camper ,H.M.(1973)."Component plant development in maize as affected by hybrids and population density".**Agronomy journal**,65: 669-671.

126. Giesberecht, J. (1969)."Effect of poplation and row spacing on performance of four corn hybrids".**Agronomy journal**,61:439-441.

127. Glenn, F.B. and daynard,T.B.(1973)."Effect of genotype planting pattern and plant density on plant-to-plant variablility and grain yield of corn".**Canadian journal of plant science**,54(2) :323-330.

128.Govil, S. R. and pandey H. N.(1998)."Growth response of maize to crop density**".Indian journal of plant physiology**,3(4) :273-276.

129. Graybill , J. S. and cox, w.j. (1991)."yield and quality of forage maize as infuenced by hybrid,planting date and density".**Agronomy journal**,83: 559-564.

130.Grey, J.C. and daren, D. R. F.(1998)."plant density effects on tropical corn forage masses, morphology and nutritive value**". Agronomy journal**,90: 93-96.

131.Hanse, A. D.(1977)."Evaluation of free praline barely cultivars".**Crop science,** 17:720-726.

132.Hashemi-Desfouil , A , and S . J .Herbert. (1992). "Intensifing plant density response of corn with artificial shade**. Agron. J**.84:547.

133. Hashemi – Dezfoli , A . and Herbert , S. J. (1992). " Intensifing plant density response of corn with artificial shade" **Agronomy Journal** 84:547-551.

134.Hassan A. A. (2000). "**Effect of plant population density on and yield Components of eight Egyptain maize hybrids** ". Bulletin of Faculty of Cairo , 51:1 1-16.

135. Hatefield A .l ,G . R. Benoit and J. L. Ragland (1965). "The growth and yield of corn . IV: Environmental effects on grain yield and componenys of mature ears". **Agron .J** 58:293.

136. Hicks , D . R , J , W . pendleton , R . L , Bernard T. j . Johnston (1969)."Response of soydean plant types to planting patterns" . **Agron. J.** 61:290.

137. Hoff , D . J. and H .J , Mederski. (1962). "Effect of equidistant corn plant spacing on yield" . **Agron J**. 54:295.

138. Hunter R. B. L W. kannenberg,. and E. E. Cambie(1970). "Performance of five maize hybrid in various population and row widths".**Agron. J**.66: 255.

139.Huntter, R. B.,L.W. Kannenderg , and E.E.G amble (1982)."performance of five maize hybrid in varing plant population."**Agron.J** 622:255-256.

140. Jackson, G.D. (2000)"Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake". **Agron. J**. 92:644-694

141. Johnson, G. A., R. H. Thomas, and E. G. Rene. (1998). "Intergated weed management using narrow corn row spacing herbicides, and cultivation" **. Agron.J**. 90:40.

142. Jollif, P. A. and Eaton, G. W. (1990). " **Plant growth analysis growth and yield component. Response to population density in forage maize**" . annuals to Botany, 65(2): 139-147.

143. Jorge, A. and Lauer, J. G. (1999). " Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality" . **Agronomy Journal** , 91: 911-915.

144. Joseph, K. D. S. M., M. M. Alley, D. E. Brand, and W. D. Gravelle. (1985). " Row spacing and seeding rate effects on yield and yield component of soft red winter wheat " **. Agron. J.** 77:211.

145. Karlen, D. L. and Camp, C. R. (1985). " Row spacing, plant population and water management effect on corn in the Atlantic coastal plain" . **Agronomy Journal**, 77(3):393-398.

146. Karlen, D. L. and Camp, C. R. (1985). " Row spacing, plant population and water management effect on corn in the atlantic coastal plain" . **Agron. J.** 77:393

147. Khalifa, M. A. and Shorkr, E. C. (1984). **" Effect of plant density on corn"** . Annuals of Agricultural Science- Moshtohor, 22(1): 77-89.

148. Kim, J. G. and Chung, E. S. (1998). " Effect of plant density on forage yield and quality of corn" **. Journal Korean Grass Science**, 18 (7): 49-54.

149. lang, A. L., J. W. Pendlton, and G. H. Duncan. (1956). " Influence of population and nitrogen leveles on yield and protein and oil content of nine corn hybrids" . **Agron. J.** 48: 284.

150. Larson, W. E. and Hanway, J. J. (1977). " **Corn production, In: C. F. Spurge, Corn and Corn Improvement**" , pp. 625-669.

151. Leopold, A. G., and P. E. Krideman . (1994). " **Plant growth and development in speciality corn"** , ch. 7. pop corn

152. Linvin, D. E. and Sale, R. F. (1995). " Population density and sampling location effects on net radiation measurement, over corn" **. Agronomay Journal**, 67: 463-467.

Loomis, R. S. and Connor, D. J. (1992). " **Crop ecology productivity and management in agricultural systems**" . Cambridge University press.

153. Lutz, J. A., Campaer, H. M. and Jones, C. D. (1971). " Row spacing and plant population effect on corn yield" . **Agronomy Journal** , 63: 12-14.

154. Machul, M. (1988). " **Response of two maize hybrids growth for silage and for grain different plant densities**" . Pamietnik-Pulawski, 92: 185- 191.

155. Maddoni, G. A., Otgui, M. E. and Cirilo, A. G. (2001). " **Plant population density, row spacing and effects on maize canopy architecture and light attenuation**". Field Crops Research, 71: 3, 183- 193.

156. Mahmood, T. and Saeed, M. (1998), " Nitrogen level and plant density effects on different agro- Physiological traist of maize" . **Pakistan Journal of Biological Sciences,** 1 (14): 259-263.

157. Megyes, A., Dobos, A., Ratoni, T. and Huzsvai, L. (1999). " **Effect of fertilization and plant density on the dry matter production of two maize (Zea mays L**.) hybrids" . Cereal Research Communications, 27(4): 433-438.

158. Muchol, R. C., T. R. Sinclair, and J. M. Bennet. (1990). " Teperature and solar radiation effects on potential maize yield across location" **. Agron. J**. 92:338.

159. Neal, C. S. (1985). **" Corn in cereal grain crops**" . Reston Publishing Company, Inc, P. 351- 369.

160. Nielson, S., Bullock, R. and W. Nqtuist. (1988). " A growth analysis comparision of growing conventional and equidistand plant spacing" . **Crop Sci.** 28:254-258.

161. Olnes, A. and Beneit, G. R. (1990). " Effect of planting date on time and rate nitrogen accumulation by maize" **. Crop Science**, 164: 42-53.

162. Olsen, J., C. McMahon, and G. Hammer. (1993). " Predition of sweet corn phenology in subtropical environments" **. Agron. J**. 85: 410- 415.

163. Ottman, M. Y. and Welch, L. F. (1989). " Planting pattern and radiation interception, plant nutrient concentration and yield in corn" **. Agronomy Journal** , 81(2): 167- 174.

164. Parks, W. L., Mc Lean, R. A., Schneider, J. F. and Hodges, J. I. I. I.(1990). " **Corn yield as effected by row spacing and plant population**" . Bulletin Agriculture Experiment Station, University of Tennesse No: 674, 18pp.

165. Paszkirwice, S. and Butzen, S. (2001). " **Corn hybrid response to plant population** " . Crop Management Research and Technology, 11 (6).

166. Pendelton. J. W., D. B. Perts and J. W. peek. (1966). " Role of reflected light in the corn ecosystem" **. Agron. J.** 58: 73-74.

167. Poneleit, C. G., and D. B. Egli. (1979). " Kernel growth rate and duration in maize as effected by plant density and genotype" **. Corn Sci.** 19:385.

168. Porter, P. M., D. R. Hicks, W. E. Lueschen, J. H. Ford, D. D. Warnes, and T. R. Hoverstad. (1997). " Corn response to row width and plant population in the northern corn belt" **. J. Prod. Agric**. 10:293.

169. Porter, P. M. and Hicks, D. R. (1997). " Corn response to row width and plant population in the northern corn belt**". Journal of Production Agric,** 10: 387.

170. Prior, C. L., and W. A. Russel. (1973). " yield performance of nonprolific and profilic maize hybrids at six plant densities" **. Crop Sci** 15:482.

171. Raja, V. (2001). " Effect of N and plant population on yield and quality of super sweet corn" . Indian J of Agron. 46:244-246.

172. Reed, A. J. Sigletary, G. W. Schusseler, D. R. Williamson, D. R. and Christy, A. L. (1988). " Shading effects on dry matter and nitrogen pattionning kernel number and yield of maize" . **Crop Science.** 28: 819- 825.

173. Repka, J. and Dunk, J. (1991). " **Energy efficiency of crop production using larye-scale Technology**" . Rostlina Vyroba, 34(10): 745- 752.

174. Rossman, E. C. and Cook, R. L. (1966). " **Soil prepration date, rate and pattern of planting "** . pp. 53-101.

175. Roy, S. K. (1992). " Effect of plant density and detopping following silking on cob growth, Fobber and grain yield of maize" . **Agriculture Science**, 119: 297- 301.

176. Sanjev, K. and Bangarusa , A. S. and kumar, S. (1997)." Yield and yield components of winter maize (zea mays L.) as influenced by plant density and nitrogen levels" **. Agricultural Science Digest Kernel**, 17 (3): 181- 184.

177. Scarbrook, G. E. and Doss, B. D. (1993). " Leaf area index and radiation as related to corn yield" **. Agronomy Journal**, 65: 459-461.

178. Sobidemetes, M. and Spellerin, R. (1992). " **Effect of mutual shading on the emergence of nodal and Root/ Shoot ratio of maize**" . Plant and Soil , 147: 87-93.

179. Spragua, C. F. and Dudley J. W. (1988). " Corn and Improvement " . **The American Society of Agronomy**, Third Edition, Medison, Wisconsin U. S. A. pp : 774.

180. Stevens, S. J, E. J . Stevens, K. W. Lee, A. D. Flowerday, and C. D. Gardner. (1986). " Organogenesis of the staminate and postillte inflorescences of pop and dent corn relationship to leaf stges" . **Crop Sci** 26: 712.

181. Stickler, F. C. (1964). " Row width and plant population studies with corn" . **Agronomy Journal,** 56: 483-441.

182. Stinson, H. T., and D. N. Moss. (1960). " Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of dense planting" . **Agron. J** . 52: 482

183.Stringfield, G. H., and L. E. Thatcher. (1947). " Stands and method of planting for corn hybrids" **. J. of American society of Agronomy**. 39: 995.

184. Suleska, H. (1990). " **The effect of plant population and its distribution on growth and morphological characteristic of maize prace comisji Nauck Rolniczychi Nauck Lesnych**" . 69: 129-142.

185. Teasdale, J. R. (1995). " Influence of narrow row/ high population corn on weed control and light transmittance" .**Weed Technol**. 9:113.

186. Termunde, D. E., Shand, D. B. and Dirks, V. A. (1993). " **Effect of population levels on yield and maturity of maize hybrids grown on the normal great plains**.

187. Tetio- Kagho, F. and Gardner, F. P. (1988). " Response of maize to plant population. II: Reproductive development on yield and yield adjustment" . **Agronomy Journal**, 80: 935-945.

188. Timmons, D. R., R. F. Holt, and T. J. Morghan.(1966). " Effects of corn population on yield, evapotranspiration and water use efficiency in the north west corn belt" . **Agron. J**. 58:429.

189. Tollenar, M. (1989). " Response of dry matter accumulation in photosynthesis" . **Crop Sci**. 19:12-75.

190. Tollenar, M. and Daynard, T. B. (1999). " Dry weight, soluble sugar content and starch content of maize kernels during the early post silking period" . Canadian **Journal plant Science**, 58: 199-206.

191. Tollenar, M. and Daynard, T. B. and Hunter, R. B. (1979). " Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize" **. Crop Science,** 19: 363-366.

192. Tomison, P. R. and Jordan, D. M. (1995). " plant population effects on corn hybrid differing in ear growth habit and prolifliagacy" **. Journal of production agriculture**. 8 (3): 39-400.

193. Ustimenko, G. V. B. and Band Komovsky, V. (1983). " **Plant growth in the tropical and subtropical**" . Moscow.

194. Vipawen, A and Anthai, C. (1995). **" Effect of plant density on yield quality of sweet corn seeds. Research Reports Bangkopk (Thailand)"**. pp. 41-42.

195. Washko, J. B. and K, grad, W. L. (1960). " Double row corn planting coming grain silage yield" **. Science Forth Farmer**. 13(3).

196. Wells, R. (1993). " Dynamic of soybean growth in variable planting patterns" . **Agron. J**. 85:44.

197. William J. C. and Debbie, J. R. C. (2001). " Row spacing, plant density and nitrogen effects on corn silage". **Agronomy Journal**, 93:597-602.

198. Williams W. A., Loomis, R. S. and Lepley, C. R. (1965). " Vegetative growth of corn as effected by population density. I: productivity in relation to interception of solar radiation in row". **Crop Science**, 5:205-211.

199. 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 grain yield of corn" . **Crop Sci**. 8:303.

200. Wrigley, G. (1981). " Tropical Agriculture" **. Longment Inc, New York**.

201. Yao, A. M., and R. H. show. (1964). "Effect of plant population and planting pattern of corn on the dist robution of net ration" . **Agron. J** . 56:165-169.

202. Yao, G., J. M. Augustine, and R. H. show. (1984)." Effect of plant population and planting pattern of corn on water use and yield" **. Agron. J**. 56:147.

203. Zuber, M. S. and Darrah, L. L. (1989). " Breeding Genestics and seed corn production in corn chemistry and technology" . **Watson Publisher. S. A. Ramstand**.

پیوست

جدول پ-۱ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت اول

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک کل
تکرار	۳	۴۵/۰۵۱^{ns}	۰/۰۵۳^{ns}	۱/۰۰۰	۱/۳۵۴	۳/۱۲۲	۸/۱۳۸
تراکم	۲	۹۳/۷۶۴^{ns}	۰/۴۵۵**	۲/۴۱۵	۱۱۵/۰۴۶	۷۷/۹۵۸	۳۸۲/۱۹۳
خطا ۱	۶	۱۱۵/۶۹	۰/۰۳۹	۰/۱۸۱	۱/۹۳۱	۲/۱۹۴	۷/۸۱۹
فاصله ردیف	۲	۲۳/۰۱۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۵۱۴	۲/۶۰۴	۴/۹۶۸	۱۵/۱۵۷
فاصله ردیف × تراکم	۴	۲۳/۲۶۴^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}	۰/۰۷۶	۵/۰۱۷	۳/۱۴۶	۱۵/۰۴۴
خطا ۲	۱۸	۲۳/۴۲۱	۰/۰۱۳	۰/۱۴۸	۲/۱۰۶	۱/۶۷۶	۶/۵۲۸
الگوی کاشت	۱	۰/۰۱۴^{ns}	۰/۰۳۱^{ns}	۰/۲۲۲	۳/۵۲۵	۰/۳۲۵	۷/۲۱۴
تراکم×الگو	۲	۳۷/۲۶۴^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}	۰/۰۹۷	۵/۰۳۸	۳/۴۰۶	۱۵/۴۳۸
فاصله ردیف×الگو	۲	۳۵/۶۸۱^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}	۰/۰۱۴	۰/۲۲۵	۰/۳۳۲	۱/۱۵۷
تراکم× فاصله×الگو	۴	۳۷/۰۵۶^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۲۰۱	۱/۲۶۳	۰/۲۱۹	۱/۷۵۳
خطا ۳	۲۷	۲۲/۹۴۰	۰/۰۱۲	۰/۱۷۶	۲/۲۳۲	۱/۹۱۵	۷/۴۱۲

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۱۰

* : معنی دار در سطح ۰/۰۵

ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۱ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت اول

منابع تغییرات	تعداد برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک کل
تکرار	۱ *	۳/۱۲۲ ns	۸/۱۳۸ ns
تراکم	۲/۵۱۴ **	۷۷/۹۵۸ **	۳۸۲/۱۹۳ **
خطا ۱	۰/۱۸۱	۲/۱۹۴	۷/۸۱۹
فاصله ردیف	۰/۵۱۴ ns	۴/۹۶۸ ns	۱۵/۱۵۷ ns
تراکم× فاصله	۰/۰۷۶ ns	۳/۱۴۶ ns	۱۵/۰۴۴ns
خطا ۲	۰/۱۴۸	۱/۶۷۶	۶/۵۲۸
الگوی کاشت	۰/۲۲۲ ns	۰/۳۲۵ ns	۷/۲۱۴
تکرار × الگو	۰/۱۱۱ ns	۳/۵۶۵*	۱۳/۴ **
تراکم × الگو	۰/۹۷ ns	۳/۴۰۶ *	۱۵/۴۳۸ **
تکرار×تراکم×الگو	۰/۰۹۷ ns	۳/۷۹۳ *	۸/۷۹۲ *
فاصله × الگو	۰/۰۹۷ ns	۰/۳۳۲ ns	۱/۱۵۷ ns
تکرار×فاصله ×الگو	۰/۰۱۴ ns	۱/۸۱۲ *	۸/۲۹۲ *
تراکم×فاصله×الگو	۰/۲۰۱ ns	۰/۲۱۹ ns	۱/۷۵۳ ns
خطا ۳	۰/۱۱۱	۰/۴۱۶	۱/۲۷۷

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۱ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت اول

منابع تغییرات	وزن خشک برگ
تکرار	۱/۳۵۴ ns
تراکم	۱۱۵/۰۴۶ **
فاصله ردیف	۲/۶۰۴ ns
تراکم× فاصله	۵/۰۱۷ ns
خطا ۱	۲/۰۶۲
الگوی کاشت	۳/۵۲۵ ns
تراکم × الگو	۵/۰۳۸ ns
فاصله × الگو	۰/۲۲۵ ns
تراکم×فاصله×الگو	۱/۲۶۳ ns
خطا ۲	۲/۲۳۲

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

جدول پ-۲ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت دوم

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک کل
تکرار	۳	۱۴۰/۸۸۹^{ns}	۰/۰۱۳	۴/۴۹۵^{ns}	۸/۳۲۹	۱۰/۲۸۴*	۳۱/۰۸۶
تراکم	۲	۳۸۱/۰۱۴^{ns}	۰/۸۳۰	۸/۶۸۱*	۳۵۸/۷۵۳	۱۸۴/۵۸۴**	۱۰۹۴/۲۴
خطا ۱	۶	۲۹۰/۴۵۸^{ns}	۰/۰۶۵	۰/۹۹۵^{ns}	۳/۳۲۵	۱/۸۴۵^{ns}	۸/۵۴۸
فاصله ردیف	۲	۱۵۰/۰۱۴^{ns}	۰/۱۱۸	۲/۱۸۱*	۱۷/۹۱۳	۳/۷۰۷^{ns}	۳۰/۵۷۱
فاصله ردیف × تراکم	۴	۲۲/۱۳۹^{ns}	۰/۰۹۵	۰/۷۶۴^{ns}	۶/۴۹۴	۶/۱۷۲*	۳۳/۹۸۳
خطا ۲	۱۸	۶۳/۷۸۲^{ns}	۰/۰۱۸	۰/۶۰۶^{ns}	۳/۸۱۰	۱/۸۸۳^{ns}	۱۰/۳۵۹
الگوی کاشت	۱	۱۶/۰۵۶^{ns}	۰/۰۰۱	۰/۱۲۵^{ns}	۱۰/۰۳۵	۵/۳۹۶^{ns}	۴۲/۷۳۵
تراکم×الگو	۲	۴۰/۵۱۴^{ns}	۰/۰۳۳	۰/۰۴۲^{ns}	۲/۷۹۰	۰/۵۹۷^{ns}	۸/۹۱۷
فاصله ردیف×الگو	۲	۶۱/۹۳۱^{ns}	۰/۰۳۳	۰/۲۹۲^{ns}	۰/۱۶۴	۰/۶۰۷^{ns}	۱/۵۷۸
تراکم× فاصله×الگو	۴	۵۰/۰۱۴^{ns}	۰/۰۳۰	۰/۰۸۳^{ns}	۵/۵۶۸	۱/۳۴۴^{ns}	۵/۷۲۸
خطا ۳	۲۷	۴۹/۷۷۸^{ns}	۰/۰۲۴	۰/۴۲۱^{ns}	۱/۸۶۲	۲/۱۲۳^{ns}	۵/۰۱۶

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱

* : معنی دار در سطح ۰/۰۵

ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۲ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت دوم

منابع تغییرات	قطر ساقه
تکرار	۰/۰۱۳ ns
تراکم	۰/۸۳۰ **
خطا ۱	۰/۰۶۵
فاصله ردیف	۰/۱۱۸ **
تراکم× فاصله	۰/۰۹۵ **
خطا ۲	۰/۰۱۸
الگوی کاشت	۰/۰۰۱ ns
تکرار × الگو	۰/۰۱۸ ns
تراکم × الگو	۰/۰۳۳ *
تکرار×تراکم×الگو	۰/۰۵۶ **
فاصله × الگو	۰/۰۳۳ **
تکرار×فاصله ×الگو	۰/۰۱۹ *
تراکم×فاصله×الگو	۰/۰۳۰ *
خطا ۳	۰/۰۰۵

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۲ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت دوم

منابع تغییرات	وزن خشک برگ	وزن خشک کل
تکرار	۸/۳۲۹ ns	۳۱/۰۸۶ *
تراکم	۳۵۸/۷۵۳ **	۱۰۹۴/۲۴ **
فاصله ردیف	۱۷/913 *	۳۰/۵۷۱ ns
تراکم× فاصله	۶/۴۹۴ ns	۳۳/۹۸۳ *
خطا ۱	۳/۶۸۹	۹/۹۰۶
الگوی کاشت	۱۰/۰۳۵ *	۴۲/۷۳۵ **
تراکم × الگو	۲۵/۷۹۰ ns	۸/۹۱۷ ns
فاصله × الگو	۰/۱۶۴ ns	۱/۵۷۸ ns
تراکم×فاصله×الگو	۵/568 *	۵/۷۲۸ ns
خطا ۲	۱/۸۶۲	۵/۰۱۶

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دا

جدول پ-۳ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت سوم

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک بلال	وزن خشک تاسل	وزن خشک کل	تعداد بلال
تکرار	۳	۲۵۳/۶۰۶^{ns}	۰/۳۲۳	۰/۰۱۹^{ns}	۷/۳۶۸	۲/۵۱۵^{ns}	۴۵/۰۳۳^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۷۵/۳۴۷^{ns}	۰/۱۲۵
تراکم	۲	۱۳۳۶/۱۶۷^{ns}	۴/۶۷۰	۴/۰۴۲*	۵۷۷/۲۱۱	۱۸۷۵/۶۴**	۷۲۹/۷۸۲**	۹/۴۷*	۹۴۰۳/۳۰۶**	۱/۰۵۶
خطا ۱	۶	۳۹۷/۱۴۸	۰/۰۹۹	۰/۳۹۴	۷/۲۰۰	۱۰۵/۶۷۹	۲۴/۱۶۵	۱/۱۱۴^{ns}	۲۳۹/۶۰۷	۰/۱۶۷
فاصله ردیف	۲	۲۷۷/۰۴۲^{ns}	۰/۰۹۸	۰/۰۴۲	۱۰/۲۰۴	۷۱/۳۲۳^{ns}	۸۵/۵۶۷**	۰/۷۵^{ns}	۳۴۸/۲۴^{ns}	۰/۳۸۹
فاصله ردیف × تراکم	۴	۵۳/۲۰۸^{ns}	۰/۰۴۹	۰/۲۰۸^{ns}	۳۹/۵۵۶	۱۷۴/۳۴۶^{ns}	۳۲/۰۰۳^{ns}	۱/۵۲۱^{ns}	۵۰۵/۵۷۲*	۰/۳۲۶
خطا ۲	۱۸	۱۴۴/۴۶۸	۰/۰۳۷	۰/۲۸۲^{ns}	۶/۸۲۳	۸۷/۴۰۶	۱۱/۱۰۹	۰/۶۷۸	۱۵۵/۸۸۲	۰/۲۳۶
الگوی کاشت	۱	۵/۰۱۴^{ns}	۰/۰۰۰	۰/۲۲۲^{ns}	۱/۳۳۹	۳۱/۰۴۷^{ns}	۳۱/۴۱۶*	۱/۷۴۸*	۰/۷۷۳^{ns}	۰/۱۲۵
تراکم×الگو	۲	۹۶/۰۵۶^{ns}	۰/۰۲۱	۱/۴۳۱**	۰/۳۱۸	۲/۹۸۸^{ns}	۱۲/۴۶۶^{ns}	۱/۰۹۱*	۲۴/۹۲۰^{ns}	۰/۱۶۷
فاصله ردیف×الگو	۲	۷/۶۸۱^{ns}	۰/۰۲۹	۰/۰۹۷^{ns}	۲۸/۲۳۹	۹۸/۹۳۵^{ns}	۱/۵۳۷^{ns}	۰/۹۴۴^{ns}	۲۳۱/۶۸۹*	۰/۱۶۷
تراکم× فاصله×الگو	۴	۲۱/۴۷۲^{ns}	۰/۰۲۵	۰/۰۵۶^{ns}	۱۱/۳۱۳	۲۶/۸۳۵^{ns}	۳/۱۴۲^{ns}	۰/۵۱۲^{ns}	۳۷/۶۱۸^{ns}	۰/۲۷۱
خطا ۳	۲۷	۳۱/۱۹۰	۰/۰۴۱	۰/۲۰۴	۴/۵۹۰	۱۸/۶۹۰	۴/۷۱۵	۰/۳۰۳	۴۵/۶۲۳	۰/۱۷۱

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱

* : معنی دار در سطح ۰/۰۵

ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۳ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت سوم

تراکم	۷۷۴/۶۷۰ **
خطا ۱	۰/۰۹۹

فاصله ردیف	۰/۰۹۸ ns
تراکم × فاصله	۰/۰۴۹ ns
خطا ۲	۰/۰۳۷
الگوی کاشت	۰/۰۰۰
تکرار × الگو	۰/۰۶۰ *
تراکم × الگو	۰/۰۲۱ ns
تکرار×تراکم×الگو	۰/۰۳۹ ns
فاصله × الگو	۰/۰۲۹ ns
تکرار×فاصله ×الگو	۰/۰۵۲ *
تراکم×فاصله×الگو	۰/۰۲۵ ns
خطا ۳	۰/۰۱۱

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۳ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت سوم

منابع تغییرات	وزن خشک برگ	تعداد بلال
تکرار	۰۱/۱۲۵ ns	۰/۱۲۵ ns
تراکم	۰/۰۵۶ *	۱/۰۵۶ *
فاصله ردیف	۰/۳۸۹ ns	۰/۳۸۹ ns
تراکم× فاصله	۰/۳۲۶ ns	۰/۳۲۶ ns
خطا ۱	۰/۲۱۹	۰/۲۱۹
الگوی کاشت	۰/۱۲۵ ns	۰/۱۲۵ ns
تراکم × الگو	۰/۱۶۷ ns	۰/۱۶۷ ns
فاصله × الگو	۰/۱۶۷ ns	۰/۱۶۷ ns
تراکم×فاصله×الگو	۱/۲۷۱ ns	۰/۲۷۱ ns
خطا ۲	۰/۱۷۱	۰/۱۷۱

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

جدول پ-۴ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت چهارم

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک بلال	وزن خشک تاسل	وزن خشک پوست بلال	تعداد بلال	وزن خشک کل
تکرار	۳	۲۷/۵۶۹^{ns}	۰/۰۰۸	۰/۴۸۱^{ns}	۴/۴۳۵	۶/۱۰۶	۱۱۰/۲۴۱	۰/۰۱۴^{ns}	۱/۷۶۲	۰/۷۹۲	۱۶۲/۱۶۵
تراکم	۲	۵۰۵۹/۵۹**	۵/۵۰۵	۰/۱۸۱^{ns}	۳۲۹/۸۲۵	۲۲۶۹/۰۵۷	۱۵۲۴/۰۳	۱۸/۸۸۷**	۶۱۵/۵۴۸	۱/۵۵۶	۱۷۵۹۸/۶۷
خطا ۱	۶	۱۰۵/۷۰۸	۰/۰۰۸	۰/۲۷۳	۶/۱۹۸	۲۹/۹۶۶	۷/۵۴۸	۰/۱۳۰	۲/۳۹۸	۰/۳۳۳	۱۰۹/۳۱۸
فاصله ردیف	۲	۴۱۶/۲۲۲*	۰/۱۰۸	۰/۲۶۴*	۲۸۸/۸۲۶	۴۹۴/۱۲۵	۱۹۸/۶۲۳	۳/۲۸۲**	۲۳/۲۷۹	۰/۶۸۱	۳۰۱۳/۵۱۸
فاصله ردیف×تراکم	۴	۵۱/۶۸۱^{ns}	۰/۰۳۶	۰/۰۵۶^{ns}	۷۹/۶۷۸	۲۰/۶۴۰	۱۸/۵۵۲	۰/۲۴۲^{ns}	۴۲/۷۳۳	۰/۰۹۷	۱۰۴/۱۳۲
خطا ۲	۱۸	۹۳/۳۴۳	۰/۰۲۴	۰/۰۵۱	۲۱/۳۹۵	۳۱/۳۳۴	۱۰/۷۰۶	۰/۱۵۹	۱۲/۰۶۷	۰/۰۶۹	۱۵۲/۰۹۴
الگوی کاشت	۱	۳۰/۶۸۱^{ns}	۰/۰۰۰	۰/۰۵۶^{ns}	۱/۳۴۸	۴۸/۲۹۸	۹۶/۹۳	۰/۰۶۹^{ns}	۱۲۱/۱۳۵	۰/۳۴۷	۷۰۴/۵۶۳
تراکم×الگو	۲	۵۸/۷۶۴^{ns}	۰/۰۰۷	۰/۰۹۷^{ns}	۵۷/۹۱۰	۳۷/۸۲۵	۲۳/۱۴۸	۰/۹۹۰*	۵/۰۸۷	۰/۰۵۶	۲۸۷/۸۱۹
فاصله ردیف×الگو	۲	۱۱۷/۳۸۹*	۰/۰۰۸	۰/۶۸۱*	۵۵/۱۱۳	۱۲۴/۸۵۶	۶/۲۶۴	/۱۰۹^{ns}	۳۰/۲۳۴	۰/۰۹۷	۵۴۸/۰۰۶
تراکم×فاصله×الگو	۴	۷۷/۴۷۲*	۰/۰۲۰	۰/۲۲۲^{ns}	۳/۸۷۴	۳۰/۵۳۲	۲/۲۱۷	۰/۸۷۵*	۳۳/۰۱۸	۰/۱۸۱	۳۶/۲۲۱
خطا ۳	۲۷	۲۸/۸۰۱	۰/۰۱۱	۰/۱۳۰	۸/۴۳۲	۲۰/۵۱۴	۳/۳۰۸	۰/۲۶۴	۹/۳۵۶	۰/۱۱۶	۴۵/۱۶۵

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۴ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت چهارم

منابع تغییرات	قطر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک بلال	وزن خشک پوست بلال	تعداد بلال	وزن خشک کل
تکرار	۰/۰۰۸ ns	۴/۴۳۵ ns	۶/۱۰۶ ns	۱۱۰/۲۴۱ **	۱/۷۶۲ ns	۰/۷۹۲ **	۱۶۲/۱۶۵
تراکم	۵/۵۰۵ **	۳۲۹/۸۲ **	۲۲۶۹/۰۵۷ **	۱۵۴۲/۰۳ **	۶۱۵/۵۴۸ **	۱/۵۵۶ **	۱۷۵۹۸/۶۷ **
فاصله ردیف	۰/۱۰۸ *	۲۸۸/۸۲۶ **	۴۹۴/۱۲۵ **	۱۹۸/۶۲۳ **	۲۳/۲۷۹ ns	۰/۶۸۱ *	۳۰۱۳/۵۱ **
تراکم× فاصله	۰/۰۳۶ ns	۷۹/۶۷۸ **	۲۰/۶۴۰ ns	۱۸/۵۵۲ ns	۴۲/۷۳۳ **	۰/۰۹۷ ns	۱۰۴/۱۳۲ ns
خطا ۱	۰/۰۲۰	۱۷/۵۹۶	۳۰/۹۹۲	۹/۹۱۷	۹/۶۵۰	۰/۱۳۵	۱۴۱/۴۰
الگوی کاشت	۰/۰۰۰ ns	۱/۳۴۸ ns	۴۸/۲۹۸ ns	۹۶/۹۳۰ **	۱۲۱/۱۳۵ **	۰/۳۴۷ *	۷۰۴/۵۶ **
تراکم × الگو	۰/۰۰۷ ns	۵۷/۹۱۰ **	۳۷/۸۲۵ ns	۲۳/۱۴۸ **	۵/۰۸۷ ns	۰/۰۵۶ ns	۲۸۷/۸۱ **
فاصله × الگو	۰/۰۰۸ ns	۵۵/۱۱۳ **	۱۲۴/۸۵۶ **	۶/۲۶۴ ns	۳۰/۲۳۴ ns	۰/۰۹۷ ns	۵۴۸/۰۰۶ **
تراکم×فاصله×الگو	۰/۰۲۰ ns	۳/۸۷۴ ns	۳۰/۵۳۲ ns	۲/۲۱۷ ns	۳۳/۰۱۸ *	۰/۱۸۱ ns	۳۶/۲۲۱ ns
خطا ۲	۰/۰۱۱	۸/۴۳۲	۲۰/۵۱۴	۳/۳۰۸	۹/۳۵۶	۰/۱۱۶	۴۵/۱۶۵

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

جدول پ-۵ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت پنجم

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک بلال	وزن خشک تاسل	وزن خشک پوست بلال	تعداد بلال
تکرار	۳	۲۶/۵۳۲^{ns}	۰/۰۲۳	۲/۹۴۰^{ns}	۶/۹۳۷	۶/۷۳۸	۱۰۸/۲۸۸	۰/۰۱۷^{ns}	۱/۰۵۸	۰/۷۹۶
تراکم	۲	۴۹۹۴/۵۴۲**	۴/۰۷۸	۱۳/۵۵۶**	۳۰۶/۶۹۹	۲۰۵۴/۹۲۷	۱۵۰۹/۱۷۳	۱۸/۳۶۸**	۶۲۱/۰۰۱	۱/۶۲۵
خطا ۱	۶	۱۲۷/۹۴۹	۰/۰۱۱	۰/۹۲۶	۶/۰۹۳	۲۳/۱۷۰	۷/۹۴۱	۰/۱۳۱	۲/۱۷۶	۰/۴۲۱
فاصله ردیف	۲	۴۲۰/۵۰۰*	۰/۰۴۵	۳/۰۹۷**	۲۵۹/۹۷۵	۴۸۰/۸۸۴	۱۸۶/۴۱۹	۳/۲۷۶**	۲۱/۶۵۶	۰/۵۰۰
فاصله ردیف×تراکم	۴	۱۰۶/۶۰۴^{ns}	۰/۱۸۲	۰/۱۳۹^{ns}	۶۷/۰۴۵	۱۲/۶۳۶	۱۹/۸۱۶	۰/۲۲۸^{ns}	۴۵/۶۷۹	۰/۰۶۳
خطا ۲	۱۸	۱۰۸/۴۲۱	۰/۰۴۳	۰/۵۱۴	۱۸/۶۶۲	۲۷/۵۷۳	۱۰/۹۷۷	۰/۱۵۸	۱۱/۳۱۹	۰/۰۶۰
الگوی کاشت	۱	۳۶۹/۰۱۴**	۰/۵۵۱	۱۹/۰۱۴**	۳/۲۷۳	۶۸/۰۹۴	۸۷/۸۷۰	۰/۰۶۰^{ns}	۱۱۴/۵۸۵	۰/۵۰۰
تراکم×الگو	۲	۱۸/۷۶۴^{ns}	۰/۱۳۹	۰/۲۲۲^{ns}	۴۰/۴۹۳	۲۵/۹۰۴	۲۴/۷۵۸	۰/۹۹۵**	۴/۲۶۵	۰/۱۲۵
فاصله ردیف×الگو	۲	۲/۷۲۲^{ns}	۰/۱۳۲	۰/۰۱۴^{ns}	۵۳/۶۷۸	۱۴۴/۹۷۲	۷/۵۷۱	۰/۱۰۴^{ns}	۲۶/۷۳۴	۰/۱۶۷
تراکم×فاصله×الگو	۴	۱۸/۷۵۸^{ns}	۰/۱۳۱	۰/۳۴۷^{ns}	۹/۷۸۵	۳۸/۸۳۰	۱/۸۸۱	۰/۹۱۳*	۳۴/۴۹۰	۰/۱۰۴
خطا ۳	۲۷	۳۶/۹۷۷	۰/۰۱۳	۰/۳۵۶	۸/۰۶	۲۳/۵۲۳	۳/۴۶۴	۰/۲۵۲	۹/۰۸۶	۰/۱۳۰

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

ادامه جدول پ-۵ : تجزیه و واریانس صفات مورد بررسی در برداشت پنجم

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن بلال	وزن پوست بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن صد دانه	وزن چوب بلال	وزن دانه در بلال	وزن خشک کل	شاخص برداشت
تکرار	۳	۲۴/۸۳۸^{ns}	۳/۴۲۰^{ns}	۳/۹۴۰^{ns}	۱۱/۴۲۱^{ns}	۲۲/۷۶۱^{ns}	۵/۶۷۴^{ns}	۳۶/۲۳۹^{ns}	۳۲۹/۹۱۳^{ns}	۱۳/۷۹۶
تراکم	۲	۱۴۱۳/۷۹۴**	۷۱/۸۷۰**	۳۱۴/۳۸۹**	۷۰/۳۸۹*	۲۳۸/۰۷۰**	۱۳۳/۰۹۶**	۴۷۸۳۶/۰۷**	۱۹۸۴۴۰/۶۹**	۳۰۷/۵۹۷
خطا ۱	۶	۲۸/۸۱۹	۴/۴۴۷	۱۳/۲۵۹	۶/۷۹۶	۸/۶۹۰	۱/۸۴۳	۲۲۹/۶۵۹	۶۱۱/۸۸۱	۱۵/۰۶۰
فاصله ردیف	۲	۶۸/۸۱۲^{ns}	۱۰/۵۹۳*	۱/۰۱۴^{ns}	۴/۷۶۴^{ns}	۳/۵۶۳^{ns}	۵/۲۶۱*	۲۳۰/۷۹۴*	۲۴۴۷۹/۹۶۳**	۵۶/۷۲۲
فاصله ردیف×تراکم	۴	۶۵/۳۹۸^{ns}	۱۰/۰۲۷*	۱۱/۴۳۱^{ns}	۲/۸۰۶^{ns}	۱۱/۰۵۵^{ns}	۲/۸۹۶^{ns}	۱۴۴/۵۶۹^{ns}	۱۰۳۵۱/۹۱۵**	۲۶/۷۸۵
خطا ۲	۱۸	۲۶/۲۴۹	۲/۲۲۱	۵/۰۱۴	۱/۹۲۱	۴/۱۹۰	۱/۴۱۵	۶۶/۲۷۱	۳۳۱/۵۳۰	۲۰/۷۶۴
الگوی کاشت	۱	۳۱۸/۱۰۸**	۱۰۲/۳۰۰**	۱۹۶/۶۸۱**	۱۲۵/۳۴۷**	۲۱۷/۰۱۴**	۳۷/۷۱۵**	۱۱۵۰۴۳/۲۴**	۱۸۲۹۴۶/۹۴**	۲۸۰/۰۵۶
تراکم×الگو	۲	۵۲/۸۶۰**	۲/۴۱۳*	۵/۷۲۲**	۵/۵۵۶**	۱۲/۶۶۲**	۳/۳۳۳*	۷۹/۴۸۶^{ns}	۳۹۵/۶۴۰^{ns}	۲۸/۳۴۷
فاصله ردیف×الگو	۲	۱/۴۲۹^{ns}	۰/۳۹۲^{ns}	۲/۱۸۱*	۰/۵۹۷^{ns}	۱/۲۸۲^{ns}	۱/۲۹۴^{ns}	۸۹/۳۷۶^{ns}	۳۷۶۹/۰۷۹**	۸/۷۲۲
تراکم×فاصله×الگو	۴	۵/۱۳۰^{ns}	۰/۱۴۷^{ns}	۰/۳۴۷**	۰/۳۰۶^{ns}	۱/۰۷۷^{ns}	۱/۹۱۷^{ns}	۶/۴۵۰^{ns}	۸۶۱/۱۸۷*	۱۹/۳۲۶
خطا ۳	۲۷	۱۱/۳۹۵	۰/۶۶۷	۰/۶۱۶	۰/۲۴۵	۰/۵۸۶	۰/۷۷۸	۵۶/۶۰	۲۲۴/۰۴۱	۵۱۲/۵۰۰

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

ضمیمه جدول پ-۵ : تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در برداشت پنجم

منابع تغییرات	قطر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک بلال	وزن خشک پوست بلال	تعداد بلال	شاخص برداشت
تکرار	۰/۰۲۳ ns	۶/۹۳۷ ns	۶/۷۳۸ ns	۱۰۸/۲۸۸ **	۱/۰۵۸ ns	۰/۷۹۶ **	۱۳/۷۹۶ ns
تراکم	۴/۰۷۸ **	۳۰۶/۶۹ **	۲۰۵۴/۹۲ **	۱۵۰۹/۱۷۳ **	۶۲۱/۰۰۱ **	۱/۶۲۵ **	۳۰۷/۵۹ **
فاصله ردیف	۰/۰۴۵ ns	۲۵۹/۹۷ **	۴۸۰/۸۸۴ **	۱۸۶/۴۱۹ **	۲۱/۶۵۶ ns	۰/۵۰۰ ns	۵۶/۷۲۲ ns
تراکم× فاصله	۰/۱۸۲ ns	۶۷/۰۴۵ **	۷۹۱۲/۶۳۶ns	۱۹/۸۱۶ ns	۴۵/۶۷۹ **	۰/۰۶۳ ns	۲۶/۷۸۵ ns
خطا ۱	۰/۰۳۵	۱۵/۵۲	۲۶/۴۷۳	۱۰/۲۱۸	۹/۰۳۳	۰/۱۵	۱۹/۳۳۸
الگوی کاشت	۰/۵۵۱ **	۳/۲۷۳ ns	۶۸/۰۹۴ ns	۸۷/۸۷۰ **	۱۱۴/۵۸۵ **	۰/۵ ns	۲۸۰/۰۵۶ **
تراکم × الگو	۰/۱۳۹ **	۴۰/۴۹۳ *	۲۵/۹۰۴ ns	۲۴/۷۵۸ **	۴/۲۶۵ ns	۰/۱۲۵ ns	۲۸/۳۴۷ ns
فاصله × الگو	۰/۱۳۲ **	۵۳/۶۷۸ **	۱۴۴/۹۷۲ **	۷/۵۷۱ ns	۲۶/۷۳۴ ns	۰/۱۶۷ ns	۸/۷۲۲ ns
تراکم×فاصله×الگو	۰/۱۳۱ **	۹/۷۸۵ ns	۳۸/۸۳ ns	۱/۸۸۱ ns	۳۴/۴۹۰ *	۰/۱۰۴ ns	۱۹/۳۲۶ ns
خطا ۲	۰/۰۱۳	۸/۰۶۰	۲۳/۵۲	۳/۴۶۴	۹/۰۸۶	۳/۵۰۰	۱۸/۹۸۱

** : معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱ * : معنی دار در سطح ۰/۰۵ ns : غیر معنی دار

جدول پ - ۶ - مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک تاسل به روش دانکن

تراکم ذرت	
3/938 a	D_1
3/608 b	D_2
2/271 c	D_3

جدول پ - ۷ - مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک تاسل به روش دانکن

فاصله ردیف ذرت	
3/68 a	S_1
3/13 b	S_2
2/99 c	S_3

جدول پ - ۸- مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک تاسل به روش دانکن

الگوی کاشت	
3/04 b	P_1
۳/۲۴ a	P_2

جدول پ - ۹ - مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک تاسل به روش دانکن

اثر متقابل تراکم× الگوی کاشت	
4 a	D_1P_1
3/87 ab	D_1P_2
3/71 ab	D_2P_1
3/5 b	D_2P_2
2 d	D_3P_1
2/54 c	D_3P_2
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنـی دار و حـروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ - ۱۰ - مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک ساقه به روش دانکن

تراکم ذرت	
53/09 a	D_1
44/36 b	D_2
34/59 c	D_3

جدول پ - ۱۱ - مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک ساقه به روش دانکن

فاصله ردیف ذرت	
49/11 a	S_1
40/75 b	S_2
42/16 c	S_3

جدول پ – ۱۲ – مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک ساقه به روش دانکن

الگوی کاشت	
43/04 b	P_1
45/98 a	P_2

جدول پ – ۱۳ – مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک ساقه به روش دانکن

اثر متقابل فاصله ردیف× الگوی کاشت	
41/18 cd	S_1P_1
43/15 d	S_1P_2
37/33 d	S_2P_1
44/17 bc	S_2P_2
47/62 ab	S_3P_1
50/612 a	S_3P_2

جدول پ – ۱۴ – مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن

تراکم ذرت	
24/11 a	D_1
21/37 b	D_2
14/24 c	D_3

جدول پ – ۱۵ – مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن

الگوی کاشت	
18/64 b	P_1
21/16 a	P_2

جدول پ – ۱۶ – مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن

اثر متقابل تراکم× فاصله ردیف	
24/57 a	D_1S_1
23/71 a	D_1S_2
24/03 a	D_1S_3
20/03 bc	D_2S_1
21/97 ab	D_2S_2
22/03 ab	D_2S_3
17/67 c	D_3S_1
14/50 d	D_3S_2
10/57 e	D_3S_3

جدول پ - ۱۷ - مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک پوست بلال به روش دانکن

اثر متقابل تراکم × فاصله ردیف× الگوی کاشت	
23/16 abcd	$D_1S_1P_1$
25/99 ab	$D_1S_1P_2$
24/74 abc	$D_1S_2P_1$
22/69 bcd	$D_1S_2P_2$
19/99 cdef	$D_1S_3P_1$
28/07 a	$D_1S_3P_2$
18/94 def	$D_2S_1P_1$
21/11 bcde	$D_2S_1P_2$
19/97 cdef	$D_2S_2P_1$
23/97 abcd	$D_2S_2P_2$
20/52 cdef	$D_2S_3P_1$
23/54 abcd	$D_2S_3P_2$
19/47 def	$D_3S_1P_1$
15/86 fg	$D_3S_1P_2$
11/85 gh	$D_3S_2P_1$
17/15 ef	$D_3S_2P_2$
9/09 h	$D_3S_3P_1$
12/05 gh	$D_3S_3P_2$

جدول پ - ۱۸ - مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک برگ به روش دانکن

تراکم ذرت	
24/97 a	D_1
20/09 b	D_2
19/98 b	D_3

جدول پ - ۱۹ - مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک برگ به روش دانکن

فاصله ردیف ذرت	
18/98 b	S_1
19/38 b	S_2
24/71 a	S_3

جدول پ - ۲۰- مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک برگ به روش دانکن

الگوی کاشت	
20/81 b	P_1
22/23 a	P_2

جدول پ - ۲۱ - مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک برگ به روش دانکن

اثر متقابل تراکم ×الگوی کاشت	
22/28 b	D_1P_1
30/56 a	D_1P_2
19/12 cd	D_2P_1
21/18 c	D_2P_2
17/04 d	D_3P_1
18/98 cd	D_3P_2

جدول پ - ۲۲ - مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک برگ به روش دانکن

اثر متقابل فاصله ردیف× الگوی کاشت	
17/50 d	S_1P_1
19/25 cd	S_1P_2
18/71 d	S_2P_1
21/24 bc	S_2P_2
23/21 b	S_3P_1
26/24 a	S_3P_2

جدول پ - ۲۳ - مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن خشک برگ به روش دانکن

اثر متقابل تراکم × فاصله ردیف	
22/08 b	D_1S_1
22/30 b	D_1S_2
30/55 a	D_1S_3
17/58 cd	D_2S_1
20/36 bc	D_2S_2
22/31 b	D_2S_3
15/56 d	D_3S_1
15/27 d	D_3S_2
23/17 b	D_3S_3

جدول پ - ۲۴ - مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن پوست بلال به روش دانکن

تراکم ذرت	
12/75 a	D_1
10/63 b	D_2
9/32 b	D_3

جدول پ – ۲۵– مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن پوست بلال به روش دانکن

فاصله ردیف ذرت	
10/65 b	S_1
10/40 b	S_2
11/66 a	S_3

جدول پ – ۲۶ – مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن پوست بلال به روش دانکن

الگوی کاشت	
9/71 b	P_1
12/08 a	P_2

جدول پ – ۲۷ – مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و فاصله ردیف بر وزن پوست بلال به روش دانکن

اثر متقابل تراکم ×فاصله ردیف	
12/15 b	D_1S_1
12/26 b	D_1S_2
13/84 a	D_1S_3
9/39 cd	D_2S_1
10/37 cd	D_2S_2
12/20 b	D_2S_3
8/93 cd	D_3S_1
8/64 d	D_3S_2
10/40 c	D_3S_3

جدول پ - ۲۸ - مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک چوب بلال به روش دانکن

تراکم ذرت	
14/44 a	D_1
13/23 b	D_2
9/89 c	D_3

جدول پ - ۲۹ - مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک چوب بلال به روش دانکن

فاصله ردیف ذرت	
12/08 b	S_1
12/48 b	S_2
13/01 a	S_3

جدول پ - ۳۰- مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک چوب بلال به روش دانکن

الگوی کاشت	
11/80 b	P_1
13/24 a	P_2

جدول پ - ۳۱ - مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک چوب بلال به روش دانکن

اثر متقابل تراکم× الگوی کاشت	
13/52 b	D_1P_1
15/35 a	D_1P_2
12/27 c	D_2P_1
14/19 b	D_2P_2
10/38 d	D_3P_1
12/02 c	D_3P_2

جدول پ - ۳۲ - مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک بلال به روش دانکن

اثر متقابل تراکم× الگوی کاشت	
45/19 b	D_1P_1
52/77 a	D_1P_2
43/92 cd	D_2P_1
46/91 b	D_2P_2
31/60 d	D_3P_1
35/65 c	D_3P_2

جدول پ - ۳۳- مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک بلال به روش دانکن

تراکم ذرت	
48/98 a	D_1
44/91 b	D_2
34/13 c	D_3

جدول پ - ۳۴- مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر وزن خشک بلال به روش دانکن

فاصله ردیف ذرت	
41/03 b	S_1
42/5 b	S_2
45/27 a	S_3

جدول پ - ۳۵ - مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر وزن خشک بلال به روش دانکن

الگوی کاشت	
40/57 b	P_1
44/77 a	P_2

جدول پ - ۳۶ - مقایسه میانگین اثر تراکم بر تعداد برگ در بوته به روش دانکن

تراکم ذرت	
11/45 a	D_1
11/03 ab	D_2
10/21 b	D_3

جدول پ - ۳۷- مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف برتعداد برگ در بوته به روش دانکن

فاصله ردیف ذرت	
10/41 b	S_1
10/66 b	S_2
11/12 a	S_3

جدول پ - ۳۸ - مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر تعداد برگ در بوته به روش دانکن

الگوی کاشت	
10/22 b	P_1
11/25 a	P_2

جدول پ-۳۹ – مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم، فاصله ردیف و الگوی کاشت بر وزن خشک کل به روش دانکن

اثر متقابل تراکم × فاصله ردیف × الگوی کاشت	
۱۱۹۷/۱۴ k	$D_1S_1P_1$
۱۲۵۴/۹۲ j	$D_1S_1P_2$
۱۲۱۶/۹۲ k	$D_1S_2P_1$
۱۳۳۲/۳۱ gh	$D_1S_2P_2$
۱۲۱۱/۲۶ k	$D_1S_3P_1$
۱۳۲۲/۸۷ h	$D_1S_3P_2$
۱۲۸۸/۴۱ i	$D_2S_1P_1$
۱۳۴۹/۵۲ fg	$D_2S_1P_2$
۱۲۷۷/۸۸ ij	$D_2S_2P_1$
۱۴۰۷/۷۴ d	$D_2S_2P_2$
۱۲۸۱/۰۱ i	$D_2S_3P_1$
۱۳۷۷/۳۶ e	$D_2S_3P_2$
۱۳۱۸/۶۷ h	$D_3S_1P_1$
۱۴۲۸/۵۴ d	$D_3S_1P_2$
۱۳۶۰/۷۳ bf	$D_3S_2P_1$
۱۴۸۹/۵۲ b	$D_3S_2P_2$
۱۴۶۵/۶۵ c	$D_3S_3P_1$
۱۵۵۷/۲۳ a	$D_3S_3P_2$

The effects of planting pattern, plant density and row width on yield and yield components of maize

An experiment was conducted for investigation the effects of planting pattern, plant density and row spacing on yield and yield components of corn a filed experiment was carried out in research farm of Agricultural college, Shahrood University of technology, in split split plot design based on RCBD with four replication. The main factor was plant density (A) include: a_1=70000, a_2=85000 and a_3=100000 plant.ha. sub factor was row spacing (B) in cluede:b_1=70, b_2=75, b_3=80 cm. sub sub factor was planting patter n(c) inclued: c_1=convention, c_2= two row planting. The results of this study of plant density on height of plant, diagonal of stem, number of leaf, arid weight of leaf, arid weight of stem, arid weight of ear, arid weight of ear skin, number of seeds in row, number of row in ear, 100 seed weight, weight of ear stick, weight of grain in ear, total arid weight and Harvest Index were significant. In this research, the greatest effect on grain yield was obtained from 85000 plant.ha-1. The effect of row spacing on ear skin weight, ear stick weight, total arid weight, arid weight of leaf, arid weight of stem, arid weight of ear were significant and 80 cm row spacing had the highest effect on above-mentioned quality. Effect of planting pattern on all above quality except arid weight of stem, arid weight of leaf and number of ear were significant and two row planting had the highest effect on above-mentioned quality.

The results of growth analysis showed that process of TDM, LAI, CGR, RGR, NAR dependant on different plant density, row spacing and planting pattern.

Key Word: corn, planting pattern, plant density, row spacing, yield.

Shahrood University of Technology
Faculty of Agronomy Science

Thesis M.SC

The effects of planting pattern, plant density and row width on yield and yield components of maize

Elham Ebrazeh

Supervisor
Dr.A.Gholmi
Ms. M. Rahimi

Advisor
M.s. A.Bankesaz
Dr.H.R.Asghari

Spring2009