رساله‌ی حاضر، حاصل پژوهش‌های نگارنده در دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی کشاورزی، گرایش زراعت است که در شهریور ماه سال ۱۳۹۱ در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه یاسوج به راهنمایی جناب آقای دکتر هوشنگ فرجی و مشاوره‌ی جناب آقای دکتر علیرضا خوشرو و جناب آقای دکتر اسد معصومی اصل از آن دفاع شده است و کلیه‌ی حقوق مادی و معنوی آن متعلق به دانشگاه یاسوج است.

دانشکده‌ی کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی کشاورزی گرایش زراعت

بررسی پتانسیل عملکرد، انحراف از پتانسیل عملکرد و برخی شاخص‌های انرژی در مزارع گندم زرقان فارس

استاد راهنما:
دکتر هوشنگ فرجی

اساتید مشاور:
دکتر علیرضا خوشرو
دکتر اسد معصومی اصل

پژوهشگر:
مسعود آندیده

شهریور ماه۱۳۹۱

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

و

شهید رستم دهقانی

سپاسگزاری

به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق » بسی شایسته استازآنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی اماند ،

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موهایشان سپید شد تا ماروسفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند

از استوارترین تکیه گاهم،دستان پرمهر پدرم

از سبزترین نگاه زندگیم،چشمان چشم سار مهربانی مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق آنان آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانیشان را سپاس نتوانم بگویم،امروز هستی ام به امید شان و فردا کلید باغ بهشتم رضای آنان است،

از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقایدکتر هوشنگ فرجی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند،

از اساتید گرامیمآقایان دکتر علیرضا خوشروو دکتر اسد معصومی اصل که زحمت مشاوره این رساله را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید،

از استاد فرهیخته و دلسوز جناب آقای دکتر رضا امیری فهلیانی و و مهندس بهرام اندرزیانکه با کرامتی چون خورشید ، سرزمین دل را روشنی بخشیدند،

قدردانی می‌نمایم.

نام : مسعود **نام خانوادگی:آندیده**
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته و گرایش: کشاورزی- زراعت**
استاد راهنما: دکتر هوشنگ فرجی **تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۶/۲۹**

بررسی پتانسیل عملکرد، انحراف از پتانسیل عملکرد و برخی شاخص‌های انرژی در مزارع گندم زرقان فارس

چکیده

این پژوهش از چند زاویه مدیریت تولید را مورد کنکاش قرار داده است. ابتدا بحث عملکرد پتانسیل نظری و عملی، عملکرد واقعی و انحراف از پتانسیل عملکرد است که از طریق مدل‌سازی عملکرد منطقه و اندازه‌گیری مستمر در طی دوره رشد و در نهایت در زمان برداشت به دست آمده است. مدیریت استفاده از نهاده‌های مصرفی و کارآیی مصرف انرژی و ارزیابی آنها در رابطه با عملکرد موضوع دیگری است که در این تحقیق به آن پرداخته شده است. این تحقیق در ۱۵۰ هکتار از مزارع آبی و دیم بالاتر از یک هکتار در مزارع گندم منطقه مهریان شهرستان زرقان اجرا شد. نتایج نشان داد که میان عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد سنبله مناطق چهارگانه A، B، C و D اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد و برای تعداد دانه در سنبله، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت؛ ولی برای عملکرد بیولوژیک در میان مناطق چهارگانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین انحراف از عملکرد پتانسیل بیولوژیک برای مناطق چهارگانه A، B، C و D نشان داد که بجز مناطق A و B که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، میان مناطق دیگر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین انحراف از عملکرد پتانسیل بیولوژیک برای مزارع هر منطقه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین مزارع در هر منطقه (درون گروهی) مشاهده نگردید. مقدار کارآیی مصرف انرژی، بهره-وری انرژی و انرژی خالص برای منطقه زرقان فارس به ترتیب ۰/۹۰۴۶۶۴مگاژول بر هکتار، ۰/۰۶۲۴۷۷ مگاژول بر هکتار و۴۲۳۴/۱- مگاژول بر هکتار محاسبه شد. میانگین انرژی تجدیدپذیر و میانگین انرژی تجدیدناپذیر برای منطقه زرقان فارس به ترتیب ۳۴۶۱۸۳۷ مگاژول بر هکتار و ۷۴۱۴۹۳/۴ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. میانگین انرژی ورودی منطقه زرقان ۴۴۴۱۱/۵۵ مگاژول بر هکتار و میانگین انرژی خروجی آن ۴۰۱۷۷/۵۴ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. عملکرد پتانسیل اقتصادی و عملکرد پتانسیل بیولوژیک منطقه توسط نرم‌افزار aqua crop در طی سال‌های اخیر محاسبه شد. انحراف از عملکرد پتانسیل بیولوژیک و انحراف از عملکرد پتانسیل دانه برای مزارع مناطق چهارگانه محاسبه گردید. مزرعه C دارای بیشترین اختلاف با عملکرد پتانسیل دانه و عملکرد پتانسیل بیولوژیک بود و مزارع A_1، B_2 و B_1 در مکان‌های بعدی جای داشتند و مزرعه D_1 دارای کمترین اختلاف با عملکرد پتانسیل دانه و عملکرد پتانسیل بیولوژیک بود.

کلمات کلیدی: پتانسیل عملکرد، گندم، بهره‌وری انرژی، مصرف آب

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- فرضیات تحقیق ۲

۱-۳- اهداف تحقیق ۲

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲- ۱- اهمیت گندم ۳

۲-۲- عملکرد ۶

۲-۳- اجزاء عملکرد ۱۰

۲-۳-۱- تعداد سنبله در متر مربع ۱۰

۲-۳-۲- تعداد دانه در سنبله ۱۱

۲-۳-۳- وزن هزار دانه ۱۱

۲-۴- عملکرد پتانسیل یا حداکثر عملکرد ۱۱

۲-۵- عملکرد واقعی ۱۴

۲-۶- عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ۱۵

۲-۷- عملکرد بیولوژیک ۱۵

۲-۸- شاخص برداشت ۱۶

۲-۹- کارآیی مصرف آب ۱۸

۲-۱۰- کارآیی مصرف انرژی ۲۰

۲-۱۱- جمع بندی ۲۱

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه مورد آزمایش ۲۲

۳-۲- ارقام مورد کاشت کشاورزان مورد مطالعه ۲۵

۳-۲-۱- رقم پیشتاز ۲۵

۳-۲-۲- رقم چمران ۲۶

۳-۲-۳- رقم مرودشت ۲۷

۳-۳- کارآیی مصرف انرژی ۲۷

۳-۴- روش اجرای طرح ۲۸

۳-۵- اندازه‌گیری و یادداشت برداری در طول فصل رشد ۲۸

۳-۶- عملکرد واقعی دانه ۲۹

۳-۷- اجزاء عملکرد دانه ۲۹

عنوان **صفحه**

۳-۸- عملکرد بیولوژیک ۲۹
۳-۹- عملکرد پتانسیل نظری ۲۹
۳-۱۰-عملکرد پتانسیل عملی ۳۰
۳-۱۱- عملکرد گزارش شده کشاورز ۳۰
۳-۱۲- انحراف از پتانسیل عملکرد ۳۰
۳-۱۳- شاخص برداشت ۳۰
۳-۱۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۳۰

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱-تجزیه واریانس اجزای عملکرد ۳۵
۴-۱-۱- عملکرد دانه ۳۵
۴-۱-۲- تعداد سنبله در متر مربع ۳۶
۴-۱-۳-- تعداد دانه در سنبله ۳۷
۴-۱-۴- وزن هزار دانه ۳۷
۴-۲- تجزیه واریانس اجزای عملکرد ۳۸
۴-۳- تجزیه واریانس انحراف از عملکرد پتانسیل ۳۹
۴-۴- رگرسیون عملکرد دانه ۴۱
۴-۵- کارایی مصرف آب ۴۲
۴-۶- رگرسیون انحراف از پتانسیل عملکرد دانه و کارایی مصرف آب ۴۵
۴-۷- کارایی انرژی ۴۵
۴-۸- محاسبه شاخص های انرژی ۴۶
۴-۸-۱- نسبت ستاده نهاده (کارایی مصرف انرژی) ۴۶
۴-۸-۲- بهره وری انرژی ۴۷
۴-۸-۳- انرژی خالص ۴۷
۴-۸-۴- انرژی های تجدید پذیر و تجدیدناپذیر ۴۸
۴-۸-۵- انرژی های ورودی و خروجی ۴۹
۴-۸-۶- انرژی نهاده های مصرفی ۵۰
۴-۹- رگرسیون انرژی عملکرد بیولوژیک ۵۱
۴-۱۰- رگرسیون انرژی عملکرد دانه ۵۱
۴-۱۱- رگرسیون انرژی های تجدید پذیر و تجدیدناپذیر با عملکرد دانه ۵۲
۴-۱۲- رگرسیون انرژی های تجدید پذیر و تجدیدناپذیر با عملکرد بیولوژیک ۵۲
۴-۱۳- پتانسیل عملکرد دانه و پتانسیل عملکرد بیولوژیک ۵۲
۴-۱۴- انحراف از عملکرد پتانسیل بیولوژیک ۵۳
۴-۱۵- انحراف از عملکرد پتانسیل دانه ۵۵
۴-۱۶- خلاصه نتایج و نتیجه گـیری ۵۶
۴-۱۷- پیشنهادات ۵۷

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱: تغییرات مصرف منابع سرانه انرژی در کشورهای در حال توسعه سال ۲۰۰۳ نسبت به ۱۹۶۰ ..... ۳
شکل۲-۲: سطح زیر کشت و میزان تولید مهمترین کشورهای تولید کننده گندم طی سال‌های ۲۰۱۰ – ۲۰۰۹ ..... ۴
شکل ۲-۳: عملکرد گندم در مهمترین کشورهای تولید کننده گندم طی سال‌های ۲۰۱۰- ۲۰۰۹ ..... ۴
شکل ۲-۴: مفاهیم عملکرد پتابسیل، عملکرد واقعی و انحراف از عملکرد ۱۳
شکل۲-۵ : میانگین عملکرد پتانسیل و عملکرد مزرعه در کشور بریتانیا ۱۵
شکل ۴-۱ : مقایسه میانگین انحراف از عملکرد پتانسیل بیولوژیک مناطق چهارگانه با استفاده ازآزمون LSD ۴۰
شکل ۴-۲ : مقایسه میانگین انحراف از عملکرد پتانسیل دانه مناطق چهارگانه با استفاده از آزمون LSD ۴۱
شکل ۴-۳: رگرسیون عملکرد دانه ۴۱
شکل ۴-۴: کارآیی مصرف آب مزارع مورد مطالعه ۴۳
شکل ۴-۵ : رگرسیون کارآیی مصرف آب ۴۵
شکل ۴-۶ : سهم انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر منطقه زرقان فارس (بر حسب درصد) ۴۹
شکل ۴-۷ : میانگین انرژی ورودی و خروجی منطقه زرقان فارس (mj/ha) ۵۰
شکل ۴-۸: نمودار انرژی نهاده‌های مصرفی بر حسب درصد در منطقه زرقان فارس ۵۰
شکل ۴-۹: رگرسیون نهاده‌های انرژی و عملکرد بیولوژیک ۵۱
شکل ۴-۱۰: رگرسیون نهاده‌های انرژی و عملکرد دانه ۵۲

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱: میزان تولید، مصرف و واردات گندم بعضی از کشورهای جهان ۲۰۱۰ (هزار تن) ۵
جدول ۳-۱: وضعیت آب و هوای منطقه مورد آزمایش ۲۳
جدول ۳-۲: مشخصات مزارع مناطق چهارگانه مورد آزمایش ۲۴
جدول ۳-۳: مشخصات زراعی و مورفولوژیک رقم پیشتاز ۲۵
جدول ۳-۴: مشخصات زراعی و مورفولوژیک رقم چمران ۲۶
جدول ۳-۵: مشخصات زراعی و مورفولوژیک رقم مرودشت ۲۷
جدول ۳-۶: پرسشنامه ۱ ..... ۳۱
جدول ۳-۷: پرسشنامه ۲ (کارآیی مصرف انرژی) ۳۳
جدول ۴-۱ : نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه ۳۵
جدول ۴-۲ : مقایسه میانگین عملکرد دانه در میان مناطق چهارگانه با استفاده از آزمون t ۳۶
جدول ۴- ۳: مقایسه میانگین تعداد سنبله در مترمربع بین مناطق چهارگانه با استفاده از آزمون t ۳۷
جدول ۴- ۴ : مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله در میان مناطق چهارگانه با استفاده از آزمون t ۳۷
جدول ۴- ۵ : مقایسه میانگین وزن دانه در میان مناطق چهارگانه با استفاده از آزمون t ۳۸
جدول ۴- ۶ : نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، بیولوژیک و اجزاء عملکرد منطقه A ۳۸
جدول ۴-۷ : تجزیه واریانس عملکرد دانه، بیولوژیک و اجزاء عملکرد منطقه B ۳۹
جدول ۴-۸ : تجزیه واریانس عملکرد دانه، بیولوژیک و اجزاء عملکرد منطقه D ۳۹
جدول ۴-۹ : تجزیه واریانس انحراف از پتانسیل عملکرد بیولوژیک و انحراف از پتانسیل عملکرد دانه ۴۰
جدول ۴-۱۰ : مقادیر عددی بهره‌وری انرژی، کارآیی انرژی و انرژی خالص ۴۷
جدول ۴-۱۱ : ضرایب تبدیل انرژی برای نهاده های مصرفی و محصول تولیدی ۴۸
جدول ۴-۱۲ : عملکرد پتانسیل دانه و عملکرد پتانسیل بیولوژیک منطقه زرقان فارس ۵۴
جدول ۴-۱۳ : انحراف از عملکرد پتانسیل بیولوژیک و انحراف از عملکرد پتانسیل دانه مزارع مورد مطالعه ۵۵
جدول ۴-۱۴ : خلاصه مدیریت زراعی کشاورز D_1 ..... ۵۶

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه

به دلیل کوچک بودن اراضی، تعداد زیاد مزارع، غیر یکنواختی و تنوع مدیریت اراضی، کم سوادی و سن بالای کشاورزان، عملاً مسئله انتقال دانش به مزارع با چالش بزرگی روبرو است. در این راستا، انجام آزمایشات در شرایط مزرعه فاصله بین تحقیقات و کاربرد آن را در مزرعه کاهش می‌دهد. در این زمینه، محققین، مطالعات مستقیم[1] را در مزرعه جهت دستیابی به محدودیت‌های واقعی عملکرد مناسب می‌دانند. تنوع عملکرد زیادی در قسمت‌های مختلف یک مزرعه و همچنین بین مزارع در یک منطقه وجود دارد و این تنوع در میان مناطق مختلف کشور نیز به طور چشمگیری قابل مشاهده است.

عملکرد در مزرعه را می‌توان به عملکرد پتانسیل یا حداکثر عملکرد بدون وجود محدودیت‌های مدیریتی و عملکرد واقعی یا عملکرد به دست آمده در شرایط مزرعه و با یک مدیریت مشخص تقسم بندی نمود. به تفاوت میان عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل، انحراف از عملکرد یا خلاء عملکرد گفته می‌شود. بررسی عوامل موثر بر تغییرات عملکرد در قسمت‌های مختلف یک مزرعه و بین مزارع یک منطقه می‌تواند برای دستیابی به عملکرد بیشتر مفید باشد.

عملکرد گندم یک ویژگی مرکب و پیچیده است که عوامل ژنتیکی و محیطی و برهمکنش میان این دو در آن نقش دارند. در بحث مدیریت زراعی بهبود آبیاری، بهبود تغذیه، مدیریت آفات و غیره باعث افزایش عملکرد واقعی و کاهش انحراف از پتانسیل عملکرد می‌گردد. از آنجایی که افزایش عملکرد گندم در ایران از طریق افزایش سطح زیرکشت تقریباً غیر ممکن است، لذا کسب شناختی جامع از تولید گندم به منظور اتخاذ رهیافت‌های جدید برای افزایش عملکرد در آینده از طریق مدیریت یا به‌نژادی یا هر دو ضروری است. بررسی مقایسه‌ای متوسط میزان عملکرد تولید گندم در کشور نسبت به متوسط عملکرد جهانی و همچنین، مقایسه عملکرد این محصول در کشورهایی با شرایطی مشابه با شرایط کشور ما، نشانگر عملکرد نسبتاً پایین گندم در ایران است. استان فارس مهمترین استان تولید کننده گندم کشور است و در این میان، شهرستان زرقان یکی از مناطق مهم در این استان در تولید گندم است. لذا در این پژوهش، به بررسی عوامل مؤثر بر تنوع تولید مزارع گندم-کاری شهرستان زرقان پرداخته می‌شود .

---

[1] *On farm*

۱-۲- فرضیه‌های تحقیق شامل موارد ذیل می‌باشند:

۱- بین پتانسیل عملکرد و عملکرد واقعی در مزارع مختلف تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد.
۲- عملکرد واقعی کشاورزان تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر دارد.
۳- عملکرد پتانسیل عملی کشاورزان تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر دارد.

۱-۳- به طور خلاصه این تحقیق اهداف زیر را دنبال می‌کند:

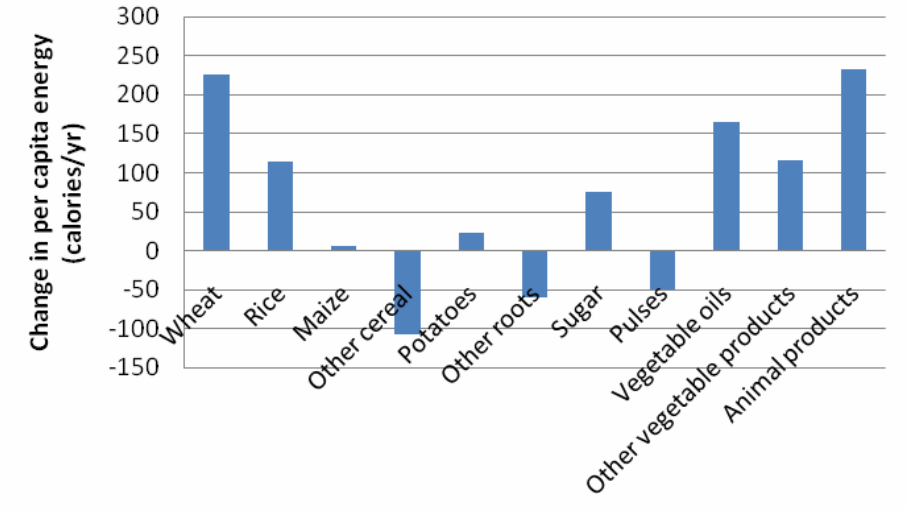
۱-تعیین عملکرد واقعی در مزارع گندم زرقان فارس
۲- تعیین پتانسیل عملکرد و انحراف از پتانسیل عملکرد در مزارع گندم زرقان فارس
۳-تعیین عملکرد پتانسیل با استفاده از مدل‌سازی
۴- تعیین رابطه بین عملکرد و برخی نهاده‌های مصرفی

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های انجام شده

۲-۱- اهمیت گندم

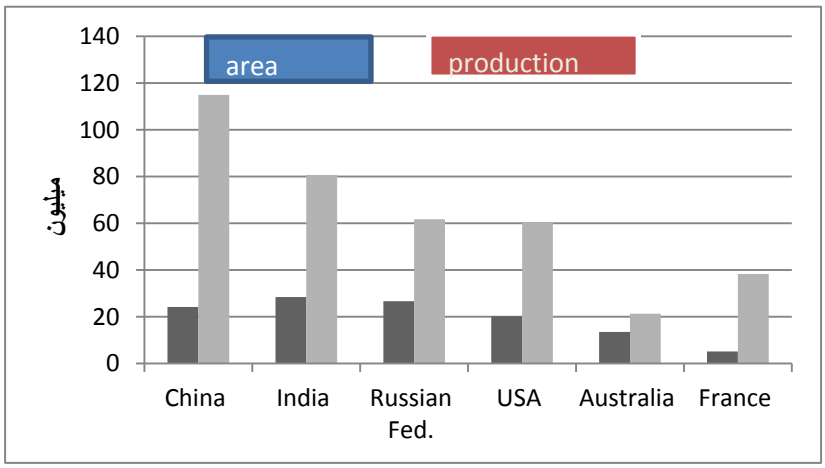
فیشر[1] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که در سطح جهانی تقریباً ۵۰ درصد کالری مورد نیاز انسان به طور مستقیم از غلات تامین می‌شود. تغییرات سرانه مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که تامین سرانه مصرف انرژی از گندم در سال ۲۰۰۳ نسبت به سال ۱۹۶۰، حدود ۲۲۰ کالری افزایش یافته است (شکل۲-۱). تنها در کشورهای در حال توسعه، گندم و برنج نیمی از سرانه مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد (فائو[2]، ۲۰۰۶).

در سطح جهانی گندم، از نظر سطح زیر کشت، رتبه اول را به خود اختصاص داده است و در سطحی معادل ۲۲۰ میلیون هکتار کشت می‌شود (فائو، ۲۰۰۷). سطح زیر کشت و عملکرد گندم در مهمترین کشورهای تولید کننده این محصول طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۰ در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.



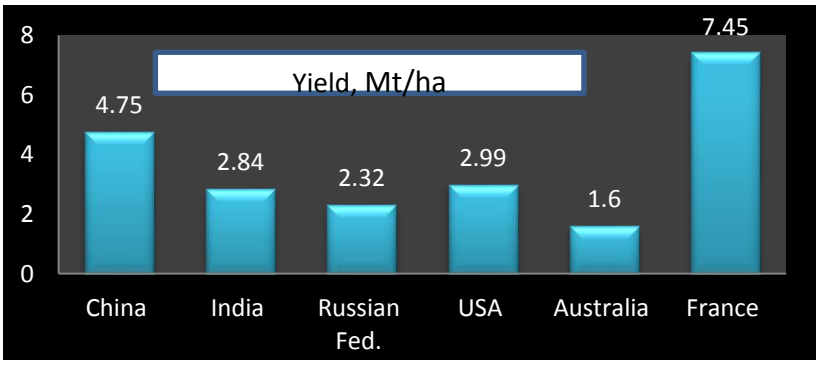
شکل ۲-۱: تغییرات مصرف منابع سرانه انرژی در کشورهای در حال توسعه سال ۲۰۰۳ نسبت به ۱۹۶۰

[1] *Fischer*
[2] *Fao*



شکل۲-۲: سطح زیر کشت و میزان تولید مهمترین کشورهای تولید کننده گندم طی سال‌های ۲۰۱۰ – ۲۰۰۹

روزگرانت و همکاران[1] (۲۰۰۱) پیش‌بینی کردند که در سال ۲۰۲۰، نیاز جهانی به تولید گندم، ۷۶۰ میلیون تن در سال خواهد بود. این میزان ۲۷ درصد بیشتر از تولید جهان در سال ۱۹۹۷ است و نشان دهنده این است که تقاضا برای گندم به طور میانگین ۱/۳ درصد در سال در کل جهان رشد خواهد داشت. میانگین عملکرد گندم جهان در سال‌های۲۰۱۰- ۲۰۰۹ در مهمترین کشورهای تولید کننده در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.



شکل ۲-۳: عملکرد گندم در مهمترین کشورهای تولید کننده گندم طی سال‌های ۲۰۱۰- ۲۰۰۹

در ارتباط با چین و هند به عنوان بزرگترین کشورهای تولید کننده گندم، پیش‌بینی شده است که اگر میانگین تولید گندم این دو کشور ثابت باقی بماند، هر دو کشور وارد کننده اصلی گندم در سال ۲۰۲۰ خواهند بود (فائو، ۲۰۰۷). در جدول ۲-۱ میزان تولید، مصرف و واردات بعضی از کشورهای جهان برای گندم نشان داده شده است. در این جدول مشاهده می‌شود که تفاوت ناچیزی میان میزان تولید و میزان مصرف گندم در کشورهای چین و هند وجود دارد و سهم این دو کشور در صادرات

[1] *Rosegrant et al*

جهانی گندم بسیار اندک است. کشورهای در حال توسعه خاورمیانه و آفریقایی بیشترین سهم واردات گندم در جهان را به خود اختصاص داده‌اند که دلیل آن عدم توسعه کشاورزی مکانیزه و به عبارتی بهتر، مدیریت زراعی ضعیف و سنتی است که نتیجه آن تولید پایین و عملکرد کمتر می‌باشد. از طرف دیگر، کشورهایی مانند آمریکا، کانادا و کشورهای اروپایی بیشترین سهم تولید و صادرات را به خود اختصاص داده‌اند که میزان تولید بالا در این کشورها به دلیل شرایط اقلیمی، مدیریت زراعی پیشرفته و زیر ساخت‌های مناسب و همچنین سیاست‌های حمایتی توسط دولت می‌باشد. به طور نمونه کشور آمریکا حدود ۲۸ میلیون تن گندم در سال ۲۰۱۰ صادر نمود.

جدول ۲-۱: میزان تولید، مصرف و واردات گندم بعضی از کشورهای جهان ۲۰۱۰ (هزار تن)

رتبه	کشور	تولید	کشور	مصرف	کشور	واردات	کشور	صادرات
۱	چین	۱۰۸،۷۱۲	چین	۱۱۲،۵۰۱	برزیل	۶،۶۹۰	ایالات‌متحده آمریکا	۲۸،۴۵۷
۲	هند	۶۵،۸۵۶	هند	۶۵،۲۸۳	مصر	۶،۴۹۳	کانادا	۱۸،۳۸۵
۳	آمریکا	۶۲،۵۵۰	روسیه	۳۸،۰۱۱	ایتالیا	۶،۳۷۱	فرانسه	۱۷،۳۴۳
۴	فرانسه	۳۵،۰۶۲	ایالات‌متحده آمریکا	۳۵،۷۰۴	ژاپن	۶،۰۹۹	استرالیا	۱۴،۹۳۶
۵	روسیه	۳۴،۶۵۶	پاکستان	۱۹،۹۵۱	ایران	۴،۷۹۰	آرژانتین	۹،۲۳۸
۶	کانادا	۲۵،۷۱۷	فرانسه	۱۸،۴۶۷	الجزایر	۴،۶۳۵	آلمان	۵،۳۹۰
۷	استرالیا	۱۹،۲۹۰	ترکیه	۱۶،۴۵۹	چین	۴،۲۴۷	بریتانیا	۳،۸۲۱
۸	آلمان	۱۹،۲۰۳	آلمان	۱۵،۸۶۸	هلند	۳،۴۳۳	قزاقستان	۳،۷۱۰
۹	پاکستان	۱۷،۶۲۸	ایران	۱۵،۳۶۴	روسیه	۳،۱۸۷	ایتالیا	۲،۷۱۸
۱۰	ترکیه	۱۶،۳۱۴	اوکراین	۱۴،۱۱۲	اسپانیا	۳،۰۱۰	بلژیک	۱،۸۸۹

اگرچه سابقه کشت گندم در ایران بسیار طولانی است، اما تولید این محصول طی دوره‌های مختلف و تحت تأثیر پدیده‌های اقتصادی، اجتماعی و شرایط آب و هوایی با نوسان‌های زیادی همراه بوده است. ایران قبل از سال‌های دهه چهل در زمینه تولید گندم تقریباً خودکفا بود، اما در سال‌های بعد از آن، تولید با نوسان‌هایی رو به کاهش نهاد. گندم در حال حاضر، به عنوان مهمترین محصول زراعی در ایران محسوب می‌شود. سطح زیر کشت گندم کشور درسال زراعی ۸۹-۱۳۸۸، ۶/۶۵ میلیون هکتار گزارش شده است که ۳۶/۷۵ درصد آن آبی و ۶۳/۲۵ درصد بقیه دیم بوده است. میزان تولید گندم کشور حدود ۱۳/۴۸میلیون تن بوده است که ۶۶/۵۴ درصد آن از کشت آبی و ۳۳/۴۶ درصد مابقی از کشت دیم به دست آمده است. میانگین عملکرد گندم آبی کشور ۳۶۷۲/۴۶ کیلوگرم و میانگین عملکرد گندم دیم کشور ۱۰۷۳/۳ کیلوگرم در هکتار بوده است (جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹). سطح زیر کشت و تولید گندم ایران به ترتیب ۲/۷۸ درصد سطح زیر کشت جهان و ۲ درصد کل تولید جهانی است. با وجود افزایش مداوم برای تقاضای گندم، سطح زیر کشت گندم نمی‌تواند به موازات این تقاضا افزایش یابد. یکی از مهمترین عوامل محدود کننده توسعه سطح زیر کشت گندم در ایران آب است.

میانگین بارندگی در سطح کشور ۲۵۰ میلیمتر در سال می باشد و متوسط نزولات سالانه ۴۱۳ میلیارد متر مکعب است. سهم بارندگی کشور ما ۳ درصد میانگین جهانی می باشد. بیش از ۷۰٪ نزولات تبخیر و به جو باز می‌گردد. میزان کل آب کشور پس از تبخیر (و با احتساب ۸ میلیارد متر مکعب ورودی) ۱۳۰ میلیارد متر مکعب است (فائو، ۲۰۰۷).

در ایران در سال ۱۳۸۲، به دلیل شرایط ویژه جوی، به طور رسمی جشن خودکفایی گندم در کشور برگزار گردید، اما متاسفانه در سال‌های بعد از آن، چنین تولیدی در سطح ملی استمرار نیافت و هم‌اکنون در سال ۱۳۹۱، ایران با واردات بیش از ۲ تن گندم به عنوان یکی از اصلی‌ترین کشورهای وارد کننده این محصول قلمداد می‌شود (جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹).

توجه به سطح زیر کشت آبی و دیم گندم در کشور نشان می‌دهد که مهمترین عامل در نوسان تولید این محصول، عامل بارندگی است. این عامل قابل مدیریت توسط تولید کننده نمی‌باشد. لذا بدیهی است در سال‌هایی که بارندگی در سطح مطلوبی از نظر میزان و پراکنش باشد، تولید ملی افزایش می‌یابد و برعکس در سال‌هایی که میزان بارندگی و پراکنش آن کم باشد واردات گندم تنها راه جبران کمبود نیاز گندم کشور است.

در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸، استان خراسان رضوی با ۹/۲۱ درصد کل اراضی برداشت شده گندم کشور، بیشترین سطح را به خود اختصاص داد و پس از آن استان‌های کردستان، فارس، همدان، آذربایجان شرقی، زنجان و کرمانشاه به ترتیب با ۸/۲۷، ۶/۹۱، ۶/۷۵، ۶/۶۱، ۶/۶ و ۴/۶ درصد کل اراضی گندم کشور، مقام های دوم تا هفتم را به خود اختصاص دادند، به عبارت دیگر بیش از نیمی از (۵۰/۷۶ درصد) اراضی گندم در این هفت استان قرار داشت. کمترین سطح نیز با حدود ۸ هزار هکتار (۰/۱۲درصد اراضی گندم) متعلق به استان گیلان بود. از نظر میزان تولید، در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸، استان فارس علیرغم رتبه سوم از نظر سطح برداشت، با تولید ۱۰/۳۶ درصد از گندم کشور در جایگاه نخست تولیدکنندگان این محصول قرار گرفت و استان‌های خوزستان، خراسان رضوی، گلستان، کرمانشاه، همدان و آذربایجان غربی به ترتیب با ۸/۳۶، ۸/۷۵، ۸/۱۷، ۶/۱، ۵/۶۹، ۵/۴۳ درصد از تولید گندم کشور در مقام های دوم تا هفتم قرار گرفتند. شایان ذکر است که ۵۲/۸۷ درصد از گندم کشور در هفت استان مذکور تولید شد و سهم سایر استانها ۴۷/۱۳ درصد بود. گیلان با سهم ۰/۰۹ درصد در تولید گندم کشور، در رتبه آخر قرار گرفت (جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹).

۲-۲- عملکرد

عملکرد در مزرعه به عملکرد واقعی (دست یافتنی با یک مدیریت مشخص) و عملکرد پتانسیل (حداکثر عملکرد بدون وجود محدودیت‌های مدیریتی) تقسیم می‌شود. تفاوت بین عملکرد پتانسیل و عملکرد دست یافتنی (واقعی) به عنوان انحراف از پتانسیل عملکرد نامیده می‌شود. عملکرد گندم یک ویژگی مرکب و پیچیده است که به عوامل ژنتیکی و محیطی و تعامل این دو وابسته است (ایوانز[1]، ۱۹۹۳ و فیشر، ۱۹۸۵).

[1] *Evans*

کالدرینی[1] و اسلافر[2] (۲۰۰۳) نشان دادند که گندم‌های جدید به طور کلی عملکردی بیشتر از ارقام قدیمی آنها در یک محدوده وسیع از شرایط محیطی داشتند. گزارش گردید که اختلاف حداقل ۳ تن در هکتار بین عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل عمدتاً ناشی از تراکم نامناسب بوته می‌باشد (ریچاردز[3]، ۲۰۰۰). سیلوستر[4] و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند که تفاوت در عملکردهای به دست آمده بین کشاورزان، به طور عمده به علت استفاده نامناسب از نیتروژن، آبیاری نامناسب و عدم رعایت تاریخ کاشت بهینه بود.

رشد و عملکرد گیاه در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعدد، محدود می‌گردد. به همین علت، اختلاف قابل توجهی بین عمکرد واقعی و عملکرد پتانسیل محصولات زراعی دیده می‌شود. در دهه‌های آینده با افزایش جمعیت، فشار این محدودیت‌ها به صورت جدی‌تری بر کشاورزی و منابع طبیعی دنیا اثر خواهد گذاشت. در بسیاری از گیاهان زراعی، متوسط عملکرد به دلیل تنش‌های محیطی ۳۰-۲۰ درصد کمتر از عملکرد پتانسیل آنان است (ریچاردز ۲۰۰۰).

نتایج تحقیقات احسانی و خالدی (۱۳۸۳) نشان داد که آبیاری تکمیلی آخر فصل، نسبت به آبیاری در مراحل ابتدایی رشد، تأثیر زیادتری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب داشت، و مراحل گلدهی و دانه‌بندی حساس‌ترین مراحل نسبت به تنش بودند. کارآیی مصرف آب در بین تیمارهای مختلف تنش رطوبتی بین ۰/۱۷ تا ۱/۳۴ کیلوگرم در متر مکعب در نوسان بود. آزمایشات نشان داد که واکنش ارقام گندم به رژیم‌های آبیاری در دو منطقه مورد بررسی (کرج و تربت جام) متفاوت بود و شرایط گرم و خشک حاکم بر تربت جام منجر به مصرف آب بیشتر و کارآیی مصرف آب کمتر در این منطقه نسبت به منطقه کرج شد. به نظر می‌رسد مدیریت آبیاری گندم به ویژه در مراحل انتهایی رشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید در هر منطقه مطابق با شرایط اقلیمی حاکم مورد توجه قرار گیرد. در مناطق مختلف کشور، افزایش دما مخصوصاً در فاصله سنبله رفتن تا رسیدگی، شدید است و نقش تنش گرمایی در کنار تنش خشکی در کاهش عملکرد گندم حائز اهمیت است. به طور کلی تحت شرایط تنش خشکی فتوسنتز جاری کاهش می‌یابد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد. فیشر (۱۹۷۳) نشان داد که دوره ۵ تا ۱۵ روز قبل از ظهور سنبله در گندم، حساس‌ترین مرحله به تنش آب است. تاشیرو[5] و واردلا[6] (۱۹۹۰) دریافتند که در غلات حساسترین مرحله به خشکی حد فاصل بین سنبله رفتن تا گلدهی است. اعمال تنش خشکی در مراحل بعدی نمو موجب تسریع پیری و کاهش دوره پرشدن دانه می‌گردد. اگر تنش آب ظرف ۵ هفته قبل از ظهور سنبله گندم اتفاق بیافتد، عملکرد تا ۷۰ درصد کاهش می‌یابد (فیشر ۱۹۷۳).

محققین با بررسی تولید ماده خشک بین مخازن مختلف ارقام پاکوتاه و پابلند گندم مشاهده نمودند که ارقام پاکوتاه ماده خشک بیشتری به سنبله‌ها منتقل نمودند. در شرایط بدون تنش، بیشتر کربوهیدرات‌های موجود در دانه گندم ناشی از فتوسنتز در خلال پر شدن دانه می‌باشد و سهم انتقال

---

[1] *Calderini*
[2] *Slafer*
[3] *Richards*
[4] *Sylvester*
[5] *Tashiro*
[6] *Wardlaw*

مجدد ماده خشک به دانه کمتر از ۳۰ درصد بود. در شرایط آب و هوایی مدیترانه ای، تنش خشکی و گرما پس از گلدهی فتوسنتز را محدود می‌کنند. در چنین شرایطی عملکرد تا حد زیادی به انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه بستگی دارد (آستین[۱]، ۲۰۰۷).

گورهام و همکاران[۲] (۱۹۸۵) اظهار داشتند که در شرایط تنش شوری، درصد دانه‌بندی، تعداد دانه و وزن دانه در سنبله گندم کاهش یافت. تعداد ساقه بارور در هر بوته با افزایش سطوح تنش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت. با توجه به این که تعداد ساقه بارور (تعداد سنبله) از اجزای اصلی تعیین کننده عملکرد دانه غلات می‌باشد، کاهش آنها موجب افت عملکرد دانه گردید. سیلبربوش[۳] و لیپس[۴] (۱۹۹۱) نیز نشان دادند که در شرایط تنش شوری، کاهش تعداد ساقه بارور در هر بوته گندم موجب کاهش عملکرد دانه شد. مس[۵] و گریو[۶] (۱۹۹۰) گزارش کردند که شوری اجزای عملکرد را بسته به اینکه تنش در چه زمانی بر گیاه وارد شده باشد، تحت تاثیر قرار می‌دهد. آنها بیان نمودند که کاهش رشد گیاه در تنش‌های شوری کوتاه مدت به علت تنش اسمزی است و در تنش‌های بلند مدت به علت سمیت و عدم تعادل یونی در گیاه است.

گندم از مرحله جوانه‌زنی فرآیند رشد و نمو خود را شروع می کند و با رسیدن محصول این فرآیند اتمام می‌یابد. دوره زمانی هر مرحله نمو اساسا به ژنوتیپ، دما، طول روز و تاریخ کاشت بستگی دارد. تنش‌های محیطی مخصوصا گرما ، هم چنین کمبود آب و شوری ممکن است موجب کوتاه شدن دوره زمانی مراحل مختلف نمو گندم گردند (گورهام و همکاران، ۱۹۸۵).

عملکرد دانه می‌تواند بر اساس سه متغیر اجزاء عملکرد به شرح زیر توضیح داده شود.

"تعداد سنبله در واحد سطح × تعداد دانه در سنبله × وزن دانه = عملکرد دانه"

اثر هر جزء عملکرد بر عملکرد نهایی دانه در مراحل مختلف در طول فصل رشد تعیین می‌شود. رشد و نمو اولیه گندم از یک الگوی منظم و قابل پیش‌بینی پیروی می‌کند. دانستن این که گندم در معرض چه دماهایی قرار دارد، می‌تواند در پیش‌بینی مراحل نمو آن موثر باشد. در صورت مشاهده اختلاف بین پیش‌بینی نمو و شرایط مزرعه، احتمالا مشکل تنش در مزرعه وجود دارد و از این پیش‌بینی می‌توان به عنوان ابزاری برای ارزیابی کیفیت شرایط رویش گندم در مرزعه استفاده نمود. درجه روزهای رویش[۷] (GDD) واحد مورد استفاده در اندازه‌گیری تجمع حرارت در طول زمان است (راسل و همکاران[۸]، ۱۹۸۴).

GDD بیانگر واحدهای حرارتی تجمع یافته توسط یک گیاه در طی یک دوره زمانی است. از نظر فیزیولوژیکی مراحل ذیل شامل جوانه‌زنی بذر، سبز شدن، پنجه‌زنی، آغازین گل، تشکیل سنبلچه انتهایی، اولین گره روی ساقه یا شروع طویل شدن ساقه، چکمه‌ای شدن، ظهور سنبله، گلدهی و رسیدن محصول مراحل مختلف رشد و نمو گندم است (امام، ۱۳۸۳).

---

[1] *Austin*
[2] *Gorham et al*
[3] *Silberbush*
[4] *Lipps*
[5] *Maas*
[6] *Grieve*
[7] *Growth day degree*
[8] *Russelle et al*

در گندم تعداد دانه به طورعمده توسط تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله کنترل می‌شود و بنابراین، پیش از گلدهی تعیین می‌شود. تامین مواد پرورده برای گل‌آذین در حال نمو، نقش حیاتی در تثبیت تعداد نهایی دانه و اندازه دانه دارد (امام، ۱۳۸۳).

هر جزء عملکرد ممکن است تا حدودی مستقل از اجزاء دیگر تغییر کند. مقادیر این اجزاء در مراحل گوناگون نمو گیاه تعیین می‌شود. تراکم سنبله نهایی در درجه اول به تعداد پنجه تشکیل شده وابسته است. اما شرایط بعدی در تعیین تعداد سنبله نهایی تاثیرگذار است. تعداد دانه در سنبله ابتدا در طول دوره آغازش سنبلچه تعیین می‌شود. اما شرایط نامساعد در طول نمو گلچه می‌تواند موجب مرگ و میر انبوه سنبلک‌ها شود. سرعت و طول دوره آغازش سنبلچه تعیین کننده تعداد نهایی سنبلچه در سنبله است. چون نمو پنجه نسبت به ساقه اصلی دیرتر آعاز می‌شود، طول دوره آغازش سنبلک در سنبله‌های پنجه‌ها کوتاه‌تر از سنبله ساقه اصلی است، اما ظهور سنبلچه در تمام ساقه‌های بارور گیاه همزمان است. در گندم هر سنبلچه می‌تواند تا ده گلچه را در خود جای دهد (دانه بالقوه)، گرچه به طور طبیعی فقط دو یا سه گلچه بارور می‌شود. متوسط وزن هر دانه در درجه اول به وسیله مقدار مواد پرورده موجود برای انتقال به سنبله و فعالیت فتوسنتزی سنبله و همچنین روابط مبدا- مقصد تعیین می‌شود. به هر حال، در فصل‌هایی که دوام سطح برگ برای مثال به دلیل خشکی یا بروز بیماری کم است، مقادیر فراوانی مواد پرورده که پیش از گلدهی در ساقه و غلاف برگ‌ها ذخیره شده است، می‌تواند به مصرف پر شدن دانه برسد. مقدار این مواد ذخیره‌ای به شرایط محیطی و مدیریتی پیش از ظاهر شدن خوشه وابسته است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲).

این واقعیت که اجزای سه‌گانه عملکرد در مراحل گوناگون نمو گیاه تعیین می‌شود، می‌تواند به گیاه در برابر کاهش عملکرد دانه کمک نماید. به عنوان مثال، در یک فصل رشد خشک نامعمول، مانند سال ۱۹۷۶ در انگلستان، به نظر می‌رسد کاهش دوام سطح برگ پس از گلدهی به دلیل تنش خشکی، منجر به پر شدن ضعیف دانه‌ها شده باشد. لیکن در عمل انتقال مواد پرورده از منابع ذخیره‌ای گیاه شدت گرفته و از سوی دیگر، بخشی از وزن کم دانه‌ها نیز توسط دو جزء دیگر عملکرد (تعداد و اندازه ستبله) که در مراحل پیشین نمو، پیش از این که آب محدود کننده شود، تعیین شده بودند. این امر کشاورز را از مواجه شدن با عملکرد کم در امان می‌دارد، اگر چه ممکن است دانه‌ها چروکیده شوند (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۵).

در گندم زمستانه، از زمان کاشت، تا خروج اولین برگ از زمین در مجموع ۱۸۰ درجه روز طول می کشد. اگر از زمان کاشت در مجموع ۲۵۰ درجه روز به دست آمده باشد ولی گندم سبز نشده باشد در آن صورت بذور گندم با مشکلاتی مواجه شده‌اند و مزرعه نیاز به واکاری دارد. رشد کامل هر برگ حدود ۱۰۰ درجه روز طول می‌کشد. اگر روی ساقه اصلی تعداد ۵ برگ کامل و یک برگ در حال رشد مشاهده کنید به معنی تجمع حدود ۵۵۰ درجه روز از زمان سبز شدن گندم می‌باشد. تعداد واقعی درجه روز لازم برای رشد کامل هر برگ می‌تواند از ۷۵ تا ۱۲۰ درجه روز تغییر نماید اما در کل ۱۰۰ درجه روز موثر واقع می‌شود. مجموع درجه روز از زمان کاشت تا تشکیل اولین پنجه ۴۸۰ درجه روز می‌باشد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۵).

مشخص شده است که اصلاح گیاه زراعی حدود نیمی از افزایش عملکرد را در سالهای اخیر در پی داشته است، نیم دیگر آن را می‌توان به بهبودبخشی در آبیاری، مکانیزاسیون و استفاده از کودها و به طور کلی افزایش راندمان مدیریت زراعی نسبت داد (داویک[1]، ۲۰۰۵). آستین (۱۹۹۴) بر این باور بود که انتخاب گیاهی با ساقه کوتاه‌تر، تعداد بیشتر سنبله در واحد سطح و تعداد بیشتر دانه در سنبله بیشترین سهم برای افزایش عملکرد دانه گندم را بر عهده دارد. مک‌نیل و همکاران[2] (۱۹۷۸) بیان نمودند که انتخاب گیاهی با وزن هزار دانه و تعداد بیشتر دانه در سنبله ، در افزایش عملکرد دانه گندم بسیار موثر می‌باشد.

۲-۳- اجزاء عملکرد

عملکرد دانه فرایند افزایش وزن خشک دانه در واحد سطح در واحد زمان و در طول دوره تشکیل دانه است. عملکرد دانه درگندم ناشی از اثر تجمعی اجزای تشکیل دهنده آن می‌باشد. شناسایی این اجزاء و رابطه آنها با عملکرد دانه می‌تواند در گزینش ارقام پر محصول مؤثر واقع شود. در غلات، اجزای اصلی عملکرد را تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله و متوسط وزن دانه تشکیل می‌دهند، تغییرات عملکرد بر اساس تغییرات اجزاء عملکرد بیان می‌شود که به آنها پرداخته می‌شود.

۲-۳-۱-تعداد سنبله در متر مربع

تعداد پنجه بارور (سنبله) یکی از اجزای مهم عملکرد غلات می‌باشد که تحت تاثیر خصوصیات ژنتیکی و مدیریت زراعی قرار می‌گیرد. تعداد سنبله در واحد سطح تابعی از تراکم اولیه بوته، قدرت پنجه‌زنی و بقای پنجه‌هاست. سبحانی و چودری (۲۰۰۰) گزارش کردندکه تعداد بیشتر پنجه بارور در شرایط محیطی مساعد، صفتی مطلوب در افزایش عملکرد محسوب می‌شود. میزان بذر مصرفی و توزیع بوته‌ها در یک مزرعه تاثیرات مشخصی را بر اجزاء عملکرد گندم خواهند داشت. افزایش میزان بذر مصرفی می‌تواند تعداد سنبله در واحد سطح را زیادتر کند اما دو جزء دیگر عملکرد یعنی تعداد دانه در سنبله و وزن دانه را کاهش می‌دهد. البته خاصیت جبران کنندگی نسبی در بین اجزاء عملکرد گندم می‌تواند نقصان عملکرد را زمانی که یک جزء دیگر عملکرد کاهش می‌یابد، به حداقل برساند، گر چه چنین جبرانی ممکن است کامل نباشد (کباتا و همکاران[3] ۱۹۹۲).

امانی و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی تاثیر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد چهار رقم گندم نان به این نتیجه رسیدند که اثرات رقم و تراکم بوته بر تعداد سنبله در متر مربع، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. در هر چهار رقم، با افزایش تراکم بوته، تعداد سنبله در متر مربع تنها مولفه‌ای از اجزاء عملکرد بود که افزایش نشان داد و اجزاء دیگر از قبیل، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش یافتند.

---

[1] *Duvick*
[2] *Mc Neil et al*
[3] *Kobata et al*