بسم الله الرحمن الرحيم

باسمه تعالی

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد در رشته آبیاری و زهکشی

اندازه گیری سایه انداز گیاه با عکس‌برداری و برآورد رابطه آن با شاخص سطح برگ و عملکرد گندم زمستانه

توسط:

مریم مرادی کدوی

اساتید راهنما:

دکتر شاهرخ زند پارسا

اسفند ۱۳۹۱

به نام خدا

اظهار نامه

اینجانب مریم مرادی کدوی (۸۹۰۰۹۶) دانشجوی رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش آبیاری و زهکشی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شیراز اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: مریم مرادی کدوی

تاریخ و امضا: اسفند ۱۳۹۱

به نام خدا

اندازه‌گیری سایه‌انداز گیاه با عکس‌برداری و برآورد رابطه آن با شاخص سطح برگ و عملکرد گندم زمستانه

به وسیله‌ی

مریم مرادی کدوی

پایان‌نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی

از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی

مهندسی آبیاری و زهکشی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه‌ی: عالی

دکتر شاهرخ زندپارسا، دانشیار بخش مهندسی آب (استاد راهنما) .....

دکتر علی اکبر کامگار حقیقی، استاد بخش مهندسی آب (استاد مشاور) .....

دکتر عبدالعباس جعفری، استادیار بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی (استاد مشاور) .....

دکتر سید رشید فلاح شمسی، استادیار بخش مدریت مناطق بیابانی(استاد مشاور) .....

اسفند ۱۳۹۱

تقدیم به:

خالق زیباترین لحظه های زندگیم،

همراه همگشگیم،

ایمانم،

همسر مهربان و بزرگوارم

سپاسگزاری

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و دورد بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است.

از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر زند پارسا 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 و از اساتید فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر علی اکبر کامگار حقیقی و جناب آقای دکتر عبدالعباس جعفری و جناب آقای دکتر سید رشید فلاح شمس که زحمت مشاوره این رساله را متقبل نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

از استاد محترم بخش آب آقای دکتر علیرضا سپاسخواه که افتخار شاگردیشان را داشته‌ام کمال تشکر را دارم. از دانشجوی کارشناسی ارشد بخش ماشین‌های کشاورزی مهندس سینا لطیف التجار، همچنین مهندس مهبد، مهندس ذوالقدر و مهندس داوری که از کمک‌های بی‌دریغشان بهره‌مند بودم سپاسگزاری می‌نمایم. از کمک‌های بی دریغ دوست عزیزم سرکار خانم مهندس فاطمه شیدایی کمال تشکر را دارم. در نهایت قدردان دلسوزی‌های همیشگی خانواده‌ام و محبت‌های بی دریغ خانواده همسرم می‌باشم. از خداوند منان سربلندی و شادکامی را برای همه آنان، آرزو دارم.

چکیده

اندازه گیری سایه انداز گیاه با عکس‌برداری و برآورد رابطه آن با شاخص سطح برگ و عملکرد گندم زمستانه

سایه‌انداز گیاه (*CC*) و شاخص سطح برگ (*LAI*) نمایه‌هایی جهت برآورد مقادیر تابش دریافتی توسط گیاه است که بر شبیه سازی بیولوژیک گیاه تأثیر زیادی دارد. اخیراً در برخی از مدل‌های گیاهی، برای مشخص کردن وضعیت رشد گیاهی در مزرعه، استفاده از *CC* جایگزین *LAI* گردیده است. در این تحقیق ماده‌ی خشک گیاهی، عملکرد دانه و شاخص‌های*CC* و *LAI* طی دو سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰- ۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه اندازه‌گیری گردید. سایه‌انداز گیاه با استفاده از پردازش تصویر در نرم افزار Matlab، بر روی عکس‌های تهیه شده به صورت عمودی با دوربین دیجیتال از سطح مزرعه گندم رقم شیراز، به فاصله‌ی ۱/۵متری از سطح زمین ، اندازه‌گیری شد. برای این منظور چهار ویژگی هر پیکسل در عکس RGB (قرمز، سبز و آبی) شامل بیشترین روشنایی (Light)، کمترین روشنایی (Shadow)، مؤلفه غالب و مؤلفه غالب شده منظور گردید. مقادیر Shadow و Light نشان دهنده‌ی دو حد آستانه‌ی روشنایی بودند که هر پیکسل در محدوده‌ی این دو مقدار آستانه قرار داشت. مقادیر ثابت Shadow و Light به ترتیب برابر۵۰ و ۲۰۰ در نظر گرفته شد و با تبدیل تصاویر RGB به صورت تصاویر سیاه و سفید و تعیین بخش سفید مقدار *CC* اندازه گیری گردید. مقادیر *LAI* نیز با اندازه‌گیری مساحت برگ‌های سبز گیاه و تقسیم آن به سطح افقی مزرعه تعیین گردید. با گذشت زمان، با رشد گیاه، مقادیر *CC* و *LAI* افزایش و بعد از مدتی به دلیل زرد شدن برگ‌ها، کاهش یافت. حداکثر مقادیر *CC* با *LAI* به ترتیب برابر ۰/۹ و۵/۷ اندازه‌گیری گردید. بنا بر نتایج به دست آمده، مقادیر اندازه گیری شده *CC* و *LAI* در تمامی تیمارها قبل از رسیدن به مرحله گلدهی، رابطه‌ی معنی‌داری داشت.

واژه‌های کلیدی: سایه انداز، شاخص سطح برگ، گندم، تابش دریافت شده

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول :مقدمه ۲

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های گذشته ۷

۲-۱-شاخص سطح برگ ۷

۲-۲-پردازش تصویر در کشاورزی ۱۲

فصل سوم: روش تحقیق ۱۶

۳-۱-انتخاب زمین ۱۶

۳-۲-انتخاب محصول ۱۷

۳-۳-نوع و نحوه کود دادن ۱۸

۳-۴-اندازه‌گیری نیترات خاک ۱۸

۳-۵-اندازه‌گیری عوامل گیاهی ۱۹

۳-۵-۱-اندازه‌گیری سطح برگ ۱۹

۳-۵-۲-اندازه گیری سایه انداز گیاه ۲۰

۳-۵-۳-تعیین عملکرد ۲۲

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۶-۳-روش عکس‌برداری و پردازش صورت گرفته بر روی عکس‌ها ۲۲

فصل چهارم: نتایج و بحث ۲۵

۲-۴-اندازه گیری سایه انداز گیاه با عکس‌برداری ۳۷

۱-۲-۴-روش اول ۳۷

۲-۲-۴- روش دوم ۴۰

۲-۴-اندازه‌گیری شاخص سطح برگ ۴۳

۴-۳-رابطه شاخص سطح برگ و سایه‌انداز گیاه ۴۹

۴-۴-اندازه‌گیری عملکرد ۵۵

۴-۵-رابطه عملکرد و شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شده در طول فصل رشد ۵۷

۴-۶-رابطه عملکرد و سایه‌انداز محاسبه شده در طول فصل رشد ۶۴

فصل پنجم: نتیجه‌گیری ۷۶

فهرست منابع ۷۸

فهرست جدول‌ها

عنوان و شماره صفحه

جدول ۱-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مزرعه در سری خاک دانشکده (صلحی ۱۳۷۶) ۱۶

جدول ۲-۳ مقادیر اندازه‌گیری شده نیترات در مزرعه در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۱۸

جدول ۱-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ در سال زراعی ۸۹-۹۰ .....۲۶

جدول ۲-۴- اندازه‌گیری ماده خشک قسمت هوایی، شاخص سطح برگ و مقادیر کود داده شده در ۱۳۸ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۲۳ ..... ۲۷

جدول ۳-۴- اندازه‌گیری ماده خشک قسمت هوایی، شاخص سطح برگ و مقادیر کود داده شده در ۱۵۹ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۱۵ ..... ۲۸

جدول ۴-۴- اندازه‌گیری ماده خشک قسمت هوایی، شاخص سطح برگ و مقادیر کود داده شده در ۱۷۴ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۳۰ ..... ۲۹

جدول ۵-۴- اندازه‌گیری ماده خشک قسمت هوایی، شاخص سطح برگ و مقادیر کود داده شده در ۱۸۶ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۱ ..... ۳۰

جدول ۶-۴- اندازه‌گیری ماده خشک قسمت هوایی، شاخص سطح برگ و مقادیر کود داده شده در ۲۰۴ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ ..... ۳۱

جدول ۷-۴- اندازه‌گیری ماده خشک قسمت هوایی، شاخص سطح برگ و مقادیر کود داده شده در ۲۱۲ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۷ ..... ۳۲

فهرست جدول‌ها

عنوان و شماره صفحه

جدول ۸-۴- میانگین مقادیر شاخص سطح برگ اندازه گیری شده در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۳۳

جدول ۹-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده سایه انداز گیاه در در سال زراعی ۸۹-۹۰ ..... ۴۴

جدول ۱۰-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده سایه انداز گیاه در سطوح مختلف کود داده شده در تکرارهای مختلف در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۴۵

جدول ۱۱-۴- مقادیرسایه انداز اندازه گیری شده در روزهای بعد از کاشت ۴۶

جدول ۱۲-۴- اطلاعات مربوط به عملکرد و اجزا آن در تیمارها و تکرارهای مختلف در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۵۶

جدول ۱۳-۴- اطلاعات مربوط به عملکرد و اجزا آن در تیمارها و تکرارهای مختلف در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۵۸

جدول ۱۴-۴- نتایج رگرسیون‌گیری بین سایه‌انداز گیاه (CC) با عملکرد دانه(Y MG/HA) و ماده خشک نهایی (B MG/HA) برای تمامی تیمارها و تکرارها در تاریخ‌های داده شده در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۶۵

جدول شماره ۱۵-۴- عملکرد اندازه گیری شده در سال زراعی ۸۹-۹۰ و عملکرد برآورد شده از روابط جدول (۱۳-۴) در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ ، با جاگذاری سایه انداز به دست آمده در تاریخ ۲/۱۲/در سال زراعی ۸۹-۹۰ ..... ۷۳

فهرست شکل‌ها

عنوان وشماره صفحه

شکل ۱-۳- چهارچوب مورد استفاده جهت عکس‌برداری ۲۰

شکل ۲-۳- نمونه تصاویر تهیه شده به کمک دوربین دیجیتال ۲۱

شکل ۱-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ در تیمار کود صفر کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۳۳

شکل ۲-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ در تیمار کود ۵۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۳۴

شکل ۳-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ در تیمار کود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۳۴

شکل ۴-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ در تیمار کود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۳۵

شکل ۵-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ در تیمار کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۳۵

شکل ۶-۴- تصویر GREY حاصل از پردازش شکل۲-۳ به روش اول: (الف) R= -0.7 ، B= 0.136 و G= 0.588 که توسط (RIBEIRO ET AL.,(2005 پیشنهاد شده است و (ب) R= -1 ، B= -1 و G= 1 که توسط WOEBBECKE ET A.,(2009) پیشنهاد شده ۳۸

فهرست شکل‌ها

عنوان وشماره صفحه

شکل ۷-۴- تصویر BINARY حاصل از پردازش شکل ۲-۳ به روش اول: (الف) R= -0.7 ، B= 0.136 و G= 0.588 که توسط RIBEIRO ET AL.,(2005) پیشنهاد شده است و (ب) R= - 1 ، B= -1 و G= 1 که توسط WOEBBECKE ET AL., (2009) پیشنهاد شده است. ۳۹

شکل ۸-۴- تصویر BINARY حاصل از پردازش شکل ۲-۳ به روش دوم: (الف) SHADOW=40 و LIGHT=100 (ب) SHADOW=50 و LIGHT=200 ..... ۴۱

شکل ۹-۴- تصویر RGB و تصویر BINARY حاصل از پردازش آن به روش اول، حالت (ب) ۴۲

شکل ۱۰-۴- تصویر RGB و تصویر BINARY حاصل از پردازش آن به روش دوم، حالت (الف) که در ان تعداد زیادی از برگ‌ها در تصویر باینری به رنگ سیاه در آمده و نمایانگر قسمت غیر گیاه شده اس. ۴۳

شکل ۱۱-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده سایه‌انداز گیاه در تیمار کود ازت صفر کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۴۶

شکل ۱۲-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده سایه‌انداز گیاه در تیمار کود ازت ۵۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۴۷

شکل ۱۳-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده سایه‌انداز گیاه در تیمار کود ازت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۴۷

شکل ۱۴-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده سایه‌انداز گیاه در تیمار کود ازت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۴۸

فهرست شکل‌ها

عنوان وشماره صفحه

شکل ۱۵-۴- مقادیر اندازه‌گیری شده سایه‌انداز گیاه در تیمار کود ازت ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۴۸

شکل ۱۶-۴- رابطه شاخص سطح برگ و سایه‌انداز گیاه در تمامی تیمارها در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۸۹-۹۰ ..... ۵۰

شکل ۱۷-۴- رابطه شاخص سطح برگ و سایه‌انداز گیاه در تمامی تیمارها در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۸۹-۹۰ ..... ۵۰

شکل ۱۸-۴- محاسبه ضریب خاموشی با استفاده از داده‌های سال زراعی ۹۰-۹۱ ..... ۵۱

شکل ۱۹-۴- مقایسه شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شده در سال زراعی ۸۹-۹۰ با شاخص سطح برگ برآورد شده از رابطه (۳-۴) ۵۳

شکل ۲۰-۴- مقایسه شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شده در سال زراعی ۸۹-۹۰ با شاخص سطح برگ برآورد شده از رابطه (۵-۴) و با در نظر گرفتن K=0.41 ..... ۵۴

شکل ۲۱-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد دانه درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۲۳ ..... ۵۹

شکل ۲۲-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد دانه درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۱۵ ..... ۵۹

شکل ۲۳-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد دانه درتمامی تیمارها تیمار در تاریخ ۶۰۱۳۹۱/۱/۳۰شکل ۲۴-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد دانه درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۱ ..... ۶۰

فهرست شکل‌ها

عنوان وشماره صفحه

شکل ۲۵-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد دانه درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹.. ۶۱

شکل ۲۶-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد دانه درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۷..... ۶۱

شکل ۲۷-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد کل درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۲۳.. ۶۲

شکل ۲۸-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد کل درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۱۵... ۶۲

شکل ۲۹-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد کل درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۳۰.. ۶۳

شکل ۳۰-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد کل درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۱.. ۶۳

شکل ۳۱-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد کل درتمامی تیمارها تیمار در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ ۶۴

شکل ۳۲-۴- رابطه شاخص سطح برگ و عملکرد کل درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۷.۶۴

شکل ۳۳-۴- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و عملکرد دانه (Y) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۲۳ ۶۶

فهرست شکل‌ها

عنوان وشماره صفحه

شکل ۴-۳۴- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و عملکرد دانه (Y) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۱۵ ..... ۶۶

شکل ۴-۳۵- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و عملکرد دانه (Y) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۳۰ ..... ۶۷

شکل ۴-۳۶- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و عملکرد دانه (Y) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۱ ..... ۶۷

شکل ۴-۳۷- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و عملکرد دانه (Y) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ ..... ۶۸

شکل ۴-۳۸- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و عملکرد دانه (Y) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۷ ..... ۶۸

شکل ۴-۳۹- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و ماده خشک نهایی (B) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۲۳ ..... ۶۹

شکل ۴-۴۰- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و ماده خشک نهایی (B) درتمامی تیمارها در تاریخ۱۳۹۱/۱/۱۵ ..... ۶۹

شکل ۴-۴۱- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و ماده خشک نهایی (B) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۳۰ ..... ۷۰

شکل ۴-۴۲- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و ماده خشک نهایی (B) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۱ ..... ۷۰

فهرست شکل‌ها

عنوان وشماره صفحه

شکل ۴۳-۴- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و ماده خشک نهایی (B) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ ..... ۷۱

شکل ۴۴-۴- رابطه سایه‌انداز گیاه (CC) و ماده خشک نهایی (B) درتمامی تیمارها در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۷ ..... ۷۱

شکل ۴۵-۴- رابطه عملکرد دانه اندازه‌گیری شده و برآورد شده با استفاده از معادله تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ جدول (۱۴-۴) در تمامی تیمارها در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۸۹-۹۰... ۷۴

شکل ۴۶-۴- رابطه ماده خشک نهایی اندازه‌گیری شده و برآورد شده با استفاده از معادله تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ جدول (۱۴-۴) در تمامی تیمارها در روزهای بعد از کاشت در سال زراعی ۸۹-۹۰... ۷۴

فصل اول

مقدمه

فصل اول :مقدمه

امروزه گندم غذای اصلی مردم در بسیاری از کشورهای جهان می‌باشد به طوری که ۲۰ درصد کالری مورد نیاز جهان را تأمین می‌نماید (فائو، ۲۰۰۶). گندم در قرن حاضر یکی از راهبردی‌ترین گیاهان زراعی به حساب می‌آید، چنانچه تولید گندم افزایش یابد کمبود مواد غذایی می‌تواند رفع شود. در ایران گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی بوده و سطح زیر کشت آن در حدود ۲ میلیون هکتار یعنی حدود ۵۳ درصد اراضی زراعی ایران می‌باشد(رامیار، ۱۳۸۹). با توجه به محدودیت‌های افزایش سطح زیر کشت گندم، می‌توان گفت که افزایش عملکرد می‌تواند نقطه اتکا و راهکارهای عملی برای پاسخگویی به نیازهای کشور باشد(کشاورز و همکاران، ۱۳۸۱). بیشترین تلاش پژوهشگران در جهت دستیابی به عملکرد بیشتر گندم در واحد سطح بوده است زیرا فاصله‌ی زیادی بین پتانسیل عملکرد و عملکرد در شرایط مزرعه وجود دارد. این در حالی است که بر اساس پتانسیل ژنتیکی امکان دست‌یابی به عملکرد ۲۰ تن در هکتار وجود دارد(Hanson et al., 1982).

کشاورزی دقیق(PA)[1] مجموعه فناوری‌های نوین در عرصه مهندسی کشاورزی می‌باشد که هم‌اکنون در کشورهای پیشرفته به صورت جدی بکار گرفته می‌شود. کشاورزی دقیق یک مفهوم است که به تغییرپذیری زمین زیر کشت و عوامل مؤثر بر آن اشاره دارد(Artizzu, 2010). کشاورزی دقیق به دنبال مدیریت تنوع در ابعاد زمانی و مکانی است. مهم‌ترین محور کشاورزی دقیق شناخت دقیق مزرعه و یا زمین زراعی در نقاط مختلف آن است بطوری که بتوان زمین زراعی را آسیب‌شناسی نموده و درجهت اصلاح آن متناسب با شرایط نقاط مختلف

[1] -Precision Agriculture

زمین گام برداشت(نظر زاده اوغاز و همکاران، ۱۳۸۸). معمولا فرایندهایی که عملکرد و رشد گیاه زراعی راتنظیم می‌کنند در طی زمان ومکان تغییر می‌کنند. به کمیت درآوردن این تغییرات و تعیین چگونگی و زمان برهم کنش این عوامل که تغییرات عملکرد گیاه زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، مهم‌ترین مسئله در بحث کشاورزی دقیق است.

مهمترین شاخص‌هایی که در مطالعه‌ی فیزیولوژی رشد گیاهان کاربرد فراوان دارند، سرعت رشد گیاه (Crop Growth Rate)، نرخ رشد نسبی (Relative Growth Rate)، شاخص سطح برگ (Leaf Area Index)، رشد سطح برگ (Leaf Area Rate) و دوام سطح برگ می‌باشد (کریمی،۱۳۷۳). شاخص سطح برگ (*LAI*) برابر نسبت سطح برگ به مساحت زمین زیر پوشش می‌باشد (Chen and Black, 1992). مقدار *LAI* علاوه بر دریافت نور برای عمل فتوسنتز، بر روی مقدار تبادل CO_2 بین اتمسفر و اکوسیستم‌های زمینی، جریان گرمای نهان تبخیر و گرمای محسوس و همچنین میزان مصرف آب تأثیر می‌گذارد(Liu et al., 2010).

سامانه دیده‌بانی اقلیم جهانی (GCOS)[۲]، شاخص سطح برگ را یک داده‌ی متغیر اساسی آب و هوایی تعیین کرده است که در چرخه‌ی آب و انرژی و کربن، نقش منطقه‌ای و جهانی ایفا می‌کند(GCOS, 2006). میزان شاخص سطح برگ به عوامل زراعی و اقلیمی متعدد و همچنین عوامل بیولوژیک مانند اختلاف ارقام، میزان پنجه دهی و ارتفاع بوته بستگی دارد (پتر، ۱۳۷۹).

سایه‌انداز گیاه عامل دیگری است که توصیفگر وابسته به پوشش گیاه است و به *LAI* نیز وابسته است. نسبتی از تابش که جذب پوشش گیاهی می‌شود معمولا با سایه‌انداز گیاه رابطه‌ی مستقیم دارد (Roujean and Breno, 1995).

اندازه گیری *LAI* و سایه‌انداز گیاه برای پیگیری وضعیت رشد گیاهی در مزرعه ضروری است (Canisiuse, 2010). همچنین از این عوامل می‌توان برای ارائه یا پیشنهاد و اعتبار سازی داده‌های سنجش از راه دور (RS) که در تهیه نقشه تغییرات سطوح وسیع زراعت قابل استناد است، استفاده کرد(Canisiuse, 2010).

بعد از شروع PA، جمع آوری اطلاعات بصری در این زمینه از راه‌های مختلف انجام شده است که به شدت به سطح فناوری هر دوره وابسته است(Artizzu et al., 2010). دقیق‌ترین روش برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، روش مستقیم می‌باشد. اما از آنجا که این کار بسیار

---

[2] - Global Climate Observing System