

وزارت جهاد كشاورزي
سازمان تحقيقات، آموزش و ترويج كشاورزي
موسسه تحقيقات علوم باغباني
پژوهشكده پسته

اقتصاد استفاده از كودهاي ازته در باغهاي پسته

محمد عبدالهي عزتآبادي
سيد جواد حسيني فرد
(اعضاي هيات علمي پژوهشكده پسته)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۳	-مقدمه
۴	-الگوی مصرف کودهای ازته در باغ‌های پسته
۴	-تأثیر مصرف کود ازته بر عملکرد در هکتار پسته
۶	-عوامل موثر بر بهره‌وری استفاده از کودهای ازته در باغ‌های پسته
۸	-توصیه‌های کاربردی
۸	-منابع

مقدمه

دستیابی به امنیت غذایی یکی از مهمترین اهداف هزاره سوم می‌باشد و رسیدن به این هدف مهم تنها از طریق افزایش بهره‌وری امکان‌پذیر است. با این وجود، در کشورهای در حال توسعه، افزایش بهره‌وری با محدودیت‌های زیادی روبرو است. یکی از مهمترین محدودیت‌های جهان سوم در این خصوص، عدم دسترسی به مواد غذایی در مقدار و شکل مناسب جهت تغذیه محصولات کشاورزی می‌باشد. گیاه برای رشد و توسعه خود به

مقدار خاصی از مواد غذایی مشخص در شکل معین و در زمان مناسب نیاز دارد. نقش هر دو گروه مواد غذایی کم مصرف و پرمصرف در تغذیه گیاهی مهم بوده و بنابراین برای دستیابی به عملکردهای بالاتر مهم می‌باشد (علی و همکاران، ۲۰۰۸).

یکی از عناصر غذایی پرمصرف در بخش کشاورزی ازت می‌باشد. کوچ و همکاران (۲۰۰۴) اقتصاد استفاده یکنواخت از کودهای شیمیایی با به کارگیری نرخ متغیر این نهاده در کلرادو آمریکا را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که استفاده با نرخ متغیر کودهای شیمیایی ازت‌دار نسبت به استفاده با نرخ ثابت این کود اقتصادی‌تر است. کریمی و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از یک آزمایش مزرعه‌ای در یک باغ تجاری در استان یزد در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۴، اثرات استفاده از سطوح مختلف کودهای شیمیایی ازته بر روی عملکرد پسته را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر مصرف ازت بر روی وزن محصول، پوکی و ناخندانی معنی‌دار است. تیتونل و همکاران (۲۰۰۵)، تغییرات کارایی تغذیه خاک نسبت به فاصله مزارع از مرکز مزارع خانوادگی در کنیا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که در زمینه استفاده از نهاده‌ها تفاوت‌های زیادی بین مزارع مختلف دیده می‌شود. برای مثال، مصرف ازت از ۰/۷ تا ۱۰۴ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. همچنین نتایج نشان داد که کشاورزان مزارع خود را با توجه به تصور خود از کیفیت خاک مدیریت می‌کنند. ناهمگنی در تخصیص منابع برای گروه‌های اقتصادی اجتماعی مختلف نیز متفاوت بود. علت این مسئله نیز به محدودیت‌های منابع بر می‌گشت. علاوه بر این، عوامل اقتصادی اجتماعی بر تخصیص منابع به فعالیت‌های مختلف نیز موثر بودند. بنابراین بایستی این مسائل در مدیریت تغذیه خاک مورد توجه قرار گیرد. پامپولینو و همکاران (۲۰۰۷)، اثرات زیست محیطی مدیریت نقطه‌ای تغذیه خاک و منافع اقتصادی آن در سطح مزرعه در جنوب هند، فیلیپین، و جنوب ویتنام را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که استفاده از مدیریت نقطه‌ای تغذیه خاک در مقایسه با روش معمول، عملکرد محصول را افزایش داده و این کار حتی با کاهش مصرف کودها صورت می‌گیرد. روش مذکور بهره‌وری جزئی (کیلوگرم محصول بر کیلوگرم مصرف کود) را افزایش داد. همچنین نتایج نشان داد که مقدار ازت از دست رفته نیز با استفاده از روش مدیریت نقطه‌ای تغذیه خاک کاهش می‌یابد. میزان افزایش در منافع خالص سالانه ناشی از روش مدیریت نقطه‌ای تغذیه خاک، ۳۴، ۱۰۶ و ۱۶۸ دلار آمریکا در هکتار به ترتیب برای ویتنام، فیلیپین و هند می‌باشد. افزایش منافع

خالص بیشتر ناشی از افزایش عملکرد بوده تا این که ناشی از کاهش هزینه استفاده از نهاده‌ها باشد.

یکی از عوامل مهم مورد توجه تمام مطالعات فوق که در خصوص کاربرد کود ازت در بخش کشاورزی می باشد، بحث اقتصاد استفاده از این کود است. موضوعی که در باغ‌های پسته ایران و به ویژه استان کرمان از اهمیت دو چندانی برخوردار است زیرا با گذشت زمان و تخلیه خاک از طرفی و کاهش کیفیت آب از طرف دیگر، ضرورت دقت در استفاده از این نهاده افزایش می‌یابد. در این نشریه، نخست الگوهای کاربردی مصرف کودهای ازته در باغ‌های پسته شهرستان‌های انار و رفسنجان معرفی می‌گردد. سپس نقش الگوهای مختلف مصرف این کودها بر عملکرد محصول، و عوامل موثر بر بهره‌وری استفاده از آن‌ها ارائه می‌شود. مطالب ارائه شده در این نشریه از نتایج مطالعه عبدالهی عزت آبادی و همکاران (۱۳۹۶) می باشد.

الگوی مصرف کودهای ازته در باغ‌های پسته

از بین سه کود پرمصرف ازت، فسفات و پتاس، ازت بیشترین میزان مصرف در باغ‌های پسته را به خود اختصاص داده است. میانگین میزان مصرف کودهای ازته در دوره شش ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴، ۲۳۶ کیلوگرم در هکتار در سال می باشد. این در حالی است که مقدار مصرف در سه ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱، به میزان ۲۵۹ کیلوگرم در هکتار در سال بوده است و در دوره سه ساله ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ به میزان ۲۰۹ کیلوگرم در هکتار در سال کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، روند مصرف کودهای ازته در باغ‌های پسته کاهشی است. اگر روند کاهشی با روش‌های دیگری جبران نشود، در آینده، کمبود ازت در باغ‌های پسته به شدت ایجاد شده و باعث مشکلاتی در این خصوص خواهد شد.

کودهای ازته به صورت گندم پاش بر روی سطح زمین ریخته شده و سپس آبیاری می گردد. به عبارت دیگر، اگر کود ازته به منظور تغذیه‌ای استفاده گردد، از روش چالکود استفاده نخواهد شد. این در حالی است که برای پوساندن سریعتر کودهای حیوانی، از کودهای ازته و به ویژه اوره، بر روی کود حیوانی در چالکود استفاده می گردد.

در دوره سه ساله ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴، باغ‌های پسته‌ای که در اسفندماه و بهار از کود ازت استفاده کردند، به ترتیب ۳۶ و ۸۳ درصد بوده که نسبت به دوره سه ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ که به ترتیب ۳۲ و ۶۳ درصد است، افزایش نشان می دهد. در مقابل، در دوره دوم میزان مصرف کود ازته در تابستان و پاییز به ترتیب ۲۸ و ۵ درصد بوده که نسبت به دوره اول که به ترتیب ۳۸ و ۱۸ درصد است، روند کاهشی دارد. با توجه به کاهش کمی و کیفی آب در منطقه مورد مطالعه، کاهش مصرف کود ازته در

تابستان منطقي به نظر مي‌رسد. همچنين سودمند بودن مصرف کود ازته پس از فصل برداشت محصول (فصل پاييز) مورد اجماع تمام كارشناسان نيست. بنابر اين كم شدن زمان مصرف اين کود شيميايي در فصل پاييز نيز منطقي به نظر مي‌رسد. در ۹۰ درصد از باغ‌هاي پسته، کود ازته به صورت هر ساله مصرف مي شود. با توجه به اين كه كودهاي ازته بسيار محلول و قابل شستشو هستند و همچنين نياز گياه به عنصر نيتروژن نسبت به ساير عناصر بيشتر است، بنابر اين مصرف هر ساله آن‌ها قابل انتظار مي‌باشد. به عبارت ديگر، الكوي مصرف اين کود از طرف كشاورزان منطقي به نظر مي‌رسد.

تأثير مصرف کود ازته بر عملکرد در هكتار پسته

تأثير مصرف کود ازته بر عملکرد محصول پسته به صورت فرمول ۱ مي‌باشد (اين فرمول براي دوره شش ساله ۸۹ تا ۹۴ برآورد شده است):

فرمول ۱

$$Y = 54/53 + 0/076W + 0/16EC - 0/00001EC^2 - 355/37T + 338/03A + 1/34N - 0/002N^2$$

متغيرهاي فرمول ۱ به شرح زير تعريف شده اند:

Y: عملکرد محصول پسته بر حسب كيلوگرم در هكتار در سال

W: مقدار مصرف آب بر حسب متر مكعب در هكتار در سال

EC: هدايت الكتريكي آب بر حسب ميكرو موس بر سانتيمتر

T: بافت خاك، در صورتي كه به تشخيص كارشناس بافت سنگين باشد، متغير عدد يك مي‌گيرد، در غير از آن برابر با صفر

A: رقم پسته، در صورتي كه رقم پسته احمد آقايي باشد، متغير عدد يك مي‌گيرد، در غير از آن برابر با صفر

N: مصرف کود ازته بر حسب كيلوگرم در هكتار در سال

چنانچه فرمول ۱ نشان مي‌دهد، با افزايش هر مترمكعب آب مصرفي در هكتار، عملکرد محصول پسته به ميزان ۰/۰۷۶ كيلوگرم افزايش مي‌يابد. به عبارت ديگر، بازده نهايي مصرف يك متر مكعب آب در باغ‌هاي پسته مورد مطالعه، ۰/۰۷۶ كيلوگرم مي‌باشد. بدین مفهوم كه، اگر قيمت هر كيلوگرم پسته معادل ۲۵۰۰۰۰ ريال در نظر گرفته شود، بازده نهايي هر متر مكعب ۱۹۰۰۰ ريال خواهد بود. به عبارت ديگر، اگر بتوان آب را با قيمتي كمتر از ۱۹۰۰۰ ريال بر مترمكعب تهيه نمود، مصرف بيشتر آن در باغ‌هاي پسته مورد نظر، از ديدگاه اقتصادي، توجيه پذير است. فرمول ۱ همچنين نشان مي‌دهد كه افزايش

هدایت الکتریکی آب (EC) آب تا سطح مشخصی (۸۰۰۰ میکرو موس بر سانتیمتر) باعث افزایش عملکرد محصول پسته شده و پس از آن بر عملکرد محصول پسته تاثیر منفی خواهد داشت. همچنین وجود خاک با بافت سنگین نسبت به خاک با بافت سبک و متوسط، به میزان ۳۵۵/۳۷ کیلوگرم در هکتار، عملکرد محصول پسته را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، رقم پسته احمد آقایی نسبت به ارقام اوحدي، اکبري و کله قوچي، به میزان ۳۳۸/۰۳ کیلوگرم در هکتار از عملکرد بیشتری برخوردار است.

در فرمول ۱، توان‌های اول و دوم کود ازته وجود دارد. این بدان مفهوم است که افزایش مصرف کود ازته تا سطح مشخصی باعث افزایش عملکرد محصول پسته شده و پس از آن اثر کاهشی خواهد داشت. با توجه به وجود توان‌های ۱ و ۲ در فرمول ۱، محاسبه تولید نهایی کود ازته به شرح فرمول ۲ می‌باشد:

فرمول ۲

$$MP = 1/34 - 0/004N$$

تعریف متغیرهای فرمول ۲ به شرح زیر می‌باشند:

MP: تولید نهایی کود ازته بر حسب کیلوگرم پسته تولید شده

در ازای آخرین کیلوگرم کود ازته مصرف شده

N: مقدار مصرف کود ازته بر حسب کیلوگرم در هکتار در سال
با جایگذاری عدد ۲۳۶ کیلوگرم در هکتار در مقدار مصرف کود ازته در فرمول ۲، تولید نهایی کود ازته مصرف شده برابر با ۰/۴۰ کیلوگرم پسته بر کیلوگرم کود ازته مصرفی محاسبه می‌گردد. به عبارت دیگر، با افزایش مصرف کود ازته به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار، عملکرد محصول پسته به میزان ۰/۴۰ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد. در صورتی که امکان انجام محاسبات بر اساس درصد عناصر موجود در کود وجود داشت (مثلاً یک کیلوگرم اوره ۴۵۰ گرم ازت دارد ولی یک کیلوگرم سولفات آمونیوم ۲۰۰ گرم ازت دارد)، ارائه نتایج دقیق‌تر بود اما به علت عدم وجود اطلاعات کافی، این کار در این نشریه امکان پذیر نیست. با در نظر گرفتن قیمت هر کیلوگرم پسته معادل ۲۵۰۰۰۰ ریال بر کیلوگرم و قیمت هر کیلوگرم کود ازته معادل ۱۰۰۰۰ ریال بر کیلوگرم، مقدار بهینه اقتصادی مصرف کود ازته به میزان ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار در سال محاسبه می‌شود. مقایسه مقدار بهینه اقتصادی مصرف کود ازته (۳۲۵ کیلوگرم در هکتار در سال) با مقدار فعلی مصرف کود ازته (۲۳۶ کیلوگرم در هکتار در سال)، نشان می‌دهد که میزان مصرف کود ازته فعلی در حد کمتر از میزان اقتصادی می‌باشد.

از آنجایی که کود ازته بیشتر باعث رشد رویشی درختان می‌گردد، این رشد رویشی باعث می‌شود تا در سال‌های آتی جوانه-

هاي گل بيشترى ايجاد شده و توليد محصول در سالهاي آينده افزايش يابد. در حالي كه تاثير آن بر وزن محصول سال جاري كمتر مي باشد. درختاني كه با كمبود ازت در خاك مواجه مي شوند، تلاش مي كنند تا از ذخيره ازت موجود خود بيشتر استفاده نموده و علي رغم زرد برگي و ضعف درخت در سال جاري، محصول امسال را به سرانجام رسانده و در سال آينده با مشكل مواجه مي شوند.

عوامل موثر بر بهره وري استفاده از كودهاي ازته در باغهاي پسته

منظور از بهره وري استفاده از كود ازته در باغ پسته، مقدار محصول پسته اي مي باشد كه در ازاي مصرف يك كيلوگرم كود ازته توليد مي شود. بنا بر اين، براي محاسبه بهره وري كود ازته، كل محصول پسته توليد شده را بر كل كود ازته مصرف شده تقسيم مي نماييم. بدين ترتيب، واحد بهره وري كود ازته، كيلوگرم پسته توليد شده بر كيلوگرم كود ازته مصرف شده مي باشد. عوامل موثر بر بهره وري استفاده از كودهاي ازته را مي توان به شرح زير بر شمرد:

الف- كميت آب آبياري

افزايش مصرف آب در باغهاي پسته مورد مطالعه باعث افزايش بهره وري مصرف كود ازته مي گردد. اين مساله نشان مي دهد كه دقت در مقدار آب مصرفي در تعيين بهره وري كود ازته حياتي مي باشد. ضريب آب بين $0/0002$ تا $0/0004$ متغير است. به عبارت ديگر اضافه شدن هر متر مكعب آب مصرفي در هكتار، بهره وري مصرف كود ازته به ميزان $0/2$ تا $0/4$ گرم پسته بر كيلوگرم كود ازت را افزايش مي دهد. با توجه به اين كه مقدار ميانگين مصرف كود ازته در هكتار در دوره شش ساله 1389 تا 1394 برابر 236 كيلوگرم در هكتار در سال مي باشد، بنا بر اين بازده يك متر مكعب آب در افزايش بهره وري آب $0/097$ كيلوگرم مي باشد (236 ضرب در $0/00041$). با توجه به قيمت 250000 ريال بر كيلوگرم پسته، بازده نهايي يك متر مكعب آب براي افزايش بهره وري كود ازته 24250 ريال مي باشد. مقايسه اين عدد با هزينه هر متر مكعب آب (1250 ريال بر متر مكعب)، بيانگر اقتصادي بودن افزايش آب به منظور افزايش بهره وري استفاده از كود ازته مي باشد.

ب- كيفيت آب آبياري

دومين متغير تاثيرگذار بر بهره وري استفاده از كودهاي ازته در باغهاي پسته EC آب مي باشد. با بالاتر رفتن EC آب مصرفي در باغهاي پسته از سطح 7700 ميكروموس بر سانتيمتر، بايستي

در مصرف کودهای ازته احتیاط کرد. البته بایستی به این نکته توجه نمود که نوع کود ازته مصرفی مهم است. به عبارت دیگر، اگر اطلاعات کافی در خصوص نوع کود ازته مصرفی (برای مثال اوره یا سولفات آمونیم) وجود داشت، بررسی دقیقتر در این خصوص امکان پذیر بود اما به علت فقدان چنین اطلاعاتی، بررسی بیشتری در این نشریه امکان پذیر نیست.

ج- سیستم آبیاری

وجود سیستم آبیاری غرقابی باعث افزایش بهره‌وری استفاده از کودهای ازته می‌شود. با توجه به حساس بودن بهره‌وری استفاده از کود ازته نسبت به شوری آب، وضعیت شستشوی املاح خاک بسیار مهم می‌باشد. با توجه به این که در روش غرقابی حجم بالایی از آب در هر نوبت آبیاری به باغ داده می‌شود، شستشوی نمک‌های تجمع یافته در خاک بهتر صورت گرفته و بنابراین بهره‌وری استفاده از کود ازته افزایش می‌یابد. با توجه به محدودیت منابع آب و لزوم استفاده از سیستم‌های آبیاری با مصرف آب کمتر، نحوه استفاده از کودهای ازته در این سیستم‌ها و به ویژه در آب‌های شور از اهمیت بالایی برخوردار بوده و بایستی در مدیریت تغذیه باغ‌های پسته مورد توجه قرار گیرد.

ه- بافت خاک

بافت خاک در تعیین بهره‌وری استفاده از کود ازته تاثیرگذار می‌باشد. خاک‌های با بافت سنگین (رسی) باعث کاهش بهره‌وری استفاده از کود ازته شده و خاک‌های با بافت متوسط (لومی) باعث افزایش بهره‌وری استفاده از کودهای ازته می‌شوند. این مساله نیز در رابطه با آبشویی و شوری می‌باشد. از آنجایی که در خاک‌های سنگین امکان شستشوی خاک کمتر می‌باشد، بنابراین شوری خاک افزایش یافته و بهره‌وری استفاده از کودهای ازته کاهش می‌یابد. در این خصوص، خاک‌های سبک و متوسط دارای محدودیت کمتری می‌باشند.

و- استفاده از گاو آهن

عامل دیگری که بر بهره‌وری استفاده از کودهای ازته موثر می‌باشد، استفاده از گاو آهن است. گاو آهن باعث می‌شود تا امکان شستشوی خاک و کاهش سطح شوری آن افزایش یابد. به علاوه تهویه بهتر خاک به اکسیداسیون و تغییر اشکال ازت توسط ریزجانداران خاک به اشکال قابل جذب به وسیله گیاه، کمک می‌نماید. این مسائل به نوبه خود باعث افزایش بهره‌وری استفاده از کودهای ازته می‌شود.

ز- انجام منظم آزمایش آب آبیاری

از دیگر متغیرهای موثر بر بهره وری استفاده از کود ازته، انجام آزمایش آب می‌باشد. چنانچه اشاره شد، شوری آب متغیر کلیدی در مصرف کودهای ازته می‌باشد. بنابراین انجام آزمایش آب نیز در این خصوص در تصمیم گیری نقش اساسی دارد. باغ‌دارانی که آزمایش آب انجام داده‌اند باعث شده‌اند تا بهره‌وری استفاده از کودهای ازته را افزایش دهند. به طوری که انجام آزمایش آب، بهره‌وری استفاده از کودهای ازته را به میزان یک کیلوگرم پسته بر یک کیلوگرم کود ازته مصرفی افزایش می‌دهد، با توجه به قیمت پسته و هزینه آزمایش آب (۵۰۰۰۰۰ ریال برای هر نمونه)، انجام آزمایش آب اقتصادی می‌باشد.

ح- ارتباط با مراکز تحقیقات و ترویج کشاورزی

دو متغیر دیگر که باعث افزایش بهره‌وری استفاده از کودهای ازته شده است، مراجعه به مراکز تحقیقات و ترویج کشاورزی می‌باشد. این مراجعه باعث شده است تا بهره‌وری استفاده از کودهای ازته به میزان ۴ کیلوگرم پسته بر هر کیلوگرم کود ازته مصرفی افزایش یابد. از آنجایی که استفاده از خدمات ترویجی و تحقیقاتی تقریباً مجانی می‌باشد و دارای تاثیرگذاری بسیار بالایی می‌باشد، بنابراین برای پسته‌کاران کاملاً اقتصادی است تا از این خدمات استفاده نمایند. یکی از روش‌های تاثیر گذاری تحقیق و ترویج بر روی بهره‌وری استفاده از کود ازته، افزایش سطح دانش کشاورزان در خصوص زمان دقیق استفاده از عناصر غذایی و آب می‌باشد. کسانی که دانش بالاتری در خصوص زمان دقیق استفاده از کود و آب داشته‌اند، بهره‌وری بالاتری در خصوص استفاده از کودهای ازته در باغ‌های پسته دارند.

توصیه‌های کاربردی

توصیه‌های کاربردی نشریه به شرح زیر است:

- ۱- برای مدیریت بهتر تغذیه باغ‌های پسته، مقادیر بهینه اقتصادی تعیین شده در این نشریه، برای کودهای ازته، مورد توجه قرار گیرد.
- ۲- استفاده از سیستم‌های آب اندوز باعث کاهش بهره‌وری استفاده از کودهای ازته می‌گردد. از طرفی، با محدود شدن دسترسی به آب و اجبار در استفاده از سیستم‌های

آبیاری پیشرفته، بایستی برای افزایش بهره‌وری این کودها نیز چاره‌ای اندیشیده شود. در این خصوص بایستی یا به فکر جایگزین نمودن کودهای دیگری بوده و یا این که در روش‌های استفاده از کودهای مذکور تجدید نظر کرد. همچنین طراحی علمی و دقیق سیستم‌های آبیاری بایستی مدنظر قرار گیرد.

۳- با توجه به تاثیر منفی شوری آب در بهره‌وری استفاده از کود ازته، بایستی در این خصوص چاره‌ای اندیشیده شود. به عبارت دیگر، کاهش املاح با شستشو و آبیاری سنگین و خارج کردن آن‌ها از محدوده ریشه بایستی در دستور کار مدیریت باغ‌های پسته قرار گیرد.

منابع

۱- عبد‌الهي عزت آبادي، م، س. ج. حسيني فرد، ر. صداقت، س. ميرزايي و غ. ابارقي. ۱۳۹۶. بررسی اقتصادی مدیریت تغذیه باغ‌های پسته در شهرستان‌های انار و رفسنجان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته، رفسنجان، ۷۷.

- 2- Ali, S., A. Riaz Khan, G. Mairaj, M. Arif, M. Fida and S. Bibi. 2008. Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. Australian Journal of Crop Science 2(3): 150-157.
- 3- Karimi, M., S. A. M. Cheraghi and F. Dehghani. 2005. Effect of ammonium nitrate and triple super phosphate on yield and yield components of pistachio trees. IV International Symposium on Pistachio and Almonds.
- 4- Koch, B., R. Khosla, W. M. Frasier, D. G. Westfall and D. Inman. 2004. Economic feasibility of variable rate nitrogen application utilization site specific management zones. Agronomy Journal 96: 1572-1580.
- 5- Pampolino, M. F., I. J. Mangiat, S. Ramanathan, H. C. Giness, P. S. Tan, T. T. N. Chi, R. Rajendran and R. J. Buresh. 2007. Environmental impact and economic benefits of site specific nutrient management (SSNM) in irrigated rice systems. Agricultural Systems 93(1-3): 1-24.
- 6- Tittonell, P., B. Vanlauwe, P. A. Leffelaar, K. D. Shepherd and K. E. Giller. 2005. Exploring diversity in soil fertility management of small holder farms in western Kenya II. Within –farm variability in resource allocation, nutrient flows and soil fertility status. Agriculture, Ecosystems and Environment 110: 166-184.