



د وريجو پر ودې او حاصل باندې د اقليم د بدلون اغېزې

محمد صادق صالحی^{۱*}، حمدالله حمیم^۱

^۱ د خاورې پوهنې او اوبو لگولو څانگه، د نباتي علومو پوهنځی، د افغانستان د کرنیزو علومو او ټکنالوژۍ ملي پوهنتون، کندهار، افغانستان

* د مسؤل لیکوال ایمیل آدرس: s.salihi@anastu.edu.af, salihimohamamsadiq38@gmail.com

لنډيز

د وريجو نبات د هېواد او نړۍ د وگړو د خوړو په امنیت کې مهم رول لوبوي؛ د وريجو پر ودې او حاصل باندې د اقليم د بدلون اغېزې او همدارنگه د نوموړو اغېزو په وړاندې د تدابرو په هکله مختلفې څېړنې تر سره شوې دي، اړینه ده تر څو نوموړې موضوع په دې څېړنه کې په هر اړخيزه توگه وڅېړل شي. د خاورې مالگیتوب، وچکالي، د تودوخې د درجې لوړوالی او ټیټوالی، په اوربست کې بدلونونه او د حشراتو او ناروغیو يرغل د اقليم د بدلون له هغه عواملو څخه دي چې د وريجو په گډون یې د کرنیزو نباتاتو پر تولید باندې منفي اغېزه کړې ده. د بېلگې په توگه، د سانتي گریډ په کچه د ۱،۵ درجې تودوخې له لوړوالی سره د وريجو په حاصلاتو کې په چین، بنگلادېش او ميانمار هیوادونو کې په ترتیب سره د ۵،۳۹ سلنه، ۱۲،۴۴ سلنه او ۳،۸۷ سلنه په اندازه کموالی راغلی دی. له بل لوري، د وړاندوینو پر بنسټ به تر ۲۰۵۰م کال پورې د نړۍ نفوس شاوخوا ۹،۷ میلیارد کسانو ته لوړ شي. یادې موضوع ته په کتو سره به وريجو ته په راتلونکو څو کلونو کې اړتیا خورا زیاته شي. څېړنې ښيي چې له اقليم سره د توافق کونکو او د اقليم د بدلون د اغېزو را کمونکو څیرکو کرنیزو عملیو استعمال د وريجو حاصل او خالصه گټه په ترتیب سره ۱۵،۸۹ سلنه او ۱۹،۲۸ سلنه زیاته کړې ده.

مهمې کلمې: د اقليم بدلون، د اقليم د بدلون عوامل، د وريجو وده، د وريجو حاصل.

Impacts of Climate Change on Growth and Yield of Rice: A review

Mohammad Sadiq Salihi^{1*}, and Hamdullah Hamim¹

¹ Department of Soil Science and Irrigation, Faculty of Plant Sciences, Afghanistan National Agricultural Sciences and Technology University (ANASTU), 3801, Kandahar, Afghanistan.
Corresponding author's email: s.salihi@anastu.edu.af, salihimohamamsadiq38@gmail.com

Abstract

Rice production has been affected negatively by the factors of climate change such as soil salinity, drought, high and low temperatures, changes in precipitation, and diseases. For instance, an increase of 1.5 °C in temperature has decreased rice yield by 5.39%, 12.44%, and 3.87% respectively in China, Bangladesh, and Myanmar. On the other hand, it is estimated that the world population will reach 9.7 billion in 2050, thus the demand for rice will continue to increase in the future. While rice plays an important role in the world and Afghanistan's food security, as well as the impacts of climate change on rice growth and yield were not well described in the previous literature, thus it was needed to investigate the above-mentioned issue in this review. The application of climate-smart adaptative and mitigative practices increased rice yield and income by 15.89% and 19.28% respectively.

Keywords: Climate Change, Factors of Climate change, Rice growth, Rice yield.

سريزه

وريجه چې علمي نوم يې (*Oryza sativa* L.) دئ د Poaceae په کورنۍ پورې اړوند يو کلن علوفه اي نبات دئ. ياد نبات د نړۍ له نيمایي نفوس څخه د زياتو وگړو ورځني خواړه گڼل کيږي. د يادولو ده چې د وريجه ٩٠ سلنه توليد او مصرف په آسيایي هيوادونو کې صورت نيسي (١١) او د نړۍ له نيمایي څخه زيات وگړي په آسيایي هيوادونو کې مېشت دي (١٣).

د خاورې مالگيتوب، وچکالي، د تودوخې د درجې لوړوالی او تپتوالی، په اوربنت کې تغيرات او همدارنگه د حشراتو او ناروغيو يرغل د اقليم د بدلون له هغه عواملو څخه دي چې د وريجه په گډون يې د کرنيزو نباتاتو پر توليد باندې منفي اغېزه کړې ده (١٨). د بېلگې په توگه، د سانتي گړبه په کچه د ١،٥ درجې تودوخې له لوړوالي سره د وريجه په حاصلاتو کې په چين، بنگلاديش او ميانمار هيوادونو کې په ترتيب سره د ٥،٣٩ سلنه، ١٢،٤٤ سلنه او ٣،٨٧ سلنه په اندازه کموالی راغلی دئ (١٩). څرنگه چې وچکالي د وريجه پر توليد باندې زياته منفي اغېزه کوي، له همدې امله وچکالي په راتلونکي کې د نړۍ د خوړو امنيت ته ستر گواښ گڼل کيږي. سربېره پر دې، په دوامداره توگه لوړيدونکې تودوخې د وريجه د ودې مرحلې لنډې کړې دي (٧). همدارنگه تودوخه او د لمر شعاعې چې د اقليم د بدلون له مهمو عواملو څخه دي؛ د وريجه د پخېدلو په موده، د ورکيو په القاح او د ورکيو پر اندازې باندې منفي اغېزې کړې او د حاصل د کمېدو لامل شوي دي (٢٠). د مديترانې د وريجه په کرل کېدونکو دوه بېلابېلو ساحو کې د وريجه د کرنې د موډلونو پايلې چې په وريجه باندې د راتلونکو اقليمي شرايطو د ارزولو په موخه را منځته شوي وو، ښيي چې د اقليم د بدلون تر اغېزو لاندې به په ٢٠٣٠ کې کال کې د وريجه حاصلات د ٨ سلنه او په ٢٠٧٠ کال کې د ١٢ سلنې په اندازه را کم شي (٦). له بل لوري، د وړاندوينو پر بنسټ به تر ٢٠٥٠م کال پورې د نړۍ نفوس شاوخوا ٩،٧ ميليارد کسانو ته لوړ شي، له همدې امله به په راتلونکو کلونو کې وريجه ته تقاضا هم زياته شي. په دې وروستيو کې په نړۍ کې د پروسېس شوو وريجه توليد شاوخوا ٤٩٥،٧٨ ميلیونه ټنو ته رسيدلی دئ (١٦)، په داسې حال کې چې د وړاندوينو له مخې به په ٢٠٥٠ کال کې وريجه ته تقاضا ٥٢٥ ميلیونه ټنو ته لوړه شي (٢).

د وريجه توليد نه يوازې دا چې د نړۍ د زياتيدونکي نفوس لپاره بسنه نه کوي، بلکه په نړۍ کې د اقليم د بدلون د عواملو په واسطه د وريجه په توليد کې د پام وړ کموالی راغلی دئ، که چېرې نوموړی حالت نور هم دوام وکړي، په دې سره به د نړۍ د زياتېدونکي نفوس د خوړو امنيت نور هم له گواښ سره مخ شي نو ځکه اړينه ده تر څو د نړۍ په کچه د وريجه د توليداتو اندازه لوړه کړل شي.

سربېره پر دې، د اقليم د بدلون د عواملو په وړاندې هم بايد د اړتيا وړ تدابير ونيول شي تر څو نه يوازې د وريجو پر توليد باندې د اقليم د بدلون اغېزې را کمې کړل شي بلکه د اوسنيو او راتلونکو اقليم د بدلونونو تر شرايطو لاندې د وريجو د توليد کچه لوړه کړل شي. د اقليم د بدلون د منفي اغېزو د را کمولو تر ټولو غوره د حل لار د څيرکو کرنيزو عمليو څخه گټه اخيسته ده چې نه يوازې د وريجو پر توليد باندې د اقليم د بدلون منفي اغېزې را کموي بلکه د راتلونکي اقليمي بدلون سره د توافق درلودلو په اساس د وريجو د توليد د زياتوالي لامل هم گرځي.

په دې وروستيو کې کروندگر د اقليم څيرکې بېلابېلې کرنيزې عمليې او ټکنالوژۍ استعمالوي تر څو د اقليمي شرايطو پر وړاندې عکس العمل وښيي. د اقليم څيرکې کرنيزې د اقليم د بدلون د اغېزو د کمولو د عمليو لکه د اوبولو آسانتياوو ته د پراختيا ورکولو، د کرنيزو عمليو د ترسره کولو د وخت عيارولو، صفرې کرنيزو عمليو (Zero tillage)، د شنو سرو څخه د گټې اخيستنې او د خاورې د تجزيې پر بنسټ د سرو له مناسب استعمال څخه عبارت دي (۱۵). د اقليم د څيرکو کرنيزو فعاليتونو څخه گټه اخيسته د وريجو د توليد د پراختيا په برخه کې د ۱۴ سلنې په اندازه مهم رول لوبوي (۱۰). د اقليم د بدلون د اغېزو را کمونکو څيرکو توافق کوونکو کرنيزو عمليو استعمال د وريجو حاصل او خالصه گټه په ترتيب سره د ۱۵،۸۹ سلنې څخه تر ۱۹،۲۸ سلنې پورې زياتوي (۱۵). همدارنگه د اقليم د بدلون د اغېزو را کمونکو څيرکو کرنيزو عمليو په پراخه کچه استعمال او توافق کولای شي د غنمو، جوارو او وريجو توليدات د راتلونکي اقليم د بدلون تر شرايطو لاندې لوړ کړي (۸). له همدې امله د اقليم د بدلون پر وړاندې د توافق کوونکو تگلارو پلي کولو ثابته کېده چې په ۲۰۳۰ او ۲۰۷۰ کلونو کې به د حاصلاتو اندازه په ترتيب سره د ۲۸ سلنه او ۲۵ سلنه په اندازه زياته شي (۶).

دا چې د وريجو نبات له نورو نباتاتو سره فزيالوجيکي توپيرونه لري، د نړۍ په مختلفو سيمو کې کرل کېږي، د اوبو اړتيا يې د نورو نباتاتو په پرتله لوړه ده او د افغانستان او د نړۍ د وگړو د خوړو په امنيت کې مهم رول لوبوي، له همدې امله اړتيا ليدل کېده تر څو د وريجو پر نبات باندې د اقليم د بدلون د اغېزو په هکله معلومات راټول او د مسلک له مينوالو سره شريک کړل شي. د دې څېړنې موخې د وريجو پر توليد باندې د اقليم د بدلون د مهمو عواملو پيژندل، د وريجو د نبات پر وده او حاصل باندې د اقليم د بدلون د مهمو عواملو د منفي اغېزو سره بلدتيا او کروندگرو ته د اقليم د بدلون تر شرايطو لاندې د وريجو د توليد د زياتوالي په موخه د مناسبو تگلارو په نښه کول دي.

د اقليم د بدلون عوامل او د وريجو پر نبات باندې يې اغېزې

د اقليم د بدلون عوامل د تودوخې له درجې، اورښت، وچکالي، لنډه بل او د لمر له شعاعو څخه عبارت دي. د فشارونو (Stresses) له جملې څخه غیر ژوندي فشارونه (Abiotic stress) د لنډه بل، تودوخې، منرالونو، مالګینتوب او د خاورې د تیزابیت له امله منځته راځي (۵). پر دې سربېره د اقليم د بدلون عواملو لکه مالګینتوب، وچکالي، د تودوخې د درجې ټیټوالي او لوړوالي، په اورښت کې بدلونونو او د حشراتو او ناروغیو یرغل کرنیز نباتات په منفي توګه اغېزمن کړي دي (۱۸). د مدیترانې د وریجو کرل کېدونکو په دوو بېلابېلو ساحو کې د وریجو د کرنې د موډلونو چې تر راتلونکو اقلیمي شرایطو لاندې کرل شوې وې، پایلې ښيي چې د اقليم د بدلون تر اغېزو لاندې به د وریجو حاصلات په ۲۰۳۰ کال کې د ۸ سلنې او په ۲۰۷۰ کال کې د ۱۲ سلنې په اندازه را ټیټ شي (۶). له بل لوري، وړاندوینې ښيي چې تر ۲۱۰۰ میلادي کال پورې به د ځمکې تودوخه د ۳،۵ څخه تر ۸ درجو د سانتي ګرېډ پورې لوړه شي، د بحر سطحه به د ۲،۴ مترو په اندازه لوړه شي او په کرنیزو ځمکو کې د وچکالي د زیان شاخص به له ۵۲،۴۵ څخه ۱۲۹ ته لوړ شي (۱۸). سربېره پر دې، د کلني اوسط اورښت اندازه به په یو شمېر سیمو کې له یوې تر درې سلنې پورې زیاته شي او په اتموسفیر کې به د اوبو بخار د شپږ سلنې څخه تر اووه سلنې پورې زیاتوالی و مومي (۱۸).

د لاسته راغلو پایلو پر بنسټ، د اقليم د بدلونونو د عواملو پر وړاندې که چیرې له توافق کوونکو تګلارو څخه استفاده و نه شي، د وریجو تولیدات به په ۲۰۳۰ کال کې د ۱۸ سلنې په اندازه را ټیټ شي (۱۴). د وړاندوینو له مخې به تر ۲۰۲۵ کال پورې شاوخوا ۲۰ سلنه د وریجو کرل کېدونکې ځمکې د اوبو له فزیکي کمښت سره مخ شي. دا چې د اقليم د بدلون له امله د اوبو د کمښت ستونزه ورځ تر بلې مخ پر زیاتېدو ده، له همدې امله د اوبو د سپما کولو د نوښتي تخنیکونو څخه ګټه اخیستنه د نړۍ د خوړو د امنیت لپاره اړینه ده (۱۷).

تودوخه

دنړۍ د تودوخې د درجې زیاتېدنه (Global warming) یوه زیاتېدونکې نوې اقلیمي پدیده ده چې د پخوا راهیسې په اتموسفیر کې د CO₂ د چټک زیاتوالي له امله رامنځته شوې ده. د سانتي ګرېډ په کچه د ۱،۵ درجې تودوخې له لوړوالي سره د وریجو په حاصلاتو کې په چین، بنگلادیش او مایانمار هیوادونو کې په ترتیب سره د ۵،۳۹ سلنه، ۱۲،۴۴ سلنه او ۳،۸۷ سلنه په اندازه کموالی راغلی دی (۱۹). موندنې ښيي چې د ۰،۵ څخه تر ۳ درجو د سانتي ګرېډ پورې د تودوخې د درجې لوړیدل د اوبولو اوبو ته تقاضا له ۰،۶ څخه تر ۳،۷ سلنه پورې زیاتوي (۱۷).

اقلیمي بدلون د وریجو د ودې موده په منفي توګه اغېزمنه کړې ده، غوره بېلګه یې د تودوخې له امله د وریجو د ودې د مرحلو لټول دي. د تودوخې درجه هغه مهم عامل دی چې د وریجو د ودې د مرحلو په بدلونونو کې تر ۵۰ سلنه پورې رول لري (۷). د وریجو نبات د ودې څلور عمده مرحلې لري چې د نیالګیو له مرحلې، د فرعي ځانګو د تولید له مرحلې، د گل کولو له مرحلې او د پخېدلو له مرحلې څخه عبارت دي. یاده هره مرحله د بشپړېدو په موخه په پوره اندازه وخت ته اړتیا لري. که چېرې د تودوخې درجه په یاده هره مرحله کې د وریجو د نبات د تودوخې تر اړتیا زیاته شي، د وریجو د نبات د ودې د چټکوالي او د یادو مرحلو د ګډوډۍ لامل ګرځي. یادو مواردو ته په کتو سره باید و ویل شي چې اقلیمي بدلون، په ځانګړې توګه زیاتېدونکې تودوخه د وریجو پر حاصل باندې منفي اغېزه کوي (۹).

موندنې ښيي چې تودوخه او د لمر شعاوې چې د اقلیم د بدلون له مهمو عواملو څخه دي؛ د وریجو د پخېدلو په موده، د وړکیو په القاح او د وړکیو پر اندازې باندې منفي اغېزې کړې او د حاصل د کمېدو لامل شوې دي (۲۰). د تودوخې د درجې لوړوالی او ټیټوالی؛ د وریجو حاصل، د وړکیو د شنېتوب او د اوبو د زیاتو ضایعاتو له امله را کمولای شي. د وریجو د گل کولو مرحله د وریجو د ودې د مرحلو له ډلې تر ټولو حساسه مرحله ده، یاده مرحله د وړکیو د القاح لپاره د تودوخې یوې مناسبې اندازې ته اړتیا لري. که چېرې د تودوخې درجه په بې سارې توګه لوړه شي، په وړکیو کې د القاح عملیه نه تر سره کیږي یا د وړکیو د شنېتوب لامل ګرځي. سربېره پر دې، د تودوخې د درجې لوړوالی د دانو د پخېدو موده د وریجو وړکیو ته د شیرې په مرحله کې د کافي اندازه اوبه نه رسېدو له امله ځنډوي چې عامل یې تر ډېره د لوړې تودوخې په واسطه د اوبو د ضایعاتو زیاتوالی دی (۱۰).

وچکالي

وچکالي په وچو او نیمه وچو سیمو کې د غیر ژوندی فشار اړوند یو له تر ټولو زیات زیان رسوونکو عواملو څخه ده. وچکالي د هورموني او غشايي ثبات د ګډوډولو، د غذايي موادو د تعادل له منځه وړلو او د فزیالوجیکي دندو د بې نظمۍ له لارې د نباتاتو وده اغېزمنوي. پر دې سربېره وچکالي د نباتاتو د پانو په شمېر، د قندونو په اندازه، د رېښو په اندازه، د اسکوریټک اسید د غلظت پر کمولو او په کلوروفیل باندې هم د پام وړ اغېزه کوي (۱).

د وریجو په کرنه کې د اقلیم د بدلون د اغېزو را کمونکو څیرکو کرنیزو عملیو استعمال او توافق

په دې وروستيو کې کروندگر د اقليم د بدلون د اغېزو را کمونکې بېلابېلې څيرکې کرنيزې عمليې او ټکنالوژۍ استعمالوي. د اقليم د بدلون د اغېزو را کمونکې څيرکې کرنيزې عمليې د وريجو د اصلاح شويو ورايتيو له کرلو، صفري کرنيزو عمليو (Zero tillage)، کرنيز تناوب، د خاورې او اوبو د ساتنې له تخنيکونو، د کرلو او حاصل را ټولولو د نېټو له عيارولو، د اوبولو له غوره تخنيکونو څخه له گټې اخيستنې، د شنو سرو له استعمال، پر اقليمي معلوماتو او وړاندوينو باندې له تکيه کولو او د سرو او آفت وژونکو له مناسب او اغېزمن استعمال څخه عبارت دي (۱۵). د وريجو د کروندگرو لپاره د اقليم د بدلون د اغېزو په را کمونکو تگلارو کې د وريجو د کرنې د تخنيکونو پراختيا، د هغه مناسبو محلي وريجو د ورايتيو څخه گټه اخيستل چې د اوبو د کمښت په صورت کې هم لوړ حاصل توليد کړي، د کاربن ډای اکسايډ د خپریدلو را کمول او مخنيوی، د اوبولو د سېسټمونو فعاليت او ساتنه او په باراني موسم کې د اوبو ذخيره کول هم شامليري (۱۲).

په چېن کې د وريجو د ودې په مرحلو باندې د اقليم د بدلون له منفي اغېزو څخه د کرنيزو نباتاتو د غوره مديريت په واسطه مخنيوی شوی دی (۷). په دې توگه، له اقليمي بدلون سره د توافق په موخه بايد د اوبولو د سېسټمونو عصري کولو او د نباتاتو د تغذيې هر اړخيز مديريت ته پاملرنه وشي او د کرنې يو خوځنده مهالوېش رامنځته کړل شي (۳). سربېره پر دې، د څيرکو کرنيزو فعاليتونو څخه گټه اخيسته د عادي کروندگرو د کرنې په پرتله د وريجو په توليد کې د ۱۳-۱۴ سلنه پورې زياتوالي راولي (۱۰). د اقليم څيرک توافق کوونکې او د اقليمي بدلون د اغېزو کمونکې کرنيزې عمليې د وريجو حاصل او خالصه گټه په ترتيب سره تر ۱۵،۸۹ سلنه او ۱۹،۲۸ سلنه پورې زياتوي (۱۵). همدارنگه د اقليم د څيرکې کرنيزې ټکنالوژۍ تطبيق د کروندگرو په واسطه د وريجو د باثباته توليد لپاره د اقليمي بدلون تر شرايطو لاندې حياتي ارزښت لري (۴). سربېره پر دې، د وريجو د کروندگرو تخنيکي روزنه، په کوپراتيفونو کې غړيتوب ورکول، د دوی د ځمکو اندازو او معلوماتي چوپړتياوو ته لاسرسی د اقليم د بدلون سره د توافق رامنځته کولو په برخه کې اړين عوامل دي (۱۵).

پايله

وريجي په نړۍ کې له مهمو خوراكي غلو دانو څخه گڼل کيږي او د وريجو څخه د نړۍ د نيمايي نفوس څخه زيات خلک هره ورځ تغذيه کوي. په اوسني وخت کې په نړۍ کې د نفوس د زياتوالي له امله په ځانگړې توگه د افغانستان په گڼوڼو په آسيایي پرمختيايي هيوادونو کې د وريجو توليدات د وريجو تقاضا نه پوره کوي او اړتيا ده تر څو په راتلونکي کې د وريجو د توليد کچه لوړه کړل شي.

اقلیمي بدلون، د اقلیم د بدلون ننگونو او اقلیمي عواملو هم په نړۍ کې د کرنیزو نباتاتو په ځانگړې توگه د وریجو تولید په منفي توگه اغېزمن کړی دی. له بل لوري، په دې وروستیو څو لسيزو کې د اقلیم د بدلون د ناوړه پایلو څخه د ساتنې په موخه کروندگرو له یو شمېر کرنیزو عملیو څخه چې د اقلیم د بدلون د اغېزو کمونکې او د اقلیم د بدلون سره توافق کوونکې وې، گټه اخیستې ده. د بیلگې په توگه، د اقلیم د څیرکو کرنیزو عملیو توافق د وریجو تولید د ۱۳-۱۴ سلنه پورې زیات کړی دی. د وریجو د اصلاح شویو وراپتیو کرل، له صفري کرنیزو عملیو څخه گټه اخیستنه، کرنیز تناوب، د خاورې او اوبو د ساتنې تخنیکونه، د کرلو او حاصل را ټولولو د نېټو عیارول، د اوبولو له غوره تخنیکونو څخه گټه اخیستنه، د شنو سرو استعمال، د اقلیمي معلوماتو او وړاندوینو څخه گټه اخیستنه او د سرو او آفت وژونکو مناسب او اغېزمن استعمال د اقلیم د بدلون د اغېزو را کمونکې څیرکې کرنیزې عملیې دي. د وریجو د کروندگرو لپاره د اقلیم د بدلون د اغېزو په را کمونکو تگلارو کې د وریجو د کرنې د تخنیکونو پراختیا، د هغه مناسبو محلي وریجو د وراپتیو څخه گټه اخیستل چې د اوبو د کمښت په صورت کې هم لوړ حاصل تولید کړي، د کاربن ډای اکساید د خپریدلو را کمول او مخنیوی، د اوبولو د سېسټمونو فعالیت او ساتنه او په باراني موسم کې د اوبو ذخیره کول هم شاملیږي.

سپارښتې

1. د اوبو د کمښت او د لوړې تودوخې پر وړاندې د مقاومو محلی وراپتیو تولید او کرنه.
2. په اقلیم پورې د اړوند معلوماتو د ذخیره کولو سیمه ایز اتوماتیک مرکزونه رامنځته کول او د اقلیم اړوند وړاندوینو چوپړتیاوي برابرول.
3. کروندگرو ته د کرنیزو عملیو او د اوبو د سپمولو د تخنیکونو په هکله معلومات او پوهاوی ورکول.

اخځليكونه

1. Abdelaal K, Alkahtani M, Attia K, Hafez Y. The Role of Plant Growth-Promoting Bacteria in Alleviating the Adverse Effects of Drought on Plants. *Biology*, 2021; 10(520):1–23.
2. Abdullah AB, Ito S, Adhana, K. Estimate of rice consumption in Asian countries and the world towards 2050. *Proceedings for Workshop and Conference on Rice in the World at Stake*, 2006; 2: 28–43. <http://worldfood2.apionet.or.jp/alias>.
3. Ansari A, Lin Y, Lur HS. Evaluating and Adapting Climate Change Impacts on Rice Production in Indonesia: A Case Study of the Keduang Subwatershed, Central Java. *Environments*, 2021; 8(117): 1–17.
4. Anugwa IQ, Onwubuya EA, Chah JM, Abonyi CC, Nduka EK, Anugwa IQ, et al. Farmers' preferences and willingness to pay for climate-smart agricultural technologies on rice production in Nigeria. *Climate Policy*. 2022; 22(1): 112–131. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1953435>.
5. Begna T. Effects of Drought Stress on Crop Production and Productivity. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 2022; 6(9): 34–43. <https://doi.org/10.20431/2454-6224.0609005>.
6. Bregaglio S, Hossard L, Cappelli G, Resmond R, Bocchi S, Barbier J, et al. Agricultural and Forest Meteorology Identifying trends and associated uncertainties in potential rice production under climate change in Mediterranean areas. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2020; 237(2017): 219–232. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.015>.
7. Chen J, Liu Y, Zhou W, Zhang J, Pan T. Effects of climate change and crop management on changes in rice phenology in China from 1981 to 2010. *Journal of Science, Food and Agriculture*, 2021. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11300>
8. De Pinto A, Cenacchi N, Kwon H, Koo J, Dunston S. Climate smart agriculture and global food- crop production. *PLoS ONE*, 2020; 15(4): 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231764>.
9. He W, Liu Y, Sun H, Taghizadeh-hesary F. How Does Climate Change Affect Rice Yield in China? *Agriculture*, 2020; 10(441): 1–16.
10. Ho TT, Shimada K. Agriculture the effects of climate smart agriculture and climate change adaptation on the technical efficiency of rice farming — an empirical study in the mekong delta of vietnam. *Agriculture*, 2019; 9(99): 1–20.
11. Jing L Q Wu, Zhen S T, Zhaung Y X, Wang J G Zhu, L X Yang. Effects of CO₂ enrichment and spikelet removal on rice quality under open-air field conditions. *Journal of Integrative Agric*. 2016; 15 (9): 2012-2022. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61245-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61245-X).
12. Kawasaki J, Herath S. Impact Assessment of Climate Change on Rice Production in Khon Kaen Province, Thailand. *J. ISSAAS*, 2011; 17(2): 14–28.
13. Khush GS. What it will take to Feed 5.0 billion Rice consumers in 2030. *Plant Molecular Biology*, 2005; 59 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11103-005-2159-5>.

14. Le TTH. Effects of Climate Change on Rice Yield and Rice Market in Vietnam. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 2016; 48(4): 366–382. <https://doi.org/10.1017/aae.2016.21>.
15. Liang Z, Zhang L, Li W, Zhang J, Frewer LJ. Climate Risk Management Adoption of combinations of adaptive and mitigatory climate-smart agricultural practices and its impacts on rice yield and income: Empirical evidence from Hubei, China. *Climate Risk Management*, 2021;32(3): 100314. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100314>.
16. Shahbandeh M. Rice statistics and facts. Statista, 2021. <https://www.statista.com/topics/1443/rice>
17. Surendran U, Raja P, Jayakumar M, Subramoniam SR. Use of efficient water saving techniques for production of rice in India under climate change scenario: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 2021; 309(2): 127272. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127272>
18. Ul H, Rezvi A, Azim AA, Ahmed T, Mohammad T, Hasan M, et al. Rice and food security: Climate change implications and the future prospects for nutritional security. *Food and Energy Security*, 2023; 12(430): 1–17. <https://doi.org/10.1002/fes3.430>.
19. Wu F, Wang Y, Liu Y, Liu Y, Zhang Y. Simulated responses of global rice trade to variations in yield under climate change: Evidence from main rice-producing countries. *Journal of Cleaner Production*, 2020;<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124690>.
20. Xu C, Wu W, Ge Q. Impact assessment of climate change on rice yields using the *Oryza* model in the Sichuan Basin, China. *International Journal of Climatology*, 2018; 1–18. <https://doi.org/10.1002/joc.5473>.