

گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی و تأثیر آن روی برنج وتنوع بندپایان

گردآورنده : سعیده حسنی

کارشناس ارشد شرکت کیمیای سبز مغان

امروزه رخداد تغییر اقلیم¹ و گرمایش جهانی² ذهن همه اندیشمندان و پژوهشگران را به خود جلب کرده است. افزایش طول دوره رشد افزایش دما و ذوب شدن یخهای قطب شمال و بالا آمدن تراز آبها، کاهش بارش و خشکسالیهای پیاپی و شدید، افزایش رخداد سیلاب، امواج گرمایی و کاهش امواج سرما به عنوان نشانههایی از تغییر اقلیم، موجب مشکلات اقتصادی و اجتماعی فراوانی در سراسر جهان شدهاند. در چند سال اخیر شدت تغییرات بیشتر شده است و این باعث شده است که در زمینه تغییر اقلیم پژوهشهای متعددی در مناطق مختلف جهان انجام شود. برخی از این پژوهشها به دنبال یافتن دلیل رخدادهای آن و برخی دیگر از آنها صرفاً به واکاوی³ و شناخت تغییر اقلیم پرداخته اند.

یکی از مهمترین مسائلی که طی دهههای اخیر در بخش کشاورزی نمود یافته و تولید محصولات زراعی را با محدودیت مواجه ساخته است، تغییرات اقلیم می باشد. این پدیده منابع آب هر منطقه را در طول زمان دستخوش تغییر قرار می دهد. با افزایش دما، نیاز گیاهان به آب بیشتر شده و بهره برداری از منابع آب افزایش می یابد. افزون بر این کاهش نزولات آسمانی و عدم تغذیه صحیح آبخوانها و سفره های آب زیرزمینی از دیگر عواملی هستند که منجر به بهره برداری بیش از حد منابع

¹ Climate change

² Global warming

³ Reanalysis

آب شدند پیش بینی‌ها انجام شده تا سال ۲۰۲۵ به لیست کشورهای که با وضعیت کمبود آب مواجه‌اند، اضافه خواهد شد (پرهیزگاری، ۱۳۹۲).

گرمايش جهانی

تغییرات اقلیمی در سطح جهان به عنوان قریب الوقوع ترین و مهم‌ترین مسئله بر زندگی بشر در قرن ۲۱ شناخته شده‌است. آخرین گزارش ارزیابی از هیئت بین المللی در مورد تغییرات اقلیمی پیش‌بینی شده که در سال ۲۱۰۰ میانگین دما از ۱/۱ درجه سانتی‌گراد به ۶/۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (IPCC, 2007b).

منظور از گرمايش جهانی، افزایش طبیعی یا انسان - انگیخته در متوسط دمای اتمسفر در نزدیکی سطح زمین است (پورخباز، ۱۳۸۱).

مشاهدات جهانی بر فراز سطح از اواخر دهه ۱۹۵۰، نشان می‌دهد که تروپوسفر (بالای ۱۰ کیلومتر) نسبت به سطح به صورت فوق العاده‌ای گرم شده‌است، در حالیکه استراتوسفر (در حدود ۱۳-۱۰ کیلومتر) به طور روشنی از ۱۹۷۹ سرد شده‌است (IPCC, 2007b).

گازهای گلخانه‌ای

مهمترین مسئله‌ای که امروزه توجه بسیاری از دانشمندان را در سراسر نقاط دنیا به خود جلب کرده‌است پدیده تغییر اقلیم و گرمايش جهانی تحت تاثیر انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای به محیط‌زیست به ویژه اتمسفر است (IPCC, 2007b). تولید جهانی گازهای گلخانه‌ای نظیر کربن دی اکسید (CO_2)، متان (CH_4) و نیتروژن اکسید (NO_2) در اثر فعالیت‌های انسانی از دوره قبل از صنعتی شدن به شدت افزایش یافته است. انتظار می‌رود که افزایش تولید این گازها در بر تغییرات اقلیمی جهان تاثیر زیادی بگذارد و در نتیجه کشاورزی نیز متاثر از این موضوع می‌شود (Cannon, 1998).

اثر گلخانه‌ای

گازهای گلخانه‌ای به طور موثر به عنوان یک صافی یک طرفه عمل می‌کنند، به نور مرئی (امواج کوتاه) اجازه ورود از یک جهت را می‌دهند اما از عبور نورهایی با طول موج بلند در جهت مخالف جلوگیری می‌کنند، و بدین صورت باعث اثر گلخانه‌ای و گرمایش جهانی می‌شوند (پورخباز، ۱۳۸۱).

اثرات گرمایش جهانی و تغییر اقلیم

اثرات تغییرات اقلیمی می‌تواند از طریق تأثیری که آب و هوا ممکن است بر فیزیولوژی و رفتار حشرات داشته‌باشد، مستقیم باشد. علاوه بر این، اثرات غیرمستقیم می‌تواند از طریق تأثیر آب و هوا بر گیاه میزبان حشرات، دشمنان طبیعی و تعامل بین گونه‌ای با سایر حشرات اتفاق بیفتد. تغییرات در بارش برای کشاورزی اهمیت بیشتری نسبت به تغییرات دما دارد، بخصوص مناطقی که کمبود بارندگی ممکن است عامل محدودکننده‌ای برای تولید محصول باشد (Parry, 1990). میانگین بارش سالانه جهانی ممکن است در اثر تشدید چرخه هیدرولیکی افزایش یابد (Rowntree, 1990)، که منجر به اختلال در کشاورزی و سیستم‌های کشت و ترکیبات گیاهان و جانوران تغییر تدریجی خواهد داشت (Porter *et al.*, 1991; Southeast, 1991). تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی روی موارد زیر اثر می‌گذارد:

- گسترش محدوده جغرافیایی آفات
- افزایش زمستان‌گذرانی و رشد سریع جمعیت
- تغییرات در تعامل حشرات و میزبان گیاهی
- افزایش خطر حمله توسط آفات مهاجر
- تأثیر روی تنوع بندپایان و انقراض گونه‌ها
- تغییرات هم‌زمان بین آفات و میزبان آن‌ها
- معرفی میزبان‌های جایگزین به عنوان پل‌های سبز
- کاهش اثربخشی فناوری‌های حفاظت

افزایش درجه حرارت و تأثیر در بهره‌وری برنج

مطالعات نشان می‌دهد که حتی افزایش متوسط درجه حرارت، تاثیرات منفی بر محصولات غلات از جمله ذرت، برنج و گندم خواهد داشت (Knox *et al.*, 2012; Morton, 2007 and Sarver *et al.*, 2014). برنج یکی از مهمترین محصولات کشاورزی دنیا است و بعد از گندم جایگاه دوم را از نظر تولید سالانه در جهان را به خود اختصاص داده‌است. این غله مهم غذای اصلی نیمی از مردم دنیا را به خود اختصاص داده‌است (Chopra *et al.*, 2006). سیستم تولید برنج به کاهش گرسنگی و فقر کمک می‌کند.

رژیم‌های دما نه تنها مدت زمان رشد، بلکه همچنین الگوی رشد و بهره‌وری برنج را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درجه حرارت حیاتی برای رشد گیاه برنج در مراحل مختلف رشد در جدول ۱ نشان داده شده است. حداکثر دما خواه کم یا زیاد باعث آسیب به گیاه برنج می‌شود. در مناطق گرمسیری درجه حرارت بالا عامل محدودکننده تولید برنج است. جدول ۲ آسیب‌های احتمالی مختلف محصولات برنج ناشی از درجه حرارت بسیار بالا را نشان می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که بهره‌وری برنج و دیگر محصولات مناطق گرمسیری با افزایش دمای جهانی کاهش می‌یابد. افزایش دما در مناطق نیمه گرمسیری ممکن است اثر مثبت یا منفی بر روی محصولات برنج بسته به مکان داشته باشد. به عنوان مثال افزایش دما به استقرار محصول برنج در مناطق مدیترانه‌ای بهبود می‌بخشد و این درحالیست که آب و هوای سرد معمولاً باعث استقرار معدودی از محصول می‌شود (Ferraro and Nguyen, 2004).

Growth stage	Symptoms
Vegetative	White leaf tip, chlorotic bands and blotches, white bands and specks, reduced tillering, reduced height
Reproductive anthesis	Reduce spikelet number, sterility
Ripening	Reduced grain-filling

Growth stages	Critical temperature (°C)		
	Low	High	Optimum
Germination	16–19	45	18–40
Seedling emergence	12	35	25–30
Rooting	16	35	25–28
Leaf elongation	7–12	45	31
Tillering	9–16	33	25–31
Initiation of panicle primordia	15	-	-
Panicle differentiation	15–20	30	-
Anthesis	22	35–36	30–33
Ripening	12–18	> 30	20–29

جدول ۱. دمای مورد نیاز برای رشد برنج (Yoshida, 1978) جدول ۲. علایم استرس گرما در برنج (Yoshida, 1981)

تأثیر گرمایش جهانی بر روی توزیع و دسترسی برنج

مطالعه تأثیر تغییرات اقلیمی روی منابع زمینی و آبی مورد نیاز برای تولید برنج و بهره‌وری محصول برنج اشاره به کاهش احتمال تولید برنج در مناطق گرمسیری دارد. اکثریت افرادی که به شدت وابسته به برنج در مناطق گرمسیری هستند، چنین تغییری در مناطق تولید برنج باعث ایجاد مشکل در توزیع و دسترسی برنج می‌شود (جدول ۳). علاوه بر این، افزایش شدت و فراوانی سیلاب‌ها و طوفان ناشی از تغییرات بارش و الگوی توزیع آن، اثرات منفی بر انتقال و توزیع برنج به مصرف‌کنندگان خواهد شد. به طور خلاصه، تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که اگر هیچ تلاشی برای انطباق تولید برنج با تغییرات اقلیمی ایجاد نشود پیامدهای جدی برای امنیت غذای جهان وجود خواهد داشت (Depledge, 2002).

Dependency on rice for calories	Position in relation to tropical region	Countries	Total population (thousands)
Very highly dependent (> 800 kcal/person/day)	Mostly to fully inside	Bangladesh, Cambodia, Guinea-Bissau, Guyana, India, Indonesia, Lao People's Democratic Republic, Madagascar, Myanmar, Nepal, Philippines, Sri Lanka, Thailand, Timor-Leste, Viet Nam	1 762 354
	Partially inside	China Mainland	1 272 403
	Outside	Republic of Korea	47 430
		Subtotal	3 082 187
Highly dependent (500–799 kcal/person/day)	Mostly to fully inside	Brunei, Comoros, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Cuba, Guinea, Guyana, Liberia, Malaysia, Maldives, Mauritius, Senegal, Sierra Leone, Solomon Islands, Suriname, Vanuatu	86 394
	Partially inside	China Macao SAR	460
	Outside	Democratic People's Republic of Korea, Japan	150 019
		Subtotal	236 873
Moderately dependent (300–499 kcal/person/day)	Mostly to fully inside	Cape Verde, Colombia, Dominican Republic, Ecuador, Fiji, French Polynesia, Gabon, Gambia, Haiti, Kiribati, Mali, Mauritania, Nicaragua, Panama, Peru, Sao Tome and Principe	128 230
	Partially inside	Brazil, China Hong Kong SAR, Taiwan Province of China	205 701
	Outside	Egypt, Iran (Islamic Republic of), Kuwait, Saudi Arabia, United Arab Emirates	167 477
		Subtotal	501 408
Less dependent (< 300 kcal/person/day)	All categories	Remaining countries	2 404 510
Total			6 224 978

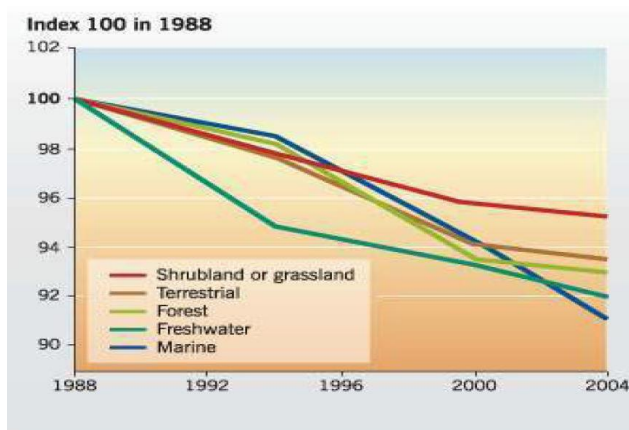
جدول ۳. کالری‌های غذایی حاصل از برنج از افراد مختلف گروه جمعیت جهان (FAO, 2002).

تأثیر گرمایش جهانی بر روی تنوع بندپایان و انقراض گونه‌ها

بندپایان (حشرات، عنکبوت‌ها و کنه‌ها) جز فراوان‌ترین و متنوع‌ترین گروه موجودات هستند (Kannan and James, 2009; Gregory *et al.*, 2009). بندپایان مهم‌ترین و متنوع‌ترین اکوسیستم‌های زمینی هستند و دارای طیف گسترده‌ای از زیستگاه‌ها هستند (Kremen *et al.*, 1993). اثرات اصلی تغییرات اقلیمی بر روی اجتماع بندپایان باعث کاهش فراوانی

تجزیه‌کنندگان و شکارگرها و افزایش گیاه‌خواری می‌شود که ممکن است پیامدهای منفی برای ساختار کل اکوسیستم داشته‌باشد. پاسخ بندپایان به آلودگی بستگی به درجه حرارت و بارندگی دارد و اثرات نامطلوب در اکوسیستم گسترده به احتمال زیاد تحت تغییرات اقلیمی پیش‌بینی شده افزایش می‌یابد (Zvereva and Kozlov, 2010). عواقب افزایش درجه حرارت از یک تا دو درجه سلسیوس قابل مقایسه با تغییرات اقلیمی حاضر در منطقه قطب جنوب است (Bokhorst et al., 2008).

افزایش بارندگی در منطقه پامپاس^۴ آرژانتین تا حد زیادی بر روی گونه‌هایی که قابلیت پراکندگی اندکی دارند، منجر به محدود شدن گسترش آن‌ها می‌شود. تغییرات در بارندگی بواسطه تغییرات اقلیمی، اثر عمده‌ای بر فراوانی و تنوع بندپایان دارد. حوادث شدید اقلیمی مانند خشکسالی باعث کاهش تنوع تغذیه‌ای و تغییر در ساختار اجتماع بندپایان می‌شود (Talbot Trotter et al., 2008). نزدیک به ۹۹/۹ درصد از تمام گونه‌هایی که تاکنون وجود داشتند، منقرض شده‌اند. فراوانی نسبی گونه‌های مختلف حشرات به دلیل تغییرات اقلیمی ممکن است به سرعت تغییر کند و گونه‌هایی که قادر به مقاومت در برابر تنش‌ها نیستند ممکن است در آینده نزدیک از بین بروند (Jump and Penuelas, 2005 and Thomas et al., 2004). نرخ انقراض فعلی ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر بیشتر از آنچه پیش‌تر اتفاق افتاده است و تقریباً ۴۵ تا ۲۷۵ گونه روز به روز منقرض می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱. انقراض گونه‌ها در اکوسیستم‌های مختلف

^۴ Pampas

تأثیر گرمایش جهانی بر تنوع گونه‌ها و تأثیر آن بر مدیریت آفات

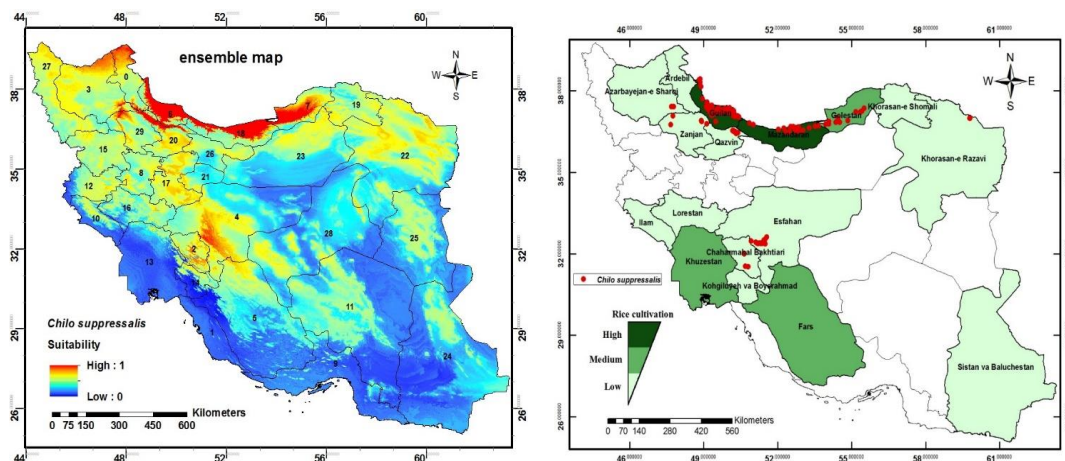
تنوع زیستی نقش مهمی در فراوانی آفات و دشمنان طبیعی آن‌ها دارد (Alteiri, 1994; Sharma and Waliyar, 2003). افزایش تنوع به صورت عملکردی در سیستم‌های زراعی که نسبت به تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیرند، به منظور بهبود قابلیت انعطاف‌پذیری سیستم و کاهش میزان تلفات ناشی از آفات امری ضروریست (Newton *et al.*, 2009). با این حال، تغییرات در الگوی کشت در نتیجه تغییرات اقلیمی به طور جدی بر تعادل بین آفات و دشمنان طبیعی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. از آنجاکه تغییرات اقلیمی منجر به تغییر در کشت محصولات و تناوب زراعی می‌شود، این ممکن است بر شیوع و اهمیت آفات خاص تأثیر گذارد (Maiorano *et al.*, 2008). تنوع سیستم می‌تواند به منظور ارتقاء قابلیت انعطاف‌پذیری اکوسیستم کشاورزی، بهبود بهره‌برداری از منابع و تثبیت تولید محصولات مورد استفاده قرار گیرد (Sharma and Waliyar, 2003; Newton *et al.*, 2009).

تأثیر گرمایش جهانی روی فعالیت و فراوانی دشمنان طبیعی

یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده‌ی پراکنش جغرافیایی حشرات، فاکتورهای مختلف اقلیمی است. حشرات به دلیل خونسرد بودن به شدت تحت تأثیر محیط اطراف خود قرار دارند به طوری که اقلیم مهم‌ترین عامل محدودکننده‌ی پراکنش آن‌ها محسوب می‌شود. یک مثال خوب برای نشان دادن تأثیر اقلیم روی پراکنش جغرافیایی حشرات، گرم‌تر شدن کره‌ی زمین است به نحوی که در ۲۵ سال اخیر زیستگاه دایمی بسیاری از حشرات تغییر و به سمت عرض‌های بالاتر کره‌ی زمین انتقال یافته است.

با توجه به امکان پیش‌بینی تغییرات اقلیمی در آینده و با استفاده از روش‌های جدید مدل‌سازی، می‌توان پراکنش جغرافیایی حشرات را در بازه‌های زمانی آینده پیش‌بینی نمود.

نمونه‌ی چنین کاری در مورد ساقه‌خوار نواری برنج (*Chilo suppressalis*) توسط جلائیان و همکاران (Jalaeian *et al.*, 2018) در ایران انجام شده است. آن‌ها به کمک تعیین نقاط پراکنش کنونی آفت در سطح شالیزارهای ایران و با بهره‌گیری از فاکتورهای اقلیمی موثر در پراکنش این آفت و همچنین مدل‌های مربوطه، توانستند پراکنش جغرافیایی مهم‌ترین آفت برنج در سطح ایران را پیش‌بینی نمایند (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲. پراکنش فعلی کرم ساقه‌خوار نواری برنج. شکل ۳. پیش‌بینی پراکنش کرم ساقه‌خوار نواری برنج.

تأثیر گرمایش جهانی روی فعالیت و فراوانی دشمنان طبیعی

ارتباط بین آفات و دشمنان طبیعی آن در اثر گرمایش جهانی تغییر می‌کند. تغییرات دما نیز زمان‌بندی الگوهای فعالیت روزانه گروه‌های مختلف حشرات را تغییر می‌دهد (Young, 1982)، و تغییر در ارتباطات بین گونه می‌تواند تأثیر دشمنان طبیعی را برای مدیریت آفات تغییر دهد (Hill and Dymock, 1989). اندازه‌گیری تأثیر تغییرات اقلیمی بر فعالیت و اثربخشی دشمنان طبیعی به منظور مدیریت آفات، از نگرانی عمده در برنامه‌های مدیریت آفات در آینده خواهد بود. اکثر حشرات برای اکوسیستم‌های زراعی بی‌خطر هستند و شواهد قابل توجهی وجود دارد که نشان می‌دهد این به دلیل کنترل جمعیت از طریق ارتباط بین گونه‌ای بین آفات و دشمنان طبیعی، پاتوژن، پارازیتوئید و شکارگرهای آنها است (Price, 1987). فراوانی جمعیت شته‌ها با افزایش کربن دی‌اکسید و درجه حرارت افزایش می‌یابد و این درحالیست که میزان پارازیتیسم در کربن دی‌اکسید بالا بدون تغییر باقی می‌ماند. دمای بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کنترل شته‌ها از طریق کفشدوزک‌ها را افزایش می‌دهد (Freer and Triltsch, 1996). درجه حرارت نه تنها بر میزان رشد حشرات، بلکه تأثیر عمیقی بر باروری و نسبت جنسی پارازیتوئیدها دارد (Dillon and Sharma, 2009). ارتباط بین آفات و دشمنان طبیعی آنها باید با دقت مطالعه شود تا شیوه‌های مناسب برای استفاده از دشمنان طبیعی در مدیریت آفات شناسایی شود.

تأثیر تغییرات اقلیمی بر اثربخشی آفت‌کش‌های زیستی و حشره‌کش‌های مصنوعی

تغییرات اقلیمی باعث افزایش تغییرات در خسارت‌های حشرات خواهد بود. دماهای بالا فصل خشک را خشک‌تر می‌کند و برعکس ممکن است میزان و شدت بارندگی را افزایش دهد و فصل‌های مرطوب را مرطوب‌تر از آن چه که هست، می‌کند. محصولات گیاهان طبیعی، ویروس، قارچ، باکتری و نماتدهای پاتوژن حشرات آفت‌کش‌های مصنوعی به محیط حساس هستند. افزایش دما و اشعه ماوراء بنفش موجب کاهش رطوبت نسبی می‌شود و این می‌تواند اثر روش‌های کنترلی را کمتر کند و همچنین تأثیری روی محصولات گیاهان طبیعی و حشره‌کش‌های زیستی بیشتر مشهود خواهد بود (Isman, 1997).