

प्रो. व्हाइटसाइड्स द्वारा एनसीएल स्थापना दिवस व्याख्यान

प्रोफेसर जॉर्ज एम. व्हाइटसाइड्स, रसायनविज्ञान एवं रासायनिक जीवविज्ञान विभाग, हार्वर्ड विश्वविद्यालय, संयुक्त राज्य अमेरीका ने एनसीएल के 57 वें स्थापना दिवस के अवसर पर दिनांक 29 दिसम्बर, 2006 को राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाला में **रसायनविज्ञान की नए रूप में प्रस्तुति** नामक विषय पर एनसीएल स्थापना दिवस व्याख्यान दिया ।

प्रो. जॉर्ज व्हाइटसाइड्स ने अगले 50 वर्षों में रसायनविज्ञान की अपनी एक स्वतंत्र विधा एवं समाज के लिए उसकी भविष्य की संभावनाओं के सम्बन्ध में महत्त्वपूर्ण व्याख्यान दिया । उन्होंने रसायनविज्ञान की पहेलियाँ सुलझाने के युग के अन्त तथा रसायनविज्ञान के माध्यम से समाज की वास्तविक समस्याओं को सुलझाने के युग के आरम्भ पर अपने विचार व्यक्त किए । उन्होंने भौतिकी एवं जीवविज्ञान जैसे अन्य विषयों के इतिहास पर संक्षेप में प्रकाश डालते हुए उनकी तुलना रसायनविज्ञान से की । उन्होंने कहा कि भौतिकी के विकास एवं उसकी क्रांति को विभिन्न कालों जैसे - सापेक्षता का विशेष सिद्धान्त (1905), क्वान्टम यांत्रिकी (1924) एवं राष्ट्रीय सुरक्षा तथा सूचना प्रौद्योगिकी (दूसरे विश्वयुद्ध के बाद) का काल में विभाजित किया जा सकता है । इसी प्रकार जीवविज्ञान का विकास भी विभिन्न क्रांति-कालों जैसे - डीएनए संरचना की खोज, विद्युत कण संचलन, अनुक्रमण, पुनर्योगज प्रोटीन आदि में हुआ है। रसायनविज्ञान का आरम्भ ईंधन (1920), बहुलक (1930), औषधि के क्षेत्र में अनुसंधान की क्रांति, 1950 के दशक में आरम्भ की गई अन्न एवं औषधि प्रशासन जैसी नियामक प्रक्रिया, तथा 1970 के दौरान एनएमआर, जीसी, एमएस, एचपीएलसी आदि जैसे विविध

उपकरणों के विकास से हुआ । उन्होंने श्रोताओं से यह प्रश्न किया कि भविष्य में इन क्षेत्रों का विकास कैसे होगा ? प्रो. व्हाइटसाइड्स ने यह बताया कि कुछ लोगों की धारणा है कि भविष्य में उन्नत एवं प्रगत उपकरणों पर आधारित विज्ञान ही भविष्य की क्रांति का आधार होगा । उदाहरणार्थ, एसटीएम/एएफएम के विकास से नैनो विज्ञान का जन्म हुआ, फोटोलिथोग्राफी से सूक्ष्मइलेक्ट्रॉनिक्स के नए क्षेत्र का निर्माण हुआ, तथा एक्स-किरण डिफ्रैक्शन ने प्रोटीन रसायनविज्ञान को समझने का नया रास्ता दिखाया है ।

उन्होंने यह भी स्पष्ट किया कि भविष्य में किस प्रकार से रसायनविज्ञान समाज की कई समस्याओं को हल करने में अपना योगदान दे सकता है । उन्होंने रसायनविज्ञान के ऐसे कई क्षेत्रों का उल्लेख किया जहाँ भविष्य में सफलता प्राप्त की जा सकती है । यद्यपि रसायनविज्ञान ने आणविक समस्याओं को समझने की दिशा में बहुत अच्छा कार्य किया है और अतीत में अणुओं की खोज की है, तथापि जल में आणविक पहचान, एकल-आणविक अध्ययन, विलायक, कोशिका की जटिल प्रणाली, जीवन का मूल, तथा एन्ट्रॉपी एवं सेकण्ड लॉ जैसे क्षेत्रों का अवलोकन करना महत्वपूर्ण होगा । उन्होंने कुछ मौलिक समस्याओं का उल्लेख किया जो रसायनविज्ञान में क्रांति ला सकती हैं । ये क्षेत्र हैं - ऊर्जा उत्पादन/संरक्षण, ऋणात्मक अपवर्तन इन्डेक्स, स्वरोपी पदार्थ आदि जैसे मोहक पदार्थ । रसायन विज्ञान के लिए विचार एवं स्वजागरूकता तथा प्रोटीन संलग्नी क्रियाओं, प्रोटीन प्लास्टिसिटी और जलभीति सम्बन्धी क्रियाओं जैसी समस्याओं का रासायनिक आधार समझना भी अतिमहत्वपूर्ण है । उन्होंने कुछ उदाहरणों द्वारा यह स्पष्ट किया कि किस प्रकार से व्यक्ति अपरिष्कृत तेल/पेट्रोलियम के स्थान पर नाभिकीय ऊर्जा पर आधारित संसाधनों के प्रयोग द्वारा रासायनिक अर्थशास्त्र को बदल सकता है ।

अपने व्याख्यान के निष्कर्ष के रूप में उन्होंने इस बात पर बल दिया कि रासायनिक अनुसंधान से सम्बन्धित इन मामलों पर उद्योग की अपेक्षा शिक्षाशास्त्रियों को अपने विचार प्रस्तुत करने चाहिए । उन्होंने स्पष्ट रूप से कहा कि **विश्वविद्यालयों एवं सरकारी निधि प्राप्त राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं को परिवर्तन की पहल करना चाहिए।** विश्वविद्यालय एवं राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं में कार्यरत वैज्ञानिकों को चाहिए कि वे परिवर्तन की दिशा में पहल करते हुए एमआईटी एवं स्टैनफोर्ड द्वारा अपनाए जा रहे उद्यमी मॉडल को अपनाएँ। उन्होंने आगे कहा कि परिवर्तन की नीति के अधीन रसायनविज्ञान के अनुपम कौशल का प्रयोग करते हुए बड़ी एवं पहचान योग्य/अभिज्ञेय समस्याओं के समाधान की तलाश करनी चाहिए । इस माध्यम से ही कौतूहलपूर्ण अनुसंधान के अवसर प्राप्त किए जा सकते हैं ।

इस अवसर पर प्रो. व्हाइटसाइड्स ने एनसीएल अनुसंधान फाउण्डेशन द्वारा स्थापित पुरस्कार प्रदान किए । इन पुरस्कारों में एनसीएल फाउण्डेशन अनुसंधान प्रौद्योगिकी पुरस्कार (आईसीआईसीआई लि. द्वारा प्रायोजित), सर्वोत्तम प्रक्रिया/उत्पाद के विकास हेतु दिया जाने वाला एनसीएल अनुसंधान फाउण्डेशन - सिप्ला हमीद पुरस्कार (सिप्ला लि. द्वारा प्रायोजित), सर्वाधिक औद्योगिक आय हेतु पुरस्कार, अनुसंधान एवं विकास हेतु सपोर्ट प्रणाली द्वारा किए गए नए कार्यों हेतु पुरस्कार, निदेशक का प्रशंसा पुरस्कार, वैयक्तिक योग्यता पुरस्कार आदि का समावेश है । इससे पूर्व एनसीएल के निदेशक, डॉ. एस. शिवराम ने अपने स्वागत भाषण में श्रोताओं का स्वागत करते हुए एनसीएल की स्थापना से अब तक के उसके इतिहास एवं विकास पर संक्षेप में प्रकाश डाला । उन्होंने प्रो. व्हाइटसाइड्स का श्रोताओं से परिचय भी कराया ।

एनसीएल में एसईआरसी प्रशिक्षण कार्यक्रम

राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाला (एनसीएल), पुणे ने विज्ञान एवं अभियांत्रिकी अनुसंधान परिषद (एसईआरसी) एवं विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के साथ संयुक्त रूप से दिनांक 1-2 फरवरी, 2007 को एनसीएल, पुणे में **प्रक्रिया अनुरूपण एवं संश्लेषण हेतु अभिकलनी पद्धतियाँ : सॉफ्टवेयर तथा अनुप्रयोग** नामक विषय पर दो दिवसीय कार्यशाला का आयोजन किया था । इसका उद्देश्य इस प्रशिक्षण कार्यक्रम द्वारा 1) बहुलकन रिएक्टर अभियांत्रिकी पर विशेष ध्यान देते हुए परिघटनात्मक प्रक्रिया प्रतिक्रिया 2) कृत्रिम बुद्धि, मशीन द्वारा शिक्षा प्राप्त करना एवं प्रमुख आँकड़ों / डेटा द्वारा संचालित पद्धतियों से युक्त वेबलेट पर आधारित प्रतिमानों जैसे - कृत्रिम न्यूरल नेटवर्क, आनुवंशिक ऐल्गोथिम, आनुवंशिक प्रोग्रामिंग, अस्पष्ट तर्क, वेबलेट्स एवं प्रतिक्रिया एवं इष्टतमीकरण जैसे प्रक्रिया अभियांत्रिकी अनुप्रयोगों हेतु सपोर्ट वेक्टर मशीनों पर विभिन्न अभिकलनी नीतियों के प्रत्यात्मक/वैचारिक ढाँचे को आरम्भ करना था । इस कार्यशाला में एनसीएल के रासायनिक अभियांत्रिकी एवं प्रक्रिया विकास प्रभाग तथा सजातीय उत्प्रेरण प्रभाग के वैज्ञानिकों ने व्याख्यान दिए और कार्यशाला के चार सत्रों में सॉफ्टवेयर पैकेजों के प्रदर्शन सहित प्रतिभागियों को प्रत्यक्ष/व्यावहारिक प्रशिक्षण दिया । इस कार्यशाला में शिक्षा, अनुसंधान एवं विकास संस्थानों तथा उद्योगजगत से लगभग पैंतीस प्रतिभागियों ने भाग लिया ।

डॉ. बी.डी. कुलकर्णी, उपनिदेशक एवं प्रमुख, रासायनिक अभियांत्रिकी तथा प्रक्रिया विकास प्रभाग ने अपने आरम्भिक भाषण में कार्यशाला के मुख्य विषय पर प्रकाश डालते हुए प्रक्रिया प्रतिरूपण एवं इष्टतमीकरण का रासायनिक अभियांत्रिकी शिक्षण, अनुसंधान एवं व्यवहार में उसकी प्रासंगिकता को स्पष्ट किया । उन्होंने इस बात पर बल दिया कि अधिकाँश रासायनिक अभियांत्रिकी प्रक्रियाओं के सम्पन्न होने में बहुत लम्बा समय लगता है । अतः रासायनिक प्रक्रियाओं के मूल में स्थित भौतिक-रासायनिक परिघटनाओं को प्राप्त करने हेतु विभिन्न प्रकार के प्रतिरूपणों की आवश्यकता है । डॉ. कुलकर्णी ने परिघटनात्मक प्रतिरूपणों एवं उनके विलयन प्रणाली-विज्ञान तथा वेवलेट, कृत्रिम बुद्धि एवं मशीन शिक्षा पर आधारित प्रतिरूपण और इष्टतमीकरण पद्धतियों की भूमिका, कार्यक्षेत्र एवं उपयुक्तता का विस्तार से वर्णन किया । उन्होंने उक्त कार्यशाला में सम्बन्धित विषयों पर अधिक विस्तार से दिए जाने वाले व्याख्यानोँ को साररूप में एवं पूरक बनाने हेतु विहित औपचारिकता का परिचय दिया ।

बहुलक अत्यंत महत्त्वपूर्ण एवं उपयोगी रसायन हैं, जिनकी खपत निरन्तर रूप से बढ़ती जा रही है । संश्लिष्ट बहुलकों का निर्माण विभिन्न प्रौद्योगिकियों के प्रयोग द्वारा किया जाता है । इन प्रौद्योगिकियों के अनुकूलतम प्रयोग हेतु रिएक्टर के कार्यनिष्पादन (बहुलक उत्पादन, अभिलक्षण तथा कण परिमाण वितरण) तथा प्रचालन शर्तों के साथ रिएक्टर हार्डवेयर के बीच सम्पर्क स्थापित करना आवश्यक है । अतः बहुलक अभिक्रिया अभियांत्रिकी एवं एनसीएल में विकसित किए गए पीओआरई (बहुलकन रिएक्टर अभियांत्रिकी) नामक सॉफ्टवेयर उपकरण पर एक आधे दिन के सत्र का आयोजन किया गया । डॉ. वी.वी. रानडे ने बहुलकन रिएक्टर अभियांत्रिकी पर व्याख्यान देते हुए

रिएक्टर, प्रक्रिया एवं उत्पाद अभियांत्रिकी पर सामान्य विचार व्यक्त किए ।

श्री आर.पी. उतीकर ने अपने व्याख्यान में तरलीकृत बेड बहुलकन रिएक्टर के विस्तृत गतिशील प्रतिरूप (मॉडेल) के विकास पर प्रकाश डाला । इस प्रतिरूप, जो बहुलक गुणधर्मों एवं बहुलक कण परिमाण वितरण दोनों का एकसाथ अनुकरण करने में सक्षम है, का विस्तार से वर्णन किया गया । इसके बाद पीओआरई सॉफ्टवेयर के प्रयोगकर्ता अन्तरापृष्ठ एवं प्रयोग को स्पष्ट किया गया । तदुपरान्त अंकीय सूचना संसाधन केन्द्र, जहाँ पीओआरई नामक सॉफ्टवेयर उपलब्ध था, में कम्प्यूटरों पर प्रत्यक्ष रूप से इसका व्यावहारिक सत्र आरम्भ हुआ । इस सत्र में अन्य प्रकार के बहुलकन प्रणालियों एवं रिएक्टरों हेतु सॉफ्टवेयरों के अनुप्रयोग पर भी चर्चा की गई । डॉ. रानडे ने सत्र की समीक्षा करते हुए तथा व्यवहार में कार्यनिष्पादन में वृद्धि हेतु ऐसे अभिकलनी उपकरणों के प्रयोग के सम्बन्ध में सामान्य विचार व्यक्त करते हुए उक्त सत्र का समापन किया ।

कार्यशाला के दूसरे सत्र में डॉ. वी. रविकुमार ने **वेवलेट रूपान्तरण एवं सम्मिश्र प्रणाली विश्लेषण में उनके अनुप्रयोग** नामक विषय पर सघन प्रशिक्षण का संचालन किया । इसे दो भागों में सम्पन्न किया गया । पहले भाग में वेवलेट रूपान्तरण के सिद्धान्त, वर्णन एवं अनुप्रयोगों से सम्बन्धित पहलुओं पर विचार किया गया था । सत्र के दौरान प्रतिभागियों में सामान्य क्रियापद्धति एवं संकल्पनाओं से सम्बन्धित प्रशिक्षण-टिप्पणियाँ वितरित की गई ।

सत्र के दूसरे भाग में वेवलेट रूपान्तरणों के अनुप्रयोगों पर बल दिया गया । इसके अधीन सॉफ्टवेयर के प्रदर्शन के दौरान कई अध्ययन सम्बन्धी मामले प्रस्तुत किए गए । प्रशिक्षण के इस भाग का

संचालन डॉ. रविकुमार, डॉ. अमोल कुलकर्णी एवं श्री सागर देशपाण्डे (आईसीटी, मुम्बई) ने किया ।

पिछले दो दशकों में प्रक्रिया अभियांत्रिकी में कृत्रिम बुद्धि एवं मशीनी ज्ञान के प्रतिमानों का अनुप्रयोग तथा लोकप्रियता बढ़ती रही है। कृत्रिम बुद्धि एवं मशीनी ज्ञान पर आधारित प्रतिमानों के दो प्रमुख अनुप्रयोग क्षेत्र हैं - प्रक्रिया प्रतिरूपण एवं प्रक्रिया इष्टतमीकरण । प्रतिरूपण हेतु कृत्रिम न्यूरल नेटवर्क, आनुवंशिक प्रोग्रामिंग, अस्पष्ट तर्क एवं सपोर्ट वेक्टर परावर्तन जैसी पद्धतियाँ अपनायी जाती हैं, वहीं अरैखिक इष्टतमीकरण हेतु आनुवंशिक ऐल्गोथिम एवं विकासात्मक ऐल्गोथिम का प्रयोग किया जाता है । कृत्रिम बुद्धि पर आधारित प्रतिरूपण पूरी तरह से आँकड़ों (डेटा) द्वारा संचालित होते हैं तथा किसी प्रक्रिया के मूल में भौतिक-रासायनिक परिघटना का पर्याप्त ज्ञान अस्तित्व में न होने पर भी इनका निर्माण किया जा सकता है । एक बार उचित रूप से विकसित किए जाने पर डेटा द्वारा संचालित प्रतिरूपणों को विविध प्रकार के प्रक्रिया अभियांत्रिकी कार्यों, जिनमें अरैखिक नियंत्रण, पहचान, दोष की पहचान एवं निदान, वर्गीकरण एवं इष्टतमीकरण सम्मिलित हैं, हेतु प्रयोग में लाया जाता है । डॉ. एस.एस. ताम्बे ने **कृत्रिम बुद्धि प्रतिमानों के प्रक्रिया अभियांत्रिकी अनुप्रयोग** नामक विषय पर अपने व्याख्यान में मौलिक सिद्धान्तों को दर्शाते हुए विभिन्न कृत्रिम बुद्धि एवं मशीनी ज्ञान वैधिकता के प्रयोग द्वारा डेटा द्वारा संचालित प्रक्रिया प्रतिरूपणों के निर्माण हेतु व्यावहारिक दिशानिर्देश प्रस्तुत किए ।

एनसीएल ने अभिनव कृत्रिम बुद्धि पर आधारित डेटा द्वारा संचालित वैधिकता हेतु आनुवंशिक प्रोग्रामिंग नामक एक सॉफ्टवेयर पैकेज विकसित किया है तथा उसके कार्यक्षम वैरिएन्ट को **मेमेटिक**

प्रोग्रामिंग नाम दिया गया है । डॉ. ताम्बे ने आनुवांशिक प्रोग्रामिंग एवं मेमेटिक प्रोग्रामिंग औपचारिकता तथा डेटा द्वारा संचालित प्रतिरूपण में उनके प्रक्रिया अभियांत्रिकी अनुप्रयोगों की विशेषताओं को स्पष्ट किया । इसके अलावा प्रत्यक्ष अभ्यास के दौरान एनसीएल में विकसित किए गए आनुवंशिक प्रोग्रामिंग एवं मेमेटिक प्रोग्रामिंग सॉफ्टवेयर पैकेज का प्रदर्शन किया गया ।

डेटा द्वारा संचालित प्रतिरूपणों को ऐसी स्थितियों में प्रयोग में लाया जा सकता है जहाँ परिघटना विज्ञान की वास्तविक समझ/ज्ञान का सम्बन्ध नहीं है । ये प्रतिरूपण शोर/आवाज एवं तुलनात्मक रूप से दुर्लभ मापों के बीच दृढ़ बने रहते हैं, तथा इस कारण वे अधिक आकर्षक बने हैं । हाल ही के वर्षों में केर्नेल ट्रिक लागू करने की धारणा पर आधारित **केर्नेल मशीन** नामक नया मशीन प्रतिमान विभिन्न क्षेत्रों में लोकप्रिय हो रहा है । डॉ. वी.के. जयरामन ने डेटा द्वारा संचालित प्रतिरूपणों एवं रासायनिक तथा जैवसूचनाविज्ञान के क्षेत्र में समस्याओं के निराकरण हेतु केर्नेल मशीनों के अनुप्रयोग को सरल शब्दों में स्पष्ट किया । उन्होंने प्रतिभागियों को इन विषयों से परिचित कराने हेतु सभी पद्धतियों की सामान्य जानकारी दी ।

कार्यशाला के समापन सत्र में श्री राजीव तायल, संयोजक, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग की रासायनिक अभियांत्रिकी उप-समिति ने कार्यशाला के आयोजन की भूमिका स्पष्ट करते हुए युवा शोधकर्त्ताओं द्वारा विज्ञान एवं अभियांत्रिकी के महत्त्वपूर्ण क्षेत्रों में स्वतंत्र रूप से अनुसंधान करने हेतु सक्षम//योग्य बनाने की दृष्टि से उन्हें ज्ञान प्रदान करने के लिए विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग की भूमिका का सामान्य रूप से तथा एसईआरसी का विशेष रूप से उल्लेख किया । कार्यशाला के दौरान प्रत्येक व्याख्यान के बाद आयोजित व्यावहारिक प्रशिक्षण सत्र के उपरान्त प्रतिभागियों को

परस्पर विचार-विमर्श, कुछ मामलों का अध्ययन, चर्चा एवं सॉफ्टवेयर का प्रदर्शन तथा प्रशिक्षण प्राप्त करने का अवसर मिला । एसईआरसी कार्यशाला हेतु प्रशिक्षण के नोट्स तत्काल सन्दर्भ हेतु **हैण्ड-आउट्स** के रूप में तैयार किए गए थे । कार्यशाला के प्रतिभागियों को कार्यशाला में उपलब्ध कराए गए सन्दर्भ साहित्य, व्याख्यानों, व्यावहारिक प्रशिक्षण-सत्रों एवं ग्रूप चर्चा के माध्यम से विभिन्न प्रक्रिया अभियांत्रिकी कार्यों जैसे - प्रतिरूपण एवं अनुकार, प्रक्रिया नियंत्रण एवं इष्टतमीकरण, दोष की पहचान एवं उसका निदान, देखरेख, पहचान, इनपुट चयन तथा विमीयता न्यूनीकरण में अनुसंधान एवं विकास कार्य आरम्भ करने की दिशा में ज्ञान तथा कौशल प्राप्त करने हेतु एक अन्तर्दृष्टि प्राप्त हुई ।
